REPUBLIQUE TUNISIENNE

Ministère de l'Agriculture,
de la Pêche Maritime et des Ressources Hydrauliques
Bureau de la Planification et des Equilibres Hydrauliques

ELABORATION DE LA VISION ET DE LA STRATEGIE DU SECTEUR DE L'EAU A L'HORIZON 2050 POUR LA TUNISIE

« EAU 2050 »

Etape 4 : Elaboration de la vision et de la stratégie du secteur de l'eau à l'horizon 2050

Version définitive

Octobre-2022

Eau 2050

Etape 4 : « Vision & Stratégie »

Table des matières

Composante « Vision »

I CONTEXTUALISATION INTRODUCTIVE 2

I.1 L'Inflexion attendue dans la marche de l'Etude Eau 2050 2

I.2 A propos du concept de Vision 2

I.3 A propos des Eléments Fondamentaux de la Vision Eau 2050 3

I.4 Un domaine de l'eau peu réductible à un simple paramètre macroéconomique 4

I.5 L'apport de la Prospective à l'exploration des futuribles et l'identification du scénario « *souhaisable* » (à la fois souhaitable et réalisable) 4

I.6 L'apport décisif et porteur de la Modélisation Hydro-Economique 6

I.7 Du premier niveau d'articulation « Prospective »/« Vision » au concept culturel de « réconciliation avec sa propre identité hydrique » 7

I.8 Des 10 « Facteurs de préoccupation » du « présent » aux 10 « Marqueurs de préconisation » pour le « futur » 8

I.9 La « Vision » en tant que « problématique de cheminement » entre « état initial existant » et « états spatiotemporels ciblés » 11

I.10 La Vision Eau 2050 et l'explicitation claire et crédible des Enjeux, des Défis et de la Complexité 11

I.11 Prise en compte par la Vision Eau 2050 de la « décomposition statique » du Système Eau « Global » en Sous-systèmes « Partiels » 12

I.12 Prise en compte par la Vision 2050 de l'« Enchainement Dynamique » des Processus hydriques 13

I.13 L'itération entre « Vision Eau 2050 » et « Vision Socio-économique et Territoriale de la Tunisie 2050 » 13

I.14 Les Cinq (5) composantes constitutives de la Vision Eau 2050 15

II Enjeux « Amont » induits par le Schéma de Développement Socio-économique et Territorial aux Horizons 2050 et intermédiaires 16

II.1 Quelques enjeux préliminaires d'ordre socio-démographique à l'Horizon 2050 16

II.1.1 Principales données sociodémographiques globales en perspective 16

II.1.2 Enjeux préliminaires des perspectives sociodémographiques en matière d'eau potable 18

II.1.3 Enjeux préliminaires des perspectives sociodémographiques concernant l'irrigation 18

II.2 Les Enjeux du modèle développementaliste Tunisien à l'Horizon 2050 à l'échelle globale 19

II.2.1 Atouts et contraintes du Modèle de Développement hérité du postindépendance et présent à l'avant-révolution 20

II.2.2 Le projet développementaliste sous-jacent au 14-janvier-2011 et les réponses qui y ont été apportées 22

II.2.3 L'aggravation des impacts économiques et financiers, y compris par la crise pandémique 23

II.2.4 La grande batterie de nouvelles orientations pour le modèle développementaliste à la lumière des enseignements de l'expérience 24

II.2.5 Caractérisations quantitatives de croissance d'un modèle de développement résilient pour l'Horizon 2050 26

II.3 Confrontation avec les prévisions de « croissance potentielle » tel qu'identifié par l'ITCEQ 27

II.4 Les grands paramètres macroéconomiques d'équilibre d'ici l'Horizon 2050 28

II.4.1 Effet macroéconomique de la transition 28
II.4.2 Enjeux par période des différents agrégats macroéconomiques 29
II.5 Les Enjeux des choix de développement territorial 32
II.5.1 Principales données sociodémographiques régionales en perspective 32
II.5.2 Enjeux de l'aménagement du territoire 33
II.6 Les Enjeux des choix de développement sectoriel 37
II.6.1 Le nouveau comportement sectoriel ayant résulté du « trop long stress de gouvernance non optimisée » 37
II.6.2 Perspectives sectorielles à très long terme 38
II.7 Les Enjeux du modèle agricole et agroalimentaire ciblé à l'Horizon 2050 39
II.7.1 Le modèle agricole « compatible » 40
II.7.2 La sécurité alimentaire 40
II.7.3 Recours à la balance en eaux virtuelles pour compléter la vision de l'échange agroalimentaire 40
II.7.4 Valorisation de l'eau verte 41
II.7.5 Protection des revenus des petits et moyens exploitants 41
II.7.6 Protection du pouvoir d'achat des consommateurs à faibles revenus 42
II.7.7 Protection des écosystèmes par l'agriculture durable 42
II.7.8 Apports Spécifiques de l'Irrigué et du Pluvial dans la Croissance Agricole 43
II.8 Les perspectives de l'emploi 43
II.9 Enjeux de la prise en compte de l'économique de l'eau 48
II.10 L'enjeu institutionnel et de la gouvernance 49
II.11 Le nœud gordien du Financement Public et Parapublic (F3P) du « Système-eau » 50
II.12 La Confrontation Enjeux/Défis du Système Hydrique 56
III Défis « Aval » pour atteindre le Schéma Hydrique-Cible des Horizon 2050 et intermédiaires 57
III.1 Problématisation de la composante « Défis-Aval » 57
III.2 Facteurs de Risque et incontournabilité du « Consensus Eau » 57
III.3 Rôle du Modèle Hydro-Economique (MoHyEc) dans l'élaboration de la Stratégie Eau-2050 et la conduite du Système-Eau 58
III.4 Les Visions Spécifiques aux Huit (8) Leviers à activer pour faire face aux « Défis majeurs » de la Maitrise du Système Hydrique 61
III.4.1 - A - Vision spécifique au Levier : « Cadre institutionnel et Gouvernance » 62
III.4.2 - B - Vision spécifique de la rationalisation des choix économiques et financiers de la politique de l'eau .. 72
III.4.3 - C - Les indicateurs de suivi du soutien public 76
III.5 Vision spécifique au développement des territoires 77
III.5.1 Problématisation introductive 77
III.5.2 Caractérisation du développement des territoires 78
III.5.3 Le poids des facteurs territoriaux dans les politiques d'aménagement du territoire 85
III.5.4 Les politiques de développement et d'aménagement du territoire au cours des cinq dernières décennies : Absence de vision, hésitations et incohérence des options 92
III.5.5 Conditions pour l'avènement d'une nouvelle vision de l'aménagement du territoire à l'Horizon 2050 93
III.5.6 Vers un nouveau cadre de référence de l'aménagement et du développement du territoire 93
III.5.7 Une Vision 2050 pour l'aménagement du territoire 95

III.5.8 Les cinq piliers de l'aménagement du territoire à l'horizon 2050 99
III.5.9 En guise de conclusion à la Vision spécifique : « Développement et aménagement des territoires » en rapport avec la question de l'eau 107
III.6 Vision Spécifique de l'Harmonisation Eau Bleue/Eau Verte/Eau Virtuelle (H/E-BVV) et de l'Ajustement du Modèle Agricole et Agroalimentaire 108
III.6.1 Problématisation introductive 108
III.6.2 Place de l'empreinte eau dans la réflexion prospective et stratégique dans le domaine hydrique 109
III.6.3 Les obstacles à une évolution favorable de la balance eau virtuelle 110
III.6.4 Elaboration de la Vision spécifique du Modèle agricole et agroalimentaire 111
III.7 Vision Spécifique à la Gestion Intégrée des Eaux de Surface et Eaux Souterraines (GI2ES) 113
III.8 Vision spécifique de la Mise à niveau des équipements des périmètres irrigués et l'intensification agricole 115
III.8.1 Problématisation introductive 115
III.8.2 Vision spécifique de l'Optimisation du système d'irrigation et de l'intensification agricole 115
III.9 Introduction aux Visions Spécifiques aux RNC et la Transition énergétique 126
III.9.1 Les enjeux et défis énergétiques mondiaux 126
III.9.2 Les enjeu et défi du Dessalement 128
III.9.3 Les enjeux et défis de la REUSE 129
III.10 Vision Spécifique à l'AEP 129
III.10.1 Déclinaison préliminaire de la Vision Spécifique AEP 129
III.10.2 Objectifs structurants de la vision spécifique 130
III.11 Vision Spécifique des RNC et de la Transition énergétique 134
III.11.1 Considérations préliminaires 134
III.11.2 Nexus eau-énergie-alimentation-écosystème 134
III.11.3 Objectifs Stratégiques (OS) de la Vision Spécifique au Volet « Assainissement/ REUSE » 138
III.11.4 Vision Spécifique au Volet « Dessalement » 151
III.11.5 Vision Spécifique du Volet « Energie Renouvelable » 158
III.12 Vision Spécifique à la Maitrise du Changement Climatique 171
III.12.1 Problématisation introductive 171
III.12.2 Problématique Spécifique du Rapport du Changement Climatique au Domaine de l'Eau 172
III.12.3 Changement Climatique et Impacts Agro-climatiques 173
III.12.4 Modélisation des effets des changements climatiques : Simulation de cas significatifs 177
III.12.5 Le défi climatique et la Résilience par le « Changement de paradigme » et la « Synergie avec tous les autres Leviers de la Vision Eau 2050 » (*Voir particulièrement le Levier « Développement et aménagement du Territoire »*) 182
IV Cohérence Enjeux/Défis de la Vision : Cadre Logique 206

Composante « Stratégie»

I Objectif Directeur, Objectifs Spécifiques, Leviers d'Intervention 219
I.1 Préambule 219
I.2 La matrice des (10 Objectifs Spécifiques d'Eau 2050) croisés avec les (8 Leviers d'intervention) 219
I.3 Contenu des 10 Objectifs Spécifiques 221
I.3.1 Contenu de la GEMR (Gestion des Extrêmes et Maitrise des Risques) 221

I.3.2 Contenu de la MQE 222
I.3.3 Contenu de la MEDC (Mitigation de l'Effet du Dérèglement Climatique) 223
I.3.4 Contenu de la SP-BEP (Satisfaction Prioritaire des Besoins en Eau Potable) 224
I.3.5 Contenu de la SR-DEI (Satisfaction Raisonnée de la Demande en Eau d'Irrigation) 225
I.3.6 Contenu de la SES (Sauvegarde des Ecosystèmes) 227
I.3.7 Contenu de la VEFOP (Viabilisation Eco-Financière des Organismes Publics) 227
I.3.8 Contenu de l'ASEPI (Accès Social à l'Eau Potable et Irriguée) 227
I.3.9 Contenu de la DIDT (Développement Inclusif et Durable des Territoires) 228
I.3.10 Contenu de l'OS-G2PRI (Gouvernance Participative, Pilotage Rationalisé et Innovation) 228

II Contribution de chacun des Huit (8) Leviers à la Réalisation de chacun des Dix (10) Objectifs Spécifiques (OS) 230

II.1 Contribution de la GI2ES (Gestion Intégrée Eaux de Surfaces/Eaux Souterraines) aux OS 230
II.1.1 Contribution à l'OS-GERR (Objectif Spécifique de Gestion des Extrêmes et Réduction des Risques) 230
II.1.2 Contribution à l'OS-MQE (Objectif Spécifique de Maitrise de la Qualité de l'Eau) 231
II.1.3 Contribution à l'OS-MEDC (Objectif Spécifique de Mitigation de l'Effet du Dérèglement Climatique) 231
II.1.4 Contribution à l'OS-SRBEI (Objectif Spécifique de Satisfaction Raisonnée des Besoins en Eaux d'Irrigation) 232
II.1.5 Contribution à l'OS-SES (Objectif Spécifique de Sauvegarde des écosystèmes) 232
II.1.6 Contribution à l'OS-DIDT (Objectif Spécifique de Développement Intégré et Durable des Territoires) 232
II.2 Contribution de la RS2IA (Rationalisation du Système d'Irrigation et Intensification Agricole) aux Objectifs Spécifiques 233
II.2.1 Contribution à l'OS-GERR (Objectif Spécifique de Gestion des Extrêmes et Réduction des Risques) 233
II.2.2 Contribution à l'OS-MQE (Objectif Spécifique de Maitrise de la Qualité de l'eau) 233
II.2.3 Contribution à l'OS-MEDC (Objectif Spécifique de Mitigation de l'Effet du Dérèglement Climatique) 233
II.2.4 Contribution à l'OS-SRDEI (Objectif Spécifique de Satisfaction Raisonnée de la Demande en Eau d'Irrigation) 234
II.2.5 Contribution à l'OS-SES (Objectif Spécifique de Sauvegarde des Ecosystèmes) 234
II.2.6 Contribution à l'OS-VEFOP (Objectif Spécifique de la Viabilité Eco-Financière des Organismes Publics) 235
II.2.7 Contribution à l'OS-ASEI (Accès Social à l'Eau d'Irrigation) 235
II.2.8 Contribution à l'OS-DIDT (Objectif Spécifique de Développement Territorial Inclusif et Durable) 235
II.3 Contribution du Levier EP-RNC-ER-QE (Eau Potable, Ressources Non Conventionnelles, Energies Renouvelables et Qualité e l'Eau) aux 10 OS de la Stratégie 236
II.3.1 Contribution du Sous-Levier Reuse 236
II.3.2 Contribuer du Sous-Levier QRE-IPE (Qualité des Ressources en Eau et Impératifs de la Protection de l'Environnement) 238
II.4 Contribution du Levier PAT-DRL (Politiques d'Aménagement du Territoire et de Développement Régional et Local) 240
II.4.1 Contribution à l'OS-GERR (Objectif Spécifique de Gestion des Extrêmes et Réduction des Risques) 240
II.4.2 Contribution à l'OS-MEDC (Objectif Spécifique de Mitigation de l'Effet du Dérèglement Climatique) 240
II.4.3 Contribution à l'OS-SPBEP (Objectif Spécifique de Satisfaction Prioritaire des Besoins en Eau Potable) 240
II.4.4 Contribution à l'OS-SRDEI (Objectif Spécifique de Satisfaction Raisonnée de la Demande en Eau d'Irrigation) 241
II.4.5 Contribution à l'OS-SES (Objectif Spécifique de Sauvegarde des Ecosystèmes) 241
II.4.6 Contribution à l'OS-ASEPI (Objectif Spécifique d'Accès Social à l'Eau Potable et d'Irrigation) 241

II.4.7 Contribution à l'OS-GPPR (Objectif Spécifique de la Gouvernance Participative et le Pilotage Rationalisé) 241
II.5 Contribution du Levier CIEB2EV (Complémentarité et Intégration Eaux Bleues – E. Vertes – E. Virtuelles) 242
II.5.1 Contribution à l'OS-GERR (Objectif Spécifique de Gestion des Extrêmes et Réduction des Risques) ... 242
II.5.2 Contribution à l'OS-DIDT (Objectif Spécifique de Développement Inclusif et Durable des Territoires) 242
II.5.3 Contribution à l'OS-GERR (Objectif Spécifique de Gestion des Extrêmes et Réduction des Risques) ... 242
II.5.4 Contribution à l'OS-SES (Objectif Spécifique de Sauvegarde des Ecosystèmes) 243
II.5.5 Contribution à l'OS-DIDT (Objectif Spécifique de Développement Intégré et Durable des Territoires) 243
II.6 Contribution du Levier OSDEE (Objectivation des Systèmes Décisionnels par l'Economique de l'Eau) 243
II.6.1 Contribution à l'OS-SRDEI (Satisfaction Raisonnée de la Demande en Eau d'Irrigation) 243
II.6.2 Contribution à l'OS-VEFOP (Objectif Spécifique de Viabilité Eco-Financière des Organismes Publics).. 243
II.6.3 Contribution à l'OS-DIDT (Objectif Spécifique de Développement Inclusif et Durable des Territoires) 244
II.6.4 Contribution à l'OS-G2PRI (Objectif Spécifique de la Gouvernance Participative, le Pilotage Rationalisé et l'Innovation) 244
II.7 Contribution du Levier G2PRI (Gouvernance Participative, Pilotage Rationalisé et Innovation). 245
II.7.1 Contribution à l'OS-GERR (Objectif Spécifique de Gestion des Extrêmes et Réduction des Risques) ... 245
II.7.2 Contribution à l'OS-SRDEI (Objectif Spécifique de Satisfaction Raisonnée de la Demande en Eau d'Irrigation) 245
II.7.3 Contribution à l'OS-SES (Objectif Spécifique de Sauvegarde des Ecosystèmes) 245
II.7.4 Contribution à l'OS-DIDT (Objectif Spécifique de Développement Intégré et Durable des Territoires) 246
III L'Opérationnalisation des Huit (8) Leviers d'Intervention 247
III.1 Opérationnalisation du Levier 1 de la Gestion Intégrée Eaux de Surface/Eaux Souterraines (GI2ES) 247
III.1.1 Conceptualisation générale du Levier 247
III.1.2 Caractérisation et Modélisation-Simulation de la « Gestion Intégrée des Eaux de Surface / Eaux Souterraines (GI2ES) » 261
III.2 Opérationnalisation du Levier 2 de Rationalisation de l'Irrigation et Intensification Agricole (R2IA) 285
III.2.1 Irrigation, Cycle Hydrologique, Intensification et Efficience 285
III.2.2 Annexe 343
III.3 Opérationnalisation du Levier 3 d'Intégration-Harmonisation des Eaux Bleues/Eaux Vertes (IH-EB-EV) 348
III.3.1 Problématisation Introductive de l'Agriculture « Eaux Vertes » 348
III.3.2 Principaux éléments d'état des lieux de l'agriculture pluviale 348
III.3.3 Systèmes Pluviaux et Dérèglement Climatique 353
III.3.4 Vers le Redéploiement des Systèmes Agricoles Pluviaux 356
III.3.5 Redéploiement des Systèmes de Production Pluviaux par l'Adaptation au DC (Dérèglement Climatique) 361
III.3.6 Paradigme de Rupture Appliqué à l'Oléiculture Pluviale du Sud de la Dorsale 366
III.3.7 Paradigme de Rupture Appliqué aux Parcours 370
III.3.8 Synthèse Générale et Préconisations Préliminaires 372
III.3.9 Annexes 377
III.4 Opérationnalisation du Levier 4 du Nexus 1 « Eau Potable - Environnement - Energie Renouvelable (EPEER) » 382
III.4.1 Opérationnalisation du Sous-Levier « Rationalisation de l'Eau Potable » 382

III.4.2 Opérationnalisation du Sous-Levier « Assainissement et Reuse » 401
III.4.3 Opérationnalisation du Sous-Levier « Politique de Qualité de l'Eau et de Sauvegarde des Ecosystèmes » 427
III.4.4 Opérationnalisation du Sous-Levier « Dessalement » 446
III.4.5 Opérationnalisation du Sous-Levier « Energies Renouvelables » 451
III.5 Opérationnalisation du Levier 5 des Politiques d'Aménagement du Territoire et du Développement Régional et Local (PAT-DRL) 471
III.5.1 Introduction 471
III.5.2 Problématisation et principes de base d'intervention 471
III.5.3 Système Hydrique, Aménagement du Territoire (AT) et Développement Régional et Local (DRL)* 474
III.5.4 Le Système Hydrique (SH) en tant que Levier de l'Aménagement du Territoire (AT) et du (Développement Régional et Local (DRL) des Régions de l'Ouest et le Sud 477
III.5.5 Opérationnalisation de la Contribution du Levier « PAT-DRL » aux différents Objectifs Spécifiques d'Eau 2050 483
III.6 Opérationnalisation du Levier 6 d'Objectivation du Décisionnel et de la Régulation par l'Economique de l'Eau (ODR2E) 489
III.6.1 Conceptualisation introductive 489
III.6.2 Les Outils de la Rationalisation Décisionnelle 489
III.7 Opérationnalisation du Levier 7 de Promotion de la Gouvernance Participative et du Pilotage Rationalisé (PG2PR) 510
III.8 Opérationnalisation du Levier 8 de Lutte contre le Dérèglement Climatique 515
III.8.1 Introduction : L'Elaboration de cette Composante de la Stratégie en tant que Synthèse des Eléments avancés dans la Vision 515
III.8.2 Les Impacts Agro-Climatiques pour le Contexte Tunisien 516
III.8.3 Exigences de la Résilience Climatique 519
III.9 Déploiement de la Modélisation Hydro-Economique pour Identifier le Bilan Hydrique par Usage et par Région aux Différents Horizons d'Eau 2050 533
III.9.1 Modélisation de la Gestion Harmonisée Eaux de surface / Eaux souterraines et de Maitrise des Extrêmes Hydro-Climatiques 533
III.9.2 Sécurité AEP et Circuits Hydrauliques Structurants 542
III.9.3 Dérèglement Climatique et Modélisation des Besoins en Eau d'Irrigation 551
III.9.4 Bilans d'Equilibre des Allocations Hydriques par Région et par Usage 558
III.9.5 Modélisation Agroéconomique par GAMS 564
Partie complémentaire à l'Etape 4 d'EAU 2050 relative à l'Eau potable 571
Annexes 575

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Décomposition statique et dynamique de l'élaboration de la Vision 13
Figure 2 : Schéma de l'identification Top-down et Bottom-up des Enjeux-Amont et Défis-Aval du Système Eau 14
Figure 3 : Composantes Constitutives du Modèle 58
Figure 4 : Architecture du Modèle 59
Figure 5 : Matrice générale de la Gouvernance 67
Figure 6 : Carte de l'Attractivité Economique Régionale » 79
Figure 7 : Carte de la pauvreté 80
Figure 8 : Disparités territoriales du développement en 2018 82
Figure 9 : Infrastructures de transport et flux de relation 87
Figure 10 : Population des communes en 2014 90
Figure 11 : Projections de population à l'horizon 2050 : Scénarios « Tendanciel » et de « Stabilisation » 98
Figure 12 : La boucle des plaines et bassins du Nord-Ouest 101
Figure 13 : Esquisse d'aménagement du découpage en Districts 107
Figure 14 : Exemple de Digramme de Nexus Eau-Energie 134
Figure 15 : Parc de stations de dessalement 153
Figure 16 : Cartes des gisements solaire et éolien en Tunisie 159
Figure 17 : Carte des projets d'énergie renouvelable en Tunisie 161
Figure 18 : Evolution du coût de l'énergie dans le monde 162
Figure 19 : Prix de revient typique du m3 dessalé d'eau de mer par RO 164
Figure 20 : Evolution de la consommation de la SECADENORD 1984-2020 165
Figure 21 : Coût du MWh par type de ressource énergétique 167
Figure 22 : Evolution des superficies emblavées 176
Figure 23 : Fluctuation de la production céréalière en rapport avec les précipitations annuelles dans le Nord 177
Figure 24 : Simulation de la variation du volume du stockage de barrage Sidi Salem 178
Figure 25 : Projection des températures par étage bioclimatique à l'horizon 2050 180
Figure 26 : Projection des précipitations par étage bioclimatique à l'horizon 2050 180
Figure 27 : Simulation de la variation du régime d'écoulement dans le canal Medjerda-Cap Bon 181
Figure 28 : Simulation de la variation de la demande en eau urbaine à Nabeul 181
Figure 29 : Projection de l'évolution des prix des céréales à l'horizon 2029 (FAO) 190
Figure 30 : Part des produits exportés dans les exportations alimentaires totales à fin Mars 2021 193
Figure 31 : Part des produits importés dans les importations alimentaires totales à fin Mars 2021 194
Figure 32 : Evolution des exportations et des importations en eau virtuelle de 1975 à 2010 194
Figure 33 : Différence en milliers de dinars entre les exportations en huile d'olive et les importations en céréales 195
Figure 34 : Accessibilité d'échange à travers la Tunisie 201
Figure 35 : Axes autoroutiers existants et projetés de la Tunisie 202
Figure 36 : Réseaux ferrés de la Tunisie 202
Figure 37 : Structure du PIB aux prix courants de 2000 à 2019 204
Figure 38 : Carte des zones prioritaires d'intervention 264
Figure 39 : Carte des nouveaux barrages identifiés 265
Figure 40 : Carte des sites de recharge potentiels 268
Figure 41 : Evolution des rabattements au niveau des points piézométriques caractéristiques de la zone pour les scénarios zéro (rouge), 100% Recharge (bleu) et 100% recharge conjugué à la réduction des prélèvements à l'équivalent recharge (vert) 271
Figure 42 : Carte du bassin de l'oued Medjerda au début de l'ère Quaternaire (Villari R, 1950) 272
Figure 43 : Localisation de la zone aquifère potentielle sur la carte des ressources en eau de la Tunisie 272
Figure 44 : Carte géologique du bassin versant de l'oued Medjerda 273
Figure 45 : Carte hypsométrique du bassin versant de l'oued Medjerda 273
Figure 46 : Carte lithologique du bassin versant de l'oued Medjerda 273
Figure 47 : Carte pédologique du bassin versant de l'oued Medjerda 273
Figure 48 : Profils en long des différents affluents de la Medjerda 274

Figure 49 : Localisation du bassin de la Moyenne Vallée de la Medjerda 274
Figure 50 : Géologie du secteur de l'étude 275
Figure 51 : Coupe géologique montrant le dépôt des alluvions quaternaires sur un substratum d'âge Crétacé et Eocène 276
Figure 52 : Carte piézométrique de l'aquifère principal de la plaine de Ghardimaou 277
Figure 53 : Schéma de situation de l'aquifère à recharger par les crues (Moyenne Vallée de Medjerda) 279
Figure 54 : Evolution de la capacité de stockage à Bouheurtma à l'horizon 2050 (0.2 Mm3/an) 280
Figure 55 : Evolution de la capacité de stockage de Mellegue amont à l'horizon 2050 (3.3 Mm3/an) 280
Figure 56 : Evolution de la capacité de stockage de Sidi Salem à l'horizon 2050 (3.3 Mm3/an) 280
Figure 57 : Evolution du stock dans la nappe moyenne vallée de Medjerda suite à l'infiltration assistée à partir de Bouheurtma et de Mellegue amont avec une exploitation de 100 Mm3/an 281
Figure 58 : Bilan entrée sortie de la nappe moyenne vallée de la Medjerda 282
Figure 59 : Bilan entrée -Sortie Bouheurtma (Mm3) 283
Figure 60 : Bilan entrée -Sortie Mellegue (Mm3) 283
Figure 61 : Issus de l'eau utilisée en irrigation et liens entre les différentes possibilités d'économie d'eau 286
Figure 62 : Schéma générique de l'Approche circulaire- Cycle économique de l'eau et des eaux usées 309
Figure 63 : Assolement potentiel prévu pour les PPI de Medjez El Bab avec un taux d'intensification de 140% dans les petites et moyennes exploitations agricoles 316
Figure 64 : Complexité de Formation du prix de l'eau d'irrigation dans les grands périmètres du Nord (Exemple d'El Alia-Tobias) 325
Figure 65 : Evolution des superficies emblavées des céréales (1.000 ha) 349
Figure 66 : Evolution des superficies moissonnées des céréales (1.000 ha) 349
Figure 67 : Evolution des importations des céréales en MT 350
Figure 68 : Irrégularité des productions d'huile d'olive en Tunisie 350
Figure 69 : Comparaison des rendements en huile des oliveraies des pays méditerranéens 350
Figure 70 : Cercle vicieux de dégradation des agro systèmes 353
Figure 71 : Remontée Sud-Nord des aires bioclimatiques de Tunisie entre 1981 et 2010 354
Figure 72 : Itinéraire de la rénovation des S.P en deux modes d'adaptation : Incrémentation, et changement de paradigme 359
Figure 73 : Croissance de la production avec l'accumulation des effets des apports d'eau complémentaires 366
Figure 74 : Courbe d'amélioration de la productivité en oléiculture pluviales en zones aride 368
Figure 75 : Paliers successifs d'intensification, rallongement de la chaine de valeurs et cumuls des VA des filières 369
Figure 76 : Synergie entre système oléicole transformé en S. de polyculture et autre système régionaux 371
Figure 77 : Evolution du pourcentage de la population desservie par l'eau potable en milieu urbain et rural 383
Figure 78 : Simulation des demandes en eau potable par région (Mm3) 384
Figure 79 : Production d'eau potable par type de ressources (%) 386
Figure 80 : Carte de Densité de la Population 386
Figure 81 : Schéma de transfert des Eaux du Nord 388
Figure 82 : Carte Nationale des Transferts 390
Figure 83 : Demande en eau potable des 11 Gouvernorats du Nord-Est et du Centre-Est 391
Figure 84 : Schéma du Transfert des Eaux du Nord 392
Figure 85 : Répartition de la production d'eau par type de ressource 392
Figure 86 : Répartition de la production par type de ressource (sahel) 393
Figure 87 : Répartition de la production par type de ressource (sfax) 393
Figure 88 : Demande en eau potable du Sud-Est 394
Figure 89 : 'Arbre de décision pour les technologies de traitement 404
Figure 90 : Un système de traitement des eaux grises montrant les sources recommandées et celles à éviter 406
Figure 91 : Risque pour la qualité de l'eau que présentent la demande biologique en oxygène, l'azote et la conductivité électrique 428
Figure 92 : Centrale dessalement par CSP/ Multi-Stage Flash-MSF 454

Figure 93 : Cellule PV multifonction 455
Figure 94 : Schéma de principe cellule multi-fonction 455
Figure 95 : Cadre juridique du régime de l'autoproduction 456
Figure 96 : Cadre juridique du régime de l'autoproduction 457
Figure 97 : Les stations de pompage et de transfert d'eau de la SECADENORD 460
Figure 98 : Méthanisation des boues de STEP 463
Figure 99 : Principe du Stockage par Pompage/Turbinage 465
Figure 100 : Photo du Barrage Sidi El Barrak 466
Figure 101 : Applications de l'hydrogène vert 467
Figure 102 : Principe de l'hydrogène vert 468
Figure 103 : Centrale PV flottante au Japon 469
Figure 104 : Technologie PV flottante 470
Figure 105 : Barrages Tunisie 470
Figure 106 : Projections de la population par milieu dans les régions métropolitaines (Nord-Est et Centre-Est) 475
Figure 107 : Projections de la population par milieu dans les régions de l'Ouest et du Sud 477
Figure 108 : Evolution des supérificise et de la production des oliviers (1998-2017) 496
Figure 109 : Structure des importantions en % 498
Figure 110 : Evolution des prix des céréales au producteur 501
Figure 111 : Evolution des prix des céréales au producteur –prix constants (1994-2018) 501
Figure 112 : Fluctuation de la production céréalière en rapport avec les précipitations annuelles dans le Nord 516
Figure 113 : Simulation de la variation du volume du stockage de barrage Sidi Salem 518
Figure 114 : Simulation de la variation du régime d'écoulement dans le canal Medjerda-Cap Bon 518
Figure 115 : Simulation de la variation de la demande en eau urbaine à Nabeul 519
Figure 116 : Part des produits exportés dans les exportations alimentaires totales à fin Mars 2021 525
Figure 117 : Part des produits importés dans les importations alimentaires totales à fin Mars 2021 525
Figure 118 : Evolution des exportations et des importations en eau virtuelle de 1975 à 2010 526
Figure 119 : Différence en milliers de dinars entre les exportations en huile d'olive et les importations en céréales 526
Figure 120 : Structure du PIB aux prix courants de 2000 à 2019 532
Figure 121 : Schéma de situation de l'aquifère à recharger par les crues (Moyenne Vallée de la Medjerda) 534
Figure 122 : Evolution de la capacité de stockage à Bouheurtma à l'horizon 2050 (0.2 Mm3/an) 535
Figure 123 : Evolution de la capacité de stockage de Mellegue amont à l'horizon 2050 (3.3 Mm3/an) 536
Figure 124 : Evolution de la capacité de stockage de Sidi Salem à l'horizon 2050 (3.3 Mm3/an) 536
Figure 125 : Evolution du stock dans la nappe moyenne vallée de Medjerda suite à l'infiltration assistée à partir de Bouheurtma et de Mellegue amont avec une exploitation de 100 Mm3/an 537
Figure 126 : Bilan entrée sortie de la nappe moyenne vallée de la Medjerda 537
Figure 127 : Bilan entrée -Sortie Bouheurtma (Mm3) 538
Figure 128 : Bilan entrée -Sortie Mellegue (Mm3) 538
Figure 129 : Apports Sidi Salem sans CC 540
Figure 130 : Apports Sidi Salem avec CC 540
Figure 131 : Apports Bouheurtma sans CC 540
Figure 132 : Apports Bouheurtma avec CC 540
Figure 133 : Apports Mellegue sans CC 541
Figure 134 : Apports Mellegue avec CC 541
Figure 135 : Apports Siliana sans CC 541
Figure 136 : Apports Siliana avec CC 541
Figure 137 : Evolution du pourcentage de la population desservie par l'eau potable en milieu urbain et rural 542
Figure 138 : Accroissement de la population urbaine et rurale de 2020 à 2050 543
Figure 139 : Schéma de transfert des Eaux du Nord 544
Figure 140 : Schéma conceptuel de transfert des eaux du nord dans le modèle 544
Figure 141 : Schéma d'allocation de l'eau potable au pic de 2030 par grands pôles de la demande 545
Figure 142 : Simulation des demandes en eau potable à l'horizon 2050 (Mm3) 546
Figure 143 : Production d'eau potable par type de ressources (%) 547
Figure 144 : Demande en eau potable du Nord-Est et du Centre-Est 547

Figure 145 : Répartition de la production d'eau par type de ressources des 11 gouvernorats à l'horizon 2050 548
Figure 146 : Répartition de la production par type de ressource pour le Sahel 548
Figure 147 : Répartition de la production par type de ressource (sfax) 549
Figure 148 : Evolution de la demande en eau du centre-ouest à l'horizon 2050 549
Figure 149 : Evolution de la demande en eau du sud-ouest à l'horizon 2050 550
Figure 150 : Evolution de la demande en eau du sud-est à l'horizon 2050 550
Figure 151 : Effet du changement climatique sur les cultures pour le Nord-Ouest 552
Figure 152 : Effet des changements climatiques sur les cultures le Nord-Est 553
Figure 153 : Effet des changements climatiques sur les cultures dans le Centre-Est 553
Figure 154 : Effet des changements climatiques sur les cultures dans le Centre-Ouest 553
Figure 155 : Effet des changements climatiques sur les cultures dans le Sud-Est 554
Figure 156 : Effet des changements climatiques sur les cultures dans le Sud-ouest 554
Figure 157 : Besoins en eau d'irrigation pour les 4 scénarios simulés 555
Figure 158 : Besoins en eau pour le scénario de de Référence 556
Figure 159 : Besoins en eau pour le scénario Efficience 556
Figure 160 : Besoins en eau pour le scénario de forçages climatiques (RCP 4.5) 557
Figure 161 : Besoin en eau pour le scénario Efficience + CC 558

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Evolution du taux d'urbanisation de 1960 à 2020 16
Tableau 2: Estimation du taux d'urbanisation pour les Horizons 2030, 2040 et 2050 16
Tableau 3: Rétrospective et perspective de la population totale, urbaine et rurale de 1960 à 2050 17
Tableau 4: Evolution de la population en Millions d'habitants entre 2020 et 2050 17
Tableau 5: Croissance annuelle moyenne du PIB et du PIB/habitant au cours de la période 45 ans allant de 1965 à 2010 21
Tableau 6: Croissance annuelle moyenne comparée du PIB 23
Tableau 7: Perspectives économiques (Janvier 2022) 24
Tableau 8: Scénario « croissance potentielle » 27
Tableau 9: Données comparées d'avant et d'après 14-01-2011 de croissance du PIB et de la part des agrégats 28
Tableau 10: Perspectives démographiques régionales 32
Tableau 11: Evolution de la population gouvernorats de l'Ouest 34
Tableau 12: Evolution de la population gouvernorats du Sud 34
Tableau 13: Evolution des poids sectoriels dans le PIB entre l'avant et l'après 14 janvier 2011 37
Tableau 14: Evolution comparée de la part en % de l'Industrie dans le PIB 38
Tableau 15: Evolution comparée de la part en % de l'Agriculture dans le PIB 39
Tableau 16: Population active, demande et offre d'emploi aux Horizons d'Eau 2050 43
Tableau 17: Perspectives de la répartition de la population par niveau d'instruction 44
Tableau 18: Evolution historique intercensitaire de la distribution sectorielle de l'emploi 45
Tableau 19: Evolution intercensitaire en perspective de la distribution sectorielle de l'emploi 46
Tableau 20: Evolution de l'Intensité de l'Emploi (IdE) par Gouvernorat entre 2014 et 2050 47
Tableau 21: Perspectives de l'emploi global et par Gouvernorat 47
Tableau 22: Données de Finances Publiques et des Déficits Jumeaux pour les 8 dernières années 50
Tableau 23: Bilan Hydrique par Grande Région et Type d'Usage Horizon 2020 60
Tableau 24: Bilan Hydrique Tout Usage, par Grande Région et par Horizon 60
Tableau 25: Diagramme de la disposition spatiale de l'institutionnel 66
Tableau 26: Evolution du Classement par Grande Région sur la base du Revenu/habitant 83
Tableau 27: Classement par Grande Région en matière de chômage 83
Tableau 28: Distances inter-personnes et inter-villes par région 86
Tableau 29: Taux d'urbanisation par Grande Région 89
Tableau 30: Evolution du taux d'urbanisation de 1960 à 2020 96
Tableau 31: Estimation du taux d'urbanisation pour les Horizons 2030, 2040 et 2050 96
Tableau 32: Rétrospective et perspective de la population totale, urbaine et rurale de 1960 à 2050 96
Tableau 33: Perspectives démographiques régionales 97
Tableau 34: Projections démographiques à l'horizon 2050. Scénario stabilisation démographique 98
Tableau 35: Empreinte eau de la Tunisie et ses composantes 109
Tableau 36: Moyenne nationale de l'empreinte eau des principales cultures pluviales et irriguées en Tunisie 111
Tableau 37: Evolution de la Capacité installée en Energie Electrique d'origine Eolienne (en MW) 126
Tableau 38: Evolution de la Capacité installée en Energie Electrique d'origine Solaire (en MW) 127
Tableau 39: Tendance du mix électrique de la Tunisie 128
Tableau 40: Principaux indicateurs relatifs à la collecte des eaux usées : 139
Tableau 41: Principaux indicateurs relatifs au traitement des eaux usées 141
Tableau 42: Evolution de l'état de Conformité des eaux traitées à la norme 144
Tableau 43: Projections des volumes et des taux de réutilisation des eaux traitées pour différents usages jusqu'à l'horizon 2050 146
Tableau 44: Potentialités de réutilisation des eaux usées traitées jusqu'à l'horizon 2050 146
Tableau 45: Estimation des superficies potentielles des périmètres irrigués jusqu'à l'horizon 2050 147
Tableau 46: Estimation des superficies potentiels des terrains de golf jusqu'à l'horizon 2050 148
Tableau 47: Taux d'exploitation des nappes 151
Tableau 48: Options d'AEP par région 152
Tableau 49: Evolution des capacités SONEDE en Dessalement par Région (en Milliers de m^3/an) 154
Tableau 50: Evolution des Volumes Annuels Dessalés de la SONEDE par Région jusqu'en 2030 (en Milliers de m^3/an) 154

Tableau 51: Evolution des volumes potentiels annuels dessalés SONEDE jusqu'en 2030 154
Tableau 52: Eaux Non Conventionnelles-Dessalement 164
Tableau 53: Perspectives d'Energie Renouvelable par Région 165
Tableau 54: Projection de la consommation en GWh de la SECADENORD de 2020 à 2050 166
Tableau 55: Opportunité économique de l'alimentation les complexes SECADENORD en ER 166
Tableau 56: Tableau énerétique altenatif des Ressources Non Conventionnelles-REUSE 169
Tableau 57: Synthèse de la différence (Delta) des indicateurs agroclimatiques entre la période de référence et les horizons futurs, et taux de variation entre 1981 et 2050. Les taux de variations en italique ne présentent pas d'évolution significative 175
Tableau 58: Commerce net des produits alimentaires en Millions de tonnes (IFPRI) 176
Tableau 59: Hypothèses considérées dans la simulation des effets du CC sur la ressource : Canal Medjerda-Cap Bon 179
Tableau 60: Evolution des subventions de 2011 à 2016 191
Tableau 61: Evolution des quantités consommées par personne et par an (en Kg) 192
Tableau 62: Simulation Exportation huile d'olive/ Importation céréales (2018) 195
Tableau 63: Evolution de la contribution des produits bio dans la valeur des exportations 196
Tableau 64: Décomposition du réseau routier en Tunisie 201
Tableau 65: Les régions hydrographiques de la Tunisie (DGRE) 261
Tableau 66: Classification des techniques CES selon l'adaptation au climat et à la typologie des sols (EAU 2050) 263
Tableau 67: Les projets de barrages collinaires programmés 267
Tableau 68: Forçages, sollicitations et pressions appliqués aux données observées 278
Tableau 69: Volume infiltré à la moyenne vallée de la Medjerda entre 2020 et 2035 282
Tableau 70: Valeurs cibles des efficiences aux niveaux des réseaux collectifs et des parcelles dans les PPI et les PIP jusqu'à l'horizon 2050 290
Tableau 71: Quelques valeurs moyennes des efficiences d'irrigation dans certains pays du bassin méditerranéen 292
Tableau 72: Les tendances d'évolution de la salinité des eaux souterraines (1998-2008) 300
Tableau 73: Salinité des eaux employées en irrigation 300
Tableau 74: Estimation des niveaux de rendement en fonction de la salinité de l'eau d'irrigation 301
Tableau 75: Conclusions et recommandations de l'étude pour les différents usages des EUT 306
Tableau 76: Indications succinctes sur les taux d'incitations financières directes accordées au secteur de l'eau agricole 320
Tableau 77: Augmentation des tarifs à partir de 2019, prévue pour les PPI du complexe du Nord 326
Tableau 78: Consommation énergétique unitaire et spécifique en irrigation par région 337
Tableau 79: Valorisation économique de l'eau d'irrigation par culture et par étage bioclimatique 343
Tableau 80: Évaluation préliminaire de l'expérience tunisienne en matière de gouvernance des eaux souterraines 346
Tableau 81: Performances de l'oléiculture pluviale 351
Tableau 82: Comparaison de la contribution des différentes ressources alimentaires entre année favorable et année défavorable 352
Tableau 83: Evolution des moyennes de la température et de la pluviométrie en Tunisie 354
Tableau 84: Projections des Impacts du cc sur les performances des systèmes céréaliers pluviaux 355
Tableau 85: Projections des Impacts du DC sur les performances du système oléicole pluvial 355
Tableau 86: Projections des Impacts du cc sur les performances des Parcours 356
Tableau 87: La chaine de ruptures avec les contraintes de l'intensification de la monoculture oléicole en zones arides et de sa transformation en système de polyculture biologique 360
Tableau 88: Récapitulation des incréments de production des céréales par type d'action 362
Tableau 89: Récapitulation des incréments **de production d'olive** à huile par type d'action 362
Tableau 90: Récapitulation des incréments de production des unités fourragères par type d'action 363
Tableau 91: Récapitulation des niches d'eau verte maîtrisable et stockable dans le réservoir d'eau utile du sol dans les systèmes de production pluviaux 363
Tableau 92: Récapitulation des volumes des diverses ressources d'eau mobilisées pour l'adaptation des systèmes de production agricoles pluviaux aux risques du changement climatique en Tunisie 364
Tableau 93: Productivité des eaux complémentaires en céréaliculture et oléiculture (Kg/m^3) 364
Tableau 94: Phases de mise en œuvre du nouveau paradigme de rupture avec la monoculture de l'oléiculture pluviale et sa transformation en système de polyculture biologique 370

Tableau 95: Volumes des ressources en eau nécessaires à la mise en œuvre de la vision de redéploiement des systèmes de production pluviaux en Tunisie 370
Tableau 96: Récapitulation des équivalents des incréments des productions céréalière et oléicole en termes de superficie pluviale en ces cultures 371
Tableau 97: Effets des apports d'eau sur les productions de céréaliculture et oléiculture pluviales 373
Tableau 98: Conversion des incréments de productions en céréales et oléiculture en équivalent hectares pluviaux aux rendements actuels 374
Tableau 99: Récapitulatif de la contribution de l'axe Eau verte-agriculture pluviale à la réalisation des OS de la Stratégie Eau 2050 375
Tableau 100: Indicateurs de suivi évaluation des actions de valorisation Eau- Verte et autres en agriculture pluviale 377
Tableau 101: Impacts des incréments sur les productions 378
Tableau 102: Action par pas de temps et indicateurs de suivi 379
Tableau 103: Redéploiement des parcours 381
Tableau 104: Indicateurs de Performance SONEDE en 2020 382
Tableau 105: Projection de la population de 2020 à 2050 383
Tableau 106: Demandes en eau potable (Mm3) 385
Tableau 107: Demandes en eau potable (Mm3) 385
Tableau 108 : Bilan Offre-Demande des Régions N-e et C-E par Horizon 391
Tableau 109 : Bilan Offre-Demande du Sud-Est 394
Tableau 110: Desserte des populations en eau potable 395
Tableau 111 : Extension des Réseaux 396
Tableau 112 : Evolution du taux de renouvellement des réseaux 396
Tableau 113 : Evolution des coûts d'investissement dans le renouvellement des réseaux 397
Tableau 114 : Niveau de traitement complémentaire en fonction des usages 405
Tableau 115: Les exigences minimales issues de la norme ISO 16075 408
Tableau 116 : Dimensionnement et des Coûts d'Extension des Réseaux d'Assainissement 413
Tableau 117 : Dimensionnement et des Coûts de Réalisation des Stations d'Epuration (STEP) 414
Tableau 118 : Evolution de la part des STEP Non Conformes, en Nombre et en Volume 415
Tableau 119 : Projections des volumes et des taux de réutilisation des eaux traitées pour différents usages jusqu'à l'horizon 2050 416
Tableau 120 : Répartition par Région des Superficies Agricoles Irrigables par la REUSE 416
Tableau 121 : Les Superficies Irrigables Agricoles par la REUSE, les Volumes d'Eau et les Coûts d'Aménagement 417
Tableau 122 : Superficies de terrains de golf et volumes d'eau REUSE 418
Tableau 123 : Superficies d'Espaces verts et volumes d'eau REUSE 419
Tableau 124 : Volumes d'eaux REUSE pour le secteur Industriel 419
Tableau 125 : Evolution des eaux REUSE mobilisables pour l'Industrie 420
Tableau 126 : Volumes d'eaux REUSE mobilisables pour la Recharge des Nappes 421
Tableau 127 : Evolution des Volumes d'eau REUSE affectables à la Recharge des Nappes 422
Tableau 128 : Evolution des Volumes d'eau REUSE affectables à la Sauvegarde Ecologique 422
Tableau 129 : Evolution des superficies irriguées à partir des eaux usées traitées 423
Tableau 130 : Coûts additionnels de la REUSE 425
Tableau 131 : Coûts Evités par la REUSE 425
Tableau 132 : Rente de l'EAU / valorisation du m^3 d'eau 426
Tableau 133 : Objectifs d'Amélioration de la Qualité des Eaux Traitées 431
Tableau 134 : Capacités des STEP(s) Grappées et situation Actuelle du Traitement des EU industrielles dans ces zones industrielles 432
Tableau 135 : Projets de Dépollution des Hots-spots Industriels 433
Tableau 136 : Taux de Traitement des DMA (Déchets Ménagers et Assimilés) dans les OUTV (Unités e Traitement et de Valorisation) 436
Tableau 137: Sites Ramsar : Etat écologique et objectifs de restauration 439
Tableau 138 : Evolution Escomptée des Réduction de coûts de l'Osmose Inverse 449
Tableau 139 : Structure de la Tarification de l'Energie Electrique Moyenne Tension 451
Tableau 140 : Evolution des ressources renouvelables en Tunisie 458
Tableau 141 : Evolution de la consommation de la SONEDE 459
Tableau 142 : Projection de la consommation SECADENORD 2020-2050 460
Tableau 143 : Projection de la Puissance Installée de SECADENORD 2020-2050 461

Tableau 144 : Projets de centrales photovoltaïques pour alimenter les complexes SECADENORD 461
Tableau 145 : Tableau énergétique alternatif des Ressources Non Conventionnelles-REUSE 463
Tableau 146 : Estimation des taux de protection nominale et effective des diverses céréales moyenne 1990-2009. 502
Tableau 147 : Rappel de l'évolution de la consommation de céréales par personne et par an (en Kg). 524
Tableau 148 : Rappel de la Simulation de l'Exportation d'huile d'olive/ Importation céréales (2018) 527
Tableau 149 : Rappel de l'Evolution de la contribution des produits bio dans la valeur des exportations 528
Tableau 150: Forçages, sollicitations et pressions appliqués aux données observées 534
Tableau 151 : Volume infiltré à la moyenne vallée de la Medjerda entre 2020 et 2035 537
Tableau 152: Forçages, sollicitations et pressions appliqués aux données observées 539
Tableau 153: Nombre d'années sèches, normales et humides pour un cycle de 30 ans 542
Tableau 154: Demandes en eau potable (Mm3) 546
Tableau 155: Demandes en eau potable (Mm3) 546
Tableau 156: Bilan Offre-Demande des 11 Gouvernorats du Nord-Est + Centre-Est 547
Tableau 157: Evolution de l'efficience des réseaux hydrauliques agricoles à l'horizon 2050 551
Tableau 158 : Evolution des cumuls de précipitation selon les scénarios climatique (2040-2050) 552
Tableau 159 : Evolution des cumuls températures les scénarios climatique (2050-2100) 552
Tableau 160: Besoins en eau d'irrigation pour les 4 scénarios simulés à l'horizon 2050 555
Tableau 161: Besoins en eau pour le scénario de Référence 555
Tableau 162: Besoins en eau pour le scénario Efficience 556
Tableau 163: Besoin en eau pour le scénario de forçages climatiques (RCP 4.5) 556
Tableau 164: Besoin en eau pour le scénario Efficience + CC 557
Tableau 165: Forçages, sollicitations et pression simulés 560
Tableau 166: Bilan des simulations des allocations du Nord-Ouest 561
Tableau 167: Bilan des simulations des allocations du Nord-est 561
Tableau 168 : Bilan des simulations des allocations du Centre-Ouest 562
Tableau 169 : Bilan des simulations des allocations du Centre-Est 562
Tableau 170 : Bilan des simulations des allocations du Sud-Ouest 563
Tableau 171 : Bilan des simulations des allocations du Sud-Est 563
Tableau 172 : Superficies irriguées par culture et par région (moyenne) en ha 565
Tableau 173 : Superficies irriguées par culture et par EBC (2018) en ha 566
Tableau 174 : Résultats GAMS d'Allocation Optimale des Superficie (en ha) 568
Tableau 175 : Ecarts entre Réel et Optimal (GAMS) des Superficies d'Irrigation 569
Tableau 176 : Coût d'opportunité de ressources considérées 570
Tableau 177 : Bilan par Ressource/Usage/Région à l'Horizon 2020 en Millions de m3 ... **Erreur ! Signet non défini.**
Tableau 178 : Bilan par Ressource/Usage/Région à l'Horizon 2050 en Millions de m3 ... **Erreur ! Signet non défini.**

Composante « Vision »

Déclinaison des Eléments Fondamentaux de la Vision Eau 2050

L'eau et un « Système ». C'est le « Système Hydrique Multi-Ressources / Multi-Usages ». En tant que tel cela requiert un dispositif complexe pour sa maitrise, sa planification et son management. Les déterminants du succès d'un tel dispositif est synonyme de « holistique », « cohérence », « innovation » et « flexibilité ».

La manière avec laquelle a été conduit le Système Hydrique jusqu'aujourd'hui a été surdominée par la centralisation d'Etat. Si cela a été pour beaucoup dans la « sécurisation », avec le temps et l'exacerbation des contraintes le « système » se trouve de plus en plus menacé par la « rupture régressive ».

Elaborer une Vision Eau 2050 c'est « changer de logiciel » pour l'ensemble du Système Hydrique. La manière analytique d'investigation et d'élaboration pour y arriver consiste à, conceptuellement, « le déconstruire pour le reconstruire autrement ». Les quatre composantes objet de la démarche sont les « ressources », les « usages », l'« intermédiation ressources/usages » et la « cohérence de durabilité ».

La subtilité et la pertinence de l'approche Eau 2050 consiste dans l'option pour la soustraire à toute contrainte limitative de la réflexion, aussi bien dans la Revue Documentaire et Recadrage Méthodologique (Etape 1), le Diagnostic (Etape 2), la Prospective (Etape 3), la Vision-Stratégie (Etape 4) que les Plans d'action (Etape 5) et ce, par le recours à la participation la plus approfondie.

La prise en compte de la « holistique » permet l'intégration de dimensions jusque-là trop faiblement prises en compte, tel que l'« unicité hydrique qui englobe eaux de surface et eaux souterraines », la « primauté de l'économique de l''eau pour l'arbitrage rationnel », la « primordialité de l'Eau Verte dans le Système Hydrique » et le « nexus eau/énergie/agroalimentaire ».

La prise en compte de la « cohérence » est particulièrement féconde pour la prise en compte des impératifs induits par les Modèles Macroéconomique, Territorial et Agricole, et procéder par la Modélisation Hydro Economique pour assoir les équilibres d'accompagnement de l'élaboration de tout le cheminement 'Eau 2050'.

L'« innovation » constitue un angle d'attaque irremplaçable, par l'adoption du point de vue qui consiste à considérer que tout système technique, social, institutionnel ou économique est menacé d'obsolescence dès que l'autoévaluation améliorante est bloquée, risquant de laisser la place à la prédominance de la routine régressive. L'innovation concerne également le maintien ouverte de la fenêtre sur le progrès technologique et managérial, dont la « numérisation » l'« agrobiologie » et les « énergies renouvelables » en constituent les trois pôles d'intérêt les plus saillants.

Enfin, la « durabilité » est ce qui permet d'éviter le déploiement du Système Hydrique soit par-à-coups, soit par la prédominance d'un genre de volonté sur les autres. A ce titre l'« objectivation par l'économique de l'eau » et le « système institutionnel par la gestion des communs » doivent constituer des piliers forts dans la conduite d'Eau 2050. Ainsi la Modélisation Hydro Economique ayant servi d'instrument d'accompagnement de l'étude desservira également la gouvernance par l'objectivation.

Dans le cadre de ces principes de la Vision, la conduite d'Eau 2050, au-delà de la richesse de conceptualisation dont cela aura à faire l'objet eu égard aux enjeux et défis incommensurables de la question de l'eau en Tunisie, il doit être également question du souci de pertinence et d'obligation de résultat pour l'ensemble de la démarche, imposant la décomposition de l'Objectif Directeur tel que formulé par le MARHP en dix (10) Objectifs Spécifiques et la faisabilité et applicabilité générales de la démarche en huit (8) axes d'intervention, transformant ainsi la Vision-Stratégie-Plan d'action en une « Matrice Systémique » qui ne laisse dans l'ombre aucun chainon, capable de se transformer, se cela venait à manquer, en une faille dans le dispositif par où peut passer toute sorte d'« écoulement indésirable ».

Explicitation des Déterminants de la Vision

I CONTEXTUALISATION INTRODUCTIVE

I.1 L'Inflexion attendue dans la marche de l'Etude Eau 2050

L'Etude Eau 2050 confiée par le MARHP au Groupement STUDI International-GKW n'est pas la première du genre concernant l'extrême important domaine de l'eau, d'une préoccupation pouvant prendre en temps de crise un caractère très aigu. Toutefois, le risque de multiplier les études sans effet sur le réel hydrique existe. C'est ce qui accroit légitimement les attentes vis-à-vis de la présente étude Eau 2050. Ainsi, autant l'attention a été portée sur les précautions, le souci et le soin méthodologique apportés à la conduite de ses analyses rétrospectives et prospectives, autant l'étude sera attendue au niveau des « actes » qui auront à changer le cours des choses et sortir la Tunisie de l'incertitude insoutenable concernant une denrée aussi vitale que l'eau.

C'est pourquoi le passage des « Etapes 1, 2 et 3 », aux « Etapes 4 et 5 » va marquer un changement dans la marche de l'étude, s'agissant de passer d'une aire d'intérêt de type « analytique », propice à la compréhension du système et à l'identification d'idées de réforme, à un espace de préoccupation à caractère « opérationnel », où il s'agirait de l'« effectivité » concernant la réponse aux attentes et l'atteinte des objectifs.

Il sera ainsi fortement question de capacités de conception et de moyens de mise en œuvre des acteurs impliqués pour que ce qui sera retenu comme options puisse être prêt à passer dans l'opérationnalité, avec tout ce que cela exige comme conditions favorables à ce passage.

Bien qu'il ne s'agisse pas de changement dans la démarche méthodologique d'ensemble de l'étude, il est question, aussi bien pour le Bureau d'études, le Maitre d'ouvrage que le cadre consultatif et participatif, de se mettre dans une posture de préparation à l'opérationnalité décisionnelle, avec tout ce que cela requiert comme explicitation des « conditionnalités multidimensionnelles » pour que les options et actions retenues soient entourées de toutes les garanties de succès.

I.2 A propos du concept de Vision

Disposer d'une vision politique, sociale ou économique, à l'échelle d'une région, une nation ou même de niveau mondial c'est, pour une question à la fois complexe et à enjeux importants, identifier les principales clés de la solution aux problèmes posés, généralement en identifiant les grands enjeux et défis dont il s'agirait alors de déterminer les moyens essentiels pour y faire face, avec notamment la cohérence et la pertinence qu'il faut pour que cela ne puisse pas déboucher sur des « vœux pieux ».

Ainsi, parmi les multiples questions posées aux divers décideurs et acteurs concernés, certaines sont d'un poids économique, social, territorial, environnemental ou institutionnel tel, que la manière d'aborder leur résolution exige une « vision », exprimant l'existence d'une préoccupation d'un ordre majeur, mais également d'« attentes », chargées à la fois de grands espoirs concernant les opportunités à exploiter mais également de craintes importantes quant aux risques encourus.

Les thématiques objet de vision sont de deux grandes catégories. Elles peuvent être du genre « transversal » tel que la « souveraineté », le « plein emploi », l'« équilibre des finances de l'Etat et la soutenabilité de la dette publique », la « sécurité sociale », le « développement régional » ou encore la « réduction de la pauvreté ».

Mais cela peut également se présenter sous une forme plutôt « verticale » à connotation sectorielle, tel que la « révolution numérique », la « modernisation industrielle », la « nouvelle agriculture bioécologique », l'« accès universel à la santé », l'« ascenseur social par l'éducation », la « transition énergétique » ou encore, pour ce qui est d'Eau 2050, l'« eau à l'ère du dérèglement climatique », à propos desquelles le dispositif décisionnel concerné, qu'il soit public, privé, associatif ou mixte, demande à disposer de la feuille de route qui balise l'avenir pour réaliser les objectifs qu'il s'est fixés.

A remarquer, toutefois, qu'il n'y a pas d'étanchéité entre les thématiques à caractère transversal et celles à connotation sectorielle. Nécessairement ces deux grandes catégories de thématiques renvoient les unes vers les autres. Il est surtout question d'angle d'attaque, et plus particulièrement de type de préoccupation de la partie institutionnelle concernée.

« Eau 2050 », l'étude commandée par le Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche, pour identifier « la politique publique concernant le domaine de l'eau » permettant d'assurer une desserte multiusages, sécurisée, de qualité, équitable, inclusive et durable, a déjà franchi les 3 Etapes de : l'Investigation documentaire et du recadrage méthodologique (Etape 1), du Diagnostic (Etape 2) et de la Prospective (Etape 3), et se prête à s'engager dans la réalisation des 2 Etapes décisives et déterminantes qui suivent, celles de la Vision & Stratégie (Etape 4) et des 4 Plans d'action pour les 30 prochaines années (Etape 5).

C'est dans ce cadre que s'inscrit la présente élaboration de la « Vision Eau 2050 », en tant que contribution préalable et introductive à l'ensemble de l'Etape 4 : « Vision et Stratégie d'Eau 2050 ».

I.3 A propos des Eléments Fondamentaux de la Vision Eau 2050

L'eau est un élément écologique fondateur et structurant et une denrée vitale pour la satisfaction des besoins humains et le développement socioéconomique. Par la diversité des ressources, la multiplicité des usages et la spécificité des territoires, la gestion de l'eau confère à celle d'un système : le Système Hydrique de la Tunisie (SHT), régi par des Objectifs consensuels et des Moyens optimisés, dans le but d'aboutir à une eau de développement durable, équitable, efficient et résilient. De par son positionnement géographique et son appartenance écologique la Tunisie est un pays aride, dont les ressources hydriques sont caractérisées à la fois par la rareté et l'aléa, appelées à être particulièrement accentués par le Dérèglement Climatique. Au cours des dernières quatre décennies l'Etat Tunisien, ayant en charge le pilotage du SHT, a mis en place un dispositif conçu dans les conditions de Demande et d'Offre d'eau des années 70 et des capacités publiques de paiement de cette période. Après que ce dispositif ait pu fonctionner dans des conditions globalement satisfaisantes en ayant été plus particulièrement capable de faire face à l'explosion urbaine et l'explosion de l'irrigué, des dysfonctionnements conséquents ont commencé à prédominer conduisant non seulement à une gestion trop tenue des flux mais également à une détérioration de la qualité desservie et à une menace sérieuse concernant l'équilibre des écosystèmes. Face à ce challenge de l'ordre de l'existentiel, il reste évident que toute continuation dans le même ordre de conception et de comportement hydrique ne peut conduire qu'à une impasse qui menacera la sécurité de la Tunisie. Aussi, c'est vers un changement de paradigme qu'il s'agira de s'orienter, basé sur trois piliers : (i) accorder à l'eau la valeur qui lui revient, (ii) mettre à niveau substantiellement la gouvernance y compris par la forte intégration de la recherche-développement et la modélisation hydro-économique de pilotage, (iii) repenser le modèle agroalimentaire dans le sens de l'efficacité et la résilience, en apportant un appui direct et personnalisé aux acteurs du développement de base et en priorité les petits et moyens exploitants pour une agroécologie rationnelle et durable.

A ce titre, et en attendant l'explicitation avec plus de clarté et cohérence par la Stratégie et les Plan d'Action, trois orientations majeures d'innovation et de rupture avec ce qui a prévalu jusque-là seront entreprises : (i) Cibler l'acquisition de près de 7 milliards m^3 d'eau d'ici 2050 au moyen de la recharge assistée des nappes qui mettront la prochaine génération à l'abri du manque d'eau, (ii) utiliser l'énergie renouvelable pour la promotion d'un dessalement d'eau écologiquement durable pouvant aller jusqu'à couvrir 40% des besoins en eau potable, (iii) En plus des ressources locales d'eau satisfaire les besoins restants en eau potable essentiellement à partir des ressources de l'Extrême-Nord-Ouest à condition d'accompagner cela par un programme desserte en eau potable des populations urbaines et rurales de cette zone, (iv) Adopter le principe de l'unité de l'eau dont en particulièrement le fait de considérer que la réutilisation des eaux usées est non seulement possible mais également profitable à toute forme d'usage approprié avec la qualité rigoureusement requise sur la base des normes appropriées, (v) Intégrer la dimension « économique de l'eau » afin de traduire dans le management du SHT le principe que « l'eau est certes un droit mais qui a un coût » permettant entre autres aux Opérateurs publics de mettre à niveau les infrastructures et arrêter l'hémorragie de perte d'eau après l'avoir très chèrement traitée, (vi) Utiliser l'eau comme facteur de développement efficient, équitable, solidaire et durable des territoires, (vii) Mettre en place une gouvernance régie par l'objectivation des enjeux et des défis, la claire délimitation des responsabilités, la concertation, la flexibilité et la redevabilité. L'étude Eau 2050, dont est en charge le Groupement STUDI international / GKW pour le compte du MARHP, aura à expliciter les conditions de concrétisation de la Vision en tant que préalable à la l'élaboration de la Stratégie et des 4 Plans d'action couvrant la période : 2022 à 2050.

I.4 Un domaine de l'eau peu réductible à un simple paramètre macroéconomique

On peut décider de soustraire à l'économie un sous-secteur industriel entier, qui peut peser trois à quatre fois plus que le poids économique de l'eau potable et celle dédiée à l'agriculture irriguée, pour le remplacer par un autre. Mais on ne peut pas faire de même pour l'eau, qui est du même ordre que l'air que l'on respire, la défense nationale qui protège le territoire, la sécurité intérieure qui assure la paix sociale ou la sécurité sanitaire qui protège de la maladie, c'est-à-dire d'un ordre existentiel.

C'est ce qui fait que des objectifs de sécurité et de pérennité se mêlent, pour l'eau, avec les autres objectifs, plus « classiques », d'efficacité et d'équité, pour arriver à en couvrir la spécificité. Il en est également, mais autrement, pour ce qui est devenu désormais une focalisation d'ordre mondial, relative à l'état des écosystèmes et au risque climatique, dans lesquels l'eau, l'énergie, l'agriculture, l'agroalimentaire et la santé tiennent une place prépondérante.

C'est ce qui tend à complexifier la question de l'eau, dont l'un des paradoxes est lié au fait que plus ses usages se multiplient, en tant que réponse aux sollicitations sociales et économiques, plus cela génère des nuisances non seulement à l'encontre de la ressource elle-même mais également pour les milieux environnementaux dans leur ensemble.

Avec le concept de « découplage » on va plus loin, en recherchant les « modèles eau » les moins soumis aux exigences de la croissance, par le ciblage d'une croissance économique dont la sollicitation hydrique se fait à un rythme plus faible que celui du PIB, ou même à évolution quantitative constante voire négative.

I.5 L'apport de la Prospective à l'exploration des futuribles et l'identification du scénario « *souhaisable* » (à la fois souhaitable et réalisable)

Avoir déroulé la « prospective » au niveau de la Phase 3 de la présente étude, cela a consisté en l'application d'une méthode analytique originale qui, à la fois, interagit avec et complète les méthodes plus habituelles de projection et de planification, mais non sans poser quelquefois des problèmes de perception, découlant de sa manière spécifique de procéder pour appréhender le futur et l'identification des choix considérés comme les plus pertinents.

La prospective procède en effet par « examen ouvert des futuribles (les futurs possibles) », cadré par l'évaluation non seulement de leur occurrence et leurs poids spécifiques (tendances lourdes, signaux faibles), mais également leurs opportunités et leurs risques, la place de la stratégie des acteurs en termes d'influence sur la marche du système eau, le tout aboutissant, par une prise en compte judicieuse de l'effet des facteurs d'influence et de dépendance, à l'identification des futuribles les plus « plausibles », avant de passer à ceux qui sont les plus « souhaitables », en rapport avec les finalités fixées pour le système objet de l'analyse prospective et, en fonction, non seulement des conditions nécessaires pour les voir réalisées, mais également de leur contribution à la résolution des problématiques identifiées par le Diagnostic.

Le plus important dans la prospective c'est sa démarche « à futur ouvert », refusant l'a priori et la tendance à la reproduction du passé et, ainsi, ne négligeant pas les « possibles » ne se manifestant que par des « signaux faibles », alors que ce qui relève des tendances lourdes est convenablement pris en compte. Sachant, en plus, que la prospective accorde une importance particulière aux risques.

L'essence méthodologique de la prospective réside dans l'identification des « variables les plus présentes » au niveau du « système » objet de l'investigation, que cela soit par leur « dépendance » ou leur « influence », en se basant sur le raisonnement qu'a priori « tout système est la résultante de ses différents sous-systèmes » et qu'ainsi toute connaissance du « comportement dynamique » des variables constitutives du système représente un élément déterminant dans la connaissance du comportement dynamique du système dans son ensemble.

Cette manière de voir découle d'un deuxième principe, lié au fait qu'avec une « variable homogène » on est mieux en mesure d'en saisir le comportement en dynamique que pour un « complexe de variables »

Cela induit l'analyse dite structurelle du système, en le décomposant en autant de « variables élémentaires » qu'il faut, avant de procéder à des regroupements homogènes pour arriver à un nombre maitrisable de « facteurs explicatifs ». L'aboutissement de l'opération de « classification typologique » est l'identification de « composantes » qui commandent le comportement du système et dont la compréhension de la dynamique de chacune d'elles permet d'extrapoler la dynamique du système dans son ensemble.

C'est ce qui est à la base de l'élaboration des scénarios, chacun d'eux serait ainsi défini par l'effet dominant de telle ou telle composante du système. Toutefois, dans le choix de scénarios à prendre en compte l'on prend sciemment le parti d'en examiner les plus « contrastés », allant de ceux présentant « le plus de risque », vers ceux à « faible portée de changement » par rapport à l'état actuel considéré comme saturé, tel que c'est le cas pour les scénario dits « tendanciels », avant de passer à l'approfondissement-adoption de ceux qui « répondent le mieux à des objectifs normatifs » du système, ou encore ceux qui génèrent le « plus d'externalités positives et le moins d'externalités négatives », ainsi que les scénarios présentant les « conditions de mises en œuvre les plus accessibles ».

Pour le cas d'Eau 2050 il a été ainsi à la fois possible et nécessaire de passer d'un ensemble de 70 variables à 17 « macro-variables », suite à des regroupements de variables, et finalement à 4 « composantes », faites de regroupements de macro-variables. L'important à souligner à ce titre concerne le caractère participatif de la démarche prospective qui en constitue à la fois une méthode inhérente à la manière de la conduire et une façon de l'asseoir sur des bases prenant en compte ce qui est appelé « stratégies des acteurs ».

Le caractère participatif des 3 Etapes : « Recadrage méthodologique », « Diagnostic » et « Prospective » a permis l'approfondissement de la « mise à plat du système-eau » afin qu'il ne subsiste pas de zones d'ombre dans la manière de l'appréhender et pour que la déconstruction-reconstruction du système-eau puisse se faire avec le plus d'objectivité, garante de la qualité d'élaboration des solutions pour le futur. Plus spécifiquement, pour la phase « Prospective », l'une des vertus dans le mode de sa conduite a résidé dans le fait que les « acteurs » de l'eau les plus concernés auront de cette manière été impliqués dans la compréhension intime des différents sous-systèmes qui le composent et la façon avec laquelle cela interagit pour obtenir les équilibres recherchés.

Il s'agit, toutefois, d'être suffisamment édifié quant à la méthode de regrouper les variables qui commandent le système-eau jusqu'à en obtenir « un nombre raisonnable ». En effet, plus une variable est « homogène », c'est-à-dire moins composite, mieux ses futuribles sont saisissables. Alors que, désirant aboutir à des scénarios certes suffisamment contrastés, exprimant des situations suffisamment « marquées », mais également en nombre réduit, cela a tendance à conférer une certaine complexité aux scénarios ainsi identifiés, parce qu'ils sont nécessairement moins homogènes et plus composites. Par ailleurs, outre le choix de la variable (ou du groupe de variables) dominants qui est à l'origine du « type de scénario », il s'agirait également de l'effet attendu de la variable en question, selon que cet effet soit « nul » (statu quo), « faible » (tendanciel), « fort » (alternatif) ou à « contre-effet » (risque).

La classification typologique en composantes homogènes et l'examen pour chacune d'elles de genres de comportement dits, ainsi que signalé précédemment, de « statu quo », « tendanciels », « à risques » ou « alternatifs », a permis, suite à différents « mix » entre composantes, à l'identification de 4 scénarios pour Eau-2050, désignés par : « Scénario gouvernance », « Scénario socio-écologique », « Scénario territoires » et « Scénario productivité ».

La « différence de nature » de ces scénarios met en évidence la pertinence de leur formulation. Ainsi le « scénario gouvernance » serait centré sur le « rôle des acteurs » et basé sur le fait que si les enjeux sont clairs pour les uns et les autres et que des moyens d'intervention adaptés sont mobilisés, la gouvernance deviendra à la fois la meilleure façon d'optimiser et de conduire le système.

Pour le « scénario socio-écologique » il s'agit de mettre en avant l'effet majeur de l'harmonie homme-nature et qu'ainsi le respect des conditions de cette harmonie est producteur d'équilibre et de durabilité.

Le « scénario territoires » part du fait que « l'eau est avant tout une question de territoires » et que pour n'avoir pas accordé suffisamment d'importance à ce fait il y a eu le dysfonctionnement.

Enfin, le « scénario productivité » tend à mettre en relief que la maitrise du système a un coût, dont les ressources sont à générer à l'échelle de l'ensemble de l'économie et qu'ainsi une collectivité « démunie » en moyens ne peut développer qu'une action limitée pour maitriser son système hydrique.

Toutefois, la prospective s'ouvre un autre champ en matière d'identification-construction de futuribles, en faisant jouer en faveur d'un même « scénario de choix » les meilleures variables classées auparavant dans le cadre de scénarios homogènes distincts. Il s'agirait ainsi de ne pas s'en tenir aux scénarios où ce serait telle ou telle macro-variable qui imprègne l'ensemble du système et le commande selon sa dynamique, mais d'aller vers un scénario dans le cadre duquel les différentes composantes s'imbriquent et interagissent entre elles, pour aller dans une « dynamique composite », peut-être plus complexe et donc plus exigeante à mettre en place, mais plus riche et plus génératrice de durabilité.

C'est à ce titre que la Phase prospective a débouché sur le choix du Scénario dit « Eau DD », « Eau et Développement Durable », qui a obtenu en « analyse multicritère » un score supérieur aux autres en termes d'effets positifs sur le système eau.

En ajoutant une préoccupation « Inclusivité » l'intitulé de ce scénario pourrait évoluer vers : « Scénario Eau de Développement Inclusif et Durable » dont l'abréviation **SEDID** (**سديد**) peut renvoyer à une signification en langue arabe intéressante pour la « Communication ».

I.6 L'apport décisif et porteur de la Modélisation Hydro-Economique

En plus de l'Analyse documentaire et le Recadrage méthodologique de l'Etape 1, le Diagnostic de l'Etape 2 et la Prospective de l'Etape 3, le Bureau d'études, en coordination avec le Maitre d'ouvrage, a jugé utile d'engager un apport supplémentaire de renforcement méthodologique, sans effets demandés de sa part sur les coûts et les délais de l'étude, celle d'une Modélisation hydro-économique, à même de permettre l'identification du comportement stochastique et dynamique du Système Eau de Tunisie, sur la base d'hypothèses de comportement d'une très grande batterie de variables relatives aux : modes de gestion intégrée des ressources d'eaux de surface et des aquifères, la recharge artificielle des nappes, l'évolution sociodémographique et des besoins, la dynamique du modèle de développement, la prise en compte des effets écologiques et climatiques, les choix de spéculation du secteur agricole, l'utilisation de l'eau par l'irrigué, la demande d'eau hors agriculture, les rejets et traitements, les eaux non conventionnelles, les coûts d'investissements et d'exploitation du système eau, les tarifs d'AEP et d'Irrigation, la valorisation de l'agriculture par l'eau verte et l'eau bleue, la prise en compte de l'eau virtuelle, …, le tout par unité de temps et par « zone homogène » délimitée sur la base d'unités hydrographiques, d'étages bioclimatiques, de grandes régions et de gouvernorats.

La modélisation ainsi conduite avec la rigueur qu'il faut de formalisation scientifique et d'opérationnalisation pratique a permis la construction d'un outil très puissant, utile non seulement pour la conduite de la présente Etude Eau 2050 mais également, dans le cas où l'acquisition du Modèle ainsi développé par les soins de STUDI International et à ses propres frais puisse intéresser le Maitre d'ouvrage, pour le pilotage futur du Système Eau de Tunisie.

Restant évident que le « strict bilan hydrique » pour évaluer un choix d'avenir en la matière pour la Tunisie reste insuffisant. En effet, l'on pourrait, si on le voulait, avoir tout de suite un bilan hydrique viable en laissant de côté une partie importante de l'agriculture tunisienne en irrigué jugée « non vitale » et que l'on peut compenser par l'importation. On peut également décider de généraliser le dessalement et être ainsi dans la capacité de détendre substantiellement la contrainte-eau. A contrario, l'on peut, moyennant un changement de paradigme en matière de gestion des ressources, en passant vers la généralisation-systématisation de la recharge artificielle des nappes, contourner structurellement et durablement la contrainte eau et relativiser la question du bilan hydrique comme étant le facteur déterminant du modèle. Toutefois, il s'agit pour chaque option de l'évaluer en termes coûts-avantages avec prise en compte de la dynamique du temps long. Ainsi, la question n'est pas seulement : « Quel bilan hydrique ? » mais : « A quels coûts et avantages sociaux, économiques, territoriaux et environnementaux et de souveraineté ? ».

Il ressort de ce qui précède que le système-eau est d'une complexité telle qu'il n'est pas réductible à une « comptabilité d'eau », car cela se pose en termes plus riches et plus profonds de « choix de projet de société », dans lequel les principaux objectifs de durabilité écosystémique, de maitrise du risque climatique, de promotion sociale, de souveraineté alimentaire, de développement des territoires, de modernisation technologique, d'efficacité économique, de participation démocratique et de responsabilisation citoyenne, doivent non seulement se réaliser mais également dans l'harmonie et la cohérence nécessaires.

I.7 Du premier niveau d'articulation « Prospective »/« Vision » au concept culturel de « réconciliation avec sa propre identité hydrique »

L'objet de la Vision Eau 2050 est d'indiquer le cheminement qui conduit à ce qu'aux Horizons-cibles final et intermédiaires de 2025, 2030, 2040 et 2050, le « Système eau de Tunisie » soit capable de satisfaire la demande sociale, économique et environnementale, dans des conditions sécurisées, équitables, efficientes et durables, en mettant à disposition une eau à la quantité et la qualité requises, pour les différents usages et les divers territoires, avec la participation effective des acteurs concernés et des parties prenantes.

La Vision se pose en termes d'« enjeux » concernant les objectifs et de « défis » en rapport avec les moyens, étant donné la finalité de passer d'un « état actuel » fait de la présence d'importants facteurs de risque à un « état futur », Horizons 2050 et intermédiaires, réalisant progressivement les objectifs du scénario retenu.

Aussi peut-on affirmer que l'objet de la Vision Eau 2050 réside dans la justesse du cheminement à identifier entre l'« état actuel » et le « schéma-cible », une justesse à faire valider selon les « 6 critères de référence » en la matière, à savoir : (i) la Pertinence, (ii) la Cohérence, (iii) l'Efficacité, (iv) l'Efficience, (v) l'Impact et (vi) la Viabilité (Durabilité).

Il s'agirait ainsi du passage d'un « état actuel », avec une dizaine (10) de facteurs de préoccupation (Fact-Préoc), à un « état-cible » constitué des dix (10) marqueurs de préconisation (Marq-Préconis) du scénario « Eau DD » (ou « SEDID ») tel que présenté dans ce qui suit.

Toutefois, avant de passer à l'explicitation des deux « états » en question, il serait intéressant de s'arrêter sur une notion d'« identité hydrique ». En effet, structurellement, la Tunisie, située dans la zone de transition entre le Sahara et le nord-méditerranée tempéré, se caractérise non seulement par la grande variabilité pluviométrique mais également sa faiblesse, 220 mm/an, classant la Tunisie parmi les 16 pays à l'insuffisance hydrique la plus élevée du monde, précisément ceux de la région MENA. Ajouté à la salinité, cela a conduit à une politique hydrique publique caractérisée par des efforts d'adaptation éreintants, dont particulièrement la gestion des extrêmes, sans qu'il y ait la prise en compte sociale nécessaire vis-à-vis de cette contrainte, le pays continuant souvent avec un comportement vis-à-vis de l'eau semblable à celui des années '70-80-90' lorsque l'offre d'eau dépassait la demande et les moyens de paiement de l'Etat étaient plus consistants.

Néanmoins, à propos de cette caractéristique hydrique de la Tunisie, il ne faudrait pas se laisser dominer par l'idée qu'il s'agit d'une « damnation naturelle ». Les différentes moyennes pluviométriques par grande zone et en allant du sud au nord sont de 50 mm, 100 mm, 200 mm, 400 mm et 800 mm, et couvrent ainsi les 5 étages bioclimatiques allant du saharien à l'humide supérieur. La Tunisie est ainsi belle aussi bien avec son extrême nord-ouest forestier et ses 1500 mm de pluie par an que sa partie extrême sud-est saharienne et ses moins de 50 mm par an. C'est ce qui fait « la personnalité écologique de la Tunisie » et son incroyable diversité écosystémique, socio-territoriale et même historique, culturelle et civilisationnelle. Ce qui est a priori perçu comme une contrainte absolue indépassable peut se transformer en un avantage majeur si l'on sait créer l'harmonie développementaliste que cela exige.

Ainsi, concernant ce facteur structurel de la caractérisation hydrique de la Tunisie, il s'agirait de développer une culture de « conciliation avec sa propre identité hydrique », celle pour laquelle il s'agit de trouver les moyens pour en maximiser les avantages et minimiser les risques.

L'un de ces moyens serait d'ordre culturel et communicationnel, visant relativiser le caractère dit « exceptionnel » de notre système hydrique et écologique. Il s'agirait pour cela de rappeler l'existence de phénomènes parfois extrêmement ravageurs y compris dans les pays appartenant aux zones dites « tempérées », et la façon avec laquelle les sociétés concernées réagissent à ces phénomènes, certes avec inquiétude mais sans affolement, le plus important pour elles étant les réalisations collectives, essentiellement au moyen des politiques publiques, mais également par l'intervention sociale, pour maitriser les phénomènes naturels et ne pas les subir.

Dans le même ordre d'idées, la sensibilisation à l'histoire écologique à long terme devrait permettre de montrer qu'en matière de changement climatique notre zone d'appartenance en connait quelque chose, avec l'évolution connue par le Sahara et son passage par une très longue période humide avant que n'advienne plus tard l'évolution vers l'extrême sécheresse lui ayant donné son aspect actuel. Pourtant, ce genre de « cataclysme » tel que cela peut être perçu si l'on pense que cela s'était fait en mode accéléré, s'était en fait étendu sur du temps très long, sans provoquer de rupture de chaine dans la lignée humaine dont sont issus nos ancêtres. Les recherches les plus récentes montrent qu'aussi bien les phases « humide » que « sèche » se sont passées sur des millénaires, ce qui avait permis l'adaptation.

L'effort communicationnel demandé à ce titre peut englober la manière avec laquelle sur le temps long, de l'ordre du séculaire et plus, se sont construites une patiente pratique et une solide culture de maitrise de caprices l'eau, alors que ce qui a été considéré comme nécessité impérative de modernisation l'a été plus dans l'élimination-substitution que dans la continuité-innovation-synthèse.

Par ailleurs, avec les perspectives « radieuses » du solaire énergétique, ce qui n'était jusque-là vu que sous l'angle de la contrainte de l'aridité peut demain se transformer en une véritable aubaine de prospérité économique et de bien-être social.

I.8 Des 10 « Facteurs de préoccupation » du « présent » aux 10 « Marqueurs de préconisation » pour le « futur »

Pour caractériser l'« état actuel », même augmenté des possibilités de maitrise que cela continuera à offrir, y compris à faible effet mais qu'il s'agira toujours de consolider, il y a lieu de présenter les dix (10) Fact-Préocc (Facteurs de Préoccupation) suivants :

i. **Fact-Préocc 1** : **concerne** l'**option de base, jusqu'à maintenant à l'œuvre, en matière de gestion des ressources en eau, privilégiant les retenues d'eau au moyen des barrages, sans suffisamment l'articuler à ce qui en constitue le pendant obligé de la rareté et l'aridité, à savoir la recharge artificielle des nappes**.

   Le choix clairement favorable au système de barrages sans couplage adéquat avec la recharge artificielle des nappes a conduit au dysfonctionnement avéré en matière de gestion des ressources souterraines, avec la trop forte baisse des niveaux piézométriques et l'aggravation de la salinité, alors que pour les ressources en eaux de surface cela s'est fatalement accompagné par les trop importantes pertes par l'évaporation ou le déversement en mer.

   Ainsi, la déconnexion dans la gestion globale du système eau entre « retenues d'eau de surface », « aquifères » et « eau verte », qui aurait dû être conçue et appliquée dans le cadre de l'« unicité hydrique », a fait que la gestion de l'eau n'ait pas été régie, de ce stricte point de vue, par une vision « intégrée ». Cela a fait que le système ait pu tenir tout le temps que les infrastructures et les équipements étaient encore en bon état et la demande inférieure à l'offre. Mais, avec la vétusté, l'envasement, la déconnexion inter-systèmes hydriques et l'explosion de la demande, l'on est arrivé aux limites et à la gestion par succession de crises.

ii. **Fact-Préocc 2** : **La perspective d'accélération et d'aggravation du risque climatique et ce que cela va engendrer comme contraintes supplémentaires aussi bien sur les précipitations, concernant leur amplitude en valeur et leur variabilité, les températures et le niveau de la mer, que sur les conditions de vie économiques et sociales.**

   A ce titre, une simulation présentant l'image dynamique des données climatiques et leurs impacts socioéconomiques et territoriaux potentiels devrait constituer un outil pédagogique de sensibilisation, qui peut aider à « élever la conscience hydrique, climatique et écologique des Tunisiens » et les préparer à l'adoption de la proactivité comme mode de comportement.

iii. **Fact-Préocc 3** : **Les difficultés du pilotage et le fait qu'actuellement la gestion de l'Offre/Demande d'eau est « à flux trop tendu », source de dysfonctionnements de tout ordre et de perte de contrôle progressif de maitrise du système, notamment quand il s'agit de la gestion des « extrêmes ».**

Etant entendu que l'« indiscipline », conjoncturellement générée par les difficultés de la gouvernance, ne constitue pas un facteur favorable à un « pilotage serein », en plus d'une certaine tendance à la désinformation, nécessitant une contre-information de qualité qui présentement fait lourdement défaut.

iv. **Fact-Préocc 4** : **L'habitude prise par les usagers à un accès à l'eau dans le cadre de systèmes tarifaires déconnectés des coûts, avec un effet dévastateur en termes de manque de fonds financiers chez les opérateurs concernés pour la mise à niveau et la modernisation des infrastructures et l'optimisation de la gestion.**

Ce mode d'intervention de la part des décideurs politiques en charge du domaine de l'eau a pour origine deux causes essentielles. La première est liée à la quasi-évacuation de l'« économique de l'eau », engendrant ainsi l'atteinte à la rationalité dans les choix et les politiques, par l'évacuation de critères objectifs de discernement. La deuxième cause est en rapport avec la confusion entre objectifs économiques et objectifs sociaux, aboutissant, au nom du social, à des dispositifs économiques non viables, tel que des systèmes tarifaires dont le caractère inapproprié finit par oblitérer les canaux censés précisément conduire au social, et ainsi faire capoter le dispositif du pilotage dans son ensemble.

v. **Fact-Préocc 5** : **relatif à une deuxième variante de la faible prise en compte de l'« économique de l'eau », en plus de celle de la tarification, concernant cette fois la rationalité des décisions des investissements très lourds dans les barrages, les périmètres irrigués et les transferts, avec des montants avoisinant ou parfois dépassant les 40% du total de l'investissement « agriculture + hydraulique », basés sur des choix d'aménagement du territoire restant trop implicites, alors que se développe dans le pays un débat peu maitrisé sur l'« équité régionale des choix d'investissement public » et le fait que la décision du transfert ait souvent été prise sur la base du principe très discutable que les régions émettrices n'avaient pas besoin d'une eau qu'elles auraient ainsi en « surplus ».**

vi. **Fact-Préocc 6** : **une focalisation sociomédiatique particulière sur le transfert, avec une certaine mise en cause de ce genre de choix tel que cela ressort d'un genre de débat national devenu plus persistant après le 14-1-2011, même si cela n'est pas structuré de la manière qui convient, des débats tournant autour de la question de la pertinence de tel choix en tant que solution nationale et territoriale de solidarité, d'efficacité, d'équité, d'inclusivité et de durabilité à la question de l'eau.**

vii. **Fact-Préocc 7** : **La question des choix nationaux agricoles et agroalimentaires et la façon avec laquelle cela se traduit en termes de besoins quantitatifs et qualitatifs en eau, aussi bien dans le présent que selon la tendance actuellement en cours si des changements adaptatifs ne sont pas introduits à temps.**

Ce facteur pose de manière plus générale la question du modèle de développement agroalimentaire tunisien dans toutes ses dimensions : territoriale, économique, sociale, environnementale et de santé publique, en rapport non seulement avec le changement climatique mais également avec toutes les politiques d'adaptation de par le monde et les mutations socioéconomiques et socio-territoriales en train de se dessiner. L'une des composantes de ce facteur de préoccupation est liée aux prix internationaux des produits agricoles et agro-alimentaires, les échanges, la sécurité alimentaire et le bilan intégré : « Eau verte, Eau bleue, Eau virtuelle ».

viii. **Fact-Préocc 8** : **Le mode de gouvernance qui reste par certains côtés « trop compartimenté », alors que par d'autres « trop dispersé », le tout rendant souvent la synergie difficile, parfois entre les différentes subdivisions organiques ou fonctionnelles de la même institution.**

ix. **Fact-Préocc 9** : **La très faible incorporation de la dimension recherche appliquée-innovation-formation-vulgarisation-sensibilisation, alors qu'il s'agit d'un système dominé par la fragilité et l'irrégularité, dont l'harmonie globale ne pourrait être atteinte qu'au moyen de la prise en compte de spécificités spatiales, économiques, sociales et institutionnelles, et la mise en place d'un système résilient ne pouvant être que le résultat d'une construction autant complexe que dynamiquement cohérente et intégrée.**

x. **Fact-Préocc 10** : Suite à **l'aggravation conjoncturelle des dysfonctionnements de la gouvernance, il en résulte, particulièrement, une dérive préoccupante en matière de forages illicites, en plus des difficultés de maitrise par le dispositif GDA mis en place pour la gestion participative de l'eau potable et irriguée.**

Face à ce tableau de « Facteurs de préoccupation », il s'agirait, pour l'atteinte du « schéma hydrique cible », de procéder en conformité avec les résultats de la Prospective, qui a bénéficié d'un processus hautement participatif pour son élaboration ainsi que celle du Diagnostic, dont il est ressorti le scénario « Eau DD », se présentant sous la forme des dix (10) principaux « Marqueurs de Préconisation (Marq-Préconis) suivants :

1) **Marq-Préconis 1 : Les capacités de mobilisation existantes sont réhabilitées et entretenues ;**
2) **Marq-Préconis 2 : Une nouvelle approche participative de gestion des ressources souterraines est conçue et activée ;**
3) **Marq-Préconis 3 : Une politique publique de recharge systématique des nappes est mise en œuvre ;**
4) **Marq-Préconis 4 : L'apport des RNC est plus important et mieux programmé ;**
5) **Marq-Préconis 5 : La gouvernance est repensée profondément dans le sens de la décentralisation, l'autonomisation et la redevabilité ;**
6) **Marq-Préconis 6 : L'agriculture bénéficie de la quasi-exclusivité pour l'eau douce et les EUT, alors que l'eau potable serait desservie à partir essentiellement du dessalement ;**
7) **Marq-Préconis 7 : L'émergence de nouveaux pôles régionaux de développement est mise en œuvre ;**
8) **Marq-Préconis 8 : Une politique publique déterminée pour la sauvegarde des écosystèmes et la protection des ressources est activée ;**
9) **Marq-Préconis 9 : La politique macroéconomique génère une croissance soutenue et s'inscrivant dans la durée ;**
10) **Marq-Préconis 10 : Un système d'innovation spécifique à l'eau est constitué en liant directement la recherche à l'environnement économique et celui des opérateurs concernés.**

Etant entendu que l'ensemble de ces préconisations vont être affinées et le plus possibles recadrées par le biais de ce que va mettre en lumière la Vison et la Stratégie, dont particulièrement ce qui concerne le « partage de l'eau douce entre AEP et Irrigation » ou encore la part du « Dessalement » dans le dispositif hydrique, ou encore l'objectif de « croissance soutenue » qui aura à être « très cadré » par la durabilité environnementale, la cohésion sociale, l'équité territoriale et l'élévation substantielle du niveau de l'efficience.

I.9 La « Vision » en tant que « problématique de cheminement » entre « état initial existant » et « états spatiotemporels ciblés »

Les 10 Facteurs de Préoccupation et les 10 Marqueurs de Préconisation constituent les deux bouts de chaine de la Vision, celui de son point de départ et de son point d'aboutissement, restant alors à la Vision à se préoccuper de tout le « cheminement » qui conduit de l'état initial à l'état final, de sa vraisemblance, son acceptabilité, son adéquation avec les objectifs spécifiques et les capacités d'intervention des acteurs, son déroulement ordonné dans le temps, sa prise en compte de ce qui peut relever plutôt de la continuité pour capitaliser sur les acquis et ce qui renvoie autrement à de la rupture, dans le but à la fois de : dépasser les limites de l'existant, faire face aux risques qui vont surgir, engranger les effets bénéfiques de l'innovation et être en capacité de répondre aux exigences des différentes dynamiques à l'œuvre en assurant, à chaque fois, les points d'équilibre nécessaires par échéance, par usage, par unité territoriale et par catégorie d'acteur.

Ainsi, la Vision consiste, à partir du « statique » arrêté par les caractéristiques des deux points de départ et d'arrivée, en une construction très complexe du « dynamique » de passage d'un point à l'autre, qui s'oblige non seulement à respecter les exigences propres à chacun des sous-systèmes de l'eau, mais également, et avec le même degré d'importance, la compatibilité inter-sous-systèmes et la contribution spécifique de chacun d'eux à l'optimisation du Système Eau dans son ensemble.

L'une des contraintes majeures à laquelle la Vision doit apporter la réponse qui convient est liée au facteur temps et la manière avec laquelle il s'agit de mettre en place l'enchainement qui permet de passer de la « gestion réactive » actuelle des urgences court-termistes et des risques générés par les extrêmes, à une « gestion proactive » de sécurisation par la cohérence et l'intégration ainsi que par la manière d'introduire les « ruptures conceptuelles et managériales » capables de fendre les mauvais blindages existants du Système, pour s'ouvrir à la réalisation des nouvelles perspectives arrêtées par « Eau DD ».

I.10 La Vision Eau 2050 et l'explicitation claire et crédible des Enjeux, des Défis et de la Complexité

La Vision Eau 2050 consiste en « Une Ambition Nationale » pour une « Eau de Développement Inclusif et Durable » qui se propose de :

- Trouver des solutions aux difficultés à l'œuvre et appelées à s'amplifier ;
- Faire face à toute attitude prenant le risque de la reproduction du même genre de comportement à l'origine des blocages vécus et appelés à s'aggraver ;
- Assurer pour la très longue durée des trente années à venir l'implémentation d'un Système Eau remplissant les conditions écologiques, sociales, économiques et territoriales qui lui sont dédiées.

La Vision ne se réduit pas à une « déclaration d'intentions », mais consiste :

- D'un côté, dans la claire explicitation des enjeux et des défis dans toute leur multi dimensionnalité : temporelle, par type de ressource, par genre usage, par catégorie de territoire et par sous-système de gouvernance, et
- D'un autre côté, dans l'identification des principes, orientations et actions des solutions envisagées, afin que les « processus eau » puissent aboutir avec l'« assurance requise ».

Il s'agit particulièrement de l'effectivité de la Vision qui, ainsi, ne consistera pas en uniquement une prise en compte des enjeux, mais également une appropriation des défis à relever, afin que la Vision soit dans le plus de vraisemblance possible.

La Vision ne doit pas ainsi hésiter à mettre en relief la « complexité », afin que les acteurs soient suffisamment sensibilisés notamment à propos des « modes rupture » à adopter, exigés par l'existence de « continuités compromettantes pour le futur », qu'il s'agirait alors de dépasser pour éviter « tout blocage par reproduction et amplification de la détérioration ».

I.11 Prise en compte par la Vision Eau 2050 de la « décomposition statique » du Système Eau « Global » en Sous-systèmes « Partiels »

Afin de répondre au souci de la vraisemblance, de l'effectivité et de la prise en compte de la complexité, la Vision aura à répondre de la démarche suivante :

i. **Primo** : **La mise en évidence des données de base des différents Sous-Systèmes de l'Eau** (qui seront à l'origine de l'établissement des Bilans d'Equilibre Partiels), avec leurs spécificités et conditionnalités, en rapport avec les enjeux sociaux (droits et devoirs de l'eau, capacités de paiement des ménages, marges d'exploitation des fermes), économiques (en termes de croissance certes consistante mais surtout durable), territoriaux (d'équité, de développement régional et de prédisposition positive en matière de solidarité nationale), environnementaux (de mitigation des effets du changement climatique, de sauvegarde des ressources et des écosystèmes, de réduction de la pollution, de transition énergétique) et institutionnels (plus de participation, de décentralisation, de responsabilisation et de redevabilité) ; la finalité de cette composante de la Vision est de bien prendre en compte le comportement des différents sous-systèmes ;

ii. **Secundo** : **L'explicitation des différentes exigences d'équilibre des différents Systèmes Partiels et des dispositifs qui en régissent la marche**, et cela selon : les usages, les territoires, les saisons, les modes de collecte-transformation-desserte, les annualités, les quantités et qualités d'eau en jeu, les systèmes tarifaires, les façons de prendre en compte les coûts d'investissement et d'exploitation en jeu, les dispositifs de réglementation, les cadres institutionnels en vigueur, les modes de simulation et de pilotage, les investissements, les coûts d'exploitation, les revenus des opérateurs de l'eau, les revenus des exploitants agricoles, l'état des finances publiques, l'équilibre des paiements extérieurs ;

iii. **Tertio** : **L'explicitation des exigences de cohérence du Système Eau dans son ensemble pour, d'un côté, assurer la compatibilité inter-Sous-Systèmes et, de l'autre côté, celle entre eux tous et le Système global** de manière à ce que cela traduise les options fondamentales du scénario « Eau DD », soumises certes à l'épreuve de la faisabilité réelle mais non prêtes à être vidées de leur sens au nom du pragmatisme et du réalisme, tel que cela se passe malheureusement trop souvent en matière de stratégies de développement.

Aussi, ressort-il de ce qui précède, qu'élaborer la Vision cela consiste à baliser l'ensemble du cheminement qui conduit de la **situation de 2021 caractérisée par le risque hydrique** à une **situation à l'Horizon 2050 caractérisée par un fonctionnement à l'équilibre du Système global dans son ensemble et de l'ensemble des sous-systèmes constitutifs et connexes.**

I.12 Prise en compte par la Vision 2050 de l'« Enchainement Dynamique » des Processus hydriques

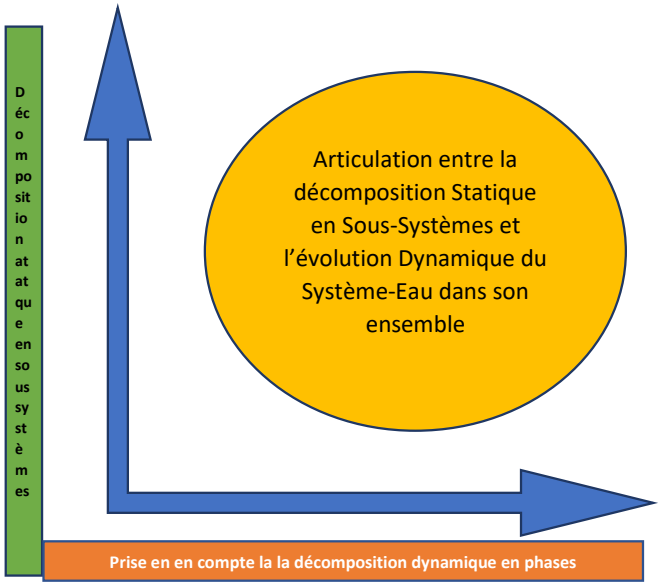


Figure 1 : Décomposition statique et dynamique de l'élaboration de la Vision

***Source** : STUDI International, GKW*

La temporalité de la mise en œuvre de la Stratégie et des Plans d'Action doit transparaitre dans la Vision. Il est ainsi possible que les 2 premiers Plans d'action, de 2021-2025 et 2026-2030, soient plus dans l'optimisation de l'existant et encore pas suffisamment dans la « rupture », alors que pour 2031-2040 et 2041-2050 des modifications qualitatives de structure du Système eau auront à être apportées.

Il s'agira également du fait que le facteur temporel de la transformation du système eau dans son ensemble aura à tenir compte des temporalités relatives des différents sous-systèmes, dont les changements à introduire n'iront pas nécessairement au même rythme.

Ainsi entre « décomposition statique en sous-systèmes » et « décomposition dynamique en sous-phases » il y aura une cohérence à mettre en place.

I.13 L'itération entre « Vision Eau 2050 » et « Vision Socio-économique et Territoriale de la Tunisie 2050 »

Expliciter au mieux la Vision c'est dans l'objectif de la viabiliser, afin que cela puisse emporter la conviction des parties prenantes et des acteurs concernés. Cela passerait par un double-mouvement, consistant, pour un premier sens de la démarche, en l'examen des Enjeux-Amont engendrés par l'« Image de la Tunisie à l'Horizon 2050 » et, par rapport à une deuxième catégorie de cheminement, à dérouler les Défis-Aval posés au Système-eau et à ses différents Sous-systèmes, afin que l'ensemble puisse contribuer à la construction de cette « Image Tunisie 2050 ».

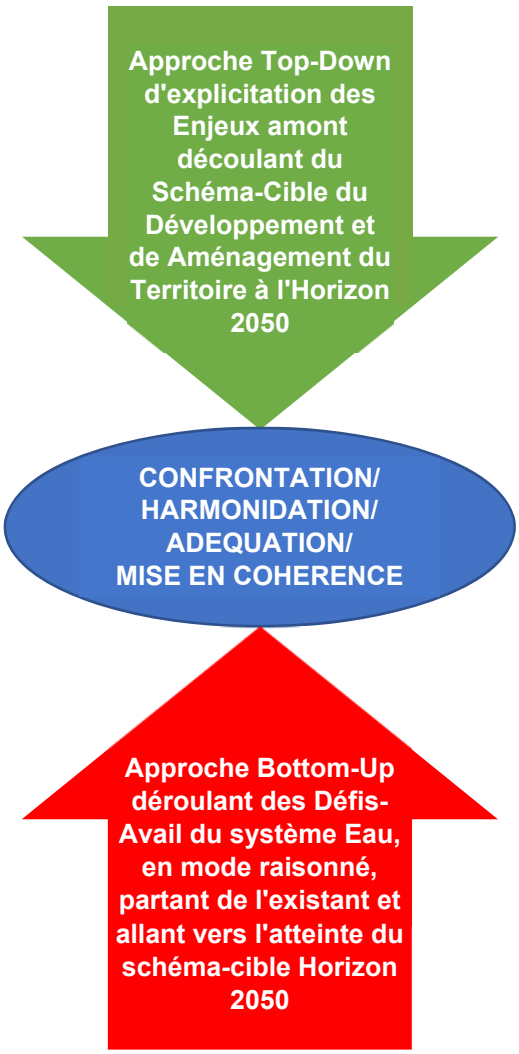


Figure 2 : Schéma de l'identification Top-down et Bottom-up des Enjeux-Amont et Défis-Aval du Système Eau
***Source** : STUDI International, GKW*

Ce qui précède fait entre autres apparaitre, pour l'élaboration d'une Vision Eau Horizon 2050, le besoin de disposer d'un « Projet de société à l'Horizon 2050 », étant entendu que le facteur eau est considéré par la Vision de l'étude Eau 2050 comme étant un facteur de réalisation d'objectifs nationaux et sociaux plus globaux, faisant à leur tour l'objet de consensus et d'adhésion.

Sur la base de ce qui précède il ressort une double-démarche d'élaboration de la Vision :

i. La première est d'ordre méthodologique, s'appuyant sur la triple-approche « descendante », « ascendante » et « de confrontation », basée sur, d'un premier côté, l'identification des « Enjeux-amont de la Demande adressée au Système-Eau par l'économie et la société » et, d'un deuxième côté, la prise en compte des « Défis-aval de l'Offre du système-Eau » avec, un troisième volet, celui de la réalisation des « conditions d'harmonie et de cohérence partielles et globales du système hydrique, tout le long du cheminement temporel de sa conception et son implémentation » ;

ii. La deuxième démarche relevant de la classification des phases de mutation du Système Eau au moyen de la trilogie « Continuité-Transition-Rupture » qui va régir sa dynamique de déconstruction-reconstruction, afin que cela ne soit pas prisonnier des ficelles qui ont certes permis au Système eau de survivre jusqu'à aujourd'hui mais qui risquent de se transformer en cordes d'étranglement, concernant sa perspective, si les changements qualitatifs ne s'opèrent pas à temps.

I.14 Les Cinq (5) composantes constitutives de la Vision Eau 2050

Sur la base de ce qui précède il devient possible de présenter les 5 composantes constitutives de la Vision, à savoir :

a) Explicitation des Enjeux-Amont de l'Horizon 2050 afin que le futur Système eau à élaborer soit un « Système-Eau Compatible »,

b) Explicitation des capacités/contraintes des différents sous-systèmes du Système Eau à relever les Défis-Aval pour atteindre le Schéma -cible de l'Horizon-2050,

c) Identification des marges de manœuvre permettant de procéder par « approche transitionnelle » dans le but de protéger la mise en place du nouveau Système Eau contre les chocs déstabilisants,

d) Identification des dispositions et des dispositifs de l'innovation multidimensionnelle et opérationnelle pour créer les « ruptures » nécessaires à la production du changement qualitatif du Système-Eau,

e) Elaborer la Synthèse du Cheminement global de la Vision conduisant de l'état-initial à l'état-cible.

II Enjeux « Amont » induits par le Schéma de Développement Socio-économique et Territorial aux Horizons 2050 et intermédiaires

Le Bureau d'études a relevé, dès l'Offre technique et la Méthodologie proposée, le grand handicap représenté par le fait que l'on ne dispose pas d'une « Vision Tunisie 2050 » sur laquelle viendrait se caler la démarche d'élaboration d'« Eau-2050 ».

La non-existence de la « Vision Tunisie 2050 », aussi bien socioéconomique que territoriale, est difficilement rattrapable, car son élaboration aurait nécessité débats, échanges et consensus, vus les enjeux et défis cette fois à caractère national, trans-sectoriel et interterritorial.

Face à ce vide difficile à combler, et étant donné la nécessité de disposer d'un minimum de « visibilité d'avenir », il s'en suit l'obligation d'élaborer une « perspective à minima » à caractère économique et social, de dimension nationale et territoriale, pour tenter de saisir le genre d'enjeux auxquels aura à répondre le système-eau.

Ainsi, faute de référentiel non seulement élaboré mais également adopté par le système institutionnel de la gouvernance tunisienne, les éléments avancés dans le cadre de la présente étude Eau-2050, pour tenter de pallier à l'absence de ces référentiels, représente un effort développé par le Bureau d'études, soit en puisant dans le comportement du modèle de développement tunisien mais avec les enseignements idoines quant à son comportement, soit par le recours à des « comparateurs », ou encore en se référant à certaines tendances et/ou options qui se dessinent ou se mettent en place à l'échelle mondiale, tel qu'il en est le cas pour l'énergie, le développement durable ou le changement climatique.

II.1 Quelques enjeux préliminaires d'ordre socio-démographique à l'Horizon 2050

II.1.1 Principales données sociodémographiques globales en perspective

Pour la projection démographique globale (ensemble de la Tunisie), les données de base utilisées pour la Vision sont celles des projections de l'INS jusqu'à 2041 / hypothèse moyenne, ajustées par d'autres sources tel que celles des Nations-Unies ou encore Population Pyramid.net, dont il ressort **une population Tunisienne à l'Horizon 2050 de 13.797.000 habitants**.

Par ailleurs, le taux d'urbanisation en Tunisie a évolué au cours des 60 dernières années de la manière suivante (données Banque mondiale) :

Tableau 1: Evolution du taux d'urbanisation de 1960 à 2020

1960	1970	1980	1990	2000	2010	2020
37,5%	43,5%	50,6%	57,9%	63,4%	66,7%	69,6%

***Source** : BM + le consultant*

Dont il ressort une projection, proposée par le Bureau d'études, du taux d'urbanisation, qui devrait se présenter comme suit pour 2030, 2040 et 2050 :

Tableau 2: Estimation du taux d'urbanisation pour les Horizons 2030, 2040 et 2050

2030	2040	2050
72,5%	75,5%	78,5%

***Source** : BM + le consultant*

Cela fait ainsi apparaitre l'évolution de la population totale, urbaine et rurale pour l'ensemble de la Tunisie jusqu'en 2050 de la manière suivante (en Millions d'habitants) :

Tableau 3: Rétrospective et perspective de la population totale, urbaine et rurale de 1960 à 2050

	1960	1970	1780	1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050
Pop Tot	4,178	5,064	6,374	8,243	9,708	10,635	11,819	12,756	13,353	13,797
Pop Urb	1,567	2,203	3,225	4,773	6,155	7,094	8,226	9,248	10,082	10,831
Pop Rur	2,611	2,861	3,149	3,470	3,553	3,541	3,593	3,508	3,271	2,966

***Source** : BM + le consultant*

Le tableau précédent fait ressortir une certaine « résistance » de l'effectif de population rurale, qui n'a cédé pour la première fois, par la baisse en termes absolus, qu'en 2010, avant de remonter trop légèrement et éphémèrement en 2020, pour s'orienter ensuite, en termes de projection, vers une « baisse en douce », jusqu'à juste sous la barre des 3 millions en 2050, en aboutissant à un effectif qui correspond à la population rurale de 1975, soit 75 ans plus tôt.

Ainsi, en presqu'un siècle, de 1960 à 2050, au moment où la population totale va être multipliée par 3,3 (en passant de 4,2 à 13,8 millions d'habitants), la population urbaine va connaitre une multiplication de ses effectifs par 6,9 fois (en passant de 1,6 à 10,8 millions d'habitants), alors que la population rurale n'aura augmenté pendant ces 90 ans que de moins de 14% (en passant de 2,6 à 3,0 millions d'habitants), mettant par-là en relief l'aboutissement d'une mutation historique, culturelle et sociologique profonde, celle du passage d'une société à grande dominante rurale (62,5% de la population totale en 1960) à une société presqu'aux quatre cinquièmes urbaine (78,5% de la population totale attendus pour 2050).

La « résistance démographique du rural », par l'évitement d'un effondrement total comme cela s'est passé pour les économies industrielles avancées, peut être à l'origine d'un double-constat. Le premier est lié au fait que cela reflète une insuffisante transition de l'agricole vers le non-agricole, qui aurait impliqué une amélioration plus importante de la productivité globale de l'économie. Le deuxième concerne l'opportunité sauvegardée pour une réappropriation du rural sur de nouvelles bases d'efficience économique, de promotion sociale et de durabilité environnementale.

Aussi est-ce sous la double implication de la précédente projection sociodémographique, relativement à l'eau potable et l'eau irriguée, qu'il s'agit d'appréhender les enjeux-amont.

Toutefois, en s'arrêtant à la perspective démographique des 30 prochaines années, objet central et principal d'Eau-2050, il ressort les éléments suivants :

Tableau 4: Evolution de la population en **Millions d'habitants** entre **2020** et **2050**

	2020	2050	Evolution
Population Totale	11,8	13,8	+ 2,0
Population Urbaine	8,2	10,8	+ 2,6
Population Rurale	3,6	3,0	- 0,6

***Source** : le consultant*

Il ressort essentiellement de ce qui précède un triple constant :

i. Avec la perspective, pour la population totale, de passer de 11,8 à 13,8 millions d'habitants, soit + 17%, on peut affirmer que la contrainte démographique est largement maitrisable ;

ii. En revanche, le passage attendu de la population des villes de 8,2 à 10,8 millions, soit +32%, cela va constituer un élément qualitatif majeur ; le fait que la population des villes va augmenter de + 2,6 Millions d'habitants représente l'équivalent d'un nouveau Grand Tunis, en provenance, soit de la propre dynamique des villes elles-mêmes (y compris la conversion par décision administrative de centres ruraux en communes urbaines) : + 2 Millions (ou encore +24,4%), soit du transfert à partir du rural : + 0,6 Millions (ou encore +7,3%) ;

iii. Ainsi, si la problématique eau dans son ensemble ne parait pas se poser en termes trop complexes au vu du démographique, cela peut n'être qu'une illusion d'optique si l'on s'arrête à l'échelle des phénomènes globaux.

II.1.2 Enjeux préliminaires des perspectives sociodémographiques en matière d'eau potable

Pour l'eau potable cela peut se présenter sous la forme d'un « paradoxe apparent », qu'il s'agira d'élucider par une explicitation suffisante la Vision afin de pouvoir avancer avec le plus de rigueur possible. En effet, entre 2020 et 2050 la population tunisienne va augmenter de 2 millions d'habitants (en passant de 11,8 à 13,8 millions) soit, sur la base de 4 habitants par ménages, 500.000 ménages supplémentaires, ou encore en moyenne 17.000 ménages de plus chaque année pendant les 30 prochaines années. Alors que l'évolution du nombre d'abonnés de la SONEDE est actuellement en moyenne de 82.000 abonnés par an, ce qui par ailleurs correspond à l'accroissement du nombre de logements, estimé à 80.000 logements de plus par an.

Ainsi, l'extension du réseau de la SONEDE, proportionnel au nombre de nouveaux abonnés, se ferait, en se basant sur ce qui précède, à un rythme beaucoup plus important que celui de l'évolution de la consommation d'eau potable, a priori proportionnelle à l'accroissement en effectifs de la population. En effet, le nombre d'abonnés croit pour les toutes dernières années au rythme annuel moyen de 3,02% alors que celui de la population est appelé à évoluer au rythme annuel moyen de 0,52%, soit 6 fois moins que celui du nombre d'abonnés.

La prise en compte de l'un ou de l'autre des ratios a une importante implication sur les enjeux de l'eau potable, sachant que si l'on tient compte, comme lors de la phase Diagnostic, plutôt de la tendance constatée entre 2002 et 2018 en matière de prélèvement, soit + 4,0% par an, en 2050 l'on atteindra pour la seule eau potable un « besoin en prélèvements » de 2,5 milliards de m^3, soit presque la totalité des disponibilités actuelles en eaux de surface collectées.

Concernant la consommation spécifique, le fait de rapporter les « quantités consommées » au « nombre d'habitants » se réfère à deux paramètres déconnectés, car les statistiques de la SONEDE ne maitriseraient que la « consommation » et le « nombre d'abonnés » et ainsi le seul ratio SONEDE plausible est la consommation/abonné.

La longueur du réseau SONEDE atteint en 2021 autour de 58.400 km, dont 82%, soit 47.900 km serait le linéaire de distribution qui serait le plus vétuste.

Les rapports remis au Maitre d'ouvrage à l'issue des Etapes 2 et 3 contiennent une investigation spécifique à l'eau potable et relative notamment à la projection de la demande. Cela présente l'intérêt de différencier entre milieux urbain et rural et entre opérateurs SONEDE et DGGRRE, avec des hypothèses sur les consommations spécifiques. Il s'agira dans le cadre de la Vision de revisiter les chiffrages des 2 opérateurs en question, dont particulièrement l'harmonisation globale des projections de population urbaine et rurale, et plus particulièrement l'agrégation des quantitatifs de besoins aux échelles « grande région » et « ensemble Tunisie ».

II.1.3 Enjeux préliminaires des perspectives sociodémographiques concernant l'irrigation

Les enjeux-amont de la socio-démographie relativement à l'irrigué continueront à être revisités dans la suite de la Vision, plus particulièrement lorsqu'il s'agira dans ce qui suit du « devenir macroéconomique de l'Horizon 2050 », des « choix de développement territorial » et du « modèle agricole et agroalimentaire ».

Sur la base de la seule projection sociodémographique, a priori l'impact de l'accroissement de la population de + 17% d'ici 20150 ne devrait pas poser de problèmes insurmontables concernant la question de l'irrigué, les défis seraient alors plus inhérents à « la situation de départ » qu'à l'effet démographique global. Alors que le fait d'un accroissement du nombre de population qui va se concentrer à 90% sur la ligne Bizerte-Sfax devrait avoir une signification plus préoccupante.

En effet, au-delà de la projection de la population par milieu à l'échelle de chaque gouvernorat, il s'agirait de partir de l'**hypothèse d'un taux de ruralité de 15% à l'Horizon 2050 pour toute l'espace géographique de la ligne Bizerte-Sfax**, soit un nombre de ruraux de 1.421.000 habitants pour cette zone de la « littoralité productiviste », et d'une **hypothèse de ruralité de 35% pour toute la zone Ouest et Sud dans son ensemble**, soit une population rurale de 1.513.000 habitants, le tout étant d'un total de 2.934.000 habitants, très proche de la projection globale de la population rurale estimée précédemment à 2.966.000 habitants.

Il s'agirait ainsi d'une projection démographique qui milite en faveur de la consolidation et du développement du potentiel de production agricole avec ses deux composantes irriguée et pluviale et ses six espaces agroécologiques délimités par le Nord, Centre et Sud d'un côté et l'Est et Ouest de l'autre.

Toutefois, les enjeux en question vont évoluer dans le temps. En effet, pour que le rural puisse pouvoir se maintenir malgré l'attractivité de l'urbain, cela ne pourrait être envisagé qu'au moyen d'une amélioration substantielle des conditions de vie et de travail du monde rural.

Par ailleurs, étant donné l'accentuation de la tendance sociodémographique et socioéconomique en faveur de la ligne Bizerte-Sfax, les acteurs de la production agricole de l'Ouest et du Sud vont privilégier les choix de spéculations de la commercialisation qui rapportent le mieux, dont principalement les fruits et légumes. C'est ce qui est a priori appelé à maintenir la pression pour plus de sollicitation des ressources en eaux et en sols en faveur de l'irrigué. Car il ne s'agit pas d'oublier de mettre suffisamment en relief le fait que 8% des terres agricoles conduits en mode irrigué contribuent à 37% de la production. Cela accorderait à l'hectare en irrigué une production 6,75 fois supérieure à celle d'un hectare en pluvial, en plus de l'éminente caractéristique d'échapper aux grands aléas inhérents à la pluviométrie, non seulement en termes de quantité de précipitations mais également de répartition mensuelle dans l'année. Bien que l'olivier, les céréales et l'élevage de petits ruminants puissent constituer des domaines de valorisation du pluvial et l'eau verte en plus de l'impact positif sur la balance commerciale alimentaire que ce soit par l'export d'huile d'olive ou par la limitation de la saignée de l'import céréalier, la préférence socioéconomique pour l'irrigué reste trop prégnante, ce qui nécessitera un réexamen profond du rapport Eau Verte/Eau Bleue/Eau Virtuelle dans la politique publique hydroagricole.

A ce titre il s'agit de se prononcer sur le « tendanciel » calculé pour les superficies irriguées dont il se dégage avec un R^2 de corrélation très élevé une augmentation annuelle des superficies irriguées de 8.554 ha par an, soit une superficie irriguée en « perspective » de 746.000 ha en 2050 si c'est ce tendanciel-là qui restera prédominant !

Tous les facteurs concernant la ressource en eau, le poids relatif des deux agricultures « irriguée » et « pluviale », le modèle de croissance macroéconomique, l'approvisionnement en produits alimentaires des villes, le modèle agroalimentaire en rapport notamment avec le bilan « Eaux vertes », l'intensification, le revenu des exploitants, la diversification des activités et des revenus, seront pris en compte pour l'identification des perspectives de l'irrigué et l'estimation des besoins en eau, globaux et par unité territoriale et hydrologique.

II.2 Les Enjeux du modèle développementaliste Tunisien à l'Horizon 2050 à l'échelle globale

Il s'agit, en premier lieu, de rappeler de nouveau que, dès l'élaboration de la méthodologie et de l'offre technique relatives à la présente mission « Eau 2050 » il a été signalé l'absence d'un document de référence concernant le « Modèle de développement de la Tunisie à l'Horizon 2050 ». Ce qui s'est passé en matière de « transition institutionnelle et politique » y est pour beaucoup, par l'inversement des priorités et la domination de l'approche à caractère urgencier. C'est ainsi que, bien que le 14-1-2011 ait été d'un contenu social, territorial et démocratique certain, avec la revendication du développement, l'emploi, la liberté et la dignité, l'effondrement spectaculaire du pouvoir dont les acteurs ont été aux affaires pendant cinquante-cinq ans et la difficulté d'émergence d'un nouveau pôle politique de substitution, ont généré des préoccupations autres que celles de la réponse à apporter aux questions du développement.

Cela n'empêche toujours pas le fait que la « Vision Eau 2050 » a besoin d'une « Vision de Développement », au même horizon, afin que l'hydrique de Tunisie soit en harmonie avec l'ambition sociale, territoriale et nationale. Etant entendu également que le modèle de développement intégrera la donnée « eau » avec ses opportunités et ses risques. Sans toutefois inverser les échelles et considérer que la macroéconomie est devenue soumise à l'eau, et laisser ainsi penser par exemple que chaque promoteur de nouveau projet TIC soit dans l'obligation de s'adresser à l'institution en charge de l'eau pour voir si l'on a prévu pour lui les réserves en eau qu'il faut !

Faute donc de ce référentiel national, il s'agirait d'esquisser une « Vision de développement Horizon 2050 » qui soit la plus « vraisemblable » possible, à construire autour des cinq (5) axes (de réflexion) suivants :

i. Identification des atouts et contraintes du modèle hérité du postindépendance et présent à l'avant-révolution ;

ii. Présenter l'exigence économique, sociale et territoriale tel que cela est ressorti de l'après-14-Janvier-2011 et la manière d'y avoir répondu pendant les 11 années de transition ;

iii. Estimer l'effet de la pandémie et la question de la réduction dudit effet ;

iv. Identifier les Enjeux et les Défis du « Modèle de développement résilient de l'Horizon 2050 ;

v. Identifier les Enjeux-amont en matière d'eau du modèle de développement aux différents horizons : terminal et intermédiaires.

II.2.1 Atouts et contraintes du Modèle de Développement hérité du postindépendance et présent à l'avant-révolution

Contrairement à certains genres d'évaluations trop approximatives sinon erronées, la Tunisie postindépendance a réalisé une véritable révolution économique et sociale, dont le vecteur principal a été l'éducation, l'ensemble du processus avait été conduit sur la base d'une « vision », qui se voulait de « modernisation des structures et des systèmes », et qui s'appuyait sur l'idée d'édification de l'Etat-Nation tel que cela prévalait parmi les sociétés occidentales d'Europe et d'Amérique qui avaient acquis, grâce à cela, la force et la puissance de domination avec, toutefois, ce qui en avait résulté comme volonté de marginalisation exercée sur les peuples extérieurs à cette sphère, afin que les gagnants de cette marche de l'Histoire puissent l'orienter dans le sens qui convient à leurs intérêts.

Concrètement, l'objectif du modèle de développement tunisien de l'indépendance était de dépasser le dualisme « système beylical »/ « système colonial » par l'instauration d'un dispositif développementaliste nouveau à caractère « national », dont les trois piliers étaient :

- Le dépassement des structures archaïques par la mise en place des structures de l'Etat moderne,
- La « tunisification » de la gouvernance, et
- L'« édification nationale », s'appuyant essentiellement sur la composante développementaliste de l'Etat, dont l'action était orientée vers la modernisation économique et la promotion sociale.

Cela a été une œuvre de grande envergure, qui s'est poursuivie sans relâche et quasiment sans discontinuité de rupture irréversible, sur trente ans, de l'indépendance jusqu'au milieu des années '80' du siècle dernier.

C'était ainsi que pendant les 20 années allant de 1966 à 1985 la croissance annuelle moyenne du PIB a été de 5,9%, conduisant à la multiplication du PIB par le chiffre symbolique de 3,14 pendant cette double-décennie.

Au milieu des années '80', aussi bien la gouvernance que le modèle économique ont été atteints de très grands blocages, à l'origine de changements importants à ces deux niveaux. Mais il avait fallu attendre l'année 1996 pour que puisse se mettre en place une croissance assez résiliente, qui a pu aboutir pour les 15 années de 1996 à 2010 à un taux de croissance moyen de 4,7%, permettant ainsi une multiplication par 2 du PIB au cours de cette deuxième période.

Les résultats économiques relativement positifs obtenus en termes à la fois de développement et de croissance l'ont été essentiellement en raison d'une certaine résilience atteinte grâce à la diversification. En effet, en plus de la contribution basique du secteur agricole, rehaussé par ailleurs par le développement de l'irrigué et une certaine amélioration des performances du pluvial, l'industrie manufacturière et le tourisme ont constitué les deux apports fondamentaux de la postindépendance à la diversification, même si la politique d'export de la force de travail par l'émigration a permis un appoint financier non négligeable.

Toutefois, malgré ces résultats de croissance, certes de niveau modeste en comparaison avec l'Asie de l'Est et du Sud-Est, mais défendables en les ramenant à ceux du Maroc, l'Algérie, ou l'Egypte tel que présenté infra (A remarquer à ce titre qu'alors que Tunisie et la Corée du Sud avaient sensiblement le même PIB/habitant en 1965, respectivement, 1.113 et 1.156 en 'dollars-2010', en l'année 2010 leurs PIB/habitants , toujours en 'dollars 2010', étaient devenus de 4.142 et 23.087, soit 5,6 fois plus pour la Corée ! Aussi le PIB/habitant de la Corée du Sud avait-il augmenté annuellement de 6,9% par an contre 3,0% pour la Tunisie, soit avec une « accélération » 2,3 supérieure).

Toutefois, malgré ces réalisations, défendables à une échelle de comparaison africaine du nord incluant l'Egypte, le modèle de développement avait fini dans le chômage trop élevé et endémique, en plus de celui socialement très lourd des diplômés du supérieur, l'inégalité régionale excessive et la baisse généralisée de la qualité de tous les services publics.

Ajouté à la corruption, le népotisme et l'autoritarisme, cela avait fini par sombrer dans la chute d'un pouvoir resté en place sans discontinuité pendant cinquante-cinq ans. Sachant qu'entre-temps le nombre de jeunes instruits a beaucoup augmenté, que les médias arabes et internationaux ciblaient la Tunisie et que la perspective du régime politique devenait de plus en plus floue y compris pour des acteurs de l'Etat et du parti au pouvoir, soit, dans l'ensemble, une énorme masse de facteurs qui avaient conduit à une immense révolte transformée en une révolution, dont la légitimité était admise, alors que ses perspectives n'étaient régies que par l'inconnu.

Tableau 5: Croissance annuelle moyenne du PIB et du PIB/habitant au cours de la période 45 ans allant de 1965 à 2010

	Tunisie	Egypte	Maroc	Algérie	Corée du Sud
Croissance du PIB	4,9%	5,3%	4,8%	3,9%	8,1%
Facteur multiplicateur en 45 ans	X (8,6)	X (10,2)	X (8,2)	X (5,6)	X (33,3)
Accroissement du PIB/habitant	3,0%	3,0%	2,9%	1,5%	6,9%
Facteur multiplicateur en 45 ans	X (3,8)	X (3,8)	X (3,6)	X (2,0)	X (20,1)

***Source** : BM + Calcul consultant*

Quant à l'explication des grandes insuffisances du modèle de développement tunisien de la postindépendance malgré ses importantes réalisations, cela se trouve à l'échelle des deux raisons essentielles suivantes :

- La première est liée au double-dualisme entre, d'un côté les activités orientées vers le marché intérieur et celles destinées à l'exportation et, d'un autre côté, en termes de typologie d'entreprises, entre le secteur informel et le secteur structuré ;
- La deuxième est en rapport avec le mode d'insertion dans la mondialisation avec, d'un côté, pour ce qui est des exportations, une option plutôt pour « la compétitivité-prix presque à n'importe quel prix » et, d'un autre côté, un certain laxisme concernant la conquête du marché Tunisien intérieur par ce qui a été laissé comme marge libre à l'export agressif de pays étrangers ciblant ledit marché.

Les conséquences sont multiples :

i. La compétitivité-prix comme principal vecteur d'insertion, qui avait pour origine la sous-traitance, elle-même en provenance de la délocalisation à la recherche des bas salaires, avait nécessité l'encadrement desdits salaires, non seulement à travers un Smig trop bas (la moitié de celui du Maroc), mais également au moyen de la « compensation » et ce qui allait en découler en matière de pression sur le Budget ;

ii. La prépondérance de l'option « sous-traitance au moyen de la compétitivité-prix » est devenue l'axe dominant de l'insertion dans la mondialisation, aux dépens de toute recherche d'aborder la question de l'échange au moyen d'autres voies complémentaires comme cela a été le cas pour l'Asie, basées sur des technologies et des produits régis par plus de montée en gamme de qualité et d'intégration de la chaine de valeurs dans les différents filières ; il en a résulté le fait que dans l'export industriel tunisien la part des produits à « contenu technologique élevé » s'est bloquée à 7% contre une moyenne mondiale de 21% ;

iii. L'effet sur l'emploi qualifié et le recrutement des diplômés du supérieur a été dans le même sens restrictif, débouchant sur le paradoxe troublant qui fait qu'en Tunisie le chômage est corrélé positivement avec le niveau d'instruction : plus on est diplômé plus on est chômeur !

iv. La caractérisation dominante du modèle a été la faible « valeur ajoutée », ce qui a impacté, à un premier niveau, au moins deux agrégats économiques : le Budget de l'Etat et l'investissement public et privé et, en un deuxième niveau, en tant que conséquence, le volume d'emploi aussi bien dans le secteur privé que public, et le volet équilibre budgétaire, balance des paiements et endettement ;

v. Concernant le volet finances publiques, à partir de l'adoption du PAS en 1986, la politique macroéconomique s'est auto-imposée « la camisole de la discipline budgétaire » et a tout soumis à cet objectif, y compris aux dépens de la qualité des services publics, l'équipement du territoire et le renforcement des capacités de l'Etat par l'appel aux hautes compétences ;

vi. Par ailleurs, un certain mode de gouvernance relativement déresponsabilisant a abouti à la confusion institutionnelle en substituant l'Etat aux entreprises publiques et caisses de sécurité sociale, aboutissant à un enchevêtrement inextricable entre déficit du Budget de l'Etat et ceux de tous les organismes publics et sociaux évoluant dans sa sphère. Le fait que l'on n'ait pas été amené à s'imposer un suivi du « déficit public consolidé », du Budget de l'Etat, des Entreprises publiques et des Caisses sociales, a fait que la question de la masse du déficit public au sens large ait été posée après le 14 janvier 2011 non seulement avec grande acuité mais avec l'énorme difficulté de démêler entre les différents déficits et surtout le jeu complexe des impayés des uns vis-à-vis de tous les autres, et ce qui en résulte comme transmission de la paralysie de gouvernance pour des secteurs et des domaines vitaux.

II.2.2 Le projet développementaliste sous-jacent au 14-janvier-2011 et les réponses qui y ont été apportées

Le 14-janvier-2011 avait sonné le glas d'une époque qui avait largement épuisé ses potentialités, mais sans que cela puisse signifier en quoi que ce soit qu'il y avait la moindre maitrise de ce qui devait suivre. C'est ainsi que l'une des caractéristiques de cet épisode avait été l'« ouverture sans limite à toutes les aspirations au développement », dans une élan certes très généreux dans la formulation de cette demande, mais complètement muet sur les conditions de l'offre développementaliste qui devrait aller avec.

Pire, la désorganisation sociopolitique conséquente à la transition très difficile a ouvert le champ à la course au « positionnement social pour arracher le plus d'acquis permis par le cafouillage ». Cela a donné lieu à une équation qui allait devenir de plus en plus intenable, celle d'« une demande sociale et régionale anarchique gérée par une gouvernance affaiblie ». La seule issue trouvée était celle de « répondre par des mesures d'Etat à ce genre de demande, qui n'ont fait que réduire chaque jour davantage les moyens de l'Etat, et compromettre ainsi encore plus sa capacité de réponse ».

Le fait qu'un compromis social et national pertinent et durable n'ait pas été en mesure d'être élaboré et acté a plongé la société, l'Etat et la nation dans une crise à répétition et sans issue.

Les différents acteurs sociopolitiques, en mettant le pays face aux trois grands défis majeurs : du « modèle de société », du « mode de gouvernance » et du « modèle de développement », ont fini par mettre la barre tellement haut que cela a débouché sur de la paralysie par incapacité de relever autant de défis en même temps.

Face à cette situation inédite à plus d'un titre, certains partenaires du développement et du suivi macroéconomique ont cru trouver la solution en prônant un « néo-PAS », où il serait éminemment question d'« équilibre budgétaire nominal à n'importe quel prix politique et social », de rabaissement volontaire de la valeur du dinar face aux monnaies convertibles pour soi-disant booster l'exportation et de relèvement substantiel du taux directeur de la Banque centrale pour soi-disant encadrer le crédit et limiter ainsi l'inflation. Résultat des courses à une première échelle : les déficits publics se sont détériorés en cascade, l'exportation n'a pas décollé et les prix ont flambé. En deuxième échelle d'effet se situe l'aggravation de tous les dysfonctionnements hérités : gouvernance mêlée à de la corruption, position renforcée de l'informel et son impact déstabilisateur, persistance du chômage global et celui des diplômés du supérieur, aggravation des inégalités régionales, de la marginalisation de la jeunesse des quartiers populaires et de l'exclusion sociale.

II.2.3 L'aggravation des impacts économiques et financiers, y compris par la crise pandémique

En plus de ses conséquences dramatiques de plus 27.000 décès atteints en février 2022, pour la situation économique et sociale de la Tunisie l'épidémie intervient à un mauvais moment, se caractérisant par une croissance atone enregistrée dès 2019 et l'impérieuse nécessité de sortir de cette très mauvaise passe.

Afin de mieux cerner le contexte économique prévalant déjà avant la pandémie et la manière avec laquelle cela va davantage complexifier la situation tunisienne, l'on indique dans ce qui suit la façon avec laquelle on peut identifier le « manque à gagner en matière de PIB de la période 2011-2019 ».

Pour cela il a été procédé à un « cadrage par le temps et par l'espace » de « ce qu'aurait pu être la croissance sans la révolution », par référence à celle qui a eu lieu sous l'effet de la révolution. Pour le facteur « temps » il a été choisi la « période témoin de 9 ans : 2002-2010 » et pour le facteur « espace » le Maroc a été choisi comme « espace économique témoin ».

Tableau 6: Croissance annuelle moyenne comparée du PIB

	2002-2010 (période témoin)	2011-2019
Tunisie	4,3%	1,75%
Maroc (pays témoin)	4,7%	3,4%

***Source** : Banque Mondiale*

Il ressort de ce qui précède que s'il n'y avait pas eu de révolution, pour la Tunisie, apparemment par un effet « séquelle de la crise financière mondiale et en Europe », son PIB n'aurait pas continué à évoluer au rythme de 4,3% comme pour la « période témoin précédente », mais plutôt de 3,1% par an.

Le « manque à gagner » en matière de PIB pour fait de révolution serait sur cette base de « 70% d'un PIB » soit, s'appuyant sur le PIB de 2019, 80 Milliards de D, ce qui correspond au volume de la dette publique. L'Etat Tunisien se serait ainsi « surendetté de l'équivalent de ce qui s'est volatilisé comme PIB pour cause de révolution ».

Les perspectives économiques à court terme par pays, tel que c'est calculé et publié périodiquement par la Banque mondiale, se présente de la manière suivante pour la Tunisie, le Maroc et l'Egypte.

Tableau 7: Perspectives économiques (Janvier 2022)

	Croissance du PIB				Croissance du PIB/habitant			
	2019	2020	2021	2022	2019	2020	2021	2022
Tunisie	1,5%	-9,2%	2,9%	3,5%	0,4%	-10,2%	1,9%	2,6%
Maroc	2,6%	-6,3%	5,3%	3,2%	1,3%	-7,4%	4,2%	1,6%
Egypte	5,6%	3,6%	3,3%	5,5%	3,5%	1,6%	1,4%	3,6%

	Solde du compte courant (en % du PIB)				Solde budgétaire (en % du PIB)			
	2019	2020	2021	2022	2019	2020	2021	2022
Tunisie	-8,5	-6,8	-9,2	-9,0	-3,1	-10,0	-8,6	-6,8
Maroc	-4,1	-3,0	-3,5	-3,9	-3,6	-7,7	-6,5	-6,4
Egypte	-3,5	-3,0	-3,4	-2,8	-8,1	-8,0	-8,2	-7,0

***Source** : BM + Calcul Consultant*

Ce qu'il s'agirait de tirer des précédents tableaux serait d'identifier l'année par laquelle chacun des trois pays pourrait retrouver le niveau de production de 2019. Pour l'Egypte, il n'y aura aucun recul et les 3 années 2020, 2021 et 2022 constituent autant d'accroissement du PIB par rapport à celui de 2019, et ainsi le niveau de PIB de 2022 sera supérieur de 12,9% à celui de 2019. Pour le Maroc le PIB de 2022 dépassera très légèrement celui de 2019, de +1,8%. Alors que pour la Tunisie le PIB de l'année 2022 sera inférieur de -3,3% à celui de 2019 et il faudra attendre 2023 pour à peine égaler celui de 2019.

Par ailleurs, si les 3 pays auront à trainer un déficit budgétaire qui se situera dans la fourchette -6,4%/-7,0%, la différence se fera par la balance des paiements extérieurs, dont le déficit exprimé en % de PIB restera relativement acceptable pour le Maroc et l'Egypte, soit entre 2% et 4%, alors que pour la Tunisie le déficit des paiements extérieurs dépassera les 9% en 2021 et n'en descendra pas en 2022. Il ne s'agit pas d'un effet à imputer à la COVD-19 car de déficit était déjà de -8,5% et -6,8% du PIB pour les deux années 2019 et 2020.

L'analyse comparative précédente ne constitue pas un jugement de valeur inter-modèles. Le Maroc n'avait apparemment pas besoin d'une révolution et l'Egypte l'a évacuée après l'avoir adoptée. Il s'agit d'une simple comparaison macroéconomique hors considération politique. Une « investigation politique » à long terme aurait nécessité d'autres manières de voir et un certain nombre de scénarios prospectifs, qui sortent du cadre de l'étude.

II.2.4 La grande batterie de nouvelles orientations pour le modèle développementaliste à la lumière des enseignements de l'expérience

Faute, encore une fois, d'un référentiel national de cadrage et d'orientation pour l'Horizon 2050, il a été procédé à l'identification de la batterie des vingt-deux (22) options suivantes, regroupées en neuf (9) composantes, pour que le modèle de développement ciblé puisse assurer le plus de résilience possible, au vu du nombre important à la fois des opportunités et des risques, des points forts et des points faibles.

II.2.4.1 Le Repositionnement Géoéconomique

- Négocier la sous-traitance de manière à garantir pour la partie tunisienne le transfert de compétence, la montée en gamme de produits et le plus d'intégration de la chaine de valeurs ;

- Négocier avec les pays se trouvant dans les mêmes conditions de développement que la Tunisie tels que le Maroc, l'Egypte ou la Turquie, pour arrêter la course au bradage par la défiscalisation et les salaires bas de la sous-traitance et s'inscrire dans les initiatives mondiales de moralisation de l'économie et de limitation du dumping fiscal (c.f. la position Jo Biden à propos du minimum fiscal mondial qui aurait fixé un tel seuil, à 15%) ;
- Assurer la promotion de produits et filières de produits dont les conditions de développement et d'amélioration de la performance sont principalement endogènes ;
- Consolider, ouvrir et élargir les domaines de coopération internationale, en premier lieu avec le voisinage maghrébin, avec le partenaire européen, vis-à-vis du reste du monde arabe, ainsi que tous les autres espaces : africain, asiatique et américain du nord et du sud.

II.2.4.2 Réduire la dualité socioéconomique et celle entre marchés intérieur et extérieur

- Réduire la dualité entre production orientée au marché extérieur et celle destinée au marché intérieur et entre système informel et secteurs structurés.

II.2.4.3 Réformer l'Institutionnel pour une meilleure Gouvernance

- Moderniser l'Etat et optimiser la gouvernance dans le sens de l'efficacité, la décentralisation, la déconcentration, la participation, la transparence, la responsabilisation et la redevance ;
- Renforcer le système de police et de justice afin de juguler les phénomènes de l'impunité, la multiplication des circuits parallèles de la malfaçon et la contrebande, la corruption, le blanchiment d'argent, le crime organisé et le terrorisme.

II.2.4.4 Moderniser l'économie par la recherche et la numérisation

- Booster la recherche fondamentale et appliquée, en faisant passer la part de la recherche dans le PIB de 0,5% actuellement (contre 4,5% pour la Corée du Sud) à 2,2%, qui correspond à la moyenne mondiale.

II.2.4.5 Prendre en compte le Nexus Eau-Energie-Agriculture-Alimentaire

- Elaborer et mettre en œuvre un programme de très grande envergure de sauvegarde des écosystèmes, de protection des ressources en eaux et en sols et de réduction des différentes nuisances de pollution ;
- Modifier profondément la donne « eau » par une vision intégrée « Eau bleue/Eau verte/Eau virtuelle » et un intérêt conséquent accordé aux cultures pluviales ;
- Assurer la sécurité alimentaire au moyen notamment du boostage de la filière céréales et l'intégration des différents segments de la filière élevage dont la dépendance en matière d'alimentation du bétail importée reste trop élevée ;
- Concrétiser l'objectif de la transition énergétique en faisant passer la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique à 30% en 2030, plus de 40% en 2040 et 50% en 2050.

II.2.4.6 Booster qualitativement le développement du capital humain par la santé, l'éducation, la culture et l'innovation

- Mettre à niveau le système éducatif dans ses différents cycles ;
- Moderniser et développer le système de formation professionnelle ;
- Mettre à niveau le système de santé et développer la filière pharmaceutique ;

- Assurer la couverture de santé universelle et réduire la pauvreté, la marginalisation et l'exclusion par le biais notamment de la promotion d'un « SMIG développementaliste » permettant de doter le milieu rural et les quartiers populaires des grandes villes de conditions minimales de vie descente en matière d'hygiène, d'assainissement, d'adduction en énergie et eau potable, de transport, de logement, ainsi que d'activités d'amélioration des revenus familiaux ;

- Déployer une stratégie conséquente et cohérente d'appui à l'innovation technologique au moyen notamment de la numérisation, l'intelligence artificielle appliquée et la biotechnologie ;

- Considérer la culture comme un axe majeur d'ouverture de l'esprit, de développement de la personnalité, d'ouverture sur les civilisations et les idées et d'adhésion majoritaire et créative à un modèle de société librement accepté et conséquemment défendu contre les agressions et les atteintes qui peuvent le cibler.

II.2.4.7 Refonder le tourisme culturel et écologique

- Sortir le tourisme tunisien de l'ornière « tourisme balnéaire de masse » qui en accentue l'hyper saisonnalité et la fragilisation en raison notamment du surendettement et du contrôle extérieur de ses marges par les « Tour-Opérateurs ».

II.2.4.8 Développer les territoires

- Mettre en œuvre une stratégie d'aménagement et de développement local et régional qui réconcilie les territoires avec la Nation et qui consolident la cohésion sociale et l'unité nationale dans le cadre d'une culture de solidarité et d'équité, tout en faisant du système hydrique un facteur de cohésion, complémentarité, solidarité et synergie interterritoriale.

II.2.4.9 Promouvoir un modèle de développement inclusif et durable

- Veiller à sécuriser le cadre macroéconomique en assurant la compatibilité des décisions et actions engagées avec les ressources financières à la disposition de l'Etat ;

- Procéder par système de négociation nationale, sociale et démocratique, basée sur l'adhésion aux valeurs d'équité et de solidarité et prenant en compte aussi bien les contraintes au développement que les intérêts spécifiques d'ordre économique, social ou territorial.

II.2.5 Caractérisations quantitatives de croissance d'un modèle de développement résilient pour l'Horizon 2050

Lors de l'examen supra des « Atouts et contraintes du modèle de développement du postindépendance », il a été fait recours à deux périodes de croissance distinctes : 1966-1985 et 1996-2010, respectivement d'une durée de 20 et 15 années, et il en est sorti l'identification de deux taux de croissance du PIB : de 5,9% par en moyenne annuelle pour la première et 4,7% pour la deuxième. Néanmoins, la 2ème phase de croissance résiliente en question, celle de 1996-2010, était caractérisée par un accroissement démographique inférieur à celui de la précédente, dont il est ressorti une élévation du niveau de vie de la même importance sinon plus.

En effet, l'accroissement démographique moyen de 1966 à 1985 a été de 2,39%/an et celui de la période 1996-2010 de 1,02%/an. Soit une évolution du PIB/habitant de 3,41%/an pour la première période et de 3,63%/an pour la deuxième, faisant ainsi apparaitre que l'analyse en termes de PIB/habitant garde sa pertinence.

Aussi, ressorte-t-il de ce qui précède qu'entre les deux périodes, aux contextes très différents, examinées précédemment, avec en plus un décalage temporel les séparant de plus de 10 ans, il y aurait une sorte d'« invariant » caractéristique du modèle tunisien en matière de croissance résiliente, celui d'un taux de croissance du PIB/habitant de l'ordre de 3,5%.

Cela présente l'intérêt, concernant la perspective de croissance future et en prenant en compte les ratios de 3,5% pour l'évolution du PIB/habitant et de 0,5% d'accroissement démographique, de **cibler le ratio de 4% de croissance du PIB par pour l'ensemble de la période 2021-2050**.

La perspective globale jusqu'à l'horizon 2050 d'une croissance résiliente du PIB autour d'une moyenne de 4,0% sera à moduler selon les différentes phases temporelles et également avec la prise en compte de l'effet « Transition + Pandémie ».

i. **Pour la période 2021-2025 il s'agira de retenir une croissance annuelle moyenne de 4,0%.** Il s'agirait de tenir compte de la résultante de deux effets n'allant pas dans le même sens :

   - Un effet contrariant de « freinage » pendant les 3 années 2021, 2022, 2023, provenant de tous les nouveaux genres de comportement non performants acquis le long de toutes les chaines de décision économiques, sociales et institutionnelles et dont le changement va exiger une période de « réadaptation à la performance » ;
   - Un effet dynamisant de « rattrapage » pour les deux années 2024 et 2025, aussi bien au regard du dépassement attendus des dysfonctionnements qui ont globalement régi la transition qu'au vu de l'impact paralysant de la pandémie.

ii. **Pour la période 2026-2030 il s'agira de retenir une croissance annuelle moyenne de 5,0%.** Il s'agirait de la période charnière par excellence, qui démarrerait sur une base constituée des ajustements nécessaires à la gouvernance, pour la sortir du caractère erratique qui l'aura commandée pendant trop longtemps, et des principales orientations du développement inclusif et durable. L'assainissement financier préalable, le programme à contenu régional, social et d'innovation économique qui aura été arrêté et le séquencement idoine des interventions élaboré, permettront de faire redémarrer le système productif sur de nouvelles bases et être ainsi en mesure de réaliser les 5% de croissance annuelle escomptés.

iii. **Pour la période 2031-2040 il s'agira de retenir une croissance annuelle moyenne de 4,0%.** C'est cette période qui sera déterminante pour fixer l'allure générale du modèle de développement jusqu'à l'Horizon 2050. Il s'agira de faire aboutir au cours de cette période toutes les orientations du développement efficient, innovant, inclusif et durable, tenant compte des nouvelles dispositions en matière de mondialisation, de mitigation du risque climatique, de protection de la biodiversité, de solidarité et de promotion sociales et de développement des territoires.

iv. **Pour la période 2041-2050 il s'agira de retenir une croissance annuelle moyenne de 3,5%.** C'est une période essentiellement de continuité avec celle qui précède mais juste avec un effet démographique modérateur. Il s'agirait ainsi de la période au cours de laquelle le modèle de développement se déploie avec le plus de complétude.

II.3 Confrontation avec les prévisions de « croissance potentielle » tel qu'identifié par l'ITCEQ

Une étude ITCEQ sur la « croissance potentielle », définie comme étant la croissance qui utilise au mieux les facteurs capital et travail sans que cela débouche sur de l'inflation, avait abouti aux résultats suivants :

Tableau 8: Scénario « croissance potentielle »

	Scénario lent	Scénario modéré	Scénario rapide
2021-2025	3,7%	5,1%	5,8%
2026-2030	4,0%	5,8%	6,0%
2031-2035	3,7	5,6%	5,8%

Source : ITCEQ

Il ressort de ce qui précède que ce qui est retenu par Eau 2050 va se situer, comme cela est attendu, à un sentier plus bas, qui correspond presque au « scénario lent », parce que ce qui est envisagé par l'approche « croissance potentielle » correspond à une « maximisation théorique de la mobilisation des facteurs sous contrainte d'équilibre », qui se situe obligatoirement au-dessus de ce que permettra le modèle de développement Tunisien en termes de croissance réelle.

II.4 Les grands paramètres macroéconomiques d'équilibre d'ici l'Horizon 2050

II.4.1 Effet macroéconomique de la transition

Le rapport entre agrégats économiques s'est profondément modifié après le 14 janvier tel que cela ressort du tableau suivant :

Tableau 9: Données comparées d'avant et d'après 14-01-2011 de croissance du PIB et de la part des agrégats

	Les 7 années de la période 2004-2010	Les 7 années de la période 2011-2017	Ecart en % du PIB	Objectifs de redressement des équilibres
Croissance annuelle moyenne du PIB	5,3%	1,7%	-	4,0%
Part de l'investissement dans le PIB	23,8%	20,7%	-3,1%	26%
Part de la Consommation privée dans le PIB	62,5%	69,4%	+6,9%	60%
Part de la Consommation Globale dans le PIB	77,8%	88,6%	+10,8%	77%
Part de l'Export dans le PIB	51,2%	44,7%	-6,5%	54%
Part de l'Import dans le PIB	53,9%	54,9%	+1,0%	54%
Part de l'épargne dans le PIB	22,2%	11,4%	-10,8%	23%

Source : le consultant

Les données comparatives entre la « période témoin » de 7 ans de 2004 à 2010 et celle qui a suivi, de 2011 à 2017, pour lesquelles on dispose des Comptes de la Nation validés, montre clairement la nature du dysfonctionnement économique actuel rien qu'en le comparant avec le niveau de performance existant avant le 14-1-2011.

A l'origine de ces changements qualitatifs dans la structure économique du pays se trouve l'affaissement sévère et sur longue période – désormais de 2011 à 2021 - de la production nationale mesurée par le PIB. Passer d'une croissance de 5,3% à 1,7% par an c'est diviser par 3 la dynamique productive et cela sur 11 ans et plus, en incluant 2021 qui va aggraver énormément cette tendance puisque la croissance de 2021 a été de -9,1%.

La raison de la chute vertigineuse, hors COVID, du niveau de production de biens et de services, réside dans la très grave déstabilisation de la gouvernance, qui a été en même temps le facteur déclencheur d'une demande sociale, certes légitime dans une bonne part, mais sans prise en compte des conditions exceptionnelles vécues pays. Pire, il y a eu souvent l'exploitation de la faiblesse de la gouvernance et de la détérioration des équilibres sociopolitiques et institutionnels qui en résultent.

Aussi s'est-on retrouvé d'un côté en présence d'une baisse vertigineuse de la production et donc des ressources pour ce qui concerne notamment les moyens de l'Etat, et d'un autre côté face à la montée de la demande sociale vis-à-vis de laquelle la gouvernance extrêmement fragilisée n'avait fait que céder très souvent, sous l'argument du paiement du prix de la paix civile.

La prise en tenaille entre d'une part la réduction sévère des capacités de l'économie et des moyens de paiement de l'Etat et d'autre part la réponse favorable à la dérive de la demande sociopolitique, a été à l'origine de l'augmentation de 11 points de la part de la Consommation Finale (Consommation Privée + Consommation Publique) dans le PIB, en passant de 78% à 89%.

Il s'agit d'une déformation sans précédent de l'équilibre macroéconomique, dont l'impact majeur au niveau de l'ensemble de l'économie a été une division par 2 de la part de l'épargne dans le PIB, passant de 22% à 11%.

L'agrégat le plus affecté par ce déséquilibre a été l'investissement, dont la part dans le PIB a perdu 3 points à un moment où les attentes sociales et nationales étaient à l'antipode de cette réalité.

Par ailleurs, au niveau des échanges extérieurs, bien que le PIB ait drastiquement chuté, le poids des exportations rapportées au PIB a baissé de -6,5%, ce qui montre l'ampleur des dégâts au niveau des échanges, alors qu'au même moment le niveau des importations rapportées au PIB se maintient et même augmente d'un point.

L'ensemble de cette configuration va impliquer une situation macroéconomique extrêmement tendue alors que les dispositions prises pour juguler la crise n'avaient fait que l'alimenter. En effet, il a été décidé de laisser dériver la valeur du dinar dans le but de booster l'exportation et relever le taux directeur de la Banque centrale pour maitriser l'inflation, au moment où l'économie ne répondait plus à ce genre de signaux parce que plombée par la faiblesse de la gouvernance. Suite à cela l'inflation s'est alimentée doublement de la dérive du dinar et du renchérissement du crédit, tout en alimentant à son tour la revendication sociale au nom de la protection du pouvoir d'achat.

Aggravé par la crise de santé, le cadre macroéconomique de 2021, année de base de la Stratégie Eau 2050, se présente avec des indicateurs préoccupants de :

- Chute de la croissance,
- Réduction de l'investissement,
- Niveau d'inflation élevé,
- Dette et taux d'endettement insoutenables,
- Déficits jumeaux du budget et des paiements extérieurs compromettants,
- Maintien du chômage à un niveau élevé, et
- Détérioration de la situation des régions en attente du développement.

II.4.2 Enjeux par période des différents agrégats macroéconomiques

Il a été avancé supra les objectifs globaux de croissance du PIB de 4%, 5%, 4% et 3,5% pour les 4 périodes : 2021-2025, 2026-2030, 2031-2040 et 2041-2050. Mais, au-delà de cette quantification, nécessaire, pour le calcul d'autres paramètres liés, il s'agit également de « qualifier » les différentes périodes en question, dans le but d'en tracer les profils.

➢ ***Les 10 Objectifs Spécifiques à la période 2021-2025***

Les objectifs globaux de croissance durable et inclusive selon les performances de croissance précitées ne pourront être réalisés que grâce à une amélioration substantielle de la gouvernance économique dès la période 2021-2025, au moyen des dispositions suivantes :

1) Un rétablissement de la confiance des investisseurs nationaux et étrangers dans la capacité des acteurs en charge des affaires du pays à mettre en œuvre une politique de relance de la production et de boostage de la croissance, par le biais notamment de l'amélioration de ce qui est appelé « environnement des affaires » et l'appui au PPP ;

2) Un cadre de relations sociales apaisées, basé sur le relèvement du niveau d'efficacité économique et l'équité de la distribution des fruits de la croissance ;

3) Une gouvernance de réaffirmation de l'autorité de l'Etat face aux dérives de tout ordre devenues la règle, en vue notamment de contrôler les circuits de distribution, réduire le poids de l'informel, assurer le niveau requis de collecte fiscale, moderniser profondément l'Etat par la numérisation, assurer le contrôle de la marche des services publics et instaurer la transparence ;

4) Un assainissement des finances publiques au moyen d'une bonne mise en adéquation entre ressources et dépenses ;

5) Un assainissement de la situation des entreprises publiques par l'engagement des mesures de restructuration et de mise à niveau qui conviennent pour d'un côté les sortir de l'impasse des déficits et l'endettement et d'un autre côté les placer sur une nouvelle trajectoire de prospérité ;

6) Un assainissement de la situation des Caisses de sécurité sociales par la mise en œuvre de politiques combinées impliquant l'âge de la retraite, les niveaux de cotisation et le recours au concours de l'Etat pour consolider la solidarité sociale ;

7) La mise en œuvre d'une politique des territoires capable de réduire les inégalités inter-régionales et entre les zones de la même grande aire urbaine ;

8) L'amorce d'un rattrapage consistant au niveau de l'investissement public pour combler les très grands retards accumulés et contribuer à la consolidation de la croissance résiliente ;

9) Une action vigoureuse de reconquête des positions perdues en matière d'exportation et de présence nationale effective sur le marché national afin de ne pas laisser le champ trop ouvert à l'import agressif du dumping environnemental et social et de la mauvaise qualité ;

10) Une présence dynamique et conséquente vis-à-vis des opportunités de la reconstruction en Libye et de relance de la coopération avec ce voisin stratégique.

➢ ***Les 10 Objectifs Spécifiques à la période 2026-2030***

Cette période devrait représenter, pour la stratégie nationale de redressement et de redéploiement développementaliste, une phase charnière de sortie des dysfonctionnements de transition et d'engagement d'une approche innovante, pour l'atteinte d'objectifs nationaux tant de fois annoncés mais restés en suspens.

Il s'agit principalement des axes de progrès suivants :

1) Concrétiser le lancement de la stratégie de la transition énergétique en mettant tout en œuvre pour réaliser l'objectif de 30% de part des énergies renouvelables dans le mix électrique en 2030, peut-être non facile à atteindre mais qui peut se transformer en challenge ;

2) Assurer une avancée substantielle en matière d'économie numérique ;

3) Parachever la modernisation des infrastructures routières, portuaires, ferroviaires et aéroportuaires, du littoral et des régions intérieures, dans le cadre d'un nouveau SNAT (Schéma National d'Aménagement du Territoire) ;

4) Engager les réformes de mise à niveau approfondie des services publics en matière de santé et d'éducation-formation ;

5) Lancer la mise en œuvre de la stratégie de maitrise du risque climatique, de protection des écosystèmes, de traitement durable et valorisant des rejets solides et liquides ;

6) Assurer une avancée qualitative en matière de recherche-développement ;

7) Concrétiser la décentralisation au niveau des Communes et des Régions par le renforcement des capacités et le transfert des compétences et des moyens ;

8) Mettre en place et activer un dispositif de modernisation et d'intégration permettant la montée en gamme des produits et dans les chaines de valeur des filières ;

9) Concevoir et mettre en œuvre une stratégie efficace et effective de réduction de la pauvreté et de lutte contre la marginalisation et l'exclusion ;

10) Consolider et approfondir la modernisation de l'Administration et des Services de l'Etat pour plus de proactivité anticipatrice et d'efficacité.

➢ *Les 10 Objectifs Spécifiques à la période 2031-2040*

Il s'agit de la période de la maturation de tous les processus engagés au cours de la décennie 2021-2030, avec l'atteinte des objectifs économiques et sociaux suivants :

1) Importante réduction du taux de chômage global à moins de 7% ;
2) Importante réduction du taux de chômage des diplômés du supérieur à moins de 10% ;
3) Importante réduction de la pauvreté à moins de 7% ;
4) Réduction de l'écart de l'attractivité économique des Gouvernorats, actuellement dans un rapport de 1 à 5 entre la ligne Bizerte-Sfax et le reste (Ouest et Sud de la Tunisie, à un rapport de 1 à 2 ;
5) Dynamisation socioculturelle qualitative des régions intérieures par la dotation de chaque chef-lieu de gouvernorat de l'Ouest et du Sud d'un campus universitaire multidisciplinaire d'une taille minimale de 10.000 étudiants ;
6) Diversification économique par l'industrialisation décentralisée d'exportation et d'import-substitution ;
7) Valorisation maximale sur-site des produits locaux notamment en matière d'IAA et d'IMCCV ;
8) Percée qualitative et durable dans l'économie numérique pour la satisfaction de la demande nationale et la conquête de marchés à l'international dans ce domaine d'activité dont la croissance ne sera pas tarie pour très longtemps ;
9) Développement multidimensionnel et intégré des activités de lutte contre la pollution et de valorisation économique des rejets ;
10) Développement conséquent de la recherche en faisant passer sa part dans le PIB actuellement de 0,5% à au moins 2,5%.

➢ *Les 12 Objectifs Spécifiques à la période 2041-2050*

Il s'agit de la période d'aboutissement de l'ensemble de la stratégie de développement 2021-2050 avec l'atteinte des objectifs stratégiques suivants :

1) La gouvernance transparente, décentralisée, citoyennement participative et de responsabilisante et régie par la redevabilité est pleinement fonctionnelle ;
2) Plus particulièrement, les collectivités territoriales communales, régionales et de grands districts sont pleinement opérantes leur permettant la maitrise directe de plus de la moitié des investissements publics ;
3) La transition énergétique est dans l'essentiel effectuée avec une part de plus de 50% d'énergie renouvelable dans le mix électrique ;
4) La sécurité alimentaire est dans une part importante assurée avec, particulièrement, une production céréalière qui répond au moins aux deux tiers des besoins ;
5) Un schéma alimentaire est adopté et mis en œuvre avec essentiellement moins de consommation de protéines animales et de sucre et plus de légumes, légumineuses et fruits ;
6) Le modèle agricole résilient au moyen notamment d'une politique de CES efficiente et pertinente, une approche intégrée Eau Bleue/Eau Verte/Eau Virtuelle et un nexus Eau/Energie est entièrement opérant ;
7) La stratégie de réduction des effets du risque climatique est pleinement fonctionnelle ;
8) Un resserrement des écarts de revenus entre catégories sociales et territoires est réalisé, avec un écart entre le 1er et le dernier décile, qui était de 8 en 2015 et qui est ramené à 5 en 2050 ;
9) La pollution du milieu est maitrisée et les écosystèmes convenablement protégés ;

10) Le développement résilient des territoires par la diversification économique au moyen notamment de l'industrie est largement engagé ;

11) L'équilibre du commerce extérieur est assuré notamment par une part des produits à haut contenu technologique de plus de 30% dans les exportations ;

12) Le cadre macroéconomique fonctionnant à l'équilibre est maitrisé.

II.5 Les Enjeux des choix de développement territorial

II.5.1 Principales données sociodémographiques régionales en perspective

Sur la base des tendances régionales et de la projection nationale, la configuration démographique à l'Horizon 2050 devrait avoir la forme suivante (en milliers d'habitants et en %) :

Tableau 10: Perspectives démographiques régionales

	GT	NE	NO	CE	CO	SE	SO	Tunisie
2021 (effectifs et % dans l'ensemble)	3.002 (25,1%)	1.682 (14,0%)	1.156 (9,7%)	2.904 (24,2%)	1.518 (12,7%)	1.080 (9,0%)	636 (5,3%)	11.982 (100%)
2050 (effectifs et % dans l'ensemble)	3.934 (28,5%)	1.938 (14,0%)	957 (6,9%)	3.599 (26,1%)	1.542 (11,2%)	1.173 (8,5%)	652 (4,7%)	13.797 (100%)
Evolution en effectifs	+ 932	+ 256	- 199	+ 695	+ 24	+ 93	+ 16	+ 1.815
Evolution en %	(+31,0%)	+15,2%	-17,2%	+23,9%	+1,5%	+8,6%	+2,5%	+15,1%

***Source** : INS + Calcul Consultant*

Il ressort du tableau précédent des éléments de différenciation démographique et migratoire accordant un profil spécifique à chaque région, à l'exception du Centre-Ouest et du Sud-Ouest qui se retrouvent dans une configuration similaire, soit :

- Une attractivité prédominante du Grand Tunis,
- Une attractivité très importante du Centre-Est,
- Un juste équilibre démographique et migratoire pour le Nord-Est,
- Un déséquilibre démographique et migratoire important pour le Sud-Est,
- Un déséquilibre démographique et migratoire prédominant pour le Centre-Ouest et le Sud-Ouest,
- Un déclin démographique et migratoire pour le Nord-Ouest.

Spécifiquement pour le Nord-Ouest il s'agit d'un véritable choc. Juste en 2001 le poids démographique de cette région était encore de 13,3%, pour se retrouver désormais dans la perspective d'être divisé par 2 en 2050 et une région réduite ainsi au poids humain d'un gouvernorat ! C'est pratiquement une sorte d'élimination programmée de la carte socioéconomique, puisque dans la justification de la politique d'eau on retrouve dans l'Etude Stratégique ITES : « L'eau sujette au transfert est considérée comme disponible, car elle est surabondante dans son lieu d'origine et ne semble pas faire l'objet d'une éventuelle utilisation locale. Elle est donc transférée ailleurs suite à une demande pressante et justifiée, pour une autre utilisation nouvelle et immédiate ayant beaucoup plus de valeur. Cette situation est similaire - toute proportion gardée - à l'émigration de la main-d'œuvre diplômée. ».

La simulation INS fait ainsi apparaitre que sur les 1.815.000 d'habitants supplémentaires d'ici 2050, 90% seront localisés dans le Nord-Est et le Centre-Est. Ainsi, la « sur-attractivité relative » de la ligne littorale allant de Bizerte à Sfax continuera à opérer pleinement comme cela est illustré dans la suite.

En effet, la même institution, l'INS, fournit, à travers l'une de ses bases de données les plus pertinentes, « le Répertoire National des Entreprises », la répartition territoriale des entreprises du secteur privé. Il en ressort que, pour les « 21.842 entreprises de plus de 5 salariés » répertoriées pour l'année 2019, la « ligne Bizerte-Sfax », incluant le Grand Tunis, le Nord-Est et le Centre-Est, dispose de 88% de ce potentiel socioéconomique, le reste étant réparti en : 4% pour le Sud-Est, 3% pour le Nord-Ouest, 3% pour le Centre-Ouest et 2% pour le Sud-Ouest.

Aussi, n'y-a-t-il aucune surprise dans la disposition territoriale de la répartition sociodémographique inter-régionale. D'aucuns n'y verraient aucune « anomalie de développement », les hommes suivent « gravitairement » l'activité. Sauf que l'essence de la politique publique d'aménagement du territoire et du développement régional c'est de « ne pas céder au gravitaire mécanique et aveugle en matière économique et sociale ». La politique d'équipement du territoire en barrages ne constitue-t-elle pas la preuve que c'est par la « régulation » que l'on maitrise le gravitaire et non pas par le « ruissellement sauvage laissé à lui-même » que l'on intervient dans le domaine de l'eau alors que se l'interdit dans celui des hommes !

II.5.2 Enjeux de l'aménagement du territoire

Le principe de base de toute politique conséquente d'aménagement du territoire consiste précisément dans la maitrise des « phénomènes socioéconomiques gravitaires », ceux qui font que : « Il pleut là où c'est toujours mouillé ».

De telles politiques conséquentes ne laissent pas ces objectifs stratégiques à la merci des « politiques d'incitation », qui se contentent d'offrir des avantages à ceux qui veulent bien s'installer à l'« intérieur du pays », s'agissant ainsi de politiques qui sont souvent détournées en ne choisissant pas les zones géographiques les plus excentrées par leur ciblage mais les plus rapprochées des grandes métropoles tel que la capitale Tunis. L'exemple type du dévoiement de ce genre de stratégue est Jebel Oust qui s'est transformé en un simple desserrement industriel du Grand Tunis.

Les politiques les plus pertinentes en matière d'aménagement du territoire à travers l'expérience internationale sont celles qui répondent aux critères suivants :

i. La création de « Pôles économiques (de contrepoids) ou encore dits d'équilibre, qui tendent à modifier l'équation de l'attractivité, en développant une « attractivité compétitive » par rapport aux « pôles établis », principalement au moyen d'infrastructure et de services publics de niveau « supérieur » (y compris l'hôtellerie d'accueil) et d'implantation de projets technologiques innovants et intégrateurs ;

ii. L'insertion de ces pôles nouveaux dans une dynamique de polarisation de leur zone d'influence et leur hinterland, sur la base d'un développement local de dissémination du progrès et d'un développement régional intégré d'accumulation endogène à l'échelle de la région considérée ;

iii. La mise en place de dispositifs déconcentrés, décentralisés et à dynamiques endogènes, tendant à créer des « districts de développement par synergie », où le public/privé/PPP, le multisectoriel, la recherche/formation, le financement/promotion, l'innovation/ouverture sur la mondialisation, concourent à la création d'un écosystème favorable à l'accumulation du développement économique et le progrès social ;

Afin de saisir le lien entre la possibilité sociodémographique d'émergence d'une métropole régionale et le contexte prévisible d'évolution de la population du gouvernorat concerné, il est présenté dans le tableau suivant pour les 13 gouvernorats de l'Ouest et du Sud, la population actuelle (2021) du chef-lieu de gouvernorat et un « seuil de métropolisation » équivalent au ¼ de la population totale du gouvernorat à l'horizon 2050 que le chef-lieu pourrait chercher à atteindre, mais qu'il ne s'agirait pas de dépasser afin que cela ne soit pas aux dépens des autres villes du tissu urbain.

Tableau 11: Evolution de la population gouvernorats de l'Ouest

	Jendouba	Le Kef	Beja	Siliana	Kairouan	Kasserine	Sd Bzd
Population actuelle	45.000	55.000	62.000	31.000	130.000	84.000	49.000
Seuil de Métropolisation	80.000	50.000	70.000	45.000	150.000	120.000	120.000
Marge de progrès	+78%	-9%	+13%	+45%	+15%	+43%	+145%

***Source** : INS + Calcul Consultant*

Tableau 12: Evolution de la population gouvernorats du Sud

	Gafsa	Tozeur	Kébili	Gabès	Médenine	Tataouine
Population actuelle	95.000	37.000	21.000	131.000	71.000	67.000
Seuil de Métropolisation	90.000	35.000	45.000	110.000	150.000	40.000
Marge de progrès	-5%	-5%	+119%	-16%	+111%	-40%

***Source** : Lins = Calcul Consultant*

Il ressort du précédent tableau les éléments suivants :

- Un 1er Groupe 1 de cinq (5) Chef-lieu de Gouvernorats « saturés » : **Le Kef, Gafsa, Tozeur, Gabès et Tataouine**, dont la population actuelle dépasse leur propre niveau démographique de métropolisation et ainsi tout accroissement (de leur population) se fera aux dépens des autres villes du Gouvernorat ;
- Un 2ème Groupe de quatre (4) Chef-lieu de Gouvernorats qui ont encore une *certaine* marge de croissance démographique avant d'atteindre le seuil de métropolisation : **Béja, Siliana, Kairouan et Kasserine** ;
- Un 3ème Groupe formé d'un (1) seul chef-lieu de Gouvernorat, **Jendouba**, qui dispose d'une marge importante d'accroissement démographique avant d'atteindre le seuil de métropolisation ;
- Un 4ème Groupe de trois (3) Chef-lieu de Gouvernorats qui disposent d'une marge de progression *importante* en termes démographiques avant d'arriver au seuil de métropolisation : **Sidi-Bouzid, Kébili, Médenine**.

Pour le Groupe 1, dont les différentes capitales régionales ne seront pas dans la capacité d'attirer davantage de population sans nuire à l'équilibre de l'armature urbaine du Gouvernorat dans son ensemble, il s'agirait d'aller dans les deux sens de consolidation concomitante : aussi bien du Chef-lieu de Gouvernorat que celui de ses autres villes.

Pour le Groupe 2, l'ensemble de l'armature urbaine trouve un intérêt dans la progression démographique jusqu'à l'atteinte du seuil de métropolisation par le Chef-lieu de Gouvernorat, tout en continuant l'appui aux autres villes.

Pour le Groupe 3 formé de la seule ville de Jendouba, il reste une marge importante de croissance démographique pour la ville chef-lieu de Gouvernorat avant d'atteindre le seuil de métropolisation, dont l'aboutissement constitue un facteur favorable à l'ensemble de l'armature urbaine du gouvernorat et son développement socioéconomique ; cette ville présente ainsi des atouts favorables pour un développement socioéconomique accéléré à retombées régionales et nationales positives.

Pour le Groupe 4 formé de **Sidi Bouzid, Kébili et Médenine,** bien que chacune de ses villes dispose d'une importante marge démographique de métropolisation, cela se présente pour des configurations fort différentes, avec le cas de Sidi Bouzid dont la marge de métropolisation provient de l'extrême faiblesse urbains du gouvernorat (ou de sa ruralité prépondérante), alors que pour Kébili et Médenine il s'agit d'un cas inverse, de fortes dynamiques urbaines concurrentes à celle du chef-lieu de Gouvernorat et donc de faible marge de progression pour ces deux dernières villes.

Cette classification aura son importance en termes d'orientation des politiques de développement, des choix sectoriels et d'identification des besoins en infrastructures et services énergétiques, de transports, d'AEPA et de TIC.

Pour un Gouvernorat tel que Sidi Bouzid, il s'agit d'une région qui connait une trop forte pression sur l'agriculture irriguée, alors que sa capitale régionale a besoin d'une certaine « libération de la main-d'œuvre en provenance du rural », pour appuyer son propre développement métropolitain.

Ce qui précède montre également l'« handicap démographique » que va subir le Nord-ouest, la population future de ses 4 capitales régionales sera autour d'un seuil moyen de 60.000 habitants, alors que ce même ratio, qui est également seulement de 55.000 habitants pour le Sud-Ouest, sera de 100.000 habitants pour le Sud-Est et 130.000 habitants pour le Centre-Ouest.

La vision du développement à l'échelle des Grandes régions, tel que cela a été conduit jusque-là dans le cadre de l'étude Eau 2050, montre que la balance du dynamisme socioéconomique pourrait balancer en faveur du Centre-Ouest et du Sud-Est aux dépens du Nord-Ouest et du Sud-Ouest en l'absence de stratégies « correctives » et cela pour des antécédents historiques de choix de développement dont il ne sera pas très aisé d'en inverser les tendances.

Toutefois, afin de pallier aux limites de l'espace « Gouvernorat », pour se reporter à l'échelle plus porteuse de la « Grande région » (NO, NE, CO, CE, SO et SE), il s'agirait de revenir aux différentes stratégies d'aménagement du territoire déjà tentées en Tunisie, que ce soit via le concept des « Pôles Régionaux de Développement » du SNAT 1984 ou de l'option en faveur de la « Littoralité compétitive » du SNADT qui a suivi, pour se rendre compte que le modèle gravitaire du « littoralisme compétitif » qui a prévalu, a laissé tels quels les problèmes de l'aménagement du territoire manqué et du développement régional tronqué.

Ce double échec avait inspiré à feu Habib Attia le concept de « Ligne Médiane », qui se voulait être une sorte de compromis entre l'idée manquée de création de métropoles à Jendouba, Le Kef, Kasserine et Gafsa et la réalité de la prépondérance de la ligne Bizerte-Sfax.

Il s'agirait d'une idée qui pourrait être reprise sous la forme de « Ligne Médiane Stratégique (LMS) » qui n'oppose pas la « littoralité » à la « continentalité » mais en recherche l'intégration et la synergie.

En partant du découpage actuel en 6 Grandes Régions économiques et en commençant par le Sud, il apparait que Sud-Ouest et Sud-Est se trouvent dans des logiques de développement déconnectées, à l'exception de la transformation du minerai de phosphates en sortie de la région de Gafsa dans les usines chimiques de Gabès.

En effet, Gabès, dotée d'un port, d'un aéroport, d'une autoroute et d'un réseau ferroviaire, occupant une place centrale entre le Sud-Ouest et le Sud-Est, reste sans effet développementaliste notable sur le Sud pris dans son ensemble.

S'appuyer sur Gafsa située à son nord-ouest et Médenine située à son sud-est, Gabes devrait devenir « LA » métropole d'intégration du Sud. Avec la perspective du retour de la Libye au développement, complémentarité et coopération, le Sud peut ainsi muter vers une nouvelle donne de son Histoire développementaliste et territoriale.

Au service du Sud, Gabes devrait mettre en place un espace d'intégration et de synergie accueillant les institutions d'intégration régionale, une université de haut niveau scientifique et technologique d'au moins 30.000 étudiants, un complexe hôtelier de très haut standing, un CHU et des cliniques privées modernes, un complexe sportif, une Cité culturelle, la mise en place de liaison télécom très performantes, des centres de formation modernes, un complexe bancaire porté sur la promotion de projet et le développement, un plateforme logistique desservant l'import-export et le marché national.

En remontant vers le Centre, ce serait à Kairouan de jouer un rôle similaire à Gabès dans la problématique de l'intégration Centre-Ouest / Centre-Est. Kairouan est en train de se faire absorber par le Sahel sans récolter de dividende de cette intégration, alors que, d'un autre côté, cette composante territoriale est en train de perdre le rôle intégrateur à l'échelle du Centre-Ouest.

Toujours dans l'optique six (6) régions économiques, appelée toutefois à évoluer, le fait d'accorder à Kairouan un statut à l'échelle du « Centre » similaire à celui de Gabes pour le Sud devrait être capable de rendre à cette capitale historique sa brillance d'antan et surtout développer la « régionalité » du Centre-Ouest, dans le sens de disposer d'une capacité de développement endogène de valorisation du potentiel et d'émergence d'innovation.

La dotation de Kairouan des mêmes dispositifs de promotion et d'élévation de son niveau d'attractivité tel que présenté pour Gabès, devrait aller dans le même sens du développent régional conséquent sur la base les principes avancés précédemment.

Le cas du Nord-Ouest se présente sous un jour différent, s'agissant dans ce cas de pouvoir expliquer le déclin démographique subi par cette grande région et le défi de sortir de ce genre d'ornière

Depuis très longtemps, en effet, le Nord-Ouest a servi d'arrière-cour sociodémographique pour la capitale, avec notamment des quartiers entiers du Grand Tunis à majorité d'habitants provenant du Nord-Ouest, sur la base de vagues successives datant des années trente du siècle dernier et continuant jusqu'à nos jours.

L'une des conséquences de ce type de rapport à la capitale a été la non-émergence d'une métropole pour le Nord-Ouest, chaque chef-lieu de Gouvernorat d'une part jouant sa propre partition en rapport avec son propre espace régional et, d'autre part, évoluant dans le cadre de sa propre liaison directe avec Tunis, faite d'un partage des rôles dans lequel les commandes échappent totalement au gouvernorat en question.

Cela avait amené le SNAT de 1984 à « choisir Jendouba, en appui sur Béja et Le Kef », en tant que solution de multi-métropolitaine pour une meilleure endogénéisation du développement, une formule qui n'a pas donné d'effet dans la pratique.

Cela devrait amener le Nord-Ouest à penser à un « Centre de Co-Synergie Régionale (2CSR) » pour lequel le site de Dougga-Teboursouk présente des atouts de conviction. Sachant que, comme pour des solutions similaires ailleurs, le concept de « Ville nouvelle » devrait convenir pour promouvoir une fonctionnalité adaptée aux enjeux de l'intégration du Nord-Ouest :

- Par une transformation du site « Ville Nouvelle de Co-Synergie Régionale du Nord-Ouest » permettant de dépasser les contraintes actuelles d'intégration, par l'acceptation d'un site qui présente l'immense avantage d'être le plus proche à la fois de la Capitale nationale et de chacun des chef-lieu des 4 Gouvernorats.
- Par ailleurs, Dougga-Teboursouk peut exprimer également une vocation historico-culturelle très riche, pouvant contribuer à davantage affirmer la particularité du Nord-Ouest dans son apport spécifique irremplaçable à la personnalité tunisienne.

L'une des conséquences de la vision tronquée d'aménagement du territoire qui a continué à prévaloir est liée à la configuration des grands axes et réseaux et d'échange.

Si on laisse de côté la liaison autoroutière Tunis-Bizerte, le reste du dispositif autoroutier, censé être fortement structurant pour le cas de la Tunisie comme pour n'importe quel autre pays, se présente sus une « forme en Z », allant de l'axe d''entrée-Nord-Ouest par l'Algérie et celui de la sortie Sud-Est vers la Libye avec ce qu'il y a entre les deux comme liaison Nord-Sud Tunis-Gabès, soit « une ligne autoroutière de contournement littoralisant du territoire ».

Cela reflète l'absence d'objectif de maillage de ce réseau « tronqué ». Les « corrections » sur le point d'être introduites au moyen des projets d'autoroute vers Kairouan-Sidi Bouzid- Kasserine et Gafsa, d'un côté, et Le Kef de l'autre, correspondent à une autre logique transversale, de drainage Ouest-Est, alors que le tout aurait dû être complété par un Axe Médian, tel que présenté précédemment, avec, en plus, la prise en compte de l'Axe du flanc Ouest de la Tunisie, de direction Nord-Sud et allant de Tabarka à Tozeur, tel que cela avait été prévu par le SNAT 1984 mais non concrétisé. La structuration de l'espace territorial Tunisien se révèle ainsi sans vision, laissée à une conception et une gestion aux grés des tendances changeantes des conjonctures politiques.

II.6 Les Enjeux des choix de développement sectoriel

II.6.1 Le nouveau comportement sectoriel ayant résulté du « trop long stress de gouvernance non optimisée »

Dans ce qui suit le comportement des secteurs, suite au « niveau de stress de gouvernance très élevé » provoqué par le 14 janvier 2011. Le poids des secteurs a été ramené au « PIB au coût des facteurs », qui représente la somme des valeurs ajoutées sectorielles sans l'ajout des « impôts indirects moins les subventions » qui donnent l'habituel « PIB aux prix du marché ». Ce genre de calcul représente mieux le poids sectoriel.

Tableau 13: Evolution des poids sectoriels dans le PIB entre l'avant et l'après 14 janvier 2011

	Agri	IM	Agri + IAA	IM -IAA	Phosph	Pétrole	El&Gz	AEP
Période 2004-2010	10,5%	20,4%	15,1%	15,9%	0,8%	6,4%	1,3%	0,4%
Période 2011-2017	10,0%	16,7%	13,1%	13,6%	0,6%	5,2%	1,2%	0,3%

	BTP	Commer	Transp	PTT	Tours	Finance	Serv Publ
Période 2004-2010	5,6%	9,6%	7,3%	4,9%	5,9%	3,9%	14,4%
Période 2011-2017	4,6%	9,6%	7,4%	4,9%	4,4%	4,3%	19,1%

Source : *INS + Calcul Consultant*

De ce qui précède ressort une série de constats, dont principalement :

i. Des secteurs tels que le commerce ou le transport qui « collent » au PIB indépendamment de la période considérée, et reflètent ainsi, comme il devrait en être attendu, « le niveau général de l'activité » ;

ii. Des secteurs qui ont souffert du stress en question, en premier lieu les « Industries Manufacturières », qui ont perdu près de 4 points de PIB entre les 2 périodes, ce qui est absolument considérable, traduisant un quasi-changement structurel de l'économie ;

iii. Dans le même ordre d'idées il s'agirait de citer le « Tourisme » qui perd 1,5 points de PIB, ce qui est également très important en prenant en compte son poids relatif dans le PIB ;

iv. Le cas des phosphates est à part étant donné le poids trop faible dans le PIB, alors que l'effet négatif est plus saisi à travers l'industrie chimique, dont l'évolution négative a été saisie par celle des « Industries Manufacturières » ;

v. Le BTP, dont l'important effet sur l'emploi est connu, a également été vers la baisse, par la perte d'un point de PIB ;

vi. L'Agriculture, qui constitue une thématique d'intérêt de premier ordre pour Eau 2050, a plutôt relativement bien résisté, même si cela n'a pas empêché la perte d'un demi-point de PIB ;

vii. Il a été également « confectionné » deux autres agrégats sectoriels à savoir : « Agriculture + IAA » et « Industrie Manufacturière - IAA », pour tenter de rendre compte de la plénitude de l'activité agricole, y compris la transformation qui lui est liée ; il en résulte que, d'un côté, les entités économiques « Agriculture + IAA » et « Industrie Manufacturière - IAA » deviennent très proches, ce qui devrait avoir pour conséquence de relativiser la différence entre Agriculture et Industrie en Tunisie ; sur un autre plan, si le comportement de l'« IM-IAA » est le même que l'IM, l'« Agriculture + IAA » résiste moins que l'Agriculture, en raison de l'effet « Fruits (hors olives) + Légumes » moins concernés par la transformation et dotés d'une meilleure stabilité de croissance alors que les céréales et l'olive à huile sont à la fois plus concernées par la transformation et avec des productions plus aléatoires à cause de leur mode pluvial dominant.

II.6.2 Perspectives sectorielles à très long terme

La perspective à long terme se posera en termes de choix sectoriels dont l'impact sur le PIB, l'emploi, les échanges extérieurs et l'aménagement du territoire sera déterminant.

Parmi tous les secteurs, l'industrie et l'agriculture seront non seulement particulièrement influents sur la structure globale du PIB mais, en plus, historiquement les gains de productivité acquis par les économies avancées l'ont été par la transition rural-urbain et agriculture-industrie.

Pour les perspectives sectorielles à long terme il serait question de recourir à des « comparateurs » par le biais de groupes de pays de profil développementaliste pouvant être soit proche de celui de la Tunisie, soit s'en distinguant, pour montrer le genre de contraste que cela fait apparaitre.

Par ailleurs, le recours à la Database de la Banque mondiale pour disposer de données homogènes oblige à l'utilisation d'un agrégat « Industrie » globalisant qui regroupe à la fois les « Industries Manufacturières » et les « Industries Non Manufacturières ».

Sur cette base, l'évolution de la part de l'Industrie dans le PIB a été la suivante :

Tableau 14: Evolution comparée de la part en % de l'Industrie dans le PIB

	1984	2003	2008	2009	2011	2019
Tunisie	33,5%	25,3%	31,5%	27,8%	29,8%	22,7%
Maroc	30,8%	26,0%	26,8%	24,2%	26,6%	25,3%
Turquie	25,6%	24,8%	26,1%	24,0%	26,8%	27,2%
Malaisie	39,2%	46,6%	45,1%	41,0%	39,8%	37,4%
Corée du Sud	34,5%	33,1%	32,5%	32,9%	34,5%	32,8%

BM + Calcul Consultant

Il ressort de ce qui précède les éléments suivants :

b. Pour la période 1984-2011 :

   i. Il y a 2 deux profils industriels très distincts, un 1er « profil industriel de type méditerranéen du sud et de l'est (MSE) formé du Maroc & Turquie, avec une part de l'industrie de 26% (sur l'ensemble de la période 1984-2911) et, un 2ème « profil industriel de type asiatique », avec une part de l'industrie de 38%, soit un écart trop important de 12 points ;

   ii. La Tunisie, avec 30% de part de l'industrie dans le PIB, reste certes plus proche du profil MSE mais avec un écart favorable de + 4 points qui pourrait correspondre au « plus énergétique » provenant des hydrocarbures ;

c. Pour l'année 2019 :

   i. L'écart, entre MSE et Asie reste important mais est ramené de 12 à 9 points (26% contre 35%) ;

   ii. Pour la Tunisie la part de l'industrie a perdu 7 points en passant de 30% à 23%, soit de 3 points plus bas que la MES mesurée par Maroc & Turquie (après avoir été 4 points plus haut pour la période d'avant).

Ainsi, en termes de perspectives, on peut, dans un premier temps, considérer que jusqu'à l'horizon 2030, l'**industrie manufacturière** tunisienne aura juste à récupérer les points perdus par la transition pour revenir à **une part de 20% dans le PIB**.

Au-delà de 2030, même si la Tunisie ne passera pas à un modèle asiatique cela n'empêchera pas une progression de 5 points pour l'industrie manufacturière **pour atteindre 25% du PIB en 2050**.

Comme annoncé supra, cette évolution sera souhaitable pour lever d'autres contraintes liées à l'emploi, la modernisation technologique, l'indépendance économique, l'intégration inter-secteurs et intra-branches, la valorisation des produits locaux, l'équilibre des échanges extérieurs et l'aménagement du territoire.

Pour l'approche par « comparateurs » concernant l'agriculture le tableau suivant a été élaboré :

Tableau 15: Evolution comparée de la part en % de l'Agriculture dans le PIB

	1965	2010	2019
Tunisie	20,8%	7,5%	10,4%
Maroc	23,4%	12,9%	12,2%
Turquie	46,1%	9,0%	6,4%
Malaisie	31,0%	10,0%	7,3%
Corée du Sud	37,2%	2,1%	1,6%

***Source BM + Calcul** Consultant*

On relève d'un côté le « trend universel » de baisse continue de l'agriculture dans le PIB, excepté le contexte Tunisien d'après-2011 et, d'un autre côté, l'aboutissement actuel de cette tendance à un différentiel de 8 points entre les deux modèles « méditerranéen MSE » et « asiatique ». Sur la base ce qui précède on pourrait retenir pour la perspective d'avenir « **une défense de sa place par l'agriculture autour de la position de 7,5% pour 2050 »**, les besoins en main-d'œuvre de l'industrie viendraient dans ce cas en partie seulement de l'agriculture, le reste provenant de l'informel.

L'une des conséquences de ce qui précède se trouve dans la réalisation par l'agriculture pour les périodes 2021-2025, 2026-2030, 2031-2040 et 2041-2050 des taux de croissance de la production de : 3%, 4%, 3% et 2,5%, alors que l'industrie manufacturière aura à réaliser sur les mêmes périodes les taux de croissance de la production suivants : 6%, 7%, 6% et 5,5%.

II.7 Les Enjeux du modèle agricole et agroalimentaire ciblé à l'Horizon 2050

La question agricole et agroalimentaire est à l'origine d'enjeux de premier ordre pour le problème de l'eau, en raison de la part de 80% des ressources d'eau bleue dédiées à l'irrigation. Les questions soulevées par lesdits enjeux concernent plusieurs aspects, dont principalement les 7 objectifs suivants :

i. Promouvoir un modèle agricole compatible avec les objectifs de satisfaction des besoins alimentaires et de santé publique ;

ii. Assurer la sécurité alimentaire ;

iii. Promouvoir un échange en produits agricoles et agroalimentaires favorable en termes de balance d'eaux virtuelles ;

iv. Assurer la valorisation de l'eau verte ;

v. Garantir la protection des revenus des petits et moyens exploitants ;

vi. Garantir la protection du pouvoir d'achat des consommateurs à faible revenus ;

vii. Assurer la protection des écosystèmes au moyen d'une agriculture durable.

II.7.1 Le modèle agricole « compatible »

L'objectif d'un modèle agricole « compatible » serait d'être en harmonie avec d'un côté la dynamique des besoins et d'un autre côté le potentiel des ressources. Etant entendu que les besoins sont à la fois économiques, sociaux et écologiques.

II.7.2 La sécurité alimentaire

La définition formelle et consacrée, notamment par les organismes internationaux multilatéraux, de la sécurité alimentaire concerne la maitrise du risque de rupture d'approvisionnement, y compris par le recours à de l'importation. Ce genre de définition passe sous silence le cas de blocage de l'échange et de la pression politique ou militaire qui peut en résulter. Par ailleurs, tel que cela ressort d'une étude prospective horizon 2030 de la « Sécurité alimentaire et le développement des exportations agricoles », le concept de sécurité alimentaire est saisi à travers la balance commerciale agricole, alors que l'on n'en voit pas le rapport, la sécurité alimentaire pouvant également être envisagée sous cet angle strictement commercial pour un pays uniquement exportateur de pétrole.

Par ailleurs, pour des produits présentant une apparence d'autosuffisance tel que l'aviculture, il n'est pas indiqué, les concernant, un « bilan devises », capable de montrer la dimension import dans cette autosuffisance, pouvant faire apparaitre que pour ladite aviculture il ne s'agirait dans l'ensemble que d'une importation déguisée. Pourtant le MARHP dispose d'une étude sur la compétitivité des produits agricoles montrant par exemple, que pour le cas du lait, bien que l'on atteigne l'autosuffisance, l'on ne dispose d'une position de compétitivité que lorsque cela est intégré à la production locale de l'aliment pour bétail.

Pour des produits considérés comme « stratégiques » comme les céréales, le sucre, les huiles végétales, la viande et le lait, il s'agirait d'identifier un niveau de production « acceptable » en termes de sécurité alimentaire, d'un côté parce que cela couvre une part importante des besoins et d'un autre côté parce que cela n'est pas réductible à une importation déguisée. Ainsi, pour les céréales, qui constituent de ce point de vue le produit le plus sensible, et en considérant seulement l'aspect quantitatif de la production, on pourrait considérer qu'assurer un niveau de production couvrant au moins 2/3 des besoins serait envisageable. En plus, pour ce qui n'est pas satisfait par la production locale, il s'agirait de développer une double stratégie de « diversification » des pays origine de l'importation et d'accroissement des capacités de stockage pour maitriser au mieux les risques.

A ce genre d'orientation pourraient y être accrochées d'autres, tel qu'une une éducation alimentaire de modération de produits d'origine céréalière et un plus grand recours aux légumineuses, légumes et fruits, ou encore la lutte contre le gaspillage.

II.7.3 Recours à la balance en eaux virtuelles pour compléter la vision de l'échange agroalimentaire

Dans l'« Etude prospective de la sécurité alimentaire et le développement des exportations agricoles à l'Horizon 2030 » il n'est nullement fait allusion à la « Balance Eaux Vertes », alors que cela est de plus en plus pris en considération dans la réflexion d'avenir concernant l'agriculture au temps du risque climatique.

Toutefois, il s'agirait de relever une certaine ambiguïté dans la mise en parallèle entre « Balance Eau Verte » et « Sécurité alimentaire ». En effet, lorsque l'on considère les deux produits tunisiens les plus significatifs en matière d'échange : les céréales à l'import et l'huile d'olive à l'export, ils se présentent tous les deux avec une « emprunte eau » favorable. Ainsi, l'importation de céréales à partir de pays où ces produits présentent un « avantage eau virtuelle » par rapport à la Tunisie devrait constituer du point de vue bilan en eaux virtuelles une opportunité, alors que cela risque de se heurter à l'objectif de sécurité alimentaire et ce qui en doit découler comme principe de production maximale de céréales en interne.

II.7.4 Valorisation de l'eau verte

Il s'agit d'un point crucial du modèle agricole tunisien, en rapport notamment avec les contraintes du potentiel hydrique. En effet, avec une utilisation de l'eau bleue à hauteur de 80%, l'agriculture irriguée s'avère d'un coût très élevé pour la collectivité, non couvert par l'apport de ce segment de l'agriculture, alors que l'agriculture pluviale, d'un coût d'intervention, notamment au moyen de la CES, nettement plus faible, arrive à assurer au moins les deux tiers de la production.

Néanmoins, du point de vue de l'exploitant, pour les agriculteurs qui arrivent à disposer de l'eau d'irrigation, les revenus à l'hectare tirés du système irrigué sont non seulement très supérieurs à ceux en provenance du pluvial, mais présentent également l'immense intérêts d'être, a priori, soustraits à l'aléa climatique.

La trop forte préférence pour l'irrigué, nettement plus viable pour l'exploitant mais de plus en plus intenable pour la collectivité, interpelle l'ensemble de l'approche du développement agricole, avec l'obligation de sortir de ce dilemme.

Cela appelle à une rénovation totale de la pensée agricole pour réduire la mentalité « extraction minière » qui régit trop souvent l'activité et œuvrer à l'avènement d'un système qui réconcilie entre l'homme, la ressource et les cultures, au moyen d'une vision voulant certes tirer le meilleur parti des ressources, mais dans le cadre d'un respect conséquent des limites d'exploitation de la terre et du droit des générations futures.

Avec des prix libres et une eau d'irrigation hyper subventionnée, l'agriculture irriguée exerce une trop forte attraction jusqu'au-delà de la limite d'exploitation des ressources, malgré l'effort national de politique d'économie de l'eau mise en œuvre depuis 20 ans.

Alors que, face à cela, le mode en pluvial du céréalier reste régi par une politique de prix administrés, calés sur de prix internationaux obtenus à partir de systèmes hyper productifs où les rendements céréaliers de pays exportateurs atteignent 54 q/ha en Argentine, 69 q/ha de la France et 83 q/ha des USA, soit une moyenne pour ces trois pays (qui correspond au rendement obtenu par la France - de 69 q/ha -) à comparer avec les 15 q/ha de la Tunisie, c'est-à-dire 4,6 fois plus. Avec un prix de 23 dollars - l'équivalent de 66 dinars - le quintal de céréales, blé dur, blé tendre et orge confondus, la rentabilité reste hors de propos pour l'exploitant tunisien moyen qui doit dépenser 1.400 D/ha pour couvrir tous les frais de production alors que les 15 q/ha ne lui rapportent que 1.000 D, soit une perte sèche de 400 D/ha. C'est-à-dire que l'agriculteur céréalier ne devient gagnant que quand il arrête de faire de l'agriculture.

La refondation de l'agriculture pluviale et de la valorisation de l'eau verte passe par un réexamen de fond de la politique publique agricole, au moyen de politiques de prix, de CES, d'appui direct à l'exploitant par le conseil et l'encadrement et la mitigation du risque par l'assurance, à même de modifier en profondeur la vision qu'ont les exploitants agricoles de l'agriculture pluviale, trop souvent dévalorisée et en conséquence délaissée au bénéfice de l'irrigué lorsque des opportunités eau et sol se présentent.

Bien que le phénomène inverse et paradoxal peut se présenter, lorsque des « exploitants » disposant d'opportunités d'irrigation dans les PPI préfèrent s'« abstenir » et recourir au pluvial parce que moins exigeant en main-d'œuvre et en présence active sur l'exploitation.

II.7.5 Protection des revenus des petits et moyens exploitants

L'agriculture englobe un volet social déterminant, lié au fait que 75% des exploitants ont moins de 10 ha, pour une superficie totale représentant 25% des superficies agricoles. L'extrême insuffisance des revenus tirés de l'agriculture en pluvial, ajouté au caractère trop aléatoire de l'influence climatique, font que l'agriculture est dans l'ensemble source de pauvreté, précarité et instabilité sociale, à l'origine à la fois de la migration, le vieillissement et une certaine imperméabilité à l'innovation.

Dans les économies avancées la spécificité socioéconomique et territoriale de l'agriculture est conséquemment prise en charge par principalement deux voies : la subvention directe et indirecte au moyen du Budget de l'Etat (et celui de l'UE pour le cas européen) et l'organisation syndicale et associative très poussée et proche des exploitants pour tenter la prise en charge en commun et solidaire des problèmes collectifs.

Avec les questions de protection de la biodiversité et du risque climatique, l'encadrement de l'agriculture et de la paysannerie prend de nouvelles dimensions, justifiant plus d'engament de la part de la collectivité auprès d'un secteur qui commande dans une large part le concept de la durabilité territoriale, sociale et environnementale.

En mettant jusqu'à 40% des moyens de l'Etat dans l'hydraulique, certes pour l'eau potable mais à hauteur de 80% d'usage des eaux pour l'irrigation d'une superficies équivalent à 7% des superficies labourables, il ressort de la politique publique appliquée au domaine de l'agriculture un moindre intérêt accordé au système pluvial, ce qui a contribué à une plus grande précarisation des petits exploitants sans que l'agriculture des exploitations de plus de 50 ha occupant 34% des terres puisse réaliser le rehaussement général nécessaire de la performance du secteur agricole dans son ensemble.

Sur la base de ce qui précède l'enjeu agricole restera lié de manière importante à la conception et la mise en œuvre d'une « Nouvelle Politique Agricole Inclusive et Durable (NPAID) », sous la forme d'une contractualisation Etat-Territoire-Association-Exploitant basée sur les principes suivants :

i. Mise en place de structures associatives représentatives, compétentes, participatives et efficaces pour structurer, institutionnaliser et pérenniser le partenariat

ii. Renforcement en effectifs et en qualifications du personnel de conseil et d'encadrement

iii. Concevoir et mettre en œuvre une politique de CES efficace et efficiente aboutissant à une réelle protection contre l'érosion, la dégradation et la perte de ressources

iv. Développer l'assurance contre l'effet anti-production de l'aléa climatique

v. Mettre en place une réelle politique d'orientation des choix culturaux des exploitants vers les assolements compatibles avec les objectifs nationaux de la sécurité alimentaire

vi. Agir, à partir des structures de coûts et de prix à la production par type d'exploitation et étage bioclimatique, de manière à assurer un revenu motivant pour l'exploitant

vii. Renforcer et systématiser les politiques de PDRI, PDL, PADIT tout en évitant le saupoudrage.

II.7.6 Protection du pouvoir d'achat des consommateurs à faibles revenus

Comme partout dans le monde, la politique publique agricole, en se trouvant à la confluence d'une multiplicité de contraintes, liées aux fluctuations des prix internationaux des produits agroalimentaires, la sécurité de l'approvisionnement national, la montée des prix des équipements et des intrants (sensibles notamment concernant la Tunisie à la valeur du Dinar en monnaies convertibles), la génération de revenus suffisants pour le maintien de l'activité et la protection du pouvoir d'achat des familles aux revenus modestes, fait l'objet de batteries de dispositions tendant à lever le plus contraintes dans le cadre du plus de cohérence.

C'est pourquoi, plus que pour tout autre domaine, la politique publique de développement agricole doit être l'émanation de la concertation, dans le but de minimiser les risques des parties impliquées et d'en augmenter les avantages, sans que cela soit producteur de nouveaux déséquilibres néfastes à l'inclusivité, la durabilité et l'efficacité.

II.7.7 Protection des écosystèmes par l'agriculture durable

Malgré les efforts fournis depuis soixante-cinq ans de développement postindépendance, cela n'a pas pu empêcher une dégradation avancée des écosystèmes par l'érosion, la désertification, la pollution et la salinisation.

L'état actuel des ressources est contraignant pour toute stratégie de développement à très long terme en l'absence d'un changement radical dans la manière de faire dans le domaine.

La composante hydrique est souvent au cœur de la question de la gestion des ressources et la sauvegarde des écosystèmes, que ce soit par la pression sur lesdites ressources notamment pour ce qui est des aquifères ou en raison des rejets. La pollution d'origine industrielle et urbaine contribue également à l'aggravation de la situation.

Le changement climatique à l'œuvre va complexifier davantage la donne et la politique publique agricole ne peut pas échapper à une refondation de sa vision, sur la base d'une admission de la « centralité » de la préoccupation environnementale, qui doit devenir le critère à l'aune duquel tout sera conçu et mis en œuvre.

II.7.8 Apports Spécifiques de l'Irrigué et du Pluvial dans la Croissance Agricole

Il a été avancé supra que la croissance du secteur agricole d'ici 2050 devrait avoir le profil suivant. Pour les périodes 2021-2025, 2026-2030, 2031-2040 et 2041-2050 les taux de croissance de la production agricole devraient être de : 3%, 4%, 3% et 2,5%.

Toutefois, l'apport de l'irrigué, qui a bénéficié sur le long terme d'un effort d'investissement de près de 40% de l'ensemble de l'investissement public du secteur, est appelé à avoir un sentier de croissance se situant à un niveau au-dessus de celui du pluvial. Les anticipations de croissance devraient être ainsi en moyennes annuelles de : 4%, 5%, 4% et 3,5% concernant le secteur irrigué pour les périodes 2021-2025, 2026-2030, 2031-2040 et 2041-2050 et de : 2%, 3%, 2% et 1,5% concernant le mode pluvial pour les mêmes périodes.

Sur cette base la production du pluvial de 2050 devra être supérieure de 81% à celle de 2020, alors que la production de l'irrigué de 2050 est appelée à dépasser de 224% celle de 2020.

Cela signifie que la rationalisation et l'intensification doivent devenir les maitres mots du secteur irrigué, qui doit être capable de justifier les efforts consentis par la collectivité, tout en assurant des conditions favorables de croissance minimale et de durabilité pour le pluvial.

II.8 Les perspectives de l'emploi

L'élasticité PIB/emploi en Tunisie est en moyenne de 0,54, c'est-à-dire qu'1 point de plus de PIB génère 0,54 point de plus d'emploi.

Tableau 16: Population active, demande et offre d'emploi aux Horizons d'Eau 2050

	2020	2025	2030	2040	2050
Croiss annuelle moyenne du PIB de la période	-	4%	5%	4%	3,5%
Accroiss annuel moyen de la pop active occup	-	2,15%	2,70%	2,15%	1,90%
Accroiss annuel moyen de la population active	-	1,25%	1,35%	1,45%	1,55%
Effectifs de la population active	4.158.500	4.483.100	4.833.100	5.617.000	6.528.200
Demande supplémentaire annuelle d'emplois	-	64.920	70.000	78.390	91.120
Effectifs de la population active occupée	3.433.400	3.818.700	4.362.800	5.397.000	6.514.700
Création nette annuelle d'emplois	-	77.060	108.820	103.420	111.770
Nombre de chômeurs	725.100	664.400	470.300	220.000	13.500
Taux de chômage	17,4%	14,8%	9,7%	3,9%	0,2%

***Source : INS + Calcul** Consultant*

Sur la base de ce qui a été retenu comme perspective de croissance du PIB aux différents horizons Eau-2050 et de l'élasticité PIB/emploi il ressort une perspective de croissance annuelle du volume d'emploi de, respectivement, 2,15%, 2,70%, 2,15% et 1,90% pour les 4 périodes délimitées par lesdits horizons.

Pour la population active, cela dépend de deux tendances contradictoires, la première vers la baisse est liée à la croissance démographique générale de la population, alors que la deuxième, vers la hausse du taux de croissance de la population active, provient du plus d'introduction des femmes sur le marché de l'emploi. Sur cette base il a été retenu un taux d'accroissement stabilisé de la population active, celui constaté entre 2004 et 2014, soit de l'ordre de 1,5% par an.

En partant de ce qui précède, la population active, de 4.158.500 en 2020, évoluera vers 4.483.100, 4.883.100, 5.617.000 et 6.528.200 en 2025, 2030, 2040 et 2050, soit un accroissement annuel moyen de la demande d'emploi pour les périodes 2021-2025, 2026-2030, 2031-2040, 2041-2050, de : 64.920, 70.000, 78.390 et 91.120.

Face à cette demande, l'offre annuelle d'emploi pour les mêmes périodes sera de : 77.060, 108.820, 103.420 et 111.770.

Le nombre de chômeurs en fin de période pour les 2020, 2025, 2030, 2040 et 2050 passera de 725.100 à successivement : 664.400, 470.300, 220.000 et 13.500, faisant ainsi apparaitre une baisse du taux de chômage de 17,4% à successivement : 14,8%, 9,7%, 3,9% et 0,2%. Le taux de 0,2% signifie la survivance du seul chômage dit « de friction » c'est-à-dire incompressible et qui correspond au temps d'ajustement entre offre et demande d'emploi.

Ainsi, même si le taux de chômage baisse d'ici 2025, cela restera à un niveau élevé étant donné les trop lourdes séquelles de la période 2011-2021, en 2030 cela devrait passer pour la première fois depuis des décennies en dessous de 10%, avant d'évoluer vers une très importante réduction du chômage dès 2040.

Globalement, pendant les 30 années de 2021 à 2050, la création potentielle de 3 .081.000 emplois, à raison de 102.700 emplois par an, permettra de répondre à la demande additionnelle formée des chômeurs de 2020, soit 725.100, et des 2.369.700 qui arriveront sur le marché de l'emploi d'ici 2050.

Concernant le caractère qui peut sembler « utopique » de la projection de l'emploi à l'Horizon 2050, il s'agit de rappeler que le BE a pris sur lui l'élaboration d'une esquisse de schéma de développement des 30 années à venir afin d'en tenir compte dans le cadrage d'EAU 2050. La croissance du PIB sur les 30 années à venir constitue un des paramètres principaux de cette esquisse. L'identification des taux de croissance a particulièrement pour objectif d'assurer le plein emploi au terme de la période. Cela a exigé la projection de deux agrégats socio-économiques entièrement déconnectées : d'un côté la « population active », déduite de la croissance démographique » et, de l'autre côté, « le volume d'emploi », déduit de l'élasticité PIB/emploi découlant du taux de croissance retenu. La confrontation de ces deux projections a abouti au chiffrage du chômage tel qu'indiqué précédemment, soit un chômage quasi nul en 2050, conforme ainsi à l'objectif de « plein emploi » tel qu'annoncé précédemment. Concernant ce niveau de chômage presque nul en 2050, il s'agirait de le considérer comme un défi au regard de la situation singulière d'un taux de chômage actuel de 18%, le double de celui du Maroc, qui est le même le double de plusieurs autres pays de l'Asie de l'Est (statistiques du BIT et de la BM). Ainsi, l'on a été habitué, pour le cas du modèle de développement tunisien d'être « choqué » non pas par le taux de chômage excessif mais par la perspective de plein emploi. Par ailleurs, il s'agirait de faire la différence entre le « chômage structurel » qui correspond à une inadéquation elle-même structurelle entre offre et demande d'emploi et qui est objet de la projection en question et le « chômage frictionnel » qui correspond à une inadéquation temporelle entre offre et demande d'emploi pouvant atteindre 3% de la population active et relativiserait ainsi ce qui a été annoncé comme un taux de chômage nul.

Reste à savoir la manière avec laquelle la masse d'offre et de demande d'emploi va se segmenter socioéconomiquement et territorialement et l'effet sur les conditions d'adéquation.

Le niveau d'instruction constitue un indicateur important sur la nature de la demande d'emploi :

Tableau 17: Perspectives de la répartition de la population par niveau d'instruction

	1994	2017	2030	2040	2050
Prim/Analphab.	64%	40,5%	27%	17%	8%
Secondaire	29%	37,5%	42,5%	46%	45%
Supérieur	7%	22%	30,5%	37%	47%
Ensemble	100%	100%	100%	100%	100%

***Source : INS ° Calcul** Consultant*

Ainsi, en un peu plus d'un demi-siècle, l'« analphabétisme + niveau primaire », qui représentait presque les 2/3 en 1994, aura presque disparu en 2050, la part du secondaire passera de 29% à 45%, alors que le niveau supérieur deviendra prépondérant avec 47% après avoir été de 7% en 1994 !

Cela exprimerait une véritable « Mutation sociologique », avec le passage de la prédominance de la « Non-qualification » vers une structure où il devrait y avoir plus d'équilibre entre : « Ouvriers Qualifiés »/« Employés-Techniciens »/« Techniciens Supérieurs-Cadres moyens »/ « Cadres Supérieurs-Ingénieurs ».

Une telle tendance aura à relativiser l'idée que c'est l'offre d'emploi qui est surdéterminante par rapport à la demande. Ce qui explique le niveau actuellement élevé du chômage en Tunisie c'est ce genre de blocage dans la compréhension, source de rigidité. Le dysfonctionnement actuel du marché de l'emploi provient en grande partie du fait que la demande n'est pas prête à s'aligner à n'importe quelle condition de l'offre. Mais il s'agit d'une tendance non soutenable à long terme, l'économie étant appelée à finir par s'adapter au capital humain.

Tableau 18: Evolution historique intercensitaire de la distribution sectorielle de l'emploi

	1994	2004	2014	Tendance rétrospective de l'évolution de l'emploi sur le long terme (1994-2014)
Services marchands	600.000 (25,9%)	849.000 (29,8%)	1.091.000 (33,1%)	3,0%
Administration et services publics	385.000 (16,6%)	545.000 (19,1%)	718.000 (21,8%)	3,2%
Industrie manufacturière	456.000 (19,6%)	555.000 (19,4%)	603.000 (18,3%)	1,4%
BTP	306.000 (13,2%)	381.000 (13,3%)	476.000 (14,5%)	2,2%
Agriculture et Pêche	501.000 (21,6%)	461.000 (16,2%)	345.000 (10,5%)	- 1,8%
Mines et énergie	37.000 (1,6%)	34.000 (1,2%)	56.000 (1,7%)	2,1%
Autres et Nd	35.000 (1,5%)	29.000 (1,0%)	5.000 (0,2%)	-
Ensemble	2.321.000 (100,0%)	2.855.000 (100,0%)	3.296.000 (100,0%)	1,8%

Source : *INS + Calcul consultant*

Le fait que la tendance prospective, tel qu'avancé précédemment, plus volontariste au niveau de la croissance tout en restant réaliste, ait pu permettre d'anticiper une croissance annuelle de l'emploi de 2,2% au lieu du 1,8% constaté pour 1994-2014, cela devrait offrir la possibilité d'introduire des correctifs dans la dynamique comparative intersectorielle, avec l'objectif de :

a. Maitriser la croissance des services marchands trop dominés par l'informel ;

b. Modérer l'accroissement de l'emploi de l'Etat en fonction des moyens budgétaires disponibles, tout en rehaussant le niveau des services publics, en parallèle à la réduction des surcharges d'effectifs ;

c. Booster la croissance industrielle, source de structuration et de stabilisation et de durabilité ;

d. Protéger l'activité agricole du risque de la réduction de ses effectifs de moitié si la tendance constatée se maintenait.

Sur la base de ce qui précède l'emploi à l'Horizon 2050 est appelée à avoir la structure suivante :

Tableau 19: Evolution intercensitaire en perspective de la distribution sectorielle de l'emploi

	Structure sectorielle de l'emploi RGPH 2014		Structure sectorielle de l'emploi Horizon 2050	
	Effectifs	(%)	Effectifs	(%)
Services marchands	1.091.000	33%	2.226.000	34%
Administration et services publics	718.000	22%	1.465.000	22,5%
Industrie manufacturière	603.000	18%	1.320.000	20%
BTP	476.000	14,5%	1.042.000	16%
Agriculture et Pêche	345.000	10,5%	348.000	5,5%
Mines et énergie	56.000	2%	114.000	2%
Ensemble	3.296.000	100%	6.514.000	100%

***Source : INS + Calcul** Consultant*

Les résultats de perspective précédents font ressortir les éléments suivants :

i. Le fait qu'une part de l'agriculture de 5,5% dans l'emploi soit à rapporter aux 7,5% de PIB avancés supra reste admissible, avec la perspective d'amélioration de la productivité. Actuellement, en 2020, pour un pays à système agricole productif comme la France, l'agriculture est à 2,5% dans l'emploi et 7% dans le PIB.

ii. Les « services marchands » atteindront et probablement dépasseront les 2,226 millions d'emplois en 2050 et resteront le premier secteur employeur, tout en demeurant source de précarité sociale et mauvais contributeur à la fiscalité ; le secteur doit faire l'objet d'un effort continue de modernisation, contrôle et d'intégration ; son orientation vers un plus à l'export peut constituer un axe stratégique de développement ;

iii. L'« Administration et les services publics » sont appelés à doubler parce que les besoins sociaux restent très élevés, ce qui renvoie de nouveau à la question des moyens de l'Etat ;

iv. L'industrie manufacturière constitue le « fer de lance » de l'économie tunisienne, vu son poids dans l'exportation et l'importance des échanges commerciaux dans une configuration économique où l'import + export est égal au PIB ; quelques 720.000 emplois supplémentaires sont attendus du secteur pour les 30 années à venir, soit 24.000 emplois par an, ou encore 1.000 emplois par an et par gouvernorat, soit, en moyenne, une dizaine de projets (en création ou en extension) de 100 emplois par an et par gouvernorat ; il y a 10 banques valorisées à la Bourse en Tunisie ; cela reviendrait à 20 projets par banque-gouvernorat et par an ; à raison d'un coût d'investissement/emploi de 100.000 DT, le coût moyen d'un projet est de 10 millions de D, soit 200 millions de D pour 20 projets ; le PNB moyen par banque, soit son profit est de 500 millions de D ; il s'agirait ainsi d'en réserver seulement 40% pour de l'investissement profitable à la banque, au bénéfice de l'industrie, des régions, de l'export et de l'économie dans son ensemble !

v. Le genre de considération du point 'iv' précédent montre que si ce genre d'option peut poser quelques problèmes au niveau de l'équilibre des portefeuilles d'investissement des banques, cela devrait justifier la création d'une Banque des Régions, dont la vocation ne serait pas de remplacer le secteur bancaire en matière de développement régional mais seulement de l'épauler.

vi. Etant donné le sous-équipement du pays et le très grand déficit en logement, le secteur du BTP continuera à croitre et dépassera le million d'emplois en 2050 ; toutefois, il s'agit de savoir que c'est un secteur qui restera très générateur de précarité et fragilité sociale et constitue un véhicule important d'exode rural et de transition de l'agro-rural vers l'urbain-non-agricole ; par ailleurs, le secteur souffre beaucoup du manque de main-d'œuvre qualifiée alors que technologiquement cela connait des mutations profondes, appelées à s'accentuer à la lumière du changement climatique.

L'enjeu de l'emploi n'est pas seulement lié aux niveaux d'instruction et de qualification ou aux poids sectoriels relatifs, mais également aux enjeux territoriaux.

L'une des caractéristiques actuelles de la répartition spatiale de l'emploi est l'important gradient différentiel inter-Gouvernorats de ce qui est considéré comme l'« intensité de l'emploi » d'après l'INS, mesurée par le rapport des « actifs occupés » à la population en âge de travailler (les 15 ans et plus).

Au dernier recensement de 2014, cette « intensité » allait de 27,8% à Jendouba à 48,4% à Nabeul, soit 1,74 fois !

Ainsi, si l'on n'arrive pas à resserrer le différentiel d'intensité dans un intervalle gérable de [0,9 à 1,1], le risque de l'exode rural massif va continuer à peser, générant plus de désertification démographique dans les régions émettrices et plus d'encombrement dans les régions réceptrices, non dotées des capacités d'accueil économique et social nécessaire pour répondre au flux migratoire.

L'intensité d'emploi globale, pour l'ensemble de la Tunisie, qui était de 39,6% en 2014 va évoluer vers 55,9% en 2050.

Ainsi, contenir l'intensité d'emploi par Gouvernorat dans un intervalle [50 à 60], cela revient à cibler les ratios suivants (d'Intensité d'Emploi - IdE) par Gouvernorat à l'Horizon 2050 :

Tableau 20: Evolution de l'Intensité de l'Emploi (IdE) par Gouvernorat entre 2014 et 2050

Gouvernorat	IdE 2014	IdE 2050	Gouvernorat	IdE 2014	IdE 2050
Tunis	43,40%	57,80%	Monastir	46,70%	59,50%
Ariana	47,20%	59,70%	Mahdia	36,30%	54,30%
Ben Arous	44,50%	58,40%	Sfax	40,00%	56,10%
Manouba	41,30%	56,80%	Kairouan	33,40%	52,80%
Nabeul	48,40%	60,00%	Kasserine	30,90%	51,60%
Zaghouan	42,50%	57,40%	Sidi Bzd	35,40%	53,80%
Bizerte	39,60%	55,90%	Gabès	33,80%	53,00%
Beja	36,00%	54,10%	Médenine	36,50%	54,40%
Jendouba	27,80%	50,00%	Tataouine	29,10%	50,70%
Le Kef	35,80%	54,00%	Gafsa	32,20%	52,20%
Siliana	35,10%	53,70%	Tozeur	39,10%	55,70%
Sousse	44,40%	58,30%	Kebili	34,30%	53,30%

Source : INS + Calcul Consultant

Le ciblage « volontariste » de hisser le niveau d'emploi régional jusqu'à resserrer l'écart de taux de chômage inter-Gouvernorat dans un intervalle [0,9(Tx de Chôm moyen) / 1,1(Tx de Chôm moyen)] aboutit aux résultats suivants :

Tableau 21: Perspectives de l'emploi global et par Gouvernorat

	Croiss Démogr	Accroiss Emploi	Emploi 2014	Emploi 2050	Emploi Additionn
Tunis	0,92%	1,18%	363.000	606.400	243.400
Ariana	3,01%	2,68%	207.300	589.400	382.100
BenArous	2,33%	2,25%	215.600	526.400	310.800
Manouba	1,41%	1,64%	121.000	238.300	117.300
Nabeul	1,51%	1,42%	288.500	526.000	237.500
Zaghouan	1,15%	1,38%	56.200	100.800	44.600

Tableau 21: Perspectives de l'emploi global et par Gouvernorat

	Croiss Démogr	Accroiss Emploi	Emploi 2014	Emploi 2050	Emploi Additionn
Bizerte	1,06%	1,46%	171.600	317.700	146.100
Beja	0,20%	0,92%	84.500	128.700	44.200
Jendouba	-0,22%	1,09%	86.800	120.100	33.300
Le Kef	-0,55%	0,31%	68.300	84.100	15.800
Siliana	-0,39%	0,50%	58.800	77.400	18.600
Sousse	2,18%	2,14%	224.700	529.400	304.700
Monastir	1,90%	1,81%	188.400	395.700	207.300
Mahdia	1,04%	1,57%	108.100	208.500	100.400
Sfax	1,29%	1,61%	289.600	566.100	276.500
Kairouan	0,60%	1,38%	138.200	249.100	110.900
Kasserine	0,70%	1,62%	98.400	193.400	95.000
Sidi Bzd	0,93%	1,53%	113.200	215.300	102.100
Gabès	1,01%	1,70%	95.600	193.100	97.500
Médenine	1,22%	1,71%	130.800	265.400	134.600
Tataouine	0,46%	1,53%	32.600	62.100	29.500
Gafsa	0,50%	1,35%	82.400	147.100	64.700
Tozeur	1,18%	1,55%	31.400	55.300	23.900
Kebili	1,01%	1,63%	40.600	80.100	39.500
Tunisie	***0,63%***	***1,91%***	***3.295.600***	***6.509.100***	**3.213.500**

Source : INS + Calcul *Consultant*

Il ressort de ce qui précède que pour empêcher plus de déclin démographique de Gouvernorats tel que cela est vécu par les 7 Gouvernorats de Beja, Jendouba, Le Kef, Siliana, Kairouan, Tataouine et Gafsa, il s'agirait d'agir pour qu'il y ait dans ces régions un accroissement de l'emploi se faisant à un rythme supérieur à celui de la population. En « compensation d'équilibre », l'accroissement de l'emploi pour les 5 Gouvernorats de l'Ariana, Ben Arous, Nabeul, Sousse, Monastir, bien que restant supérieur à la moyenne nationale d'augmentation du volume d'emploi, sera maintenu à un niveau inférieur à celui du croît démographique de ces gouvernorats, afin de maitriser la trop forte attractivité exercée, dont il ne résulte que plus d'exode rural et d'aggravation du déclin démographique des 7 Gouvernorats émetteurs cités précédemment.

II.9 Enjeux de la prise en compte de l'économique de l'eau

Les investigations de l'Etape 2 du « Diagnostic » ont permis d'établir une déconnexion totale entre :

- D'une part, le coût de l'eau à la collectivité et ce qui est payé par les usagers et,
- D'autre part, le même genre de déconnexion entre :
  - ✓ D'un côté, la tarification de l'eau potable et les coûts d'exploitation et,
  - ✓ D'un autre côté, la tarification de l'eau irriguée et la rentabilité économique de l'eau dans le cadre de ce genre d'usage.

Cette manière d'opérer, trop biaisée quant à la prise en compte des coûts comme critère de base dans l'élaboration des tarifs, conduit à une sorte de « gestion aveugle » au regard de la rationalité des choix et l'optimisation des décisions.

Par ailleurs, l'escamotage de l'information économique relative à l'eau crée dans l'opinion publique une perception brouillée, en masquant le fait que l'accès à l'eau tout en constituant indéniablement un droit a néanmoins un coût.

Les effets, en termes de pertinence de la politique publique de l'eau, vont au-delà de la tarification et englobent les grands choix d'investissement public dans les barrages et les transferts. En effet, sans prise en compte suffisante et à long terme des impacts économiques sociaux, territoriaux et environnementaux, aussi bien des « coûts » d'investissement et d'exploitation que de « avantages » générés par les choix, et sans comparaison avec des solutions alternatives et sans l'implication des divers acteurs sociaux et territoriaux concernés dans le process d'évaluation ex-ante et ex-post, d'identification, de planification et de mise en œuvre, le processus de conduite des actions d'intervention sur le système-eau risque de rester biaisé.

Avec l'extrême complexification à venir des choix de politiques publiques : sociales, économiques, territoriales et écologiques, en plus du passage à un mode de gouvernance régi par la démocratie et le respect des rôles spécifiques et indépendants des institutions, l'un des moyens les plus importants de facilitation des arbitrages résidera au niveau de l'adoption-généralisation des méthodes rationnelles d'évaluation coûts/avantages, dans la plénitude du sens des deux termes de la relation.

Cela peut contribuer à une meilleure rationalisation des débats ainsi qu'à l'ouverture des champs de la réflexion à propos des choix, projets et actions, dans le sens aussi bien du plus d'enrichissement desdits choix que de la recherche d'alternatives.

Plus spécifiquement, concernant les études de faisabilité, cela implique la nécessité de développer auprès de l'Administration, les Organismes publics, les Groupements d'Usagers, les Bailleurs de fonds locaux et de la coopération et les Bureaux d'étude, le recours systématique à l'évaluation multicritères des projets, la rigueur et la transparence de la collecte des données et l'approfondissement de la connaissance des phénomènes technicoéconomiques, sociaux, environnementaux et territoriaux entrant en jeu dans l'évaluation et le recours systématique à la participation dans la conception, la mise en œuvre et le suivi des actions.

II.10 L'enjeu institutionnel et de la gouvernance

La gestion de l'eau de par le monde tend, à la lumière de l'expérience, à concilier, pour tout système institutionnel de l'eau, entre les deux impératifs suivants :

i. Considérer que l'eau est un bien commun à caractère social dont la gestion ne pourrait être soustraite à une vision nationale d'équilibre entre les usages générés par les catégories sociales, secteurs économiques, les territoires et les besoins écologiques ;

ii. Considérer qu'une telle complexité dans la prise en compte des objectifs spécifiques nécessite une capacité d'arbitrage qui ne peut correctement aboutir qu'au moyen, d'un côté, d'une gouvernance transparente et crédible et, d'un autre côté, d'une adhésion participative active à la politique de l'eau.

L'orientation sur la base de ces deux impératifs doit conduire à une « refondation » de l'institutionnel et de la gouvernance dans le sens du meilleur équilibre possible entre la « préoccupation nationale » de l'équité et la durabilité et la « préoccupation territoriale et par usage » de la prise en compte de la spécificité et l'implication effective des acteurs.

En général, en termes d'approche institutionnelle à propos de ce genre de configuration, l'on essaie de faire jouer au mieux les trois niveaux du : « local », « régional » et « national », avec un rôle spécifique pour le régional, qui présente l'intérêt d'être à la confluence de la descendance et l'ascendance décisionnelle d'un côté et informationnelle participative de l'autre. Toutefois, la complexité n'est pas pour autant atténuée. Car, le local, dans le cas de l'eau, part du niveau « Périmètre » jusqu'au niveau « Délégation » ou encore l'« Unité hydrologique », en passant par la Imada et la Commune dans la nouvelle acceptation institutionnelle de l'après-14-Janvier. Quant au régional, cela peut englober les niveaux : Gouvernorat, Grande région, au sens des 6 régions d'Eau-2050 et la planification tunisienne, ou encore les Grandes régions dans le sens « 3 grands étages bioclimatiques » du « Nord », « Centre » et « Sud » tel que cela a toujours été pris en compte par l'institution ministérielle en charge de l'agriculture.

La richesse du « régional », malgré le fait que cela puisse se présenter sous une forme « à géométrie variable », constitue un atout institutionnel, par la multiplication, complémentaire et de synthèse à plusieurs niveaux, de la formulation des préoccupations et de mise en œuvre des solutions.

Par l'introduction de la dose de flexibilité qui convient pour la fluidité de la prise de décision et la mise en exécution, l'implication des différents paliers de l'échelle institutionnelle constituera un atout d'inclusivité, de durabilité et de rationalité très précieux pour un domaine aussi complexe que celui de l'eau.

II.11 Le nœud gordien du Financement Public et Parapublic (F3P) du « Système-eau »

Le F3P de l'eau reste régi par un effet paradoxal persistant, consistant en ce que l'extrême réduction des moyens de financement génère chaque jour moins de capacités de maintenance et de mise à niveau des infrastructures et équipements, aggravant par-là la réduction de disponibilités financières nécessitées par l'activité et générant ainsi toujours plus de contraintes, jusqu'à la limite de survie de l'ensemble du « système-eau » et la menace de son blocage.

Dans la perspective d'une gestion optimale conséquente du système eau dans toute sa dimension écologique, socioéconomique et territoriale, des actions en profondeur de modernisation/adaptation/optimisation du système auront à être engagées, avec un coût financier important à la clé, à un moment où les finances publiques et parapubliques sont à court et moyen termes en état de stress paroxysmique.

Les acteurs concernés par les actions de rénovation du système-eau sont l'Etat, les organismes publics tel que la SONEDE, l'ONAS et SECADENORD, les Associations d'eau potable et irriguée et les différents Usagers d'eau potable et irriguée.

La situation financière actuelle des opérateurs publics et parapublics se trouve toujours dans un état critique. Pour l'année 2020 les « Ressources propres » du Budget de l'Etat ont baissé en termes courant, en revenant de 32,2 à 30,5 Milliards de Dinars (MD), alors qu'après avoir beaucoup stagné les années 2013 (20,0 MD), 2014 (20,4 MD) et 2015 (20,2 MD), cela avait progressé au cours des années 2016 (21,2 MD) et 2017 (23,2 MD), et surtout 2018 (27,9 MD) et 2019 (32,2 MD).

Tableau 22: Données de Finances Publiques et des Déficits Jumeaux pour les 8 dernières années (en Milliards de Dinars)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Ressources propres du Budget	20,0	20,4	20,2	21,2	23,9	27,9	32,2	30,5	34,4
(Dont Ressources Fiscales)	*(16,3)*	*(18,6)*	*(18,5)*	*(18,7)*	*(21,2)*	*(24,5)*	*(28,9)*	*(27,1)*	*(30,8)*
Pression Fiscale (en% du PIB)	*21,7%*	*23,1%*	*21,9%*	*20,8%*	*21,9%*	*23,2%*	*25,1%*	*24,6%*	*26,3%*
((Dont Impôts Directs))	*((7,1))*	*((8,2)*	*((7,8))*	*((7,6))*	*((9,2))*	*((9,1))*	*((12,6))*	*((12,1))*	*((13,2))*
((Dont Impôts Indirects))	*((9,2))*	*((10,5))*	*((10,7))*	*((11,1))*	*((12,5))*	*((15,4))*	*((16,3))*	*((15,1))*	*((17,6))*
(Dont Ressources Non Fiscales)	*(3,7)*	*(1,8)*	*(1,7)*	*(2,5)*	*(2,7)*	*(3,4)*	*(3,0)*	*(2,6)*	*(3,1)*
Dépenses de rémunération	9,6	10,5	11,6	13,2	13,7	14,5	16,8	19,2	20,3
Rémunération / Ressources Propres	*48,1%*	*51,8%*	*57,4%*	*62,0%*	*57,3%*	*51,8%*	*52,1%*	*63,0%*	*59,1%*
Dépenses d'Intervention (DI)	6,9	5,8	4,6	4,2	6,0	7,7	10,0	11,2	12,9

Tableau 22: Données de Finances Publiques et des Déficits Jumeaux pour les 8 dernières années (en Milliards de Dinars)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
DI/Ressources Propres	34,5%	28,4%	22,8%	19,8%	25,1%	27,6%	31,1%	36,7%	37,4%
(Dont Dépenses de compensation)		*4,2*	*2,9*	*2,2*	*3,5*	*4,9*	*4,8*	*4,5*	*6,0*
Compensation/Ressour Propres		*20,6%*	*14,4%*	*10,4%*	*14,6%*	*17,6%*	*14,9%*	*14,8%*	*17,5%*
Dépenses du Développement	4,3	4,8	4,8	5,4	5,7	5,9	4,1	4,2	4,2
Dépenses Dév/Ress Propres	*22,0%*	*23,5%*	*23,8%*	*25,5%*	*23,8%*	*21,3%*	*12,8%*	*13,7%*	*12,2%*
Service de la Dette (SDD)	4,4	4,9	4,6	5,2	7,0	7,9	9,6	11,1	14,9
Service Dette/Ressources Propres	*22,0%*	*24,0%*	*22,8%*	*20,6%*	*29,3%*	*28,4%*	*29,8%*	*36,5%*	*43,3%*
(Rém+DI+SDD+Dév)/Ress Pr	*126,6 %*	*127,7 %*	*126,8 %*	*127,9 %*	*135,5 %*	*129,1 %*	*125,8 %*	*149,9 %*	*152,0 %*
Emprunts	6,4	7,0	6,7	8,1	10,4	9,8	9,7	15,9	20,3
Part du SDD dans l'Emprunt									
Dette publique	35,0	41,1	46,9	55,9	67,8	82,3	83,3	92,9	107,8
Part Dette intérieure	*42,1%*	*39,6%*	*36,3%*	*34,9%*	*31,0%*	*26,8%*	*29,7%*	*34,0%*	*37,1%*
Part Dette extérieure	*57,1%*	*60,4%*	*63,7*	*65,1%*	*69,0%*	*73,2%*	*70,3%*	*66,0%*	*62,9%*
Dette Publique/PIB	46,6%	50,8%	55,4%	62,4%	70,2%	77,9%	72,4%	84,2%	92,1%
Déficit Budgétaire/PIB	-6,9%	-5,0%	-4,8%	-6,1%	-6,1%	-4,8%	-3,5%	-3,0%	-7,8%
Déficit courant/PIB	-	-	-	-8,8%	-10,2%	-11,2%	-6,8%	-9,5%	-
PIB en Milliards de D courants	75,1	80,9	84,7	89,9	96,8	105,6	115,0	110,3	117,0
Croissance annuelle du PIB	2,9%	3,0%	1,2%	1,2%	1,9%	2,7%	1,0%	-8,8%	2,9%

***Source : Ministère des Finances + Calcul** Consultant*

Au vu du tableau précédent ressortent des « incohérences » de politique de finances publiques qui ont, avec l'effet du Covid, conduit à l'étranglement.

- ✓ Il en est ainsi de la baisse vertigineuse des « Ressources propres » de 2020, avec une chute en termes nominaux de 32,2 à 30,5 Milliards, alors que c'est au cours de la même année que l'on accorde l'une des plus fortes augmentations de salaires, en faisant passer la « Rémunération » de 16,8 à 19,2 Milliards ;
- ✓ L'effet, pour compenser l'aggravation du cumul de déficits va se retrouver au niveau d'un effort exceptionnel de collecte fiscale, faisant monter la « pression fiscale » jusqu'à 26,3% en 2021 contre 20,8% 5 ans auparavant, en 2016 ;
- ✓ Il s'agirait également de relever que dès 2019, l'« Intervention » de l'Etat, dans laquelle on retrouve aussi bien la « Compensation » que la « Subvention », est passée à 10,0 milliards après n'avoir été que de 4,2 Milliards en 2016 ;
- ✓ L'effet cumulé de ce genre de dérive budgétaire a été la « chute continue » de l'investissement public, restant figé à 4,2 Milliards, soit une baisse en termes réels ;

- ✓ En réalité, la trop faible croissance du PIB, se reflétant directement, concernant le Budget, au niveau des Ressources propres, a été à l'origine dès 2017 à un recours plus lourd à l'emprunt, franchissant cette année la barre des 10 Milliards, amenant le poids de la dette publique, ramenée au PIB, à franchir la même année la barre des 70% ; et c'est également au cours de cette même année que le « Service de la dette » a grimpé à 29,3% des Ressources propres alors que cela n'était que de 20,6% une année auparavant ;
- ✓ Ainsi, les 2 années du Covid qui ont aggravé tous les indicateurs économiques et financiers, ont certes procédé par sur-ajout de leurs effets négatifs, mais il s'agit également d'une situation précédente qui avait basculé particulièrement à partir de 2017 dans un sentier de déséquilibre cumulatif.

D'autres remarques complémentaires peuvent être déduites du tableau précédent, particulièrement à propos de l'« excès » de masse salariale qui aurait plombé l'économie, mais pas uniquement :

- ➢ Primo, le fait que la structure fiscale n'ait pas changé, en termes de répartition Impôts Directs/Impôts Indirects, la part de ces derniers, considérés comme non favorables à l'équité puisque non basés sur la progressivité, étant de 58% dans les ressources fiscales globales, contre 42% pour les Impôts Directs ;
- ➢ Par ailleurs, l'effet « rémunération des fonctionnaires », qui n'a pas arrêté de soulever des polémiques entre d'un côté les représentants des salariés et d'autre part et principalement le FMI, l'on ne voit a priori aucune signification à rapporter la masse salariale des agents publics au PIB, un indicateur dénué de sens de comparabilité entre économies différentes, puisque cela dépend beaucoup de la place du privé dans des services tel que ceux de l'éducation, la santé, ou même la sécurité et les prisons, ainsi que du degré de décentralisation de l'Etat, allant jusqu'au système fédéral et confédéral et le statut étatique on non des agents publics ;
- ➢ En revanche, la part de la « rémunération » dans les « ressources propres du Budget », comme cela a été précisément explicité, a une signification beaucoup plus tangible, car si cette part gonfle trop cela concourt à l'asphyxie budgétaire ;
- ➢ Or, cette part était inférieure à 50% avant le 14 janvier 2001, restant autour d'une moyenne de 47%. Mais la barre des 50% a été franchie dès 2014 (52%), avec des pics allant jusqu'à 62% en 2016 et 63% en 2020. Pendant les 7 années de 2014 à 2020 la moyenne des salaires de la fonction publique dans les « Ressources propres du Budget » a été de 56,5%, soit supérieure de 10 points à l'avant-14 janvier ;
- ➢ Ainsi, malgré le fait que la pression fiscale ait augmenté de 2,5 points de PIB, la part des salaires dans les « Ressources budgétaires Propres » s'est accrue de 10 points, en raison de la trop forte baisse du PIB en termes réels et le lien entre niveau de PIB et volume fiscal ;
- ➢ Sur l'ensemble de la période 2013-2021 la masse salariale a augmenté annuellement de 9,4%. Si on compte une inflation moyenne de 5,5% par an cours de cette période, l'augmentation en termes réels de la masse salariale serait dans ce cas de 4,1% par an, alors que sur les mêmes bases le PIB n'a augmenté que de +0,2% par (Transition + Covid) et les ressources propres budgétaires de +1,4% annuellement ;
- ➢ Il ressort de ce qui précède que la « Masse salariale » a évolué à un rythme nettement supérieur au PIB mais surtout, car plus significatif, aux Ressources du Budget ;
- ➢ Toutefois, il s'agit de relever que si la « Masse salariale » globale a la signification macroéconomique qui lui revient, d'un point de vue social cela devrait être ramené aux « effectifs », pour pouvoir appréhender un effet monétaire au niveau du salarié individuel de la fonction publique et déboucher ainsi sur la notion de pouvoir d'achat et la recherche de sa protection ;

- Or, sous l'effet de plusieurs facteurs, dont principalement : la régularisation de la situation d'agents employés à travers des sociétés de sous-traitance, le renforcement de capacités de la sécurité intérieure et surtout l'application des termes de la Loi d'amnistie générale sous la forme de réintégration et d'indemnisation, cela été à l'origine d'un accroissement supplémentaire de 120.000 agents au cours des 3 années 2012,2013 et 2014, soit + 25% des effectifs de la fonction publique ;

- Ainsi mesurer l'effet de l'après-14 janvier par le volume global la masse salariale des agents de la fonction publique peut être extrêmement trompeur, alors que le salaire moyen par agent reflèterait mieux cet effet. Or, pour les toutes premières années de l'après-révolution, entre 2011 et 2015, le salaire moyen a augmenté en termes courants de 5,4% par an en passant de 1.127,5 D en 2011 à 1.389 D en 2015, soit de quoi ne même pas couvrir l'effet de l'inflation ;

- Le deuxième poste important de dépense budgétaire, est celui des « Intervention de l'Etat », qui englobent aussi bien la « compensation » que l'« appui » aux organismes publics et caisses de sécurité sociale ;

- La part dans les Ressources propres de ce poste de dépense a été en moyenne après le 14 janvier de 28,2%, mais avec une importante variabilité pouvant aller de 19,8% en 2016 à 37,4% en 2021, marquant une fois la rupture opérée de dégradation opérée entre l'année 2016 et celles qui avaient suivi ;

- Le poste de dépenses du Budget intitulé « Intervention » représente un important « dispositif de régulation », qui constitue une sorte de tampon permettant de « protéger le social des chocs qui lui sont exogènes, qu'ils aient pour origine le contexte national ou international ». Il est ainsi évident que la « déconnexion énergétique » provoquée par la rupture dans l'activité pétrolière a représenté un facteur de taille dans la variabilité de ce poste, étant entendu par ailleurs que le facteur hydrocarbures intervient doublement : par plus de dépenses pour couvrir les effets prix-usagers et par moins de recettes de l'Etat en conséquence de la réduction de la production du secteur.

- L'effet le plus remarquable de cette conjoncture d'après-14 janvier, qui concerne fortement le domaine de l'eau, est la « Dépense de développement », dont la part dans les « Ressources propres » a ainsi baissé d'une moyenne de 23,3% pour les années 2013-2018 à 12,9% pour les 3 années 2019-20-21 !

- Ainsi, si le « maillon social » a été plus ou moins ménagé, c'est le « maillon économique » qui a payé le prix de la transition, par le « désinvestissement », puisque l'accroissement des « Dépenses de développement » a été négatif en « dinars réels » ;

- Toutefois, l'effet encore plus remarquable de la transition a été par la « double peine », puisque non seulement l'« Investissement du développement » a été bloqué, mais le recours à l'emprunt et l'endettement a été à la dérive, pour répondre aux seules exigences de la composante « maillon social ». Aussi, le volume annuel moyen d'emprunt est-il passé d'une moyenne de 6,7 Milliards de D pour les 3 années 2013-2015, à 9,4 Milliards pour les 3 années 2016-2018, et 15,3 Milliards pour celles de 2019-2021, soit une multiplication par 2,3 en 6 ans (l'inter-périodes) ou encore une augmentation annuelle moyenne de +14,8% !

- En raison de cela l'effet service de la dette a été encore plus accéléré, passant d'une moyenne annuelle de 4,6 Milliards D pour 2013-2015, 6,7 Milliards D pour 201-2018 et 11,9 Milliards pour 2019-2012, soit une multiplication par 2,6 en 6 ans ou encore une augmentation annuelle moyenne de +17,0% !

- Il s'en est suivi le fait que la part du « Remboursement de la dette » dans les « Ressources propres » soit passée de 22% pour 2013-2016 à 29% pour 2017-2019, comme premier fort palier dans l'endettement, et 40% pour 2020-2021, comme aboutissement !

- En synthèse de ce qui précède, si la « camisole financière et budgétaire » avait réussi à maintenir l'ensemble des 4 postes les plus importants de dépense budgétaire de « Rémunération », d'« Intervention », de « Développement » et de « Service de la dette » dans la limite de 128,5 % des « Ressources Propres » pour les 7 années de 2013 à 2019, cela a fini par exploser sous l'effet Covid pour passer à 151,0% !

- Aussi est-on tenté de conclure du point précédent que l'équivalent de 22,5% des « Ressources propres », soit 8,6 Milliards de Dinars sur la base des données prévisionnelles de 2022, correspond à un besoin de financement du Budget dû uniquement à la crise Covid !

- Sous l'effet des facteurs précités la dette publique ramenée au PIB est passée de 46,6% en 2013 à 92,1% en 2020, soit un doublement de son poids. Le déficit de la balance des paiements extérieurs reste très élevé, en moyenne de - 9,3% sur 5 ans.

- Les perspectives pour 2021, tel que cela ressort des données de la BM sont de + 2,9% de croissance du PIB pour 2021 après avoir été de -9,2% pour 2020. Le Maroc qui a eu également une croissance négative en 2020 de moins d'ampleur, soit de -6,3%, devrait rebondir avec +5,3% en 2021, annulant presque dès cette année l'effet Covid alors que la Tunisie attendra jusqu'à 20323.

- L'inflation qui a été de 5,7% pour 2020 devrait passer à 5,8% en 2021 et 6,3% en 2022. Le solde extérieur demeurera très élevé de -9,5% du PIB en 2021 et -9,4% en 2022, contre respectivement -4,0% et -4,0% pour l'Egypte et -3,8% et -4,0% pour le Maroc.

Le contexte très difficile de l'économie et des finances publiques de la Tunisie pèsera lourdement sur tout « Plan d'amorçage » de la Stratégie Eau 2050, particulièrement le premier plan de 5 ans : 2021-2025.

Par ailleurs, comme signalé supra, ce qui est en question au niveau des capacités de la puissance publique, ne concerne pas uniquement le Budget de l'Etat mais également les organismes publics et sociaux « sous tutelle » de l'Etat.

D'après le Rapport sur les organismes publics publié à l'occasion de la Loi de Finances de 2020, il ressort un certain nombre de constats suivis des « actions envisagées » pour remédier aux déficits, incohérences et dysfonctionnements, dont quelques éléments sont présentés dans ce qui suit.

Concernant les constats, il s'agit principalement de l'endettement, qui peut exprimer les conditions financières de l'activité concernée et plus particulièrement les limites aux actions de rénovation/modernisation/optimisation ;

i. Pour la CNSS et la CNRPS, elles totalisent une dette de 4,6 Milliards de D (année 2018) dont 3,6 Milliards auprès de la CNAM ; pour la Pharmacie centrale la dette atteint 0,3 Mds essentiellement auprès des Banques ;

ii. Concernant les entreprises publiques du secteur du Transport, Tunis Air cumule une dette de 1,1 Milliards de D en 2018, TRANSTU 1,2 Milliards et la SNCFT 1,2 Milliards de D ; pour « Tunisie Autoroutes » la dette est 1,9 Milliards, essentiellement (1,7 Milliard) auprès de bailleurs de fonds : BAD, BEI, FADES ;

iii. Si la CPG ne cumule qu'une dette de 0,1 Milliards de D, le Groupe Chimique est à 1,2 Milliards ;

iv. La dette de la STIR atteint 1,7 Milliards, l'ETAP 0,9 Milliards, la SNDP 0,6 Milliards, alors que pour la STEG cela atteint 8,3 Milliards, en totalité auprès des Banques ;

v. Pour d'autres entreprises industrielles publiques tel qu'El Fouledh ou la SNCPA, la dette est de 0,5 et 0,4 Milliards ;

vi. Quant aux entreprises publiques sous tutelle du MARHP, la dette atteint 1,0 Milliards pour la SONEDE, 0,4 Milliards pour l'ONH et 1,9 Milliards pour l'Office des Céréales ; quant à l'ONAS, sous une autre tutelle mais en charge de l'assainissement hydraulique, sa dette est de 0,7 Milliards.

Sur la base de constats relatifs au secteur public et de sécurité sociale un certain nombre de dispositions ont été réaffirmées, réactivées ou nouvellement arrêtées, dont principalement :

i. La révision du portefeuille des participations de l'Etat et la création d'une APP (Agence de Participation Publique) ;

ii. La clarification des missions de ces entreprises, l'amélioration de leur gouvernance, le renforcement du contrôle de leurs performances, la révision de leurs modèles économiques et l'assainissement de leur structure financière ;

iii. La mise en place d'un nouveau cadre légal de Gouvernance et de Contrôle à travers la modification de la loi 89-9 et la poursuite de la révision de la composition des Conseils d'Administration ;

iv. Le rôle de l'APP consistera à contribuer à la simplification des procédures (tutelle), au renforcement du suivi budgétaire (en particulier des effectifs) et à une meilleure gestion du portefeuille de participation de l'Etat intégrant les enjeux stratégiques et les meilleures pratiques internationales.

v. La restructuration des bilans des entreprises publiques se fera au moyen de l'assainissement des arriérés croisés et les dettes en cascade, en restructurant les dettes échues, en recapitalisant les entreprises via notamment le Fond de Restructuration des Entreprises Publiques (FREP) avec la définition de ses sources de financement ;

vi. En parallèle, la réflexion et la concertation concernant le rôle de l'Etat devront être engagées, en rapport notamment avec le statut concurrentiel et/ou stratégique des entreprises publiques.

Il ressort de ce qui précède que, compte tenu de :

- De l'héritage d'avant-14 janvier concernant l'extrême imbrication entre le Budget de l'Etat et la position financière des entreprises publiques et des Caisses de Retraite et Sécurité Sociale,
- De l'extrême aggravation économique et financière provoquée par la transition,
- De l'effet Covid-19,
- Du niveau atteint par les indicateurs d'endettement et de déficits, aussi bien pour le Budget de l'Etat que la situation des organismes publics,

Il va ainsi falloir s'assurer de la manière concrète avec laquelle ces questions vont être traitées aussi bien à une échelle nationale que spécifiquement pour chaque domaine d'activité à part, pour pouvoir sérier l'ensemble des conditions qui vont servir de cadre à la Stratégie Eau 2050 et des 4 Plans d'action, notamment le premier d'entre eux, celui de 2021-2025, dont la vigueur et l'ampleur de la manière de l'engager peuvent conditionner toute la suite.

Si le volume d'emprunt actualisé (Loi de Finances Complémentaire) pour 2021 a été 20,3 Milliards, celui projeté pour 2022 est prévu à un niveau presqu'équivalent de 20,0 Milliards pour lequel il s'agira de payer 14,4 Milliards en remboursement de la dette. Il s'en suit que le ratio important rapportant le « Service de la dette » aux « Emprunts », qui permet de mesurer ce qui « reste » de l'emprunt après remboursement, qui était resté dans les limites déjà très élevées de 68% pour les 5 années 2013-2017, grimpe à 79% pour 2018-2022, ce qui constitue un facteur potentiel d'asphyxie financière du Budget.

II.12 La Confrontation Enjeux/Défis du Système Hydrique

Dès l'offre technique et la méthodologie proposée par le Bureau d'études, il était question de l'importance des systèmes d'information et de pilotage dans la gestion dynamique du Système-Eau dans son ensemble, faite essentiellement de la confrontation prévisionnelle Demande/Offre et des dispositions préventives pour que cette Confrontation/Adéquation se fasse dans les meilleures conditions : de sécurisation, d'équité, d'efficacité et de durabilité.

Entre les acteurs de l'« Offre » constitués essentiellement des organismes publics de la collecte, traitement, transport et distribution de l'eau, et ceux de la Demande, constitués des Usagers de l'eau potable domestique, industrielle et touristique et l'eau d'irrigation agricole, l'adéquation se fait dans des conditions temporelles (l'unité pouvant être le mensuel), spatiales (l'unité étant les Zones Hydrauliques Homogènes), de mode d'adduction, de quantités, de qualité, de tarifs, tel que le tout soit à l'équilibre à la fois du statique et du dynamique.

La présente Partie II d'« Identification des Enjeux induits par les Schémas-Cible aux Horizons 2050 et intermédiaires » a permis de clarifier les aspects économiques, financiers, sociaux, démographiques, sectoriels, agroalimentaires et territoriaux de ces enjeux, et cela par grande étape d'Eau-2050 : 2021-2025, 2026-2030, 2031-2040 et 2041-2050, pour lesquels il s'agirait d'estimer la composante eau idoine pour l'accompagnement de ces dynamiques.

Le 'Tableau de Bord Hydrique des Enjeux » dont il est ainsi question consiste précisément dans la « construction de l'espace multidimensionnel des attentes en eau », y compris les conditions économiques, financières et institutionnelles de ces « attentes », afin que cela soit prêt à être confronté avec les Défis-Aval du Système-Eau, c'est-à-dire les opportunités-risques du Système et ses capacités à aller à la rencontre des Enjeux-Amont.

Le Modèle Hydro-Economique (MoHyEc), qui a été élaboré et validé par l'Etape 3 de l'étude, sera mobilisé pour la construction de l'« Espace Multidimensionnel des Enjeux-Amont », qui sera suivie de la construction de l'Espace-Dual des « Défis-Aval », tel que cela va être décliné dans la Partie III qui suit de la présente composante « Vision » de l'Etape « Vision-Stratégie ».

Les exigences en « système-eau » de la Perspective économique, sociale, territoriale et écologique, tel que cela a pu être décliné précédemment en tant qu'éléments liés à la concrétisation du Schéma-national-cible aux différents Horizons à venir, seront explicitées sous la forme de « coordonnées » dans l'espace multidimensionnel (par pas de temps, par unité territoriale, par type d'usage, par catégorie d'acteur, etc.), en tant que « valeurs de négociation » vis-à-vis desquelles les réponses sous la forme de Défis-Aval du système-eau va interagir.

Il serait dans ce cas important que les « valeurs » en question ne se présentent sous une forme « scalaire » mais sous la forme d'« intervalles de valeurs » avec les « conditions aux limites » pour chaque intervalle, afin que la « confrontation » se présente sous la forme de négociation présentation le bilan coût/avantage de chaque choix, aussi bien du côté de la Demande que celui de l'Offre.

III Défis « Aval » pour atteindre le Schéma Hydrique-Cible des Horizon 2050 et intermédiaires

III.1 Problématisation de la composante « Défis-Aval »

Il a été souvent trop schématisé, concernant la manière de présenter les Systèmes-Eau en général, en affirmant qu'il s'agirait soit de « Modèles d'Offre » soit de « Modèles de Demande », alors qu'à l'évidence il s'agit toujours de « Modèles d'Offre/Demande ».

La première manière d'appréhender le systèmes-eau semble se justifier par la différence du fait que l'on se trouve dans des conditions de rareté ou d'abondance. Alors que cela ne change rien au fond de la question, parce que précisément la Rareté/Abondance n'est percevable qu'à l'aune de la confrontation Offre-Demande et qu'au-delà de ces considérations tout système d'eau est défini par les conditions nécessaires pour assurer l'adéquation Offre-Demande au moyen du dispositif technique adéquat et du montage institutionnel et financier qui convient.

Il en est ainsi de tous les modèles-eau de par le monde, des plus « abondants » aux plus « rares » en matière de ressources. Le tout étant de montrer à quel coûts/avantages le modèle va fonctionner selon précisément le contexte concerné. Les pays du Golfe qui ont des moyens de paiement et de disponibilité d'hydrocarbures en abondance, s'orientent vers le dessalement intégral. Pour un tout autre contexte, les pays d'appartenance aux zones dites tempérées de l'« abondance hydrique » connaissent des conditions de production de l'eau potable, malgré l'abondance, à des prix de moins en moins accessibles aux ménages à faibles revenus : le tarif du mètre cube d'eau potable est de 13,5 DT en région parisienne, soit 57 fois plus qu'en Tunisie, alors que le SMIG en France est « seulement » supérieur de 14 fois à celui de la Tunisie, c'est-à-dire qu'à pouvoir d'achat égal l'eau potable coûte au consommateur 4 fois plus cher en France en comparaison avec la Tunisie, ce décalage restant établi même si l'on tient compte de la « subvention » pour le cas de la Tunisie.

Ainsi, la partie Défis-Aval va s'attaquer à la question de la ressource en tant qu'Offre dédiée à une Demande. Ce dont il s'agirait alors est la construction de l'espace d'Offre, non seulement de dimension spatio-temporelle, mais plus largement multidimensionnel, puisque cela intègre le quantitatif et le qualitatif, le dynamique et le stochastique, les coûts et avantages, l'institutionnel et l'opérationnel, le tout devant être soumis à l'adéquation/adaptation avec l'autre espace précédemment présenté, celui de la Demande.

La vocation de la partie Défis-Aval est de montrer jusqu'où peut aller ou ne pas aller l'Offre en ressources, soit en agissant sur les moyens et méthodes techniques, soit en intervenant sur la variable coûts, ou encore les deux à la fois.

Toutefois, vu que le but ultime de l'opération est la confrontation stratégique Offre/Demande d'Eau, il s'agira de bâtir le Système Défis-Aval avec la même architecture que celle des Enjeux-Amont, afin de rendre possible et pertinente la « CODE » ou Confrontation Offre Demande d'Eau. Car, l'équilibre du Système-Eau sera loin d'être établi lorsque l'on pourra dire que l'on dispose, *globalement,* des X Milliards de m^3 d'eau pour satisfaire la demande d'eau du même ordre mais lorsque pour chaque pas temporel, chaque unité spatiale et chaque type d'usage, cet équilibre est établi aux conditions de coûts/avantages idoines, pour la collectivité, les ménages, les usagers économiques et les opérateurs de l'eau.

III.2 Facteurs de Risque et incontournabilité du « Consensus Eau »

Sept (7) facteurs majeurs constituent de grandes sources de risques que la gestion de l'hydrique Tunisien est appelée à devoir maitriser :

i. La vulnérabilité des écosystèmes en général et des sols en particulier, en raison d'une érosion multiforme et d'ampleur, d'une désertification rampante et d'une salinisation/pollution envahissante,

ii. La forte variabilité pluviométrique appelée à s'aggraver par le changement climatique,

iii. La réduction de la durée de vie des infrastructures et équipements, conséquence de l'envasement ou du vieillissement et de l'insuffisance des moyens de maintenance et de renouvellement,

iv. La fuite en avant en matière de sollicitation de l'eau d'irrigation sans cadre de rationalisation et en présence d'une gouvernance hésitante,

v. L'implication de la thématique de l'eau dans les questions du développement du territoire sur fond de remise en cause de certains choix vitaux tel que le transfert,

vi. Le flou quant au nexus énergie-eau-agriculture-alimentation, avec des annonces d'orientation de rupture non toujours suivies par les mesures d'application,

vii. L'incertitude sur le cadre macroéconomique général et celui des finances publiques en particulier, dont dépend toute capacité de mise en œuvre de Plans d'action pour le redressement hydrique.

Une telle configuration du risque nécessite un « Consensus Eau » qui, en mettant en avant le danger de voir tous les facteurs de risque précédemment présentés s'amplifier jusqu'à l'irréversibilité en l'absence d'alternative de rupture, s'attachera à mettre clairement en relief le bilan Coûts/Avantages favorable d'un « Nouveau Système Eau » capable de durabilité environnementale, d'équité sociale et territoriale et d'efficacité économique.

III.3 Rôle du Modèle Hydro-Economique (MoHyEc) dans l'élaboration de la Stratégie Eau-2050 et la conduite du Système-Eau

Le modèle MoHyEc élaboré par le Bureau d'études va s'avérer d'une grande utilité pour la conduite de l'ensemble des Etape 4 « Vision et Stratégie » et 5 « Plans d'action », car présentant l'avantage de la possibilité de simuler le plus de cas de figures d'Offre et de Demande jusqu'à l'établissement de l'équilibre du Système-Eau ainsi représenté par le Modèle.

La Figure 3 suivante, tel que présentée dans le document de l'Etape 3, distingue entre ce qui relève de l'Hydrique et ce qui se rapporte à l'Economique dans le Modèle.

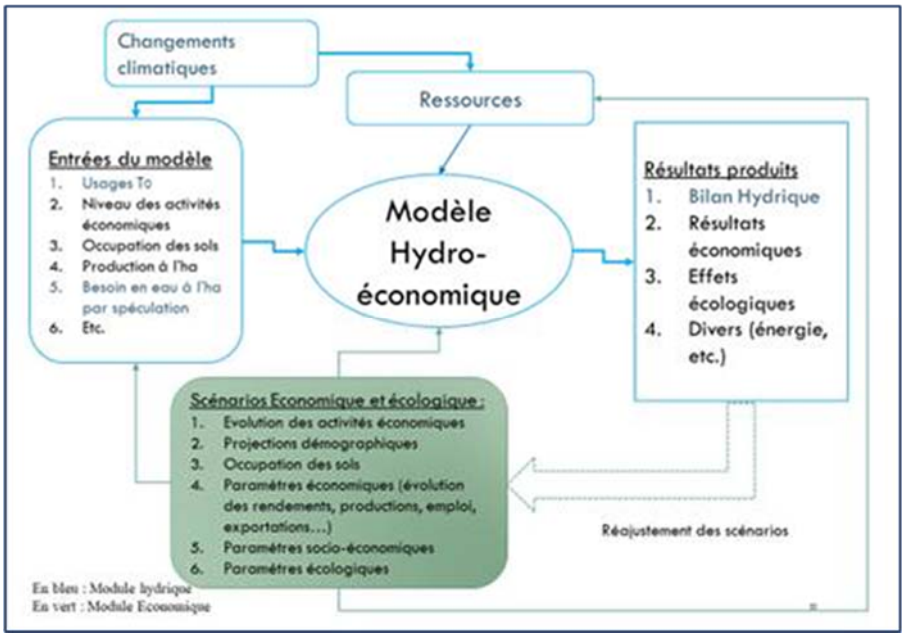


Figure 3 : Composantes Constitutives du Modèle

***Source** : STUDI International, GKW*

La Figure 4 suivante indique l'architecture du Modèle avec ses deux grands Compartiments « Offre » et « Demande », chaque Compartiment étant décomposé selon les différentes classes de demande et d'offre qui auront à être confrontées dans les simulations d'ajustement et d'équilibre.

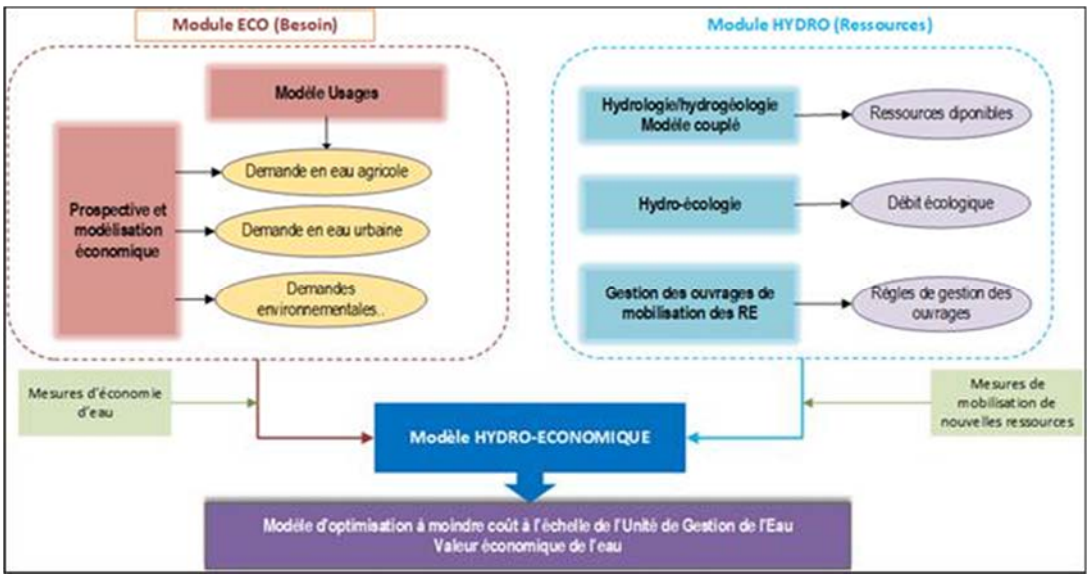


Figure 4 : Architecture du Modèle

***Source** : STUDI International, GKW*

Sans qu'il s'agisse de reprendre la présentation du Modèle Hydro-Economique qui a fait l'objet de tous les développements nécessaires au niveau de l'Etape 3, il s'agit d'en rappeler les éléments essentiels de conception, à savoir :

a. L'introduction d'un « Etat initial » formé par les paramètres relatifs à tout le Système d'Offre et concernant l'ensemble du « Système Demande », sur la base des Données récoltées, vérifiées et validées pour la période 2002-2015 ;

b. La prise en compte des Perspectives de la Demande d'Eau potable et d'Eau d'Irrigation pour l'ensemble de la période 2021-2050, tel que cela ressort des perspective socioéconomiques et territoriales d'un scénario « tendanciel » ;

c. La prise en compte du comportement spécifique d'Offre-Demande du Système au niveau des différentes composantes territoriales (Grandes régions et gouvernorats), agroécologiques, par bassin versant et aquifère. La simulation de la composante Demande étant saisie, pour l'Eau potable et l'assainissement, par milieu urbain et rural et, pour l'Irrigation, par le choix de 19 spéculations servant aux calculs des besoins en eau selon leurs propres cycles végétaux et culturaux ;

d. Le Modèle permet la simulation du comportement dynamique du système par le biais de « forçages », « sollicitations » ou « pressions » pour prendre en compte les changements d'ordre des chocs exogènes, de l'évolution de la demande ainsi que l'intervention managériale des décideurs en charge du système ;

e. Le Modèle est ainsi conçu de manière à permettre la production des huit (8) principaux outputs suivants :

i. Estimation des besoins en eau mensuels théoriques des principales cultures pratiquées en Tunisie par une méthode universelle (FAO 56), sur la base des paramètres climatiques de chaque étage et par Gouvernorat, de 2010 à 2050 ;

ii. Projection des besoins mensuels en eau (urbains et ruraux), touristiques et industriels, de 2010 à 2050 ;

iii. Caractérisation du fonctionnement des barrages (apports, prélèvements, pertes, déversements) et les comportements des aquifères (recharge et exploitation) ;

iv. Estimation des productions agricoles et des productivités des cultures principales pratiquées en Tunisie ;

v. Estimation (*in fine)* des coûts de mobilisation, de transfert et de distribution d'eau ;

vi. Mise en évidence de l'impact des eaux usées évacuées sur les systèmes tant en termes de fonctionnement des stations de traitement (Impact environnemental) que de ressources additionnelles à valoriser ;

vii. Evaluation des pollutions dues aux déversements des eaux usées brutes et traitées aux systèmes récepteurs ;

viii. Projection des critères qualitatifs (salinité et nitrates) des aquifères.

L'un des premiers résultats de simulation par le Modèle, tel que cela a figuré dans l'Etape 3, a été la présentation de la Simulation du Scénario Tendanciel (ou encore du statut quo) :

- D'abord, pour l'Horizon 2050, décliné par Grande Région et par type d'Usage

Tableau 23: Bilan Hydrique par Grande Région et Type d'Usage Horizon 2020

Régions	Prélèvements pour Usages en Mm³					Total Prélèvements pour usages	Ressources renouvelables potentielles en Mm³	Ressources potentielles nettes prélèvements pour usages
	Agriculture	Domestique	Industrie	Tourisme	Total Eau Potable			
NO	235	59	3	0	62	297	794	497
NE	553	334	32	7	373	926	1181	255
CO	896	91	1	0	92	988	402	-586
CE	190	206	21	6	233	423	315	-108
SO	606	38	1	0	39	645	608	-37
SE	282	69	18	5	92	374	341	-33
Total	**2762**	**797**	**76**	**19**	**892**	**3654**	**3641**	**-13**

***Source** : STUDI International, GKW*

- Ensuite, aux différents Horizon intermédiaires d'Eau 2050

Tableau 24: Bilan Hydrique Tout Usage, par Grande Région et par Horizon

Régions	Bilan (Res.-Prélèv.) en Mm3				
	2015	2025	2030	2040	2050
NO	645	721	593	694	497
NE	120	281	276	267	255
CO	-432	-554	-542	-557	-586
CE	-75	-64	-87	-102	-108
SO	-82	-61	-33	-36	-37
SE	-78	-17	-24	-28	-33
Total	**99**	**305**	**183**	**238**	**-13**

***Source** : STUDI International, GKW*

Il ressort de ce qui précède que, même si le Bilan Global Tendanciel est excédentaire ou à l'équilibre, cela ne garantit pas les équilibres « partiels », tel que par Grande Région, ce qui laisse entièrement posée la viabilité du Système-Eau dans son ensemble.

III.4 Les Visions Spécifiques aux Huit (8) Leviers à activer pour faire face aux « Défis majeurs » de la Maitrise du Système Hydrique

La Tunisie a vécu par le passé des « crises hydriques », que ce soit par la sécheresse ou les inondations et, aussi bien pour les conditions naturelles qu'anthropiques à venir, cela va accentuer le risque, ce qui met la puissance publique dans l'obligation d'identifier la réponse idoine pour que le système hydrique n'échappe pas au contrôle, avec toutes les conséquences négatives en cascade que cela peut générer.

Pour agir sur le Système Eau, huit (8) grands Leviers sont à la disposition du Décideur de politique publique et son dispositif participatif de responsabilisation et d'engagement.

Il en découle ainsi Huit (8) Axes majeurs d'intervention se présentant comme suit :

i. **La transition énergétique et les Eaux non conventionnelles**

ii. **La recharge artificielle des nappes et l'optimisation de la gestion des réservoirs d'eaux de surface**

iii. **La maitrise de l'effet du changement climatique, la CES et la sauvegarde des écosystèmes**

iv. **La mise à niveau des équipements d'eau potable et des périmètres irrigués et l'efficacité-intensification concernant ces systèmes**

v. **La rationalisation des choix économiques et financiers de la politique de l'eau**

vi. **L'harmonisation Eau Bleue/Eau Verte/Eau Virtuelle et l'ajustement du modèle agroalimentaire**

vii. **Le développement des territoires**

viii. **La réforme institutionnelle et de la gouvernance**

Les 2 Etapes 4 et 5 de la « Vision-Stratégie » et des « 4 Plans d'action » sont du genre « obligation de résultat ». Il s'agit en conséquence de bâtir l'ensemble de la démarche de leur élaboration sur les meilleures bases de rationalité, en utilisant la norme en matière d'évaluation ex-ante tel que les six (6) « Critères OCDE » de « PCEEIV », soit :

- **Pertinence** (l'intervention répond-elle au problème ?),
- **Cohérence** (l'intervention s'accorde-t-elle avec les autres interventions menées ?),
- **Efficacité** (l'intervention atteint-elle ses objectifs ?),
- **Efficience** (les ressources sont-elles utilisées de manière optimale ?),
- **Impact** (quelle différence l'intervention fait-elle ?), et
- **Viabilité (Durabilité)** (les bénéfices sont-ils durables ?).

Par ailleurs la Vision-Stratégie et Plans d'Action (VSPA), objets des Etapes 4 et 5, vont être élaborés sur la base des **VSPA spécifiques** concernant chacun des 8 Axes majeurs d'intervention présentés précédemment. **Aussi, c'est au moyen d'une approche qui combine entre Visions Spécifiques » et Vison Globale » qu'il s'agira de procéder, la cohérence restant le maitre mot de l'ensemble de la démarche.**

III.4.1 - A - Vision spécifique au Levier : « Cadre institutionnel et Gouvernance »

III.4.1.1 Problématisation introductive

La Tunisie est passée par un certain nombre d'expériences institutionnelles de gouvernance de l'eau, dont particulièrement les anciens « Offices Mise en Valeur » ou, actuellement, les GDA. Par ailleurs, la déconcentration au moyen des CRDA accorde à ces démembrements régionaux du MARHP une certaine latitude à prendre des décisions de gestion de l'eau selon le cadre général fixé à l'échelle nationale mais également avec la prise en compte des données du contexte local et régional.

Toutefois, la complexité du système-eau, à travers notamment l'étendue du réseau retenues d'eau et de sondages et le réseau de transfert, la forte implication de l'Etat dans les projets d'investissements et toutes ls politiques de tarification et de distribution aussi bien de l'eau potable que de l'eau d'irrigation, ainsi que le caractère monopolistique à couverture nationale d'organismes publics tel que la SONEDE, l'ONAS et SECADENORD, le tout concourt à une hyper centralité qui, certes, met toutes les clés de décision entre les mêmes mains de l'Etat, mais en même temps, d'un côté cela exacerbe le degré responsabilité de la puissance publique et, d'un autre côté, constitue une source de déresponsabilisation.

Désormais une restructuration du domaine de l'eau va s'imposer, dans au moyen quatre directions :

i. **La prise en compte du découpage du pays en 3 Grands Territoires Hydriques (GTH) : « Nord », « Centre » et « Sud ».** Ce découpage étant à vocation hydrique certes mais également développementaliste, l'échange Ouest-Est en matière d'eau devenant partie intégrante d'une intégration suprarégionale à caractère socioéconomique à vocation d'intégration, de complémentarité et de solidarité ;

ii. **La prise en compte des 4 Grands Domaines Hydrauliques (GDH)** : l'« Eau Bleue à Usage Direct », l'« Eau Bleue d'Irrigation », l'« Eau Verte à Usage Agricole » et l' « Eau Virtuelle d'Equilibre » ;

iii. Les Ressources en eau non-conventionnelles (eaux usées traitées et dessalement), y compris les eaux grises qui représentent 40 à 50 % du volume d'eau consommé ;

iv. **La structuration de l'Associatif de l'eau, par le renforcement de ses capacités et l'extension de ses compétences,** afin que cela évolue vers un véritable statut de partenariat avec des Contrats-Cadres ;

v. Quant à l'opportunité de l'organisation du domaine de l'eau en un « Ministère de l'Eau pour le Développement », capable d'éviter pour une institution la confusion d'être dans la position de « client » et « fournisseur » à la fois, cela peut être examiné avec le plus de concertation possible vu les enjeux. Toutefois la perspective de transformer les CRDA en Agences Régionales du Développement Agro-Rural (ARDAR) peut également avoir sa pertinence y compris en gardant l'hydrique dans les compétences de ce genre d'Agence.

III.4.1.2 Contexte exigeant l'adoption de la gouvernance

Actuellement les usagers des ressources en eau ont tendance à exprimer des demandes non objectivées, fondées le plus souvent sur leurs poids sociopolitiques. Ces demandes de nature politique ne tiennent pas compte des équilibres entre ressources et consommations aux diverses échelles de la prise des décisions allocatives, locales, régionales et nationales.

Ces demandes ne semblent pas intégrer suffisamment les préoccupations des choix de développement socio- économique adoptés par les gouvernants, efficacité économique, les exigences de répartition des fruits de cette croissance, les macro-variables et les prix économiques des facteurs de production et des produits eux-mêmes (shadow prices). Ces derniers sont souvent confondus avec les prix financiers qui sont observables et pratiqués par les acteurs privés.

De telles attitudes résulteraient de l'absence d'information et de débats portant sur les choix de développement entre ces acteurs et les responsables de la gestion de l'eau. Ces choix devraient être déduits d'un référentiel national de nature cognitive et normative discuté et adopté. Le processus de prise de décision étato-centré observé se trouve légitimé par le pouvoir discrétionnaire prévu par le code des eaux de 1975. Dans ces conditions, les logiques des décisions d'allocation, de transferts d'eau ne sont que peu visibles pour les autres acteurs.

Dans l'avenir, compte tenu de la raréfaction des disponibilités hydriques comparées aux demandes mais aussi des changements des rapports entre Etat et société, ces attitudes seraient source de conflits entre usagers et de tentatives de blocage de décisions publiques.

De plus, ces attitudes ne garantiraient pas les valorisations souhaitées des ressources car, elles assureraient la croissance voulue du secteur agricole qui ne peut être qu'intensive et inclusive.

La gouvernance en tant que mode de régulation constituerait une rupture avec les pratiques observées et permettrait une telle croissance. En effet, cette approche de régulation est un processus composé de trois séquences distinctes mais complémentaires, étape d'objectivation suivie d'une deuxième dédiée à la communication entre acteurs impliqués et d'une troisième à caractère délibératoire, pendant laquelle les décisions allocatives seront prises.

III.4.1.3 Présentation des principes généraux de la gouvernance

C'est l'ensemble des processus décisionnels, particuliers et collectifs, permettant d'harmoniser entre les différents objectifs et les moyens engagés par les différents acteurs, sur la base d'un référentiel cognitif et normatif partagé ou prêt à être harmonisé et/ou négocié.

Dans la pratique, cela revient à partir de l'« Objectif-Directeur relatif au domaine de l'eau », en harmonie avec le référentiel national consistant en la mise en place d'« un Modèle-eau maximisant l'Utilité Sociale (US) et compatible avec les contraintes écologiques », Ainsi, la Gouvernance consisterait en une « construction sociale négociée et itérative » qui confronte, aux différents niveaux du « national », « régional » et « local », les différentes sollicitations vis-à-vis du « Modèle-Eau », avec toujours la même construction d'optimisation du coût/avantage sous la contrainte écologique. Dans une telle construction, l'Etat joue un rôle particulier. Il est d'une part responsable de la production et de la diffusion des données permettant d'objectiver les questions objets de débats. D'autre part, il aura la charge d'organiser et d'arbitrer les négociations et enfin de délibérer, le tout étant effectué dans le respect des valeurs et de la connaissance consignées dans le référentiel national.

De manière extrêmement simplifiée, en supposant pour chaque année (i) qu'il y ait 2 Ressources : R^i_{surf} et R^i_{souter}, 2 Usages :U^i_{Irrig}et U^i_{aep},« à partir de » et « vers les » 3 Régions : R_{nord},R_{centre} et R_{sud},il s'agirait d'établir l'« équilibre sous contraintes » suivant (Equation et condition d'optimalité encadrées) : L'appréciation de l'US nécessite la pondération des utilités individuelles.

Les poids à adopter seraient déduits des contributions des divers usagers aux objectifs de développement qui doivent être conformes au contenu du référentiel national.

$$R^i_{surf}\,(R_{nord},+R_{centre}+R_{sud})+R^i_{souter}(R_{nord},+R_{centre}+R_{sud})=U^i_{surf}\,(R_{nord},+R_{centre}+R_{sud})+U^i_{souter}\,(R_{nord},+R_{centre}+R_{sud})$$

De manière à ce que : $(U^i_{surf}\,(R_{nord},+R_{centre}+R_{sud})+U^i_{souter}\,(R_{nord},+R_{centre}+R_{sud}))$ Maximise l'US nationale et pour chaque région et Minimise les coûts de mobilisation des ressources $(R^i_{surf}\,(R_{nord},+R_{centre}+R_{sud})+R^i_{souter}\,(R_{nord},+R_{centre}+R_{sud}))$

III.4.1.4 Les séquences de l'approche de gouvernance

III.4.1.4.1 L'étape d'objectivation

Une objectivation des données du système hydrique concernant toutes les opérations où l'eau entre en ligne de compte, et cela pour les quantitatifs et qualités d'eau et les évaluations financière et économique afférente, que ce soit pour les coûts ou pour les avantages, intégrant l'ensemble des effets de l'usage considéré, sachant que les coûts d'un opérateur en aval pourraient être les avantages de l'opérateur en amont. Ces coûts et avantages sont à exprimer en prix économiques et en prix financiers. Il importe de préciser qu'un usage dont les avantages calculés aux prix économiques sont supérieurs à ses coûts évalués avec les mêmes prix est à retenir mêmes si le calcul aux prix financiers des mêmes grandeurs donnait le résultat contraire, un soutien public serait nécessaire pour inciter l'acteur privé à continuer à s'adonner à cet usage. Dans la situation contraire, l'élimination d'un tel usage devient économiquement justifiée.

L'objectivation ainsi signifiée constitue une étape importante de vérification et validation d'un grand ensemble de coefficients, normes, indicateurs, … dont la revue peut s'avérer d'un impact fort important sur un grand nombre de « résultats » pouvant autrement être considérés comme « acquis » alors que cela nécessite constamment une validation en bonne et due forme.

Ce genre de séquence d'évaluation incite chaque usager ou catégorie d'usagers à mieux sérier ses objectifs et ses demandes. Les demandes formulées par les divers usagers de la ressource seraient exprimées dans un langage objectif. L'Etat serait alors en mesure de préciser les volumes d'eau nécessaire pour (i) sécuriser l'offre d'eau potable, (ii) promouvoir l'activité agricole irriguée et pluviale, afin d'obtenir une balance agroalimentaire soutenable et (iii) protéger les écosystèmes,

Pour l'agence publique d'eau potable il s'agirait d'élaborer un schéma financier comprenant la subvention d'équilibre à exiger pour accomplir sa mission de fournisseur d'eau dans des conditions financières un fonctionnement normal et assurer l'entretien des équipements et l'accroissement des capacités de production, transport et distribution exigé par les autorités nationales,

Pour le Fournisseur d'eau d'irrigation, ce serait la connaissance des quantités d'eau disponibles mais aussi l'identification du programme efficient de mobilisation de la ressource.

Le gestionnaire de l'approvisionnement de l'eau d'irrigation aura à connaitre, pour mener correctement sa mission, (i) la valorisation de l'eau assurée par les différents systèmes de production pratiqués par les diverses catégories d'agriculteurs, (ii) les revenus des agriculteurs et (iii) les effets sur ceux-ci des tarifs d'eau suggérés

Cette connaissance lui permettra d'apprécier la faisabilité et la compatibilité des objectifs en présence, l'intérêt de la collectivité, ce qui permet de rémunérer l'exploitant pour obtenir un revenu décent et être en mesure d'approvisionner le marché en produits à des prix compatibles avec le pouvoir d'achat des ménages.

Au cours de cette séquence, l'Etat devra jouer un rôle prépondérant de production et de diffusion des données requises par l'objectivation des situations socioéconomiques des divers usagers de l'eau. Une base informationnelle commune, partagée par les acteurs concernés par la mobilisation, la distribution et l'usage de l'eau sera constituée au terme de cette séquence d'objectivation.

III.4.1.4.2 Séquence de dialogue et de confrontation des stratégies et phase communicationnelle

Forts de cette connaissance, les acteurs concernés par les usages de l'eau prennent part à des débats et des négociations. Au cours de ces débats les divers usagers exposent et défendent leurs points de vue. On entame ainsi la deuxième étape du processus de gouvernance, la séquence communicationnelle.

Au cours de cette séquence « communicationnelle » ou de « négociation-débats », les processus de prise de décision deviennent polycentriques. Les usagers de l'eau pourraient être catégorisés sur la base de leurs localisations géographiques, zones prioritaires ou non, mais aussi de la nature de leurs activités et des contributions de ces dernières aux objectifs nationaux, sécurité alimentaire, exportation, emploi.

Chaque catégorie d'usagers sera dotée d'un référentiel normatif et cognitif qui lui est propre, Un médiateur incarnant les objectifs et les contraintes d'une catégorie donnée d'usagers mais aussi la philosophie du référentiel national assurera l'articulation du référentiel de cette catégorie au référentiel global.

Ce médiateur est à distinguer des personnes relais qui tirent leurs légitimées de coalitions verticales qu'ils peuvent instaurer avec les responsables administratifs et politiques. Les médiateurs ne tireraient leurs légitimités que de l'appui des membres de la catégorie des usagers à laquelle ils appartiennent.

L'échange de points de vue est une occasion d'apprentissage collectif sur les réalités socioéconomiques des divers usagers et de leurs demandes d'eau. C'est aussi une occasion d'harmonisation des ces demandes d'eau entre elles mais aussi avec les disponibilités de cette ressource, de prendre conscience de la nécessité d'arbitrer entre usages concurrents. Elle permet aussi de confronter les objectifs d'intérêt national avec ceux poursuivis par les acteurs privés. Ces derniers sauront le coût à payer par la collectivité pour la réalisation de leurs propres objectifs. Ces trade-off seront nécessaires entre ces deux catégories d'objectifs, étant entendu que le national prime sur l'individuel.

Dans la complexité du système hydro-économique plus ou moins hiérarchisé, un niveau N+1 ne peut pas réaliser son propre équilibre aux dépens de ceux des niveaux N et N-1.

C'est pourquoi il est toujours demandé au niveau « supérieur », tel que celui de l'Etat en tant que représentant de l'« intérêt collectif », de tirer sa propre utilité du renforcement de l'utilité des sous-systèmes, en injectant des mesures « transversales » d'amélioration des processus par : la recherche, le renforcement des capacités, la facilitation des transactions, le développement technologique, y compris également la communication sur les risques et la nécessité de leur prise en compte par le plus grand nombre d'acteurs ;

Un niveau « supérieur », tel que le « national », peut mettre en avant des impératifs d'utilité sociale, pouvant être spécifiques tel que la « solidarité sociale », l'« équité territoriale » ou l'« indépendance nationale », mais qui bénéficient du consensus des acteurs.

Concrètement, au cours de cette étape communicationnelle, les acteurs impliqués dans les négociations entament un processus d'optimisation par itérations successives à la recherche de la réalisation des niveaux les plus élevés des objectifs poursuivis et ce, sous les contraintes de disponibilités d'eau.

On peut admettre qu'un tel objectif soit démarré aux échelles locales. Par agrégation successive on peut atteindre les échelons du régional et du national. Plusieurs itérations entre ces divers niveaux peuvent s'avérer nécessaires pour atteindre l'allocation jugée optimale, c'est-à-dire acceptée par les divers intervenants aux négociations. Il est entendu qu'une telle acceptation conditionne la faisabilité sociopolitique de l'allocation choisie. Pour garantir une telle faisabilité, c'est la plus grande compatibilité entre les divers objectifs en présence et des interventions publiques qui est nécessaire. Cela concerne le domaine des politiques et les arrangements institutionnels en place. Ces aspects sont considérés ci-après comme des conséquences d'un « mode de régulation par la gouvernance ».

III.4.1.4.3 Nécessité d'une politique publique appropriée

Les actions publiques à concevoir et à mettre en œuvre viseraient l'amélioration du rendement de l'ensemble du système-eau et ce par injection de méthodes, de techniques et de dispositions. Des formations spécifiques de certaines catégories d'usagers peuvent s'avérer nécessaires. Ces formations peuvent être couplées par des informations sur les fonctionnements des marchés et la formation des prix.

En outre, des actions de soutien public aux acteurs se considérant comme « les perdants » de l'allocation « optimale » sont à prévoir pour garantir leur adhésion aux choix retenus.

Dans cet esprit d'encadrement des usagers, aussi bien la SONEDE que le GR doivent éviter de se réduire à des « vendeurs d'eau » pour se présenter en tant que promoteurs de fonctions « eau potable » et « eau d'irrigation » durables, c'est-à-dire : pertinentes, efficaces, efficientes et soutenables.

Cet encadrement devrait aussi conduire à une plus grande responsabilisation des acteurs de l'eau. A cet effet, un système de contractualisation peut s'avérer nécessaire.

III.4.1.4.4 Gouvernance et contractualisation

La bonne gouvernance hydrique concerne le contenu et les formes des politiques engagées par les différentes institutions concernées pour atteindre les objectifs fixés.

Le but d'une politique hydrique résiliente, équitable et performante est d'assurer les meilleures mobilisation et allocation des ressources, permettant leur meilleure valorisation aux moindres coûts.

Il s'agit également d'une politique qui permet une gestion appropriée des extrêmes afin de :

- ✓ Assurer la desserte en eau potable sur tout le territoire ;
- ✓ Minimiser en cas de sécheresse l'impact négatif sur les producteurs agricoles ;
- ✓ Valoriser au mieux l'usage de l'eau d'irrigation en fonction des objectifs nationaux en matière de politique alimentaire ;
- ✓ Protéger les agglomérations et les habitats des inondations ;
- ✓ Stocker le plus de ressources les années de bonne pluviométrie en en minimisant le déversement en mer et l'évaporation par une politique judicieuse d'infiltration naturelle ou assistée.

L'un des principes de bonne gouvernance consiste dans la minimisation des transferts, sources de gaspillage et de surcoûts, sauf en cas d'absolue nécessité notamment pour l'eau potable, et d'encourager ainsi le rapprochement maximal entre ressource et usage.

Aussi la gouvernance renvoie-t-elle à la rationalité de la politique hydrique adoptée et la pertinence de sa mise en œuvre. Plus la rationalité est explicitée, plus il y a des chances de la rendre plus convaincante pour les différents acteurs engagés, dont l'adhésion constitue non seulement un gage de succès mais également un facteur de participation au contrôle mutuel des processus en cours.

L'une des procédures de co-construction du système hydrique, d'amélioration de l'adhésion des acteurs et de contribution collective à son bon fonctionnement se trouve dans la « contractualisation ».

Il s'agit d'un dispositif actuellement existant tel que les Contrats-Programmes entre l'Etat et des Entreprises publiques du domaine de l'eau tel que la SONEDE. Néanmoins, le fait que la politique de l'eau intervient par des instruments tel que la Tarification dont le champ d'application déborde du strict domaine hydrique pour affecter des équilibres de type socioéconomique liés au pouvoir d'achat des ménages, l'Etat se retrouve dans des situations où il ne peut assumer ses engagements vis-à-vis de l'organisme public concerné, ouvrant ainsi la porte au dysfonctionnement.

C'est pourquoi il y aurait une tendance à considérer qu'il ne peut y avoir de politique publique de l'eau déconnectée des équilibres socioéconomiques et territoriaux globaux.

Tableau 25: Diagramme de la disposition spatiale de l'institutionnel

	DG Ressources en Eau et Infrastructures (REI)	Génie Rural (GR)	SONEDE	SECADENORD	ONAS
Local	REI Local	GR Local	SONEDE Local	SECADENORD Local	ONAS Local
Régional	REL Régional	GR Régional	SONEDE Régional	SECADEN Régional	ONAS Régional
National	REI National	GR National	SONEDE National	SECADEN National	ONAS National

	STEG	UTAP	Commerce et Imp-Exp CIE)	GDA/Ass Usagers GDA-AU	Produc Végétale et Animale	Industries / Producteurs d'eau IPE
Local	STEG Local	UTAP Local	CIE Local	GDA-AU Local	PVA Local	IPE Local
Régional	STEG Régional	UTAP Régional	CIE Régional	GDA-AU Régional	PVA Régional	IPE Régional
National	STEG National	UTAP National	CIE National	GDA-AU National	PVA National	IPE National

***Source** : STUDI International, GKW*

Au vu du diagramme précédent, il y a la possibilité d'établir une cinquantaine (50) de Contrats-Programmes rien qu'en s'en tenant au niveau national-central, en plus de ce que peut impliquer le niveau territorial, que ce soit verticalement, vers le niveau national-central, ou horizontalement, entre acteurs de dimension territoriale.

L'intérêt de l'extension-généralisation de la contractualisation étant de faire de l'eau en particulier et de l'écosystème naturel en général un centre d'intérêt social et territorial dont la gestion collective dans des conditions d'optimalité transparente et explicite peut-être à l'origine de l'atteinte de la résilience et la durabilité.

Le processus de contractualisation doit être itératif dans le sens suivant :

- « Contractualisation préliminaire » niveau « usages à l'échelle des territoires » ;
- « Contractualisation nationale-centrale de macro-équilibres » pour la fixation de la norme et des orientations, sur la base de la prise en compte d'éléments de la « contractualisation préliminaire » ;
- « Contractualisation opérationnelle par usage et territoire ».

Les principes de la contractualisation auront à refléter la préoccupation de « gestion rationnelle des ressources et usages de l'eau », sur la base de maximisation des avantages et minimisation des coûts au sens de la collectivité, soit la prise en compte des principaux éléments suivants :

- ✓ L'état des ressources et le « coût de mobilisation » ;
- ✓ Les contraintes d'aléas, d'extrêmes et de risque climatique ;
- ✓ Les coûts d'amenée et plus particulièrement des transferts ;
- ✓ L'« avantage » économique de la desserte en eau (le calcul de l'avantage de la desserte en eau potable peut être approché par le « coût de la non desserte » alors que pour l'irrigué c'est par le produit agricole directement liée à l'irrigation, c'est-à-dire autre que ce qui provient de l'eau verte).

La contractualisation consistant alors à identifier les conditions pour que l'optimalité soit établie à l'échelle globale et pour chacune des parties concernées, avec toujours la prise en compte des contraintes, que ce soit d'ordre écosystémique ou socioéconomique (tel que l'obligation à assurer la desserte en eau potable pour tout point du territoire).

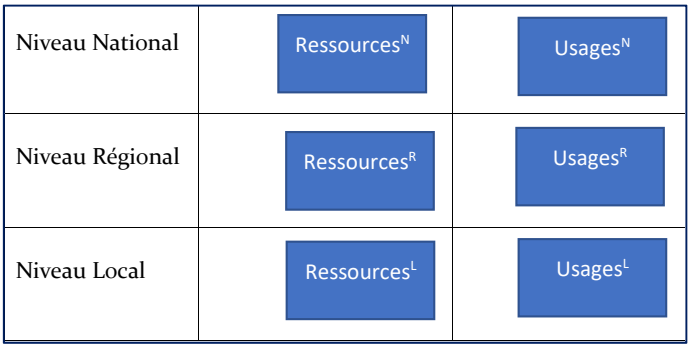


Figure 5 : Matrice générale de la Gouvernance

***Source** : STUDI International, GKW*

III.4.1.4.5 Repenser la hiérarchie des niveaux décisionnels

➢ Besoin de reconnaissance de « la prééminence du niveau local »

Le système-eau de la Tunisie reste trop marqué par l'excès de « centralisation ». Cela était compréhensible tout le temps de la création, la mise en place et la mise en fonctionnement de l' « Hydraulique nationale tunisienne de postindépendance », mais il y a eu tellement de changements institutionnels d'évolution-adaptation, dont la création puis la suppression des OMV, la création des AIC-GDA ou encore le changement de statut des CRDA, que la pays dispose désormais d'un « vécu » institutionnel et de gouvernance pouvant, à partir de l'évaluation approfondie et appropriée, déboucher sur les adaptations stratégiques en conformité avec l'ambition Eau 2050.

L'extrême variabilité temporelle et spatiale de l'hydrologie tunisienne, la fragilité des écosystèmes et la diversité des usages, en rapport notamment avec les systèmes agricoles ou encore socioéconomiques tel que le plus ou moins important taux d'urbanisation, devraient être à l'origine du « renforcement » du niveau local, jusque-là parent pauvre de la gouvernance, alors que la ressource du type aquifère assez prépondérante en matière d'irrigation correspond plus au niveau local.

C'est ainsi que si l'on voulait prendre en compte un « futur pouvoir hydrique des communes », pour les « communes à dominante rurale », chaque commune peut se retrouver avec une moyenne de 25.000 ha de terres agricoles, 2.000 ha de terres en irrigué, 2.000 exploitants et près d'une dizaine de GDA, ce qui correspond à un potentiel productif important et un enjeu institutionnel et socioéconomique de taille.

C'est également à ce niveau local que l'on peut approcher au mieux :

- ✓ Les besoins en eau potable et d'irrigation,
- ✓ L'état des ressources et
- ✓ La position des acteurs, notamment ceux du secteur privé, et plus précisément les fournisseurs informels de l'eau de boisson.

L'un des maillons faibles du développement en général et de l'eau en particulier se trouve dans la faible dotation en gouvernance du niveau local. L'Etat et la puissance publique donnent trop souvent l'impression de s'arrêter au niveau « Gouvernorat ». La Tunisie a trop souffert d'une déconcentration et d'une décentralisation manquées.

En milieu semi-urbain et rural, le niveau « local » peut s'avérer comme étant un niveau hydrique de pertinence, notamment pour l'aspect cognitif des phénomènes écologiques et socioéconomiques à propos desquels l'on procède souvent par grossières approximations. Le développement de proximité et participatif se règle à l'échelle locale, de même que la responsabilisation, notamment par le biais de l'associatif GDAiste ou autre.

➢ Vers le dépassement du « simple rôle de relai de l'échelon régional »

Concernant le niveau régional, il y a lieu de distinguer le niveau « Gouvernorat », qui correspond à l'échelle actuelle de la déconcentration de l'Etat, devant être suivie à plus ou moins brève échéance par la mise en place du « pouvoir régional », des autres niveaux macro-régionaux, tel que la décomposition en 6 Districts : NE/NO/CE/CI/SE/SO, ou encore la classification plus proche de la typologie écosystémique en « Nord », « Centre » et « Sud », très pertinente pour la question de l'eau.

Le but de la gouvernance restant toujours « la satisfaction des besoins en eau dans la durabilité », il s'agit plus particulièrement de la prise en compte des « aléas », étant entendu que si la Demande est à flux réguliers, l'Offre en eau est régie par le dit aléa.

Si la question de la maitrise de l'aléa hydrique est à caractère national et nécessite ainsi une vision et une stratégie à cette échelle, la mise en œuvre implique également les deux niveaux « régional » et « local », à la fois en termes de participation à la maitrise de l'aléa de l'Offre (travaux de CES, …) et de rationalisation/adaptation de la Demande.

L'organisation actuelle de la gouvernance de l'eau demeurant à dominante largement « nationale/centrale », le niveau régional de Gouvernorat, le seul institutionnellement opérationnel, reste à caractère globalement « applicatif », c'est-à-dire de simple relai du Top down national/central.

Cela tendrait à faire penser que la « régionalité hydrique » est pratiquement inexistante. Toutefois, cela dépend de la configuration régionale, dont particulièrement la prédominance ou non des PIP (Périmètres Irrigués Privés), soit la situation dans laquelle la maitrise aussi bien de la gestion de la ressource que des usages échappe assez largement à l'acteur public.

Néanmoins, le rôle actuel du régional « niveau gouvernorat » reste assez globalement circonscrit à la transmission du Top down vers le niveau « local » et la contre-transmission du Bottom-up informationnel vers le national-central, alors que ce qui manquerait à ce niveau « régional » ce serait ce qu'il lui faut en compétence et en autorité pour qu'il sorte de la fonction de simple relai dans les deux sens « descendant » et « ascendant »,pour se transformer en acteur-partenaire porteur d'une vision, capable d'infléchir les

processus auxquels il a actuellement affaire pour les approfondir, les dynamiser afin d'en améliorer la rationalité et la durabilité.

Cela devrait se traduire au niveau du « Domaine public de l'eau (DPE) » pour aller vers une « territorialisation du DPE », dans le sens d'un partenariat Etat-Régions par le biais duquel la « rationalité de l'eau » est plus « explicitée » et non plus seulement « descendante » à partir du « centre », pour le consensus social et la solidarité territoriale ne soit pas un vain mot mais constitue une véritable émanation à la fois de source nationale et régionale dans laquelle une question comme celle du transfert puisse trouver l'acceptabilité qui lui revient.

Cette approche devrait permettre de dépasser la question des régions « émettrices » et d'autres « réceptrices » des flux d'eau pour aboutir au concept de l'« eau facteur de développement inclusif et durable », par le biais notamment de l'évaluation socioéconomique et environnementale des choix et arbitrages en termes de coûts/avantages pour la collectivité nationale, la région, les catégories sociales, les unités économiques de production et les ménages.

➢ Rôle de « pilotage » du niveau national-central

Décomposer le système de gouvernance pour le recomposer sur les bases qui conviennent ne consiste pas à le désarticuler. Bien au contraire. Il s'agit d'en coconstruire la durabilité, afin que la gouvernance puisse endogénéiser les impératifs de l'équilibre et ne se mette pas dans une position de recherche d'« équilibres hors système », qui ne fera que perturber son fonctionnement.

Le niveau national/central se met dans la position de recherche d'optimisation entre tous les objectifs et moyens en jeu, englobant toutes les ressources, tous les usages, tous les territoires et toutes les catégories sociales. L'optimisation se faisant sur la base de données objectivées en termes de coûts/avantages, avec la prise en compte des contraintes, qu'elles soient d'ordre social (l'impératif de l'eau potable), de souveraineté (sécurité alimentaire), économique au sens de la collectivité (croissance, échanges) ou écologique (aléas et extrêmes, risque climatique, qualité des eaux, fragilités des sols).

L'un des plus grands enjeux peut se trouver précisément au nveau de l'objectivation. En effet, trop souvent le pilotage souffre des « évidences » en matière de données, que cela concerne les quantités d'eau, la qualité, la performance des équipements et réseaux, les coûts ou les prix. Ce qui est souvent observé c'est que chaque catégorie d'acteurs a souvent ses « propres données » et qu'ainsi c'est essentiellement à travers la confrontation entre systèmes d'information qu'il s'agira d'améliorer l'objectivation.

La mise en place d'une « **Instance de Régulation Hydrique** », dotée de l'autonomie vis-à-vis des différents acteurs y compris l'Administration centrale, constitue en général le recours institutionnel pour améliorer l'objectivation et l'optimisation.

Toutefois, avec ou sans instance de régulation le pilotage exige une forte concertation avec les différents acteurs aux divers échelons du territoire : local, régional et national, pour établir les consensus sur les données de base, les niveaux de performance, les normes et les objectifs spécifiques et collectifs.

Dans ce cadre le Modèle Hydro-Economique (le Mo-Hy-Ec) devrait constituer l'instrument privilégié à la fois : de la concertation, l'optimisation, l'arbitrage et la dynamique managériale du Système dans son ensemble. Il se substituera à l'optimisation par tâtonnement.

➢ Adaptation du cadre institutionnel

Le cadre institutionnel est interprété ici comme l'ensemble des règles organisant les rapports des divers acteurs intervenants dans la mobilisation, l'allocation et les usages de l'eau. Il convient de noter que le domaine de l'eau comme le reste du secteur agricole est institutionnellement saturé.

Malgré les nombreuses adaptations du cadre institutionnel portant sur l'eau, cela demeure trop dominé par le niveau « National/Central ». Cela est explicable par deux facteurs. Le premier d'ordre historique, lié à l'extrême prépondérance de l'Etat dans l'administration directe des domaines stratégiques, la promotion du développement et la réalisation des projets publics capitalistiques nécessitées par la phase de l'immédiat postindépendance et qui se sont perpétuées sans remise en question malgré le changement de cotexte.

Le deuxième facteur est d'ordre juridique et est en rapport avec la notion de « Domaine Public de l'Eau », qui renvoie à une « étatisation » de l'eau, accordant à l'Etat un « pouvoir absolu » en matière d'eau.

L'évolution, à titre de réflexion ouverte et d'hypothèse de travail, vers un concept juridique du genre « Domaine de l'Intérêt Général de l'Eau » ou « Domaine de l'Utilité Sociale de l'Eau » pourrait constituer une ouverture sur ce qui se dessine comme formes institutionnelles nouvelles telle que la responsabilisation des Collectivités Territoriales, Locales et Régionales.

Si le rôle très centralisateur de l'Etat en matière de développement et plus particulièrement dans le domaine de l'eau avait pu cadrer avec toute la phase de construction et de mise en fonctionnement des grands systèmes dudit développement, l'évolution de la société au moyen notamment de la libéralisation et la décentralisation et de l'adoption de la gouvernance qui prévoit un processus de prise de décisions polycentrique peut devenir anachronique.

Toutefois, ce qui est recherché ce n'est pas l'éclatement du système mais la construction d'une nouvelle cohérence, dans laquelle il y a d'un côté un Etat garant de la cohésion générale et la durabilité et d'un autre côté des acteurs de gestion des ressources, des usages et de l'eau et les collectivités territoriales qui, tout en s'inscrivant dans la démarche de cohésion nationale et sociale, interviennent à partir des positions autonomes que leurs permettent leurs statuts, qu'il ne s'agit pas dans ce cas de les vider ce leur contenu.

La confusion institutionnelle et la déresponsabilisation risquant de faire de l'Etat un « tuteur trop prépondérant », intervenant directement dans le fonctionnement d'organismes et institutions censés être autonomes, mais se trouvant de la sorte dans l'obligation d'assumer les conséquences de leurs écarts à la bonne gestion et leurs déficits, n'a fait que trop renforcer la centralité et, de manière mécanique, accroitre la déresponsabilisation et le dysfonctionnement, chacun étant assuré qu'il y a « un Etat qui assumera en dernière instance ».

La « fausse institutionnalité » qui consiste à mettre en place un cadre d'organisation et de rapport à l'Etat prévoyant l'« autonomie de gestion » alors que la réalité est toute autre, devient source de dysfonctionnement, parce que l'organisme concerné ne dispose pas de la latitude nécessaire pour déployer sa stratégie de développement et de management.

Ainsi, l'une des dispositions de base de la nouvelle gouvernance dans le domaine de l'eau devrait être liée au passage à l'application rigoureuse de la réglementation existante, celle qui régit les statuts juridiques des organismes et acteurs opérant dans ledit domaine.

III.4.1.4.6 Séquence délibératoire

Au terme de la séquence communicationnelle, les participants aux négociations doivent délibérer sur les allocations des ressources d'eau aux divers usagers et des objectifs poursuivis, nature et nivaux fixés. Des mesures d'accompagnement pourraient être aussi décidées. Les réformes ci-avant présentées sont des illustrations des adaptations requises.

En outre, cette étape devrait définir un système de suivi-évaluation des décisions prises lors de la deuxième séquence. Des écarts jugés importants entre les prévisions de résultats ou de quantités disponibles d'eau devraient être expliqués. Les résultats de ces explications sont de nature à améliorer la base cognitive ayant fondé les décisions prises lors de la deuxième séquence.

Au vu des adaptations du cadre institutionnel et des besoins de décentralisation de la prise de décision telle que requise par la gouvernance, la proposition de la création d'une **Agence Nationale de l'Eau d'Irrigation (ANEI)** pourrait être formulée.

En effet, l'« usage » de loin le plus important en matière eau concerne l'irrigation, qui accapare 80% des ressources, en plus de tous les effets liés à la qualité de l'eau à travers la salinisation et la pollution résultant de l'utilisation d'intrants et en rapport avec l'impact sur les sols.

Au-delà des réalisations du GR en matière d'eau d'irrigation, qui ont été pour certains régions comme le Centre-Ouest à l'origine d'une incontestable révolution agraire, beaucoup de fissures sont apparues au niveau du secteur irrigué, qui peuvent sérieusement en compromettre la durabilité.

Le domaine de l'irrigation est passé auparavant par le système des « Offices de Mise en Valeur (OMV) » qui avaient relativement bien fonctionné sous la forme de véritables Agences Régionales de Développement Agro-Rural, avec les deux avantages de la proximité et l'existence de moyens pour assurer un service efficace de gestion des réseaux et d''appui aux exploitants.

Ces OMV ont été supprimés et leurs fonctions partagées entre le GR, les CRDA et les AIC-GDA. Le nouveau montage institutionnel de substitution n'a pas réalisé l'efficience attendue. Par ailleurs l'ensemble de l'opération économique liée à l'irrigation continue à échapper au calcul de rationalité qui doit établir l'analyse coût/avantage des processus et justifier ainsi les opérations y afférentes.

L'évolution vers la mise en place d'une ANEI en charge des réseaux et des aquifères publics, assurant l'acquisition de l'eau auprès de « fournisseurs primaires » et sa distribution aux « utilisateurs finaux » que sont les irrigants, pourrait constituer une avancée sur la voie de la rationalisation. L'ANEI se doterait dans ce cas d'un dispositif de calcul économique couvrant toute la chaine-eau dont elle a la responsabilité, lui permettant entre autres de faire apparaitre la réalité du coût de l'eau, la manière de construire une tarification rationalisée et une méthode d'appui et d'encadrement agro-rural pouvant intégrer aussi bien le souci de l'intérêt de l'exploitant à obtenir une rémunération satisfaisante pour son produit, que la préoccupation de la collectivité nationale à fournir l'eau à sa juste valeur (en rapport avec le coût économique de l'eau).

III.4.1.4.7 Limites de l'« *Associatif d'Etat* » et Perspectives du « Système 'GDA' »

Des AIC aux GIC et aux GDA, de l'eau potable, à l'irrigation et à la fonction hydrique englobant les deux genres d'usage, des expériences « associatives » en matière d'usages de l'eau continuent à être conduites, avec des résultats mitigés, le tout soulevant des questions auxquelles les réponses pertinentes attendent d'être apportées.

Les principaux éléments d'évaluation de l'expérience mettent en relief les aspects suivants :

- ✓ Une aire de « compétence » pour le GDA extrêmement réduite, se limitant au suivi des paiements de l'eau par les irrigants et la « petite maintenance » du réseau ;
- ✓ Une capacité technique, financière et administrative qui n'est même pas à la hauteur de ces missions aussi limitées soient-elles ;
- ✓ Une certaine déconnexion entre adhérents et le CA du GDA ;
- ✓ Une liaison directe entre les « agents » techniques, administratifs et financiers (du GDA) et le CRDA, tendant à transformer le GDA en une cellule « déconcentrée » du CRDA ;
- ✓ La limitation de la vocation du GDA à la stricte question hydrique, à l'exclusion de tous les autres volets pouvant intéresser le « Développement », tel que la désignation 'GDA' semble le signifier, empêche toute approche développementaliste multidimensionnelle pouvant être à l'origine d'une gestion de l'eau avec un niveau de rationalité plus élevé.

Tout concourt à montrer que la « tare originelle » des GDA se trouve dans leur « création par en haut » et non pas comme une émanation de la volonté des exploitants eux-mêmes. C'est ainsi que le blocage de l'extension des missions du GDA à d'autres préoccupations tel que l'approvisionnement, la commercialisation ou le financement, semble provenir du fait « qu'il a été prévu » que ce genre de dispositif d'appui relèverait d'une autre catégorie institutionnelle, les « SMSA ».

Ainsi, lorsque l'Etat se met à « fabriquer du partenariat de base », cela ne tend qu'à créer un « associatif d'Etat », sous la forme d'excroissance de l'Etat et non pas d'institutions où « autonomie » et « responsabilisation » deviennent les deux faces de la même monnaie.

L'absence de « structuration régionale et nationale » des GDA constitue le clair révélateur de cette approche de partenariat tronquée.

Considérer l'eau comme un « facteur de développement », offrant certes beaucoup d'opportunités mais également objet de beaucoup de contraintes, dont la complexité pour sa gestion collective requiert un véritable arbitrage sur la base des avantages pour chaque partie mais aussi « ce qu'il en coûte » à chacun et pour la collectivité, cela exige que les différents acteurs disposent de l'information et que les modalités de gestion de l'eau soient suffisamment explicitées.

Quelque-soit l'évolution institutionnelle que connaitra le domaine de l'eau, fédérer les GDA aux échelles : locale, régionale et nationale, sur une base d'authentique représentativité, présente l'avantage de la promotion d'un véritable partenariat dans lequel chaque acteur assume la responsabilité qui lui revient.

Par ailleurs, la structuration des GDA aux différents niveaux territoriaux et le renforcement des capacités qui devrait en découler, peuvent constituer un facteur favorable à l'évolution vers une organisation des irrigants autour d'objectifs de développement qui vont au-delà de la question de l'eau, vers l'intégration de préoccupations relatives aux filières et chaines de valeur.

III.4.2 - B - Vision spécifique de la rationalisation des choix économiques et financiers de la politique de l'eau

III.4.2.1 Problématisation introductive

Il a été largement établi au niveau du Diagnostic (Etape 2 de la mission Eau 2050) que la politique publique de l'eau, avec l'ensemble de ses composantes : barrages, transfert, PPI, eau potable, assainissement, etc., que celait ait trait aux choix technologiques, l'investissement ou la tarification, était plus ou moins en déconnexion avec le souci d'établissement de la rationalité économique des choix avec, comme conséquence, souvent une déconnexion entre les « coûts » et les « avantages » ou encore les « coûts » et la « tarification ».

S'il est vrai que l'accès à l'eau potable relève d'un « droit humain » inscrit dans la constitution, il n'en reste pas moins vrai que la même constitution stipule le « devoir » de l'Etat et des usagers de protéger la ressource et que, par ailleurs, l'eau constitue également un facteur économique, à l'origine de « coûts » pour sa collecte, son traitement et sa distribution, et générant des « avantages » pour des activités rémunératrices dans l'agriculture, l'industrie et le tourisme.

Le développement d'un « Economique de l'eau », y compris au moyen de recherches et d'enseignements spécifiques dans les Universités et autres Instituts et Grandes Ecoles, mais surtout à travers des méthodes d'évaluation des projets diffusées aussi bien au niveau de l'Administration et Organismes publics concernés que les Bureaux d'études, permettra de disposer d'instruments pertinents d'arbitrage, dont auront besoin aussi bien la Stratégie Eau-2050 que des 4 Plans d'Action pour faire les choix nécessaires et capables d'emporter la conviction partagée des acteurs concernés.

Le fait que chaque option de politique publique du domaine hydrique a des implications sociales, économiques, écologiques et territoriales, de natures extrêmement différenciées, cela rend nécessaire et incontournable le fait de disposer de méthodes d'évaluation permettant de transcender les champs d'intérêt et de construire des critères fédérateurs permettant de se prononcer sur la préférence pour tel choix ou tel autre.

L'approche « Economique de l'eau » servira d'outil d'accompagnement pour l'ensemble du cheminement Eau-2050, notamment les principaux volets suivants :

i. Rationalité des choix de politique publique d'eau potable, en rapport avec les différents scénarios d'approvisionnement en jeu, tel que le plus ou moins grand recours au dessalement, ainsi que concernant l'adéquation entre coûts d'investissement et d'exploitation et tarification par usage et catégorie sociale ; dans ce cadre peut entrer l'incitation à la construction et l'utilisation d'impluviums ou encore la collecte et utilisation d'eaux pluviales urbaines ;

ii. Rationalité des choix de politique publique d'irrigation, sur la base de l'évaluation économique des différents scénarios de choix de surface des superficies irriguées, de spéculations, de mode d'intensification, de systèmes d'économie de l'eau ;

iii. Rationalité des choix d'articulation entre eaux de surface et ressources souterraines dans le mix hydrique tunisien ;

iv. Rationalité de justification de la meilleure combinaison Eau Bleue/Eau Verte/Eau Virtuelle ;

v. Rationalité des choix de système tarifaires tenant compte à la fois des dimensions : sociale, économique et écologique.

III.4.2.2 Contexte de l'opérationnalisation de la vision spécifique

En Tunisie, le développement économique du pays et plus particulièrement agricole a représenté une préoccupation majeure aux dirigeants du pays. A cet effet, des politiques publiques visant à soutenir et à orienter les initiatives privées ont été conçues et mises en œuvre. Dans le domaine de l'eau, ces politiques ont permis la mobilisation des ressources inventoriées et la création de périmètres publics irrigués visant leur valorisation.

Dans le cadre de l'opérationnalisation de la vision fondée sur le scénario dit de développement durable, on considère que la régulation des ressources hydriques devra viser une croissance soutenue et inclusive prenant en compte les exigences des écosystèmes.

La réalisation d'une telle croissance requiert entre autres l'amélioration de l'efficacité allocative de la distribution de l'eau. Il convient de rappeler que les instruments de la gestion de cette ressource n'ont visé, jusque-là, que l'amélioration de l'efficacité technique, réduction des pertes et économie d'eau. Ils ont donc considéré les demandes d'eau comme un donnée exogène, à ne pas changer.

Un modèle d'optimisation couplé avec le modèle WEAP peut déterminer les allocations optimales des ressources hydriques disponibles et améliorer de ce fait l'efficacité allocative considérée comme un déterminant majeur de la croissance économique réalisée par le secteur agricole.

En outre, l'appréciation du ciblage du soutien public est de nature à éclairer les interventions futures de l'Etat.

Dans la suite de ce texte, on présentera dans une première étape l'exercice de modélisation permettant l'amélioration de l'efficacité allocative et, dans un temps les indicateurs renseignant sur la ventilation du soutien public.

III.4.2.2.1 La modélisation envisagée

- **Présentation du modèle d'optimisation proposé**

  - ***Aperçu général***

Il convient de rappeler qu'en plus des impacts écologiques, la modélisation à conduire cherchera à prendre en compte deux principales exigences, la première de nature économique : l'efficacité, et la seconde captera les préoccupations politiques : rééquilibrage régional, emploi.

L'efficacité économique est à déterminer par un modèle d'optimisation sous contraintes traduisant le primat économique. Il permettra de trouver l'allocation optimale des ressources disponibles, eau, travail, terre aux activités distinguées et spatialement définies.

Ce modèle permet, dans sa version primale, de fournir d'une part, l'assortiment des activités garantissant le maximum de valeurs ajoutées pouvant être réalisé avec les dotations en ressources prises en compte. D'autre part, la résolution de ce modèle dégage une estimation des coûts d'opportunité (prix économiques) des ressources. Toutes les activités figurant dans la solution optimale sont en mesure de valoriser les ressources à ces prix économiques. En revanche, celles qui ne dégagent pas des valeurs ajoutées suffisantes pour assurer de telles rémunérations se trouveraient hors base, exclues de l'usage des ressources. L'élimination de ces activités hors base tout en étant économiquement justifiées, peut ne pas l'âtre au regard de l'objectif de l'équité.

Une manière de faciliter l'accès de ces dernières activités à la solution optimale est de leur sous facturer les ressources productives qu'elles exigent, pour accéder aux ressources à des prix inférieurs à leurs coûts d'opportunités.

La prise en compte des exigences sociopolitiques pouvant peser sur l'accès des activités économiques aux ressources considérées sera tentée par le biais de « la version duale du modèle de programmation ». Cette version duale intégrera des modifications des coûts d'opportunité des ressources retenues tels qu'estimés par la version primale du modèle. La reconfiguration de ces coûts traduirait les préoccupations sociopolitiques.

Des coefficients multiplicateurs des coûts d'opportunités sont à confectionner pour assurer de telles réductions. Les rapports du croit démographique dans la zone considérée et le taux moyen de croissance de la population nationale, ou du chômage à l'échelle nationale et celui observé dans la zone peuvent être utilisés pour pratiquer ces réductions.

❖ *Séquençage de la mise en œuvre de la méthodologie*

Dans sa version primale, l'exercice de modélisation à entreprendre devra, dans une première étape et à partir d'un échantillon d'activités agricoles spatialement définies, trouver l'allocation optimale des ressources rares considérées. Cette allocation pourrait se traduire par l'exclusion de certaines activités de l'accès aux ressources prises en compte. On peut admettre que l'exclusion de ces activités dont la justification économique n'est pas avérée menace la faisabilité sociopolitique d'une telle allocation.

Pour tenir compte de ces éventuelles contraintes de faisabilité, une deuxième version du modèle est conçue, la version duale. Cette deuxième version pourrait intégrer les réductions des coûts d'opportunité des ressources aux activités agricoles pratiquées dans des zones socialement prioritaires, logique de la discrimination positive.

➢ Spécification de la version primale du modèle d'optimisation

❖ *Les activités distinguées et contraintes*

Soit X_j avec j= 1 à n, les activités agricoles retenues, exemple X_1 culture de la tomate pratiquée dans la région du Cap Bon à distinguer de la tomate conduite dans la région de Gafsa

Chaque X_j participe à la fonction objectif par sa valeur ajoutée notée C_j de telle sorte que la fonction objectif à maximiser puisse être notée par $Z= \sum_j C_j.X_j$

En outre chaque X_j a des consommations des ressources exprimées par des coefficients techniques notés par a_{ij} ce coefficient traduit la consommation unitaire de la ressource i par l'activité X_j. Dans ce cas, $\sum_j a_{ij}x X_j$ est égale à la dotation totale de la ressource i, soit R_i.

Les cultures fourragères seront traitées d'une manière spécifique. Il sera supposé qu'elles constituent des consommations intermédiaires à de l'élevage bovin.

❖ *Les ressources considérées comme contraignantes*

Les deux principales ressources contraignantes considérées ici sont les surfaces irriguées et les volumes d'eau disponibles pour l'irrigation.

On peut supposer que les périmètres irrigués couvrent à l'horizon de l'étude, 2050, près de 400 mille hectares.

Les quantités d'eau à dédier à l'irrigation sont obtenues en défalquant du total des ressources disponibles, les volumes alloués à l'eau potable, aux écosystèmes et aux autres activités économiques. L'estimation de ces volumes nécessite la formulation d'hypothèses.

On reprend ici les hypothèses formulées par l'étude de gestion de la demande élaborée par les experts du Plan Bleu :

- ✓ La transition démographique fait passer la Tunisie à 13 millions d'habitants à long terme
- ✓ La consommation unitaire d'AEP domestique est supposée atteindre au maximum 50m3/hab/an (soit 137 l/j/hab),
- ✓ Cette consommation AEP sera augmentée au maximum de 30% pour satisfaire les besoins des collectivités et du tourisme. Le taux de desserte AEP passera de 85% à 100 %. Le rendement de distribution passera de 77 à 85 %,
- ✓ La croissance de l'activité industrielle sera d'environ 4%/an, et la demande d'eau résultant de cette activité industrielle est supposée de toute façon diminuer de 1%/an par effet de dématérialisation de l'économie et de 2%/an par effet du progrès technologique qui rend le recyclage de l'eau toujours plus efficient.

Avec ces hypothèses, la quantité d'eau maximale disponible pour l'agriculture est au plus de 1 715 km3/an.

➢ Les principaux résultats attendus de la modélisation

❖ *Résultats fournis directement par l'optimisation*

La résolution de la version primale donnera principalement deux résultats majeurs, les activités retenues dans la solution de base, leurs importances et les coûts d'opportunités des ressources productives prises en compte. Ces coûts d'opportunités seront notés ici par β.

Pour chaque activité Xj de la solution de base, l'équation suivante doit être vérifiée $C_j = \sum_i a_{ij}. \beta_i$, c'est-à-dire que la valeur ajoutée dégagée par toute activité retenue dans la solution de base est suffisante pour payer les ressources qu'elle utilise à leurs coûts d'opportunité. Bien entendu, les activités hors base génèrent des valeurs ajoutées insuffisantes pour payer leurs consommations des ressources rares. Elles ne sont pas suffisamment compétitives pour accéder à ces ressources.

La version duale du modèle exprime, pour chaque activité retenue, ces égalités entre valeurs des consommations des ressources rares et valeur ajoutée.

L'objectif de cette version est la minimisation de la valeur des ressources rares évaluées à leurs coûts d'opportunités tels qu'estimés par la version primale, soit W cet objectif. Ce modèle s'écrit alors :

Min $W= \sum_i \beta_i \times R_i$ avec i= 1 à L, le nombre des ressources prises en compte

Sous réserve que √j, on a $C_j \geq \sum aij \times \beta_i$ (1)

Dans les faits, la résolution de la version duale donne les mêmes résultats que la première version, c'est-à-dire que Z=W et que les activités retenues seraient les mêmes dans les deux versions.

La prise en compte des préoccupations d'équité passe par la modification, pour les activités jugées politiquement prioritaires, de l'équation (1) et ce par la multiplication de son second membre par un coefficient inférieur à l'unité, soit :

$C_j \geq \sum_i aij \times \beta i \times \alpha$ avec $\alpha < 1$

Avec ce changement, certaines activités qui étaient hors base de la version primale peuvent intégrer celle de la version duale. Dans ce cas, on notera une baisse de la fonction objectif, W< Z. La différence, (Z- W) est une mesure du coût économique du rééquilibrage régional.

❖ *Résultats pouvant être déduits des modèles d'optimisation : agrégats macroéconomiques*

Ces résultats concerneraient essentiellement les balances des produits agro-alimentaires et de commerce avec l'extérieur. L'établissement de ces balances requiert l'adoption d'une série d'hypothèses. Il convient de préciser que ces dernières sont définies à partir de l'évolution passée du secteur de l'irrigué (à partir de la note élaborée lors de l'Etape Prospective). On retiendra :

- ✓ Un taux de croissance du rendement de l'irrigué d'environ 1,5%
- ✓ Un taux de croissance annuel moyen des prix des produits agricoles en rapport avec l'inflation ;
- ✓ Les prix des produits exportés connaitront une évolution au taux annuel d'environ de 3% (en prix constants) ;
- ✓ Les exportations des produits agricoles et agroalimentaires représenteraient près de 14 % du total des exportations nationales ;
- ✓ En ce qui concerne les importations des produits agricoles, l'hypothèse de maintenir le même niveau que ce qui est observé actuellement parait défendable, Le croit de la demande, notamment des céréales, serait compensé par l'accroissement anticipé de l'agriculture pluviale ;.
- ✓ En outre, 25% des consommations intermédiaires des cultures seront supposés être assurés par des importations. Ces consommations représenteront près de 35% de la valeur de la production.
- ✓ Etant donné la situation de la balance de paiements et l'endettement atteint par le pays, les exportations requièrent une importance et une prime de rareté de la devise est utilisée pour leurs évaluations. Il est proposé de convertir la valeur aux prix de marché en prix économique à l'aide d'un coefficient de 1,1 pour toute partie de production exportée.

III.4.3 - C - Les indicateurs de suivi du soutien public

III.4.3.1 Objectif du suivi

Il importe de relever que l'agriculture est l'un des secteurs économiques les plus saturés d'interventions publiques. Une panoplie d'instruments est mise en œuvre pour soutenir et aiguillonner les acteurs de ce secteur. Les indicateurs à estimer permettront d'identifier la part du soutien étatique profitant à chaque acteur impliqué dans ce secteur, les divers producteurs agricoles d'une part et les agriculteurs et les non-agriculteurs, les consommateurs.

III.4.3.2 Les principaux indicateurs à estimer

Le soutien public au secteur agricole tunisien sera capté à travers l'estimation de trois grandes catégories d'indicateurs : l'Equivalent Soutien aux Producteurs (ESP), l'Equivalent Soutien aux Consommateurs (ESC), et l'Equivalent Soutien Total (EST),.

L'ESP mesure la valeur monétaire annuelle des transferts bruts de l'ensemble de la société aux producteurs agricoles. Cette valeur est exprimée au niveau de l'exploitation agricole aux prix du producteur, « farm gate prices ».

L'ESP peut être aussi exprimé en tant que taux de soutien, le rapport de la valeur du soutien et de celle de la production agricole.

Les principales composantes de l'ESP sont : (i) Soutien des prix du marché (SPM), mesure l'écart entre le prix du marché intérieur et le prix frontière (CAF ou FOB) d'un produit agricole donné, exprimé en prix au producteur et multiplié par la quantité de la production. L'écart des prix est souvent appelé protection/dé-protection du produit considéré, (ii) Paiements au titre de l'utilisation d'intrants, mesurant la somme des transferts bruts aux producteurs agricoles au titre de l'utilisation d'intrants, fixe ou variable, pour un intrant spécifique ou un groupe spécifique d'intrants ou facteurs de production, (iii) Paiements implicites, sous forme de services divers (infrastructure nationale, aide sous forme de campagnes de traitement contre des maladies ou octroi d'intrant ou d'aliments de bétail).

L'ESC est un indicateur qui mesure la valeur monétaire annuelle des transferts bruts exprimée en prix au producteur (farm gate price) aux consommateurs de produits agricoles. Ces transferts résultent de décisions de soutien à l'agriculture.

L'ESC comprend (i) les transferts explicites et implicites aux consommateurs résultant du soutien des prix du marché ; ce sont des transferts aux producteurs agricoles pour les produits agricoles produits et consommés à l'intérieur, (ii) les transferts au budget et/ou aux importateurs pour la part de la consommation concernant les produits importés et (iii) le transfert aux consommateurs destiné à compenser leur contribution au soutien des prix du marché d'un produit spécifique, il s'agit d'un transfert supporté par les contribuables.

Un ESC négatif mesure la taxe implicite à la consommation liée aux politiques en faveur du secteur agricole.

L'EST est un indicateur de la valeur monétaire annuelle de tous les transferts bruts des contribuables et des consommateurs découlant des mesures de soutien à l'agriculture, déduction faite des recettes budgétaires associées. Cela mesure le coût global du soutien à l'agriculture à la charge des consommateurs, transferts des consommateurs et des transferts des contribuables, déduction faite des recettes à l'importation, les recettes budgétaires.

Il convient de noter que le modèle d'optimisation proposé et les indicateurs d'évaluation du soutien public ont un caractère générique, c'est-à-dire qu'ils peuvent être utilisés plus qu'une fois. En effet, les changements des données utilisées légitiment le recours à ces outils. Un système de suivi serait nécessaire pour permettre aux gouvernants de capter ces éventuels changements.

III.4.3.3 Nécessité du suivi

L'actualisation des données utilisées par le modèle d'optimisation et par l'évaluation du soutien public requièrent la conception et la tenue d'un système de suivi des activités agricoles et de l'intervention des Pouvoirs Publics visant à orienter l'activité économique.

- **Le suivi des coefficients techniques et des valeurs ajoutées utilisés par le modèle d'optimisation**

Des enquêtes à mener au niveau d'un échantillon d'exploitations jugé représentatif des technologies pratiquées sont à prévoir. Ces enquêtes sont à conduire une fois tous les deux ans.

Outre la fourniture des données nécessaires à l'actualisation de la base informationnelle des modèles, le dépouillement de ces enquêtes fournira les données nécessaires au calcul des coûts de production des divers produits. De telles données éclaireront les décisions publiques portant sur l'homologation des prix au producteur.

- **Suivi des prix des produits agricoles et des intrants utilisés**

Pour les principaux produits agricoles, les filières sont à analyser. Le suivi des chaines de valeur de ces filières est un instrument pertinent pour conduire une telle analyse. Cette permettra de capter, à l'échelle de chaque maillon, sa contribution à la formation de la valeur ajoutée de la filière mais aussi sa rémunération. Une attention particulière sera accordée à l'intervention publique sur le fonctionnement de ces filières.

Les données fournies par cette analyse permettront le suivi de l'intervention publique sur ces filières, dont le calcul des indicateurs de suivi du soutien public. Elles constitueront les éléments d'une base informationnelle nécessaire à l'Etat pour arbitrer entre les acteurs concernés.

III.5 Vision spécifique au développement des territoires

III.5.1 Problématisation introductive

Le développement des territoires va être au cœur de la perspective de l'eau à l'horizon 2050. La manière avec laquelle va se redéployer l'activité et en conséquence l'habitat et la vie économique et sociale va être déterminante pour l'allocation optimale des ressources en eau. Il s'agira également du contenu à donner à l'objectif de réalisation de l'équité territoriale sans que cela puisse laisser perdre de vue ni la solidarité nationale ni l'efficacité économique. D'autres paramètres entreront en jeu, dont l'expansion future des villes, la viabilité du rural en rapport avec celle de l'agriculture, le rapport entre les deux composantes « irrigué » et « pluvial » de l'agriculture.

La composante de la Vision spécifique au développement des territoires devrait s'appuyer sur une vision nationale d'aménagement du territoire, actuellement manquante, mais dont il s'agirait d'élaborer les principaux axes, à la lumière notamment de la demande socio-territoriale, des options institutionnelles en faveur de la décentralisation et de ce qui va apparaitre comme opportun à changer au niveau de l'ensemble du modèle de développement Tunisien dans le sens particulièrement de la durabilité.

L'objectif de la vision spécifique au développement des territoires est d'établir le rapport « Eau/Développement Territorial » qui convient afin de faire apparaitre les choix les plus pertinents en matière d'allocation des ressources en eau, dans le sens de la maximisation du bien-être collectif à l'échelle nationale et pour chaque région à part.

Cette partie aura à faire apparaitre les modes d'arbitrage interterritorial dans un but d'équité, pour que l'allocation des ressources en eau soit suffisamment accompagnée d'options de développement, basées sur le principe qu'aucune frustration ne puisse entacher la politique territoriale d'affectation de ressources en eau, sur une base de droit solidaire de toutes les régions aussi bien à l'eau qu'au développement.

La justification de la présente composante de la Vision est liée au fait qu'une vision de l'eau exige une vision territoriale du développement, afin que le bilans ressources/emplois spatialisés correspondent le mieux à ce qui est envisagé en matière de développement global d'ici 2050.

Il s'agira d'établir, aussi bien pour les grandes villes (supérieures à 50.000 habitants et/ou Chef-lieu de Gouvernorat) que pour les Grandes Régions les potentialités et les besoins en eau bleue et eau verte pour l'agriculture pluviale, l'agriculture en irrigué et l'eau potable pour les différents usages : domestique, industriel et touristique.

III.5.2 Caractérisation du développement des territoires

Le développement des territoires en Tunisie se caractérise par des disparités et des dysfonctionnements, pouvant être mis en évidence à l'échelle des 3 champs suivants :

- La compétitivité des territoires ;
- Le développement humain ;
- La durabilité des ressources naturelles et l'environnement.

III.5.2.1 La discrimination spatiale par le degré de compétitivité des territoires : Dualité « Régions compétitives » / « Régions en difficulté »

➢ **Une cartographie de la différenciation spatiale sur la base de l'attractivité économique**

Parmi les bases de données de l'INS, on en trouve une d'une grande pertinence pour le présent thème de l'étude Eau 2050 et plus particulièrement de la Vision, celle qui présente la répartition par région, par secteur et par taille (mesurée par nombre de salariés) du tissu d'entreprises du secteur privé.

En considérant celles de 6 salariés et plus, au nombre de 22.000, et leur répartition par gouvernorat, le tout rapporté au poids démographique de chaque gouvernorat, on en fait ressortir un Indicateur d'Attractivité Economique (IEA) qui permet la classification des différents gouvernorats tel que représenté par la carte suivante, l'IAE étant « normé » de manière à ce qui l'IAE soit égal à 100 pour le pays dans son ensemble, se présentant comme suit :

- Une 1ère Classe d'Attractivité avec un IAE > 175, formée du Grand Tunis, les 4 gouvernorats du GT étant pris collectivement ;
- Une 2ème classe « vide », pour les IAE entre 150 et 175 ;
- Une 3ème Classe d'Attractivité, avec un IAE compris entre 150 et 125, formée des 3 gouvernorats de Sfax, Monastir et Sousse ;
- Une 4ème Classe d'Attractivité avec un IAE compris entre 100 et 125, formée des 2 gouvernorats de Nabeul et Zaghouan ;
- Une 5ème Classe vide, pour les IAE entre 75 et 100 ;
- Une 6ème Classe d'Attractivité avec un IAE compris entre 50 et 75, formée du seul gouvernorat de Bizerte ;
- Une 7ème classe d'Attractivité avec un IAE compris entre 25 et 50, formée des 4 gouvernorats de Béja, Mahdia, Gabès et Médenine ;
- Une 8ème Classe d'Attractivité avec un IAE < 25, formée des 10 autres gouvernorats.

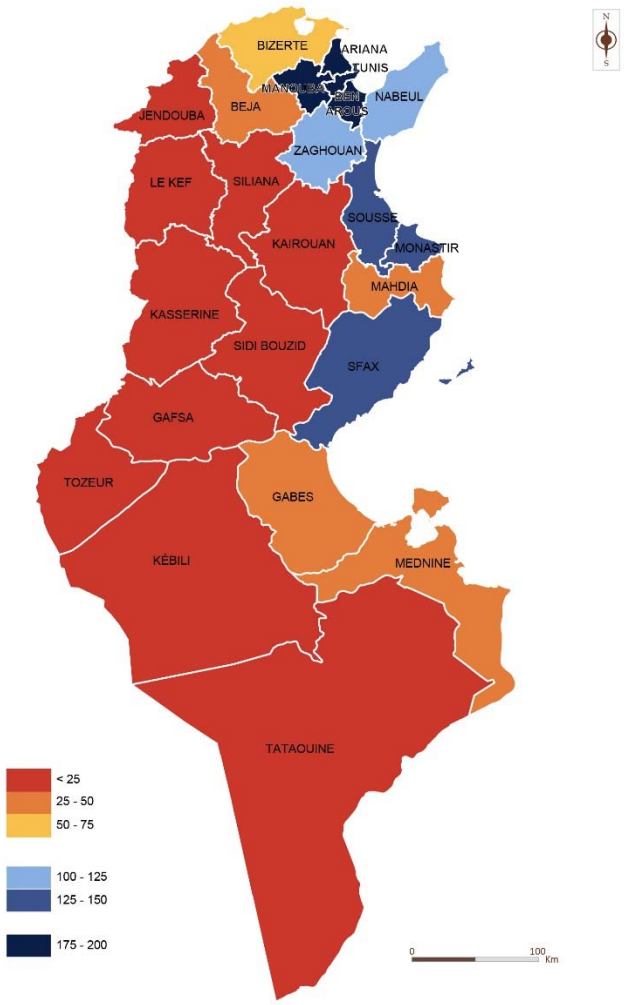


Figure 6 : Carte de l'Attractivité Economique Régionale »

***Source** : STUDI International, GKW*

Au vu de la carte, il ressort un « continuum » formé des 10 gouvernorats de la classe 6, et de 3 gouvernorats parmi les 4 formant la classe 5, à savoir : Béja, Gabes et Mahdia, un continuum qui constitue l'« Ouest et Sud de l'insuffisant développement », alors que Mahdia, appartenant certes à la classe 5 mais devant bénéficier de meilleures chances de rattrapage, ferait partie de l'autre « continuum de Bizerte à Sfax » de la région littorale (y compris Zaghouan très polarisé par le Gd Tunis), bénéficiant d'une meilleure compétitivité de développement.

Par ailleurs, il s'agit de relever la présence des 2 « ruptures », formées par les 2 classes « vides » '2' et '5', qui montrent, d'un côté, que la compétitivité du Grand Tunis tranche avec celle du bloc suivant formé des classes 3 et 4 englobant Sfax, Monastir, Sousse, Nabeul et Zaghouan, Sfax et que, d'un autre côté, l'ensemble du bloc formé cette fois des classes 1, 3 et 4, auquel on devrait rajouter Bizerte comme on l'a fait pour Mahdia précédemment, qui tranche avec le continuum précédent de l'Ouest et Sud.

La pertinence de la « Carte d'Attractivité Economique » est corroborée par la « Carte Sociale de la Pauvreté » suivante, établie par l'ITCEQ.

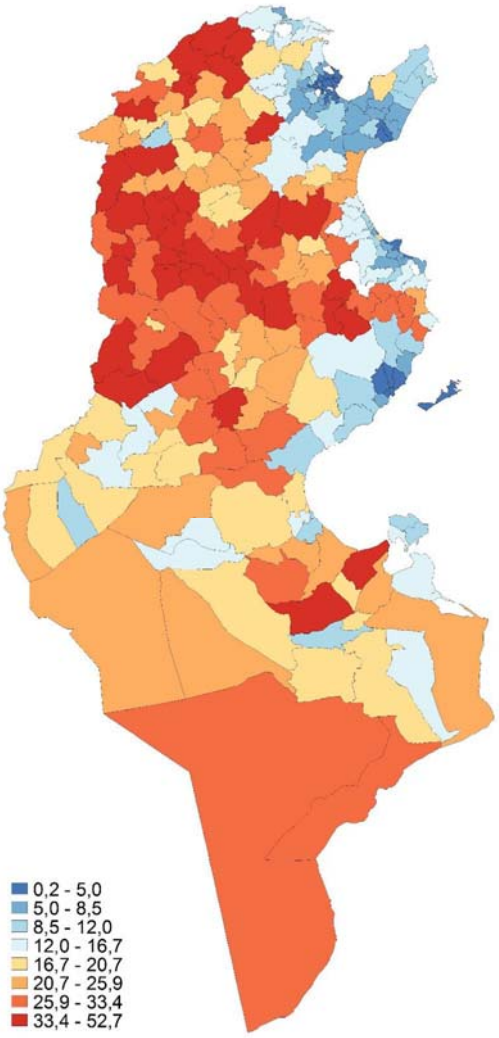


Figure 7 : Carte de la pauvreté

***Source** : ITCEQ*

Au vu de la cartographie de l'« attractivité économique », **les régions compétitives** se présentent avec des conditions spatiales favorables à la croissance, dont :

a. Une concentration d'activités et d'entreprises (à titre d'illustration : 82,5% de l'emploi industriel et 73.2% du PIB nominal en 2016 selon l'INS)

b. Un large marché de consommation : 63.3% de la population totale de la Tunisie avec un budget des ménages supérieur à la moyenne nationale (11% de plus dans le Centre-Est et 37% de plus dans le district de Tunis en 2015) ;

c. La présence de pôles d'attraction et de rayonnement (les trois premières villes du pays et quatre des six villes de plus de 100.000 hab.) ;

d. Le fonctionnement comme milieu innovant (10 des quatorze universités publiques, avec 80.6% des étudiants en 2018-2019).

Avec deux types de régions dynamiques se distinguant au sein de ce bloc de la compétitivité, à savoir :

i. Deux « **régions métropolitaines »** : la région de Tunis et la région de Sfax ;

ii. Une « **région urbaine »** : le Sahel, fonctionnant selon des règles qui pourraient s'apparenter à celles d'un **district marshallien** (fonctionnement en réseau), si l'on peut établir l'existence de complémentarités intégratrices tel que pour le **textile** par exemple.

Dans ces régions, qui ont fondé leur développement entre autres sur la mobilisation de quantités d'eaux croissantes, la question hydraulique est posée en termes d'accompagnement de la croissance de l'économie et de la population. Des ressources locales ou transférées depuis le Nord-Ouest ont été mises à la disposition pour du multi-usages.

Pour les régions en difficulté, elles disposent d'un potentiel indéniable mais sous-valorisé, voire marginalisé, en raison de différentes contraintes dont :

a. Un tissu économique peu développé (17,5% de l'emploi industriel et 26.8 % du PIB nominal en 2016 selon ;

b. Un marché limité et fractionné, dont l'approvisionnement dépend des régions métropolitaines ;

c. L'absence de pôles de développement (le pôle industriel de Gabès, le plus important en dehors des régions métropolitaines, s'étant avéré sans effets notables sur la région),

d. Un milieu encore peu ouvert à l'innovation, pour différentes raisons, dont la faiblesse du tissu universitaire (la plus ancienne des universités est créée en 1975).

En termes de classification typologique des régions en difficulté[1], on peut distinguer :

i. Des régions à **métropolisation bloquée** : celles de Gabès et de Kairouan, dont les pôles principaux n'ont pas acquis les fonctions de commandement et d'innovation nécessaires pour l'accès au rang métropolitain ;

ii. Des régions à **transition urbaine inachevée** : le gouvernorat de Sidi Bouzid, où la ruralité et la dispersion de la population restent le trait majeur du peuplement ;

iii. Des régions à **territoires en dépeuplement rural et/ou en désertification écologique** : le Nord-Ouest, la région de Kasserine, la région de Gafsa et le Sud Saharien souffrant soit de crise économique, soit de marginalité.

Durant les dernières décennies, la question « eau et territoires » s'est posée de deux manières :

a. En termes de mobilisation des ressources à partir les régions du Nord-Ouest et du Centre-Ouest au profit des régions voisines, pour un usage d'eau potable et/ou d'agriculture irriguée ;

b. A l'échelle de la mobilisation des ressources au profit d'usages nouveaux, surtout industriels et miniers, tel que le secteur des phosphates pour Gafsa et Gabès, mais également agricoles (dans le cas des périmètres « illicites » du Nefzaoua et du Djérid).

III.5.2.2 La discrimination spatiale par le degré de développement humain

La répartition des facteurs de développement (accès aux services publics de santé et d'éducation et aux infrastructures de bon niveau) exprime un défaut d'équité territoriale, de justice spatiale et d'égalité des chances entre populations vivant dans des territoires différents, même si les équipements de base (dispensaires, écoles, etc.) semblent répartis de manière équitable, mais en réalité de niveau de standing différent.

Les inégalités territoriales sont en effet essentiellement d'ordre qualitatif et concernent principalement les équipements et services capables de maximiser les chances du développement en faveur des populations (enseignants hautement qualifiés, médecine spécialisée, infrastructure de portée économique, etc.).

[1] On pourrait utiliser le terme « régions de développement insuffisant » ou même « régions en dépression ». Cette dernière appellation est une reprise du terme « depressed area » consacré par le rapport Barlow de 1940 et qualifiant les vieilles régions minières et industrielles du Royaume Uni caractérisées par l'ampleur du chômage et de la pauvreté et le bas niveau de vie.

Une étude menée par l'ITCEQ-OIT[2] a montré les différentes dimensions du problème et ses différentes échelles territoriales. Ce sont toujours les mêmes régions qui présentent les indicateurs insuffisants. Les territoires n'ont pas les mêmes chances, leurs populations n'ont pas les mêmes capacités de développement.

Toutefois, la répartition de ces facteurs montre que les écarts se manifestent aux différentes échelles territoriales :

- A l'échelle nationale, entre régions du corridor « Bizerte à Sfax » et celles de l'Ouest et Sud ;
- A l'échelle régionale, entre gouvernorats de la même Grande région et entre délégations du même gouvernorat ;
- A l'échelle locale, entre villes et campagnes et entre quartiers de la même grande ville.

La situation diffère d'une région à l'autre :

- Dans les régions du NE et du CE, portées par une dynamique de métropolisation, la question de l'équité est posée surtout à l'échelle locale (dans certains secteurs ruraux mal desservis et dans les quartiers pauvres où le prix de l'eau pèse sur le budget des ménages) ;
- Dans les autres régions (NO, CO, SE et SO), la question de l'équité se pose à tous les niveaux, dont notamment le revenu moyen des ménages, inférieur à celui des premières régions.

L'aménagement équitable du territoire devrait se focaliser sur le renforcement des capacités des populations des territoires défavorisés[3].

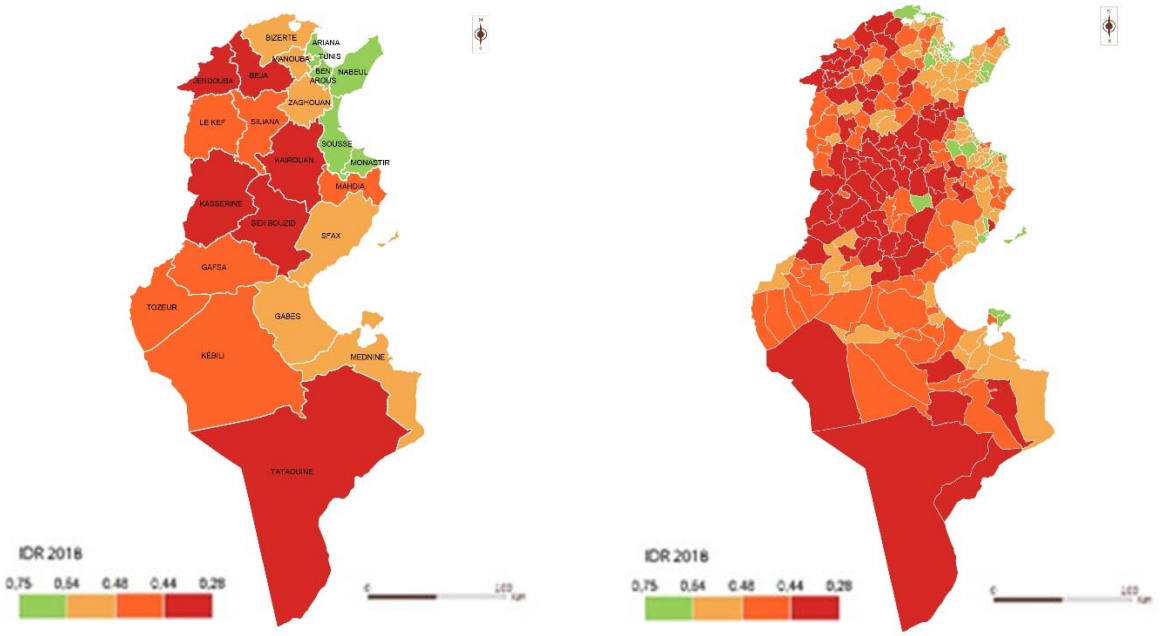


Figure 8 : Disparités territoriales du développement en 2018

***Source** : ITCEQ*

Les domaines d'intervention porteront sur le renforcement de l'enseignement supérieur et de la formation professionnelle, l'offre d'opportunités aux élites locales et leur rétention, le renforcement des capacités entrepreneuriales, l'améliorations du cadre de travail (parcours professionnel) et du cadre de vie (vie de famille, vie sociale).

[2] ITCEQ-OIT. *La Discrimination. Un Principe Constitutionnel à Concrétiser pour la Promotion de l'Emploi Décent dans les Régions.* Juin 2017. 254 p.

[3] Selon la définition du PNUD (*Le renforcement des capacités*, Note de Pratique, 2008, 39p.), le renforcement des capacités est « *le processus par lequel les particuliers, les organisations et les sociétés acquièrent, développent et entretiennent les aptitudes dont ils ont besoin pour définir et réaliser leurs propres objectifs de développement au fil du temps* ». (p.4).

III.5.2.3 La discrimination régionale par les niveaux de revenu et d'emploi

Tableau 26: Evolution du Classement par Grande Région sur la base du Revenu/habitant

	2000	2005	2010	2015	Moyenne des Rangs
Grand Tunis	1	1	1	1	*1*
Centre-Est	2	2	2	2	*2*
Nord-Est	3	4	4	3	*3,5*
Sud-Est	4	3	3	4	*3,5*
Sud-Ouest	6	5	5	5	*5,25*
Nord-Ouest	5	6	6	6	*5,75*
Centre-Ouest	7	7	7	7	*7*

***Source** : ITCEQ+ Calcul STUDI International, GKW*

Il ressort de ce qui précède :

i. Trois (3) Grandes Régions qui n'ont pas changé de rang en termes de revenu/habitant : le Grand Tunis au 1er Rang, le Centre-Est au 2ème et le Centre-Ouest au 7ème ;

ii. Le Nord-Ouest a perdu en 2005 une position au profit du Sud-Ouest, et depuis la première grande région citée est classée au 6ème Rang (après avoir été au 5ème) et la deuxième grande région citée (le Sud-Ouest) est classée au 5ème Rang (après avoir été au 6ème) ;

iii. Entre le Nord-Est et le Sud-Est le jeu d'alternance du positionnement continue : la première grande région ayant été successivement : 3ème, 4ème, 4ème et 3ème, alors que l'autre, le Sud-Est, ayant été : 4ème, 3ème, 3ème et 4ème ;

iv. Ainsi, entre le Nord-Est et le Sud-Est, pour une période couverte par les enquêtes de 20 ans, il y a eu, malgré les balancements de positionnement, équivalence des revenus/habitant, avec une différence trop peu perceptible, de 0,6% (!), d'ailleurs en faveur du Sud-Est ;

v. Il en a résulté qu'en matière de revenu/habitant le Sud-Est se trouve au même niveau que le Nord-Est, c'est-à-dire celui de Nabeul/Bizerte/Zaghouan de l'hyper-contiguïté avec la capitale, juste derrière les régions du Gd Tunis, Sousse et Sfax, et systématiquement devant les 3 autres régions de l'Ouest : Nord-Ouest, Centre-Ouest et Sud-Ouest ;

vi. Alors que, pour l'emploi, le classement du Sud-Est se situe au 6ème Rang selon l'indicateur taux de chômage, juste avant la dernière position occupée par le Sud-Ouest, alors que le Nord-Est qui a la même position que le Sud-Est en matière de revenu/habitant, est pratiquement exe-quo avec le Centre-Est pour le 1er rang de matière d'emploi, avec un taux de chômage moins que la moitié que celui du Sud-Est.

Tableau 27: Classement par Grande Région en matière de chômage

Région	Centre-Est	Nord-Est	Grand Tunis	Centre-Ouest	Nord-Ouest	Sud-Est	Sud-Ouest	*Tunisie*
Taux de Chômage	10,2%	10,6%	15,9%	17,5%	20,3%	22,2%	24,8%	*15,3%*
Rang	1	2	3	4	5	6	7	-

***Source** : INS + Calcul STUDI International, GKW*

Le paradoxe « apparent » du Sud-Est ne devrait s'expliquer que par les 2 facteurs suivants :

a) Le « transfert important de revenus », que ce soit en provenance de la migration internationale ou intérieure (le Grand Tunis notamment) ;

b) L'« informel illicite » de la contrebande, du commerce transfrontalier non officiellement contrôlé et de l'activité de change tolérée mais non réglementée.

La question de la non-distinction entre « cause » et « effet », pour savoir si c'est la prépondérance de l'« illicite » qui encourage le « non structuré et non contrôlé » ou c'est l'inverse, se pose.

A priori, rien ne devrait empêcher une grande région dotée de deux ports internationaux (Gabès et Zarzis), d'un aéroport international (Djerba) et d'un aéroport militaire (Gabès), d'une voie ferrée, d'une autoroute, d'un complexe hôtelier de grande envergure (Djerba-Zarzis), d'un complexe universitaire dont une prestigieuse Ecole d'Ingénieurs (Gabès), d'un complexe pétrochimique de voilure mondiale (Gabès), de la proximité Libyenne et l'intensité des échanges en découlant avec ce pays (plateforme Ben Guerdane), d'un potentiel de pêche et d'olivier remarquable (tout le littoral), d'un volet « élevage de petits ruminants » séculaire (toute la région), de produits locaux très prisés tel que le henné et les grenades (Gabès), d'un artisanat dynamique (Djerba et Gabès), de traditions et de réseaux commerciaux (originaires de Djerba et de Médenine) présents sur tout le territoire national, etc..., rien donc ne devrait empêcher l'émergence d'une économie structurée, capable d'offrir de emplois stables et décents, particulièrement pour les demandeurs dotés d'un niveau de formation et/ou de compétence élevé.

Toutefois, il reste évident qu'une compétition s'est engagée entre le « structuré et le « non structuré », le 2ème type d'activité pouvant engendrer de meilleurs revenus et plus facilement acquis, sinon on ne peut pas expliquer le hiatus entre classement par le revenu (Moyenne des rangs de classement = (3,5)/(7), le même que celui du Nord-Est) et classement par le niveau d'emploi (sans le décompte de l'illicite par essence même), avec un rang = 6/7, juste avant la dernière position occupée par le Sud-Ouest. Lorsque l'on sait, par ailleurs, jusqu'où le « laxisme d'Etat », et cela bien avant la révolution, est allé dans la « gestion de la région par l'illicite », on imagine l'ampleur de la tâche de restructuration, y compris dans le sens culturel du terme.

La perte d'autorité de l'Etat résultat des difficultés de la transition n'a fait qu'exacerber l'incontrôlé et l'illicite et accentué la tendance à l'œuvre. Les mêmes causes de désorganisation n'ont pas été favorables non plus à la promotion de projets pouvant attirer les compétences et réduire le chômage des diplômés du supérieur.

A ce propos et à l'instar de ce qui a été pris en compte dans le cas du secteur minier de Gafsa, un cas similaire s'est posé pour le Sud-Est autour de la production d'hydrocarbures et des évènements dits du Kamour. Il existe ainsi beaucoup de points communs entre les deux situations sociales du chômage exacerbé, des conflits sociaux et du désir d'imposer un unilatéralisme à caractère local et régional à propos d'une question de dimension nationale.

Il y a lieu également de relever le caractère factice de la réponse donnée à la demande développent régional par l'imposition, par le rapport de forces brutal, de solutions de « recrutement sans emploi », juste pour recevoir « des salaires sans contrepartie de travail ». Ce genre d'accord, obtenu sous la pression sur « une autorité publique sans autorité » n'a aucun avenir et l'entière question restera posée tant qu'un cadre de concertation réellement représentatif des acteurs impliqués et en premier l'Etat, chacun dans rôle et se prérogatives légales, n'a pas été mis en place.

III.5.2.4 Similitude et différenciation territoriale par la dimension ressources et environnement : Fragilités, pressions et risques

La fragilité est une contrainte majeure de l'environnement naturel de la Tunisie et nécessite une gestion prudente et rigoureuse de ses éléments et de ses différentes ressources.

Le constat général est que, dans toutes les régions, de fortes pressions sont exercées sur les ressources naturelles (eau, sol, végétation, biodiversité, etc.) ainsi que sur les autres composantes de l'écosystème (littoral, zones humides, forêts), et cela dans toutes les régions, en relation notamment avec : la croissance démographique, les modalités des usages et la recherche insuffisante d'alternatives.

Le renouvellement des ressources et des composantes de l'écosystème ainsi que leur conservation sont hypothéqués et, en conséquence, les conditions de vie des populations actuelles et le droit des générations futures.

Les manifestations de ces problèmes sont nombreuses et se retrouvent dans les différentes régions, même si les mécanismes diffèrent d'un cas à l'autre :

i. Mobilisation presque totale des eaux de surface, phénomènes apparents de « surexploitation » des nappes souterraines qui renvoient en fait à l'absence d'intégration inter-systèmes « eaux de surface » / « eaux souterraines », dégradation de la qualité de l'eau par salinisation et contamination par des rejets de toutes sortes ;

ii. Erosion des sols et désertification ;

iii. Dégradation des forêts et steppes et des parcours ;

iv. Erosion de plages ;

v. Dégradation des zones humides.

A l'origine de ces problèmes la conjonction de plusieurs facteurs, liés aux transformations du monde rural et leur discordance avec les dynamiques de la transition urbaine, le tout dans un contexte de fragilité environnementale et de changement climatique. Une situation contraignante dans toutes les régions, particulièrement dans celle du Centre-Ouest, où les dynamiques récentes autour de l'irrigation enregistrent un certain essoufflement. Dans le Centre-Ouest, le monde rural s'est transformé par la mise en culture des steppes (arboriculture sèche), l'augmentation de la charge pastorale et la mobilisation des ressources hydrauliques locales (pour l'agriculture irriguée), mais en l'absence d'un accompagnement tertiaire et industriel adéquat (développement des chaînes de valeur) qui aurait pu permettre de diminuer la pression sur les ressources.

Ainsi l'une des raisons principales du dysfonctionnement à l'échelle des écosystèmes est liée au blocage de la transition urbaine : une urbanisation et une villagisation limitées, cause de l'insuffisance de la création d'emploi, du développement industriel, de l'artisanat et des services et ainsi de la trop forte pression sur les ressources.

III.5.3 Le poids des facteurs territoriaux dans les politiques d'aménagement du territoire

III.5.3.1 Les facteurs territoriaux en jeu

Trois facteurs territoriaux interviennent pour dynamiser/limiter les possibilités qu'offrent les différents programmes et projets de développement et d'aménagement du territoire, reflétant le fait que les règles de l'organisation spatiale ne sont mises à profit du développement des territoires que partiellement.

III.5.3.1.1 La structure des réseaux de transport et des armatures urbaines

Il s'agit de la **valorisation des distances économiques dans les régions métropolitaines et « résistance des distances physiques » dans les régions de l'intérieur**

La Tunisie est dotée d'un réseau de transport relativement dense (surtout le réseau routier, mais également les réseaux portuaire et aéroportuaire).

Néanmoins, ce réseau est un discriminant territorial majeur en agissant différemment sur la distance entre opérateurs des différents territoires et à l'intérieur des mêmes territoires, et ce en relation avec la configuration des réseaux de communication et avec les inégales densités de population.

III.5.3.1.2 Les densités de population par type de territoire

Etant inégales d'une région à l'autre, **cela** affecte différemment les possibilités d'interaction entre individus, entreprises, collectivités, villes et lieux.

Malgré une distance moyenne nationale de 70 m entre habitants et de 20 km entre villes[4], des écarts importants existent entre les régions et expriment des possibilités d'interaction inégales.

C'est ainsi qu'une distance moyenne de 244 mètres sépare un habitant du Sud-Ouest d'un autre alors qu'elle est inférieure à 75 mètres dans le Centre-Est et le NE.

Pour un citadin du Sud, il faut accomplir une distance de 32 km, en moyenne, pour arriver à la ville la plus proche, alors qu'il en faut 13.5 seulement pour un citadin du Nord-Est et 13.9 pour un citadin du Centre-Est. Cette distance, concernant les régions du Nord-Ouest et du Centre-Ouest, devient entre 52,5 et 67 km lorsqu'il s'agit des villes de 20.000 habitants, soit une situation contraignante pour la diffusion des innovations et des effets d'entraînement des pôles de développement.

Par ailleurs, toute diminution de l'effectif de population dans une région, comme c'est le cas actuellement pour le Nord-Ouest, entraîne un allongement des distances entre habitants et un affaiblissement des possibilités d'interaction.

La solution passe soit par la densification du milieu rural, par les projets économiques et le repeuplement, soit par l'urbanisation en corridors.

Tableau 28: Distances inter-personnes et inter-villes par région

Région	NE	NO	CE	CO	SE	SO	Tunisie
Distance moyenne au plus proche voisin (en mètre)	54	119	74	125	135	244	70
Dist. Moy. à la commune la plus proche (en km) *	13.5	21.2	13.9	26.9	32	32.1	20
Dist. Moy. à une commune de plus de 20.000 h. *	16.6	52.5	24.2	66.9	40.4	47.3	31.6

(*) : Les gouvernorats sahariens de Tataouine et Kébili ne sont pas intégrés dans le calcul pour éviter le biais produit par l'étendue saharienne).

***Source** : MEH/DGAT + Calcul du STUDI International, GKW*

III.5.3.1.3 La structure des systèmes de transport

Cela a connu une évolution différente entre régions métropolitaines et régions de l'Ouest et du Sud. Pour les premières, les infrastructures se sont diversifiées par la création d'autoroutes, le dédoublement de routes, la création ou la modernisation d'axes ferroviaires et l'aménagement de plateformes logistiques[5] qui permettent de d'adapter l'offre à la demande et de fluidifier les flux.

Dans les autres régions, les infrastructures évoluent en systèmes dissociés (par exemple entre la route nationale n°5 et la voie ferrée Tunis-Kalaa Khasba, parfois éloignées de 30 km l'une de l'autre) et surtout avec la fermeture de certaines lignes ferroviaires (Mateur-Béja, Sousse-Kasserine, Kasserine-Métlaoui, etc.). Ceci a réduit l'offre dans les régions concernées, de plus en plus dépendantes de la route et constitue un obstacle majeur au développement des villes et à la formation de corridors de transport (et de développement). En effet, la condition première pour la formation de ces derniers est la combinaison de deux infrastructures : une voie ferroviaire, pour le transport de pondéreux, à bas prix, et une voie autoroutière, pour un transport rapide (de voyageurs, produits finis, etc.).

[4] Elle est exprimée par l'indice r= 1/√d, d étant la densité de population, ou de communes ou de communes de plus de 20.000 hab.
[5] Trois plateformes logistiques ont été projetées par le SDATN en 1995, près de Tunis, Sousse et Sfax.

III.5.3.1.4 La configuration du réseau routier

Avec la primauté des liaisons avec la capitale, suivies par celles en direction des métropoles et villes des autres régions littorales, les liaisons transversales (entre régions de l'ouest et du sud, orientées nord-sud dans les régions occidentales et ouest-est dans les régions du Sud) et les liaisons internes dans ces mêmes régions ne sont pas suffisamment développées et performantes pour une bonne accessibilité des villes et territoires de l'intérieur et leur dotation en conditions favorables à la compétitivité économique et l'accès équitable aux services publics et privés de niveau supérieur.

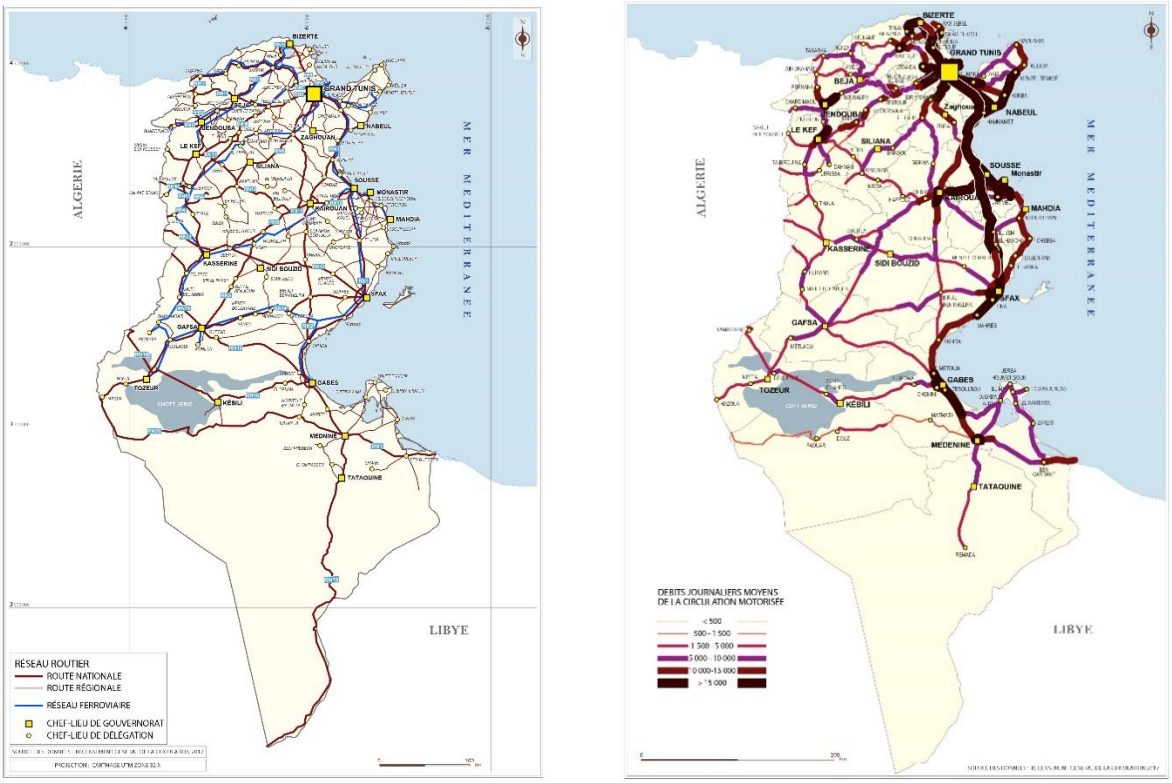


Figure 9 : Infrastructures de transport et flux de relation

Source *MEH/DGAT*

Dans le cas du Nord-Ouest, malgré une apparence de réseau maillé, les caractéristiques des routes et leur fonctionnement montrent la primauté des axes des liaisons avec Tunis (en termes de caractéristiques techniques, de performances, de distance-temps, de confort, et de prix).

Ainsi, malgré une proximité physique (en termes de distance directe, à vol d'oiseau), les villes sont relativement plus proches de Tunis en termes de distance réelle (en kilomètres) ou de distance relative (distance-temps, distance-coût).

Il s'en est suivi que pour une entreprise ou un habitant de Béja, il est plus facile d'aller à Tunis qu'à Siliana, situées toutes deux à une centaine de kilomètres, car s'il faut une heure pour aller à Tunis, il en faut deux pour arriver à Siliana, rendant ainsi plus facile pour une entreprise de Béja de traiter avec une entreprise de Tunis qu'avec une autre de Siliana.

Le trajet Tabarka-Rouhia (201 km), les deux villes appartenant au Nord-Ouest, est parcouru en trois heures et demi (soit une moyenne de 57 km à l'heure), alors que cela correspond à la même durée pour le trajet Tunis-Gabès (permettant de traverser la Tunisie du Nord-Est jusqu'au Sud-Est), de longueur plus que le double (425km) mais par autoroute.

La situation est différente dans les régions du Nord-Est et du Centre-Est. Grâce à un réseau en développement avec la multiplication des radiales autoroutières et des voies d'évitement des zones congestionnées, pour le Nord-Est, Tunis est à une heure de route des villes principales (Bizerte, Menzel Bourguiba, Hammamet et Nabeul) et à moins d'une heure de la plupart des villes de la région.

Dans le Sahel, le développement de la région urbaine s'est accompagné de la densification du réseau et de son organisation en trame permettant d'écourter les distances-temps. Quatre axes longitudinaux parallèles au littoral et plusieurs axes transversaux permettent de multiplier les possibilités de liaison entre les villes de la région. Ainsi, la route régionale R83, récemment modernisée, permet de relier Sousse à Mahdia en une heure et d'éviter les tracés purement urbains des voies anciennes.

L'alternative, pour le « rattrapage » des régions en difficulté, est de penser la connectivité (et les réseaux de transport) en termes de distances-temps et de distances économiques et non plus en termes de distances physiques, en kilomètres. **Mettre tous les pôles principaux d'une même grande région (Nord-Ouest, Centre-Ouest, Sud-Ouest et Sud-Est) à moins d'une heure de route, les uns des autres, serait un facteur incontestable d'intégration régionale.**

III.5.3.1.5 L'inadéquation des découpages territoriaux avec les exigences du développement

Cela constitue un autre problème. A la différence des régions métropolitaines, les régions en difficulté ne constituent pas des bassins économiques étendus. La configuration du relief ou l'éloignement sont à l'origine de leur division en territoires locaux, déconnectés, non articulés.

Deux échelles de découpage prédominent dans le fonctionnement des territoires : l'échelle locale et l'échelle interrégionale.

- L'échelle locale s'exprime par un rayonnement des villes limité spatialement et confiné à un arrière-pays immédiat, ne permettant l'affirmation que d'unités territoriales à fonctionnement local, correspondant au champ de déploiement des équipements et des services de base.
- L'échelle interrégionale intègre les unités locales dans l'aire de fonctionnement (commercial, migratoire, etc.) des métropoles et s'organise autour des grandes villes du NE et du CE. Ainsi, une aire d'influence étendue s'est formée autour de Tunis pour couvrir l'ensemble du Nord. Une autre s'est formée autour de Sfax et s'étend sur les espaces locaux voisins (Sidi Bouzid, etc.). Une autre fonctionne, certes avec moins de vigueur, autour de Sousse et les grandes villes du Sahel en direction du Centre-Ouest et le Kairouanais en particulier.

Dans les régions en difficulté, aucune ville régionale n'a réussi à étendre son influence de manière suffisamment active pour pouvoir former une région économique.

Le Nord-Ouest est marqué par le morcellement en petits bassins individualisés. Du Nord au Sud et de l'Est à l'Ouest ce sont les petits bassins qui s'affirment avec, pour chacun, une superficie généralement inférieure à 100 km2, ou encore un rayon d'influence de 5 à 6 km autour d'un petit centre urbain.

Cinq axes de bassins se succèdent dans la direction nord-sud, particulièrement dans les secteurs occidentaux où se retrouvent :

- ✓ Les bassins côtiers ;
- ✓ Le bassin de Fernana ;
- ✓ Le bassin de la Moyenne Vallée de la Medjerda ;
- ✓ Les bassins nord du Haut Tell (Plaine de Nebeur) ;
- ✓ Les bassins sud du Haut Tell (Tajerouine et Kalaa Khasba).

Alors que trois divisions se distinguent dans la direction Est-Ouest, particulièrement dans le Tell Septentrional, où se succèdent les ensembles suivants :

- les petits bassins de la Khroumirie ;
- le pays des Amdoun ;
- et le Bled Béja.

Tous ces bassins sont peu étendus ; même le plus vaste, celui de la Moyenne Vallée de la Medjerda, a moins de 2000 km2 de superficie, ce qui ne représente que le huitième de la superficie totale de la région et s'arrête à un rayon de polarisation de 25 km.

Dans le Centre-Ouest, le relief se conjugue avec la faiblesse des villes et l'orientation des axes de transports majeurs en direction des régions littorales, pour inscrire les différentes parties de la région dans les zones d'influence des pôles littoraux.

Dans le Sud-Ouest et le Sud-Est (plus particulièrement la Djeffara), c'est l'éloignement des agglomérations et les faibles densités rurales qui freinent la vie de relation. On rappelle qu'il faut parcourir une moyenne de 40 km pour atteindre une ville de plus de 20.000 hab. dans le Sud-Est et 47 dans le Sud-Ouest.

Favoriser l'émergence d'espaces étendus permettant les économies d'échelle et les économies d'agglomération est une des conditions impératives pour engager les régions concernées dans un processus de développement régional. Intégrer les espaces locaux et les gouvernorats dans des espaces régionaux plus vastes (la région) est une des solutions. La question qui se pose est relative à l'identification de la ville ou de l'ensemble de villes susceptibles de conduire cette intégration.

III.5.3.1.6 Le système urbain moteur du développement mais dont la transition est inégalement accomplie.

La Tunisie compte plus de 200 centres urbains, ce qui est remarquable compte tenu de sa superficie et son niveau de développement (surtout en comparaison avec les pays voisins).

Plusieurs insuffisances caractérisent néanmoins le système urbain, particulièrement un déploiement géographique inégal et une hiérarchisation lacunaire, s'opposant à la multiplication des métropoles et des pôles de développement.

III.5.3.1.7 Un taux d'urbanisation avec d'importantes disparités régionales

Les régions métropolitaines (NE et CE) ont généralement des taux élevés alors que les régions du NO et surtout du CO sont à niveau nettement inférieur à la moyenne nationale. Ainsi, le fait que l'urbanisation soit une condition nécessaire à la compétitivité des territoires apparait clairement. Cette condition est néanmoins insuffisante.

Il découle du constat précédent le fait que les régions du Sud présentent des taux d'urbanisation supérieurs à la moyenne nationale n'en fait pas des régions compétitives

Tableau 29: Taux d'urbanisation par Grande Région

	NE	NO	CE	CO	SE	SO	Tunisie
% de population communale en 2014	81.7	41.8	72.6	35.4	73.3	68.2	67.7

***Source** : INS + Calcul du STUDI International, GKW*

A noter, par ailleurs, le taux inférieur du SO par rapport à celui du SE et ce malgré l'importance du peuplement des villes minières de la région de Gafsa, ce qui traduit un retard du processus d'urbanisation, en plus de la résilience d'une certaine activité agro-rurale dans le Nord de Gafsa.

III.5.3.1.8 Une hiérarchie des villes marquée par des lacunes significatives

Les petites villes sont nombreuses et se retrouvent dans toutes les régions, une répartition qui s'explique par la politique publique de mise en place des équipements et services de base engagée depuis les années 1960.

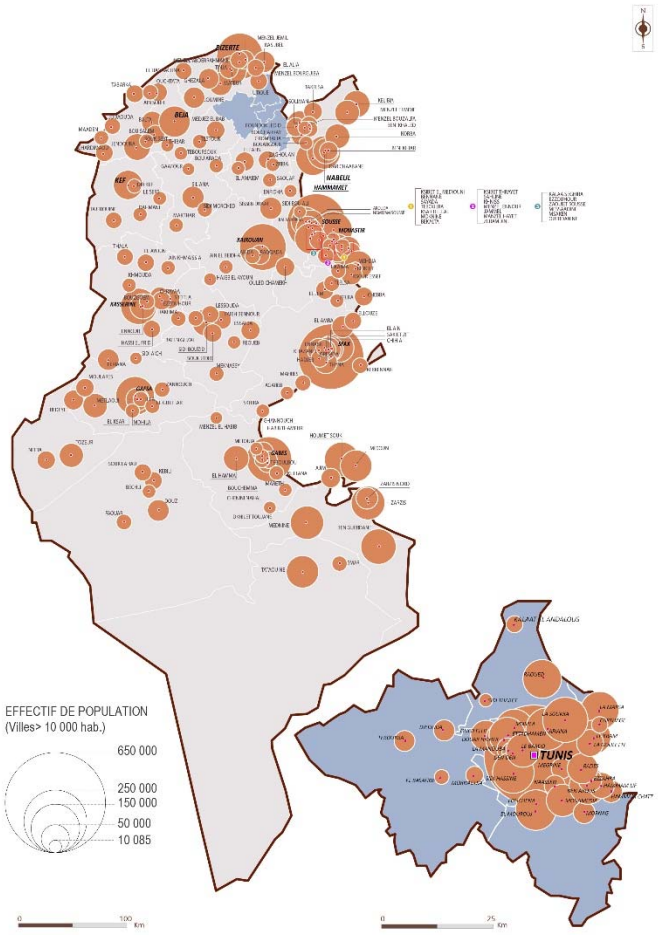


Figure 10 : Population des communes en 2014
***Source** : INS + STUDI International, GKW*

Les lacunes apparaissent surtout à deux niveaux stratégiques :

i. Le niveau des villes moyennes et centres régionaux, affirmé dans les régions du NE et du CE et même dans le Sud, mais peu présent dans les régions de l'Ouest, et ;

ii. Le niveau des villes métropolitaines confiné dans les régions du NE et du CE.

Dans le CE, et surtout dans le Sahel, la multiplication, depuis les années soixante-dix, des centres régionaux et sous régionaux réunis en réseaux urbains (formés surtout des villes de la conurbation Sousse-Monastir) ont permis la formation d'un ensemble géographique disposant des attributs d'une **aire métropolitaine**.

Dans les autres régions (le NO, le CO et le Sud), la transition urbaine s'est arrêtée à la phase de multiplication des petites villes et centres locaux. Même dans les régions dotées de quelques conditions favorables, comme celles de Kairouan et de Gabès, la transition urbaine (par la promotion des chefs-lieux vers le niveau métropolitain) est bloquée, d'où le faible rôle des villes comme pôles de développement régional.

Ainsi, pour les territoires en difficulté de développement il y a un manque de pôles de développement ou de « districts » de développement (par allusion au modèle italien). Les centres existants sont de niveau de base ou local, intégrés dans des systèmes de relation (et de fonctionnement) dirigés par des pôles extrarégionaux.

III.5.3.1.9 La résilience territoriale inégale en tant qu'effet majeur du blocage de la transition urbaine.

Disposant de systèmes urbains étoffés (villes nombreuses et aux fonctions différenciées), d'économies plus diversifiées, de sociétés citadines solidaires, instruites et ouvertes, et d'infrastructures et d'équipements améliorés, les régions de Tunis, Sahel et Sfax se sont constamment réorganisées pour attirer les investissements, les entreprises, la main-d'œuvre, la clientèle, les populations estudiantines et les élites.

L'aire métropolitaine de Tunis s'est étendue sur un rayon de 60 kilomètres et a développé un système de villes étoffé (une soixantaine de villes), organisé autour de Tunis, de deux bi-pôles d'appui (Bizerte-Menzel Bourguiba et Nabeul-Hammamet), d'une dizaine de centres satellites (Soliman, Grombalia, Zaghouan, El Fahs, Mjez El Bab, Mateur, Ras Jebel, etc.) et de nombreux centres de banlieue. Ceci lui a permis d'offrir des alternatives de recomposition spatiale dès le moment où s'opère un changement de logiques de localisation. Hammamet est devenu le pôle touristique de Tunis alors que Bizerte s'est affirmée comme une annexe industrielle et portuaire.

Dans le Centre-Est, Sfax a suivi la même logique, même si c'est à une échelle inférieure. Quant au Sahel, autrefois marqué par le peuplement villageois, il s'est transformé en région urbaine (ou même en conurbation) comptant une cinquantaine de villes de taille voisine, pouvant développer de la complémentarité. Il existe une certaine spécialisation dans le textile dans une logique marshallienne de district industriel (un espace économique solidaire, organisé dans une logique de sous-traitance) dont la force s'explique par une division des tâches entre les différentes villes.

Pour le Nord-Ouest le blocage de la transition urbaine a affecté le potentiel de développement des territoires et réduit leur capacité de résilience :

- Les villes ne se sont pas suffisamment multipliées : seulement 16 centres de plus de 10.000 h (contre 33 au Sahel) ;
- Les villes principales n'ont pas opéré les mutations fonctionnelles nécessaires et ne se sont pas développées en métropoles. Les deux villes les plus peuplées (Béja et Le Kef) ne comptent que 50.000 à 60.000 habitants chacune alors que neuf villes ont dépassé ce seuil dans le Sahel (dont 221.530 pour Sousse et 93.306 pour Monastir).

Dans le Centre-Ouest, la faiblesse de l'urbanisation (et même celle de la villagisation) explique l'essoufflement des dynamiques territoriales. Dans le gouvernorat de Sidi Bouzid, l'urbanisation est encore limitée (27% de la population totale). Le chef-lieu est un centre sous-régional encore polarisé par Sfax. A part Meknassy et Regueb qui comptent entre 11000 et 15000 habitants, les sept autres centres ont moins de 10000 habitants et leurs fonctions sont plutôt locales.

Dans la région de Kasserine, le taux d'urbanisation est de 43% et les fonctions administrative et frontalière prédominent encore.

Quant en ce qui concerne la région de Kairouan, le développement métropolitain de la ville de Kairouan est bloqué par les contraintes au développement tertiaire et industriel de la ville alors que les centres locaux n'arrivent pas à émerger car confinés dans une vocation rurale. Le taux d'urbanisation dans le gouvernorat est de 35.3%. Kairouan compte 13 fois l'effectif de Hajeb El Ayoun, deuxième centre de la région (139070 hab., pour la première, et 10621 hab., pour la seconde).

Dans le Sud-Ouest, la transition est contrainte par la vocation oasienne encore déterminante dans le Djerid et le Nefzaoua, et surtout par le blocage de la diversification et de la reconversion dans le gouvernorat de Gafsa. Les freins au développement métropolitain de Gafsa et la pérennité d'une fonction minière exclusive pour les autres villes constituent les obstacles majeurs.

Dans le Sud-Est, la question de la réorganisation du territoire et de l'armature urbaine est toujours en suspens et freine l'émergence métropolitaine. Deux logiques se sont neutralisées :

a. L'organisation en réseau urbain, structuré autour de sept villes, généralement séparées d'une cinquantaine de kilomètres et fortement dépendantes de l'émigration ;

b. La promotion métropolitaine de Gabès, bloquée, néanmoins, par l'insuffisante diversification fonctionnelle et les problèmes de l'environnement.

III.5.4 Les politiques de développement et d'aménagement du territoire au cours des cinq dernières décennies : Absence de vision, hésitations et incohérence des options

III.5.4.1 Les changements fréquents de politique de développement du territoire

III.5.4.1.1 La politique de localisation des projets industriels

Six changements majeurs sont effectués en trois décennies (1962 à 1993) :

- 1962 : lancement des projets de pôles de développement (Bizerte-Menzel Bourguiba, Sousse-Monastir-Ksar Hellal, et surtout Béja, Kasserine…) ;
- 1967 : octroi d'avantages aux investissements industriels dans **le Sud tunisien** (1969 pour les investissements dans les Îles Kerkennah)
- 1974 et 1977 : octroi d'avantages aux industries manufacturières, favorables à la **concentration dans les chefs-lieux de gouvernorats** de l'ouest et du Sud (selon une carte établie en 1977) ;
- 1981 : parution du code des investissements dans les industries manufacturières qui accorde des avantages aux délégations et qui est favorable **à la dispersion des industries dans les délégations et les gouvernorats de l'ouest et du Sud** ;
- 1987 : Code des investissements industriels qui revient au schéma précédent en accordant les **avantages aux chefs-lieux de gouvernorat** (loi 87-51 du 2 août 1987)
- 1993 : Loi n°93-120 du 27 décembre 1993, portant promulgation du Code d'Incitations aux Investissements qui revient à un classement des délégations en trois catégories de zones de développement régional et qui **revient à un modèle de dispersion** (des révisions partielles sont effectuées en 1999 et 2008).

Ainsi, en moyenne, un changement est effectué tous les cinq ou six ans, ce qui montre que l'Etat n'a pas de vision à long terme et ne dispose pas d'un modèle partagé par les acteurs socio-territoriaux.

III.5.4.1.2 Les hésitations (et les discordances) se retrouvent dans les documents de référence de la politique d'aménagement du territoire

La première étude d'aménagement, intitulée « Villes et développement » et menée en 1974, a mis en relief le sous-encadrement des territoires situés en position intermédiaire entre les zones littorales et les zones occidentales et a proposé leur érection en entités territoriales distinctes (ce qui fut réalisé en 1974 avec la création des gouvernorats de Tunis-Sud, Siliana et Sidi Bouzid).

Le Schéma National d'Aménagement du Territoire National (SNAT), établi en 1984, a priorisé les régions de l'intérieur, mais a projeté trop de pôles par rapport à la capacité de mise en œuvre de l'Etat. Deux catégories de villes industrielles sont proposées : les pôles industriels principaux devant atteindre un chiffre de 20.000 à 25.000 emplois industriels à l'horizon 2001, et les centres industriels régionaux accueillant 2.000 à 3.000 emplois. Ces options se sont avérées trop ambitieuses et difficilement réalisables, surtout lorsqu'il avait fallu tenir compte de l'effort qu'a nécessité le pôle de Gabès, dont l'édification a consommé l'équivalent du dixième de l'effort public d'investissement durant l'ensemble de la décennie soixante-dix.

Le Schéma Directeur d'Aménagement du Territoire National de 1995 (SDATN) est revenu vers un schéma de métropolisation. Ses options principales ont concerné les régions du Nord-Est et du Centre-Est, dans la retenue d'options fortes pour la restructuration et le développement des régions de l'Ouest et du Sud, ce qui explique d'ailleurs son adoption trop tardive, au bout de « 12 ans de délai d'approbation ! ».

III.5.4.1.3 Les incohérences intersectorielles

La mise en œuvre des stratégies définies par les documents de référence est souvent entachée de retards, qui ont fait que les politiques sectorielles (industrielle, de transport, des équipements publics, etc.) ont parfois suivi des orientations qui ne sont pas en cohérence avec celles des documents en question[6].

Dans le cas des programmes de mobilisation des ressources d'eau locales et d'aménagement de périmètres irrigués, un des exemples frappants a été le périmètre irrigué de la plaine de Ghardimaou, dont les grandes infrastructures ont été réalisées sans que le projet ait pu aboutir, faute de bénéficiaires parmi la population locale, qui avait été de plus en plus happée par l'émigration vers l'Europe.

Dans le cas de la politique de développement rural engagée depuis les années soixante-dix, et malgré l'option du développement intégré adoptée lors de la deuxième décennie de mise en œuvre, l'orientation distributive de lutte contre la pauvreté et de répartition égalitaire des services publics et infrastructures de base l'a emporté sur les objectifs de création de pôles de développement. Ainsi il a toujours manqué au monde rural tunisien une catégorie de centres ruraux pouvant jouer le rôle de micro-pôles de développement.

L'évaluation des résultats des politiques montre d'ailleurs que ce sont souvent dans les mêmes régions (dynamiques) que les projets de développement ont eu le plus de portée et que ce sont les populations de ces régions qui ont le plus bénéficié des effets positifs des politiques publiques.

III.5.5 Conditions pour l'avènement d'une nouvelle vision de l'aménagement du territoire à l'Horizon 2050

La mission principale de l'aménagement du territoire est de procéder à la réorganisation du territoire, en opérant ou en favorisant des changements dans la répartition spatiale de la population, des activités, des équipements et des infrastructures, de manière à améliorer son fonctionnement et le préparer aux changements futurs attendus ou désirés.

Dans la perspective de la stratégie Eau 2050, une contribution principale de l'AT sera la promotion d'une nouvelle géographie de la demande, qui devra être prise en compte par une nouvelle géographie de la production, la mobilisation des ressources, les transferts et la gestion.

La gestion de l'eau est appelée à ne pas s'enfermer dans une logique tendancielle d'accompagnement de la croissance des besoins mais à s'inscrire dans une logique nouvelle de développement territorial et de restructuration métropolitaine où les fonctions basées sur le savoir-faire et l'intelligence seront mises à contribution pour appuyer et améliorer leurs performances.

III.5.6 Vers un nouveau cadre de référence de l'aménagement et du développement du territoire

III.5.6.1 La Constitution de 2014 et la centralité de la question du développement territorial

La Constitution de 2014 a fixé des principes de développement des territoires : équité et discrimination positive, équilibre régional, durabilité et gestion rationnelle des ressources nationales, décentralisation et création des district.

[6] Dans l'une de ses conclusions (p.66), l'étude d'évaluation de la politique nationale d'aménagement du territoire menée en 2012 a mis l'accent sur le cloisonnement et la déconnection entre interventions sectorielles et planification spatiale. Trois cas illustratifs sont cités : les difficultés de mise en œuvre de la politique ferroviaire du ministère des transports, l'absence de cohérence entre la politique d'implantation des zones industrielles de l'Agence - Foncière Industrielle (AFI) et la politique touristique de l'Agence Foncière Touristique (AFT) et les politiques de planification spatiale.
Direction Générale de l'Aménagement du Territoire/ IDEACONSULT-INGEROP, *Evaluation de la politique d'aménagement du territoire en Tunisie*. Rapport d'évaluation. 2012.

*Article 12 : L'État agit en vue d'assurer la justice sociale, le développement durable et l'équilibre entre les régions, en tenant compte des indicateurs de développement et du principe de **la discrimination positive**. Il assure également l'exploitation rationnelle des ressources nationales.*

***Source** : IORT, Constitution de la République Tunisienne, 2015.*[7]

La traduction politique et spatiale de ces principes reste à préciser. Elle pourrait faire l'objet d'une démarche pour le long terme sous la forme **d'un débat national de l'aménagement du territoire,** qui pourrait aboutir à une **charte de l'aménagement du territoire** engageant les acteurs nationaux. De nouvelles manières de penser le développement territorial sont à promouvoir.

Parmi les questions cruciales à traiter, celle de la répartition des fonctions et des ressources entre les régions, celle des relations entre les régions, sachant que la nature de l'arrimage Est-Ouest, tel qu'il s'est effectué jusqu'ici, s'est avéré comme l'une des contraintes de développement non seulement dans les régions de l'Ouest mais aussi du Sud.

III.5.6.2 Une ambition à la mesure de l'horizon de référence : la nécessité d'« un SNAT nouvelle génération »

L'une des raisons expliquant les insuffisances des politiques territoriales qui se sont succédées réside dans leur aspect changeant et leur inscription dans un horizon court, souvent limité à cinq années (soit l'horizon d'un plan de développement) ou à une dizaine d'années dans le meilleur des cas.

Or, pour aboutir à la réorganisation territoriale d'ensemble et aux corrections en conséquence, qui constituent la mission première de l'aménagement du territoire, la stratégie doit se situer dans le temps long, celui d'une génération, tel que le retient Eau 2050.

Cet horizon de trente ans est très important, car il autorise la projection d'une ambition dépassant celle d'un ou deux plans de développement, une ambition qui soit à la mesure des problèmes posés et des contraintes qui ont limité l'efficacité des politiques engagées depuis plusieurs décennies. L'aménagement du territoire doit orienter les plans de développement sur le long terme, leur ouvrir de nouvelles perspectives et ne pas se confiner dans l'accompagnement. Cela doit s'inscrire dans la durée.

III.5.6.2.1 Pour « un nouveau paradigme »[8] de l'aménagement et du développement du territoire

Le développement futur des territoires devra passer par l'exploration de nouvelles voies, permettant de se libérer du statut quo (les dualités littoral- intérieur, Tunis-régions, villes-campagnes) et parier sur l'efficacité de l'effort national de développement et d'aménagement.

Il s'agira de tirer pleinement parti des lois de la géographie, capables d'offrir des alternatives en cohérence avec les nouvelles orientations nationales suivantes :

i. Une « **nouvelle orientation pour la connectivité** », accordant de l'importance à la qualité des dessertes et leur efficacité (en pensant les distances entre lieux en termes de distance-temps, de distance euclidienne, de distance économique, etc.) ;

ii. Une « **nouvelle orientation pour le découpage territorial optimal** », par la promotion de toutes les échelles spatiales et surtout en privilégiant la formation d'espaces étendus ;

iii. Une « **nouvelle orientation pour les villes et la polarisation** », en adaptant les systèmes urbains régionaux à la configuration des territoires (par le biais d'aires métropolitaines hiérarchisés ou en réseaux et de villes associées/complémentaires).

[7] La version arabe qui fait référence utilise le terme de discrimination positive :

الفصل 12:

تسعى الدولة إلى تحقيق العدالة الاجتماعية، والتنمية المستدامة، والتوازن بين الجهات، استنادا إلى مؤشرات التنمية واعتمادا على مبدأ **التمييز الإيجابي**. كما تعمل على استغلال الرشيد للثروات الوطنية.

المصدر: دستور الجمهورية التونسية

[8] Un paradigme est une représentation du monde selon laquelle ce dernier est régi par un ensemble cohérent de lois, règlements, normes.

Il s'agira également de repenser le modèle économique et social. Une des pistes à d'explorer concerne l'opportunité de faire émerger u**ne classe moyenne en milieu rural et dans les régions en difficulté,** par la promotion de la moyenne exploitation agricole9, de la moyenne entreprise industrielle et commerciale, etc.

Toutes les régions sont concernées, surtout le Nord-Ouest, marqué par les faibles possibilités d'intégration régionale des entreprises et des activités, le départ des élites locales et la déprime démographique.

La promotion de la moyenne exploitation agricole et de la moyenne entreprise permettra d'étoffer le tissu économique, en mettant à profit les possibilités de complémentarité et de coopération avec la grande entreprise privée régionale (par la sous-traitance, à titre d'exemple10). Se distinguant par sa souplesse, son adaptation aux changements de conjoncture et une meilleure intégration dans le tissu social, la classe moyenne, la moyenne exploitation et la moyenne entreprise pourraient être un facteur de diffusion du progrès, de génération du développement, de résilience économique et de renforcement du lien social.

III.5.7 Une Vision 2050 pour l'aménagement du territoire

Une esquisse de ladite Vision devrait pouvoir être formulée de la manière suivante : « **La Tunisie est un territoire compétitif, équitable, durable et résilient, formé de régions ayant achevé leur transition urbaine, dotées de métropoles et de réseaux urbains étoffés et de territoires ruraux dynamiques** ».

Des déclinaisons régionales de la Vision territoriale pourraient être effectuées en tenant compte des spécificités de chacune des régions et du rôle qui leur serait dévolu dans la nouvelle géographie de la Tunisie.

Ainsi, en tenant compte de l'effet stratégique potentiel de la transition urbaine, on pourrait indiquer quelques pistes d'aménagement, à confirmer et consolider par la prise en compte des contributions des acteurs :

- Le Nord-Est, Région métropolitaine de Tunis ;
- Le Nord-Ouest, Région urbaine émergente ;
- Le Sahel, Région urbaine avancée ;
- La région de Sfax, Région métropolitaine ;
- La région des Steppes, Région métropolitaine émergente ;
- Le Sud-Est, Région métropolitaine de Gabès ou région urbaine du Sud-Est ;
- Le Sud-Ouest, Région de Gafsa ou région urbaine du Sud-Ouest.

III.5.7.1 Objectifs de l'aménagement du territoire et les scénarios d'évolution

III.5.7.1.1 Les objectifs généraux

a. L'**efficacité économique** : assurer les conditions spatiales du fonctionnement et de l'attraction des entreprises économiques, y compris dans les régions de l'Ouest et du Sud ;

b. L'**équité socio-territoriale** : améliorer l'accès aux équipements et aux infrastructures et aux différents facteurs de développement, sachant que l'équité n'est pas à penser en termes de répartition des équipements de base (et donc dans une logique de survie), mais également et surtout en termes d'égalité des chances de promotion sociale ;

c. La **durabilité écosystémique** : des ressources naturelles et de l'environnement, tenant compte des défis locaux (fragilité du milieu et limites des ressources) et planétaires (surtout le changement climatique).

[9] Cette option pourrait s'appuyer sur la mobilisation du stock de terres domaniales.
[10] L'un des facteurs du dynamisme de la région du Sahel est la possibilité pour les grandes entreprises textiles de bénéficier des services de sous-traitance offerts par les petites et moyennes entreprises. Consulter à ce propos les travaux de A. Hsaïni : Spécialisation souple et développement : le cas de Ksar Hellal (Tunisie). Université Pierre Mendès France. Grenoble. 1996.

III.5.7.1.2 Les objectifs d'ordre territorial

1. Le **développement rural** : à penser également en termes de liens ville-monde rural et de promotion d'une armature rurale soutenue par des micro-pôles de développement ;
2. La **transition urbaine** : à penser en termes de promotion de nouvelles métropoles et de réseaux métropolitains, mais également en termes d'urbanisation des régions rurales ;
3. L'**équilibre régional** : à penser comme une condition nécessaire pour l'efficacité économique, la cohésion sociale et la durabilité des ressources et du milieu, et à prendre en compte dans la définition des fonctions des régions et de la nature de l'arrimage/articulation/complémentarité/solidarité entre régions moins avancées et régions compétitives.

III.5.7.1.3 Les scénarios d'évolution sociodémographique

➢ Rappel des projections tendancielles par milieu

Pour la projection démographique globale (ensemble de la Tunisie), les données de base utilisées pour la Vision sont celles des projections de l'INS jusqu'à 2041 / hypothèse moyenne, ajustées par d'autres sources tel que celles des Nations-Unies ou encore PopulationPyramid.net, dont il ressort **une population Tunisienne à l'Horizon 2050 de 13.797.000 habitants**.

Par ailleurs, le taux d'urbanisation en Tunisie a évolué au cours des 60 dernières années de la manière suivante (données Banque mondiale) :

Tableau 30: Evolution du taux d'urbanisation de 1960 à 2020

1960	1970	1980	1990	2000	2010	2020
37,5%	43,5%	50,6%	57,9%	63,4%	66,7%	69,6%

***Source** : Banque mondiale*

Dont il ressort une projection, proposée par le Bureau d'études, du taux d'urbanisation, qui devrait se présenter comme suit pour 2030, 2040 et 2050 :

Tableau 31: Estimation du taux d'urbanisation pour les Horizons 2030, 2040 et 2050

2030	2040	2050
72,5%	75,5%	78,5%

***Source** : STUDI International, GKW*

Cela fait ainsi apparaitre l'évolution de la population totale, urbaine et rurale pour l'ensemble de la Tunisie jusqu'en 2050 de la manière suivante (en Millions d'habitants) :

Tableau 32: Rétrospective et perspective de la population totale, urbaine et rurale de 1960 à 2050

	1960	1970	1780	1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050
Pop Tot	4,178	5,064	6,374	8,243	9,708	10,635	11,819	12,756	13,353	13,797
Pop Urb	1,567	2,203	3,225	4,773	6,155	7,094	8,226	9,248	10,082	10,831
Pop Rur	2,611	2,861	3,149	3,470	3,553	3,541	3,593	3,508	3,271	2,966

***Source** : STUDI International, GKW*

Le tableau précédent fait ressortir une certaine « résistance » de l'effectif de population rurale, qui n'a cédé pour la première fois, par la baisse en termes absolus, qu'en 2010, avant de remonter trop légèrement et éphémèrement en 2020, pour s'orienter ensuite, en termes de projection, vers une « baisse en douce », jusqu'à juste sous la barre des 3 millions en 2050, en aboutissant à un effectif qui correspond à la population rurale de 1975, soit 75 ans plus tôt.

Ainsi, en presqu'un siècle, de 1960 à 2050, au moment où la population totale va être multipliée par 3,3 (en passant de 4,2 à 13,8 millions d'habitants), la population urbaine va connaitre une multiplication de ses effectifs par 6,9 fois (en passant de 1,6 à 10,8 millions d'habitants), alors que la population rurale n'aura augmenté pendant ces 90 ans que de moins de 14% (en passant de 2,6 à 3,0 millions d'habitants), mettant par-là en relief l'aboutissement d'une mutation historique, culturelle et sociologique profonde, celle du passage d'une société à grande dominante rurale (62,5% de la population totale en 1960) à une société presqu'aux quatre cinquièmes urbaine (78,5% de la population totale attendus pour 2050).

La « résistance démographique du rural », par l'évitement d'un effondrement total comme cela s'est passé pour les économies industrielles avancées, peut être à l'origine d'un double-constat. Le premier est lié au fait que cela reflète une insuffisante transition de l'agricole vers le non-agricole, qui aurait impliqué une amélioration plus importante de la productivité globale de l'économie. Le deuxième concerne l'opportunité sauvegardée pour une réappropriation du rural sur de nouvelles bases d'efficience économique, de promotion sociale et de durabilité environnementale.

➢ Projections tendancielles par région

Sur la base des tendances régionales et de la projection nationale, la configuration démographique à l'Horizon 2050 devrait avoir la forme suivante (en milliers d'habitants et en %) :

Tableau 33: Perspectives démographiques régionales

	GT	NE	NO	CE	CO	SE	SO	Tunisie
2021 (effectifs et % dans l'ensemble)	3.002 (25,1%)	1.682 (14,0%)	1.156 (9,7%)	2.904 (24,2%)	1.518 (12,7%)	1.080 (9,0%)	636 (5,3%)	11.982 (100%)
2050 (effectifs et % dans l'ensemble)	3.934 (28,5%)	1.938 (14,0%)	957 (6,9%)	3.599 (26,1%)	1.542 (11,2%)	1.173 (8,5%)	652 (4,7%)	13.797 (100%)
Evolut en effectifs	+ 932	+ 256	- 199	+ 695	+ 24	+ 93	+ 16	+ 1.815
Evolution en %	(+31,0%)	+15,2%	-17,2%	+23,9%	+1,5%	+8,6%	+2,5%	+15,1%

***Source** : INS + Calcul du STUDI International, GKW*

Ce qui ressort du tableau précédent, qui reprend les projections démographiques de l'INS représentant la référence en la matière, constitue un véritable choc pour le sort du Nord-Ouest. Juste en 2001 le poids démographique de cette région était encore de 13,3% pour se retrouver désormais dans la perspective d'être divisé par 2 en 2050 !

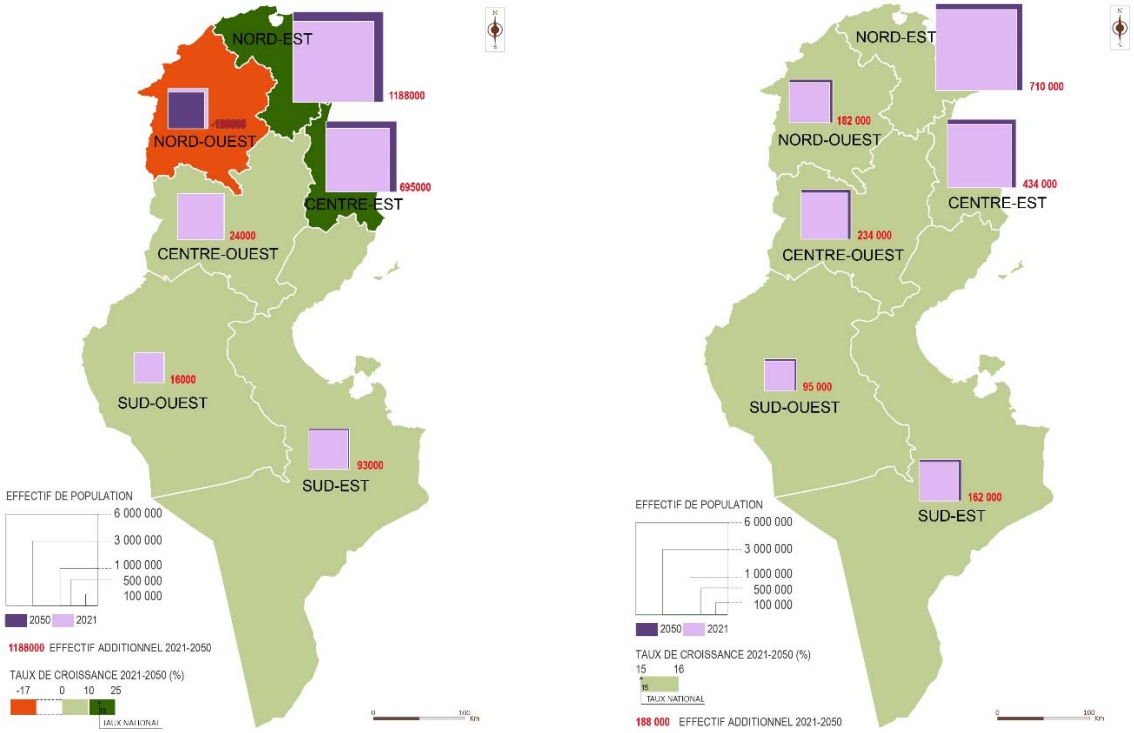


Figure 11 : Projections de population à l'horizon 2050 : Scénarios « Tendanciel » et de « Stabilisation »
***Source** : STUDI International, GKW*

➢ Scénarios sociodémographiques autres que tendanciels

Dans une perspective d'aménagement du territoire, des scénarios sociodémographiques « volontaristes » peuvent être examinés, dans un but de recherche d'alternative de développement viable.

Il en est ainsi du **scénario de stabilisation démographique,** basé sur l'objectif d'un solde migratoire nul pour chaque région, les courants migratoires enregistrés correspondant uniquement à une redistribution de certaines catégories de la population active.

Tableau 34: Projections démographiques à l'horizon 2050. Scénario stabilisation démographique

		NE	NO	CE	CO	SE	SO	Total
2021	Effectif (en 1000)	4.684	1.156	2.904	1.518	1.080	636	11.978
	%	39,1	9,7	24,2	12,7	9	5,3	100
2050	Effectif (en 1000)	5.394	1.338	3.338	1.752	1.242	731	13.795
	%	39,1	9,7	24,2	12,7	9,0	5,3	100
Effectif additionnel		+710	+182	+434	+234	+162	+95	+1.817
Ecart au scénario tendanciel		-478	+381	-261	+210	+69	+79	0

***Source** : STUDI International, GKW*

Il peut également être question d'un **scénario** (encore plus volontariste) **d'inversion démographique** : indiquant une attractivité migratoire des régions occidentales et du sud, en relation avec la mise en œuvre de projets de développement régional.

➢ Exigences des différents scénarios en matière de choix de développement

- ✓ Le scénario tendanciel implique une croissance continue des régions métropolitaines ainsi que le maintien des rapports actuels Est-Ouest, la poursuite des transferts, etc. Or, si on continue à laisser les régions de l'ouest (comme le NO) perdre des effectifs croissants de population (par émigration), et considérant la croissance attendue des villes, la population rurale ne sera pas, à un certain moment, suffisamment nombreuse pour le maintien des cultures intensives et de l'irrigation. La demande locale d'eau va diminuer. On pourrait même observer un gaspillage de la ressource dans les secteurs les plus touchés par l'émigration. Les transferts vers d'autres régions vont augmenter. La marginalisation de ces régions va s'accentuer, un avenir que personne ne pourra justifier.

- ✓ Le scénario de stabilisation, qui est en fait un scénario de développement durable, implique le retour à la croissance démographique des régions non métropolitaines (particulièrement le NO), promotion de corridors de développement, etc. Un effort public d'investissement substantiel, la promotion de la classe moyenne (rurale et urbaine) et un accompagnement urbain conséquent (commercial, industriel, technique, formation et recherche, etc.) vont favoriser la croissance économique et l'emploi et l'amélioration du niveau de vie de la population. La valorisation des ressources locales va s'effectuer sur place et avec plus d'efficacité. Il sera même judicieux de réduire les transferts vers d'autres régions.

Ainsi, le scénario de stabilisation serait le plus indiqué pour répondre aux différentes spécificités du territoire tunisien et surtout tenir compte des orientations politiques qui commencent à se dessiner depuis la Révolution de janvier 2014, avec la tendance à une plus grande prise en compte des aspirations des populations locales, qui seraient appelées à jouer un rôle crucial dans les processus de gouvernance. C'est ce scénario qui est pris en considération dans l'élaboration d'une esquisse de schéma national d'aménagement du territoire.

III.5.8 Les cinq piliers de l'aménagement du territoire à l'horizon 2050

Au vu du diagnostic du territoire tunisien et des politiques engagées au cours des dernières décennies et tenant compte des nouvelles aspirations des acteurs nationaux et des défis posés à l'échelle internationale, cinq orientations principales devraient constituer le cœur de la politique territoriale pour les trois prochaines décennies. Elles constituent les cinq piliers sur lesquels va reposer l'esquisse de Schéma National d'Aménagement du Territoire.

III.5.8.1 La restructuration métropolitaine

Portant sur les régions du Nord-Est et du Centre-Est, ce pilier a pour objet l'aménagement des régions concernées en aires métropolitaines organisées autour de (i) métropoles gardant les fonctions supérieures, (ii) de zones péri-métropolitaines formées de pôles d'appui et, (iii) de zones rurales aux vocations spécialisées.

Les objectifs premiers de l'aménagement du territoire seraient de décongestionner les grandes villes et relancer et reconvertir les zones péri-métropolitaines.

Il est formé de quatre axes :

i. **Axe urbain** : desserrement des grandes villes par délocalisation des fonctions encombrantes ou devenues à l'étroit, comme les grandes infrastructures de transport (ports ou aéroports), les industries, l'habitat insalubre, etc. ;

ii. **Axe rural** : reconversion des zones agricoles vers des vocations reposant sur les ressources locales (eaux, sols, savoir-faire, etc.) et assurant leur valorisation maximale, en réduisant la part des cultures fortement consommatrices d'eau (comme la tomate) et en développant les modes d'irrigation économes en eau ; il s'agirait également de réexaminer la rationalité du développement de systèmes d'élevage dans des zones dépourvues de ressources locales en aliments pour bétail et s'appuyant essentiellement sur l'importation d'intrants ;

iii. **Axe Transports** : création de systèmes de transport régionaux rapides limitant l'effet de l'étalement urbain, assurant un fonctionnement intégré de l'aire et facilitant l'approvisionnement à partir des régions de l'ouest ;

iv. **Axe Environnement et ressources naturelles** : gestion durable et économe (maîtrise de la consommation) et mobilisation de ressources alternatives (eaux usées traitées, dessalement, etc.).

A noter que cette orientation s'affirme de plus en plus dans le domaine de l'eau, avec l'évolution vers l'économie de l'eau et la reconversion culturale, l'Etat n'hésitant pas à promouvoir ce genre de reconversion[11].

III.5.8.2 La recomposition territoriale des régions non métropolitaines

Portant sur les régions classées « en difficulté » de l'Ouest et du Sud, cela a pour objet principal de promouvoir la création de **régions fonctionnelles et à développement équitable et durable**.

Les régions fonctionnelles seraient promues, en s'inspirant des schémas préconisés par les réflexions innovantes en matière d'organisation du territoire, dont celles soulignées par l'OCDE : en tant que « **Découpage territorial qui résulte de l'organisation des relations sociales et économiques au sens où les frontières ne renvoient pas à des particularités géographiques ou à des événements historiques** ». Il ne s'agirait alors que de « **Subdivisions fonctionnelles des territoires** ».

OCDE (2002), *La recomposition des territoires. Les régions fonctionnelles*. Paris. 140 p.

La promotion des régions fonctionnelles intéressera les territoires dotés d'attributs et de conditions favorables, sur lesquels pourront s'appuyer les programmes et projets de développement et d'aménagement.

Toutefois, les territoires ne faisant pas partie des régions fonctionnelles seront concernées par des « projets de développement rural intégré », où l'objectif d'équité et de cohésion sociale sera prioritaire. Dans tous les cas, des solutions innovantes sont à identifier et à introduire.

Les objectifs :

- Favoriser l'émergence de métropoles et de corridors de développement adaptés à la configuration spatiale des régions (boucle du Nord-Ouest[12], corridor Sousse-Kasserine, développement métropolitain de Kairouan et Gabès, etc.) ;
- Réduire les disparités de développement et de ressources entre régions et à l'intérieur des régions (ceci implique l'approvisionnement en eau et la desserte par les infrastructures de base de l'ensemble du territoire y compris les zones de montagne et les zones rurales enclavées) ;
- Mobiliser les financements pour les projets locaux (par la contribution des budgets des régions et à travers les régimes d'incitation aux localisations) ;
- Assurer de meilleures conditions de mise en œuvre et de suivi des projets de développement territorial (l'institution régionale étant mieux dotée que les communes ou même les gouvernorats).

[11] Dans un article récent sur l'évolution de la filière tomates dans la plaine de Haouaria, au Cap Bon, Lamia Arfa et Mohamed Elloumi signalent que l'Etat, en raison de problèmes d'exportation, n'a pas hésité à encourager la réduction des superficies cultivées par l'octroi de subventions. Dans la plaine en question, déjà affectée par la surexploitation des nappes locales, les agriculteurs ont répondu favorablement en réduisant les superficies cultivées. Une subvention du même ordre appliquée pour réduire la pression sur les ressources en eau pourrait donner des résultats comparables et favoriser les reconversions.
Lamia Arfa et Mohamed Elloumi, *La filière tomate de transformation à Haouaria en Tunisie : prédominance de la forme industrielle déterritorialisée*, in Cahiers Agricultures. 2021, 30-31, 10 p.

[12] A signaler qu'un des segments de cette boucle, à savoir la plaine de la Moyenne Vallée de la Medjerda se distingue par une croissance démographique supérieure au reste du Nord-Ouest et par la présence d'un corridor de transport avec un couplage chemin de fer et route, et récemment autoroute.

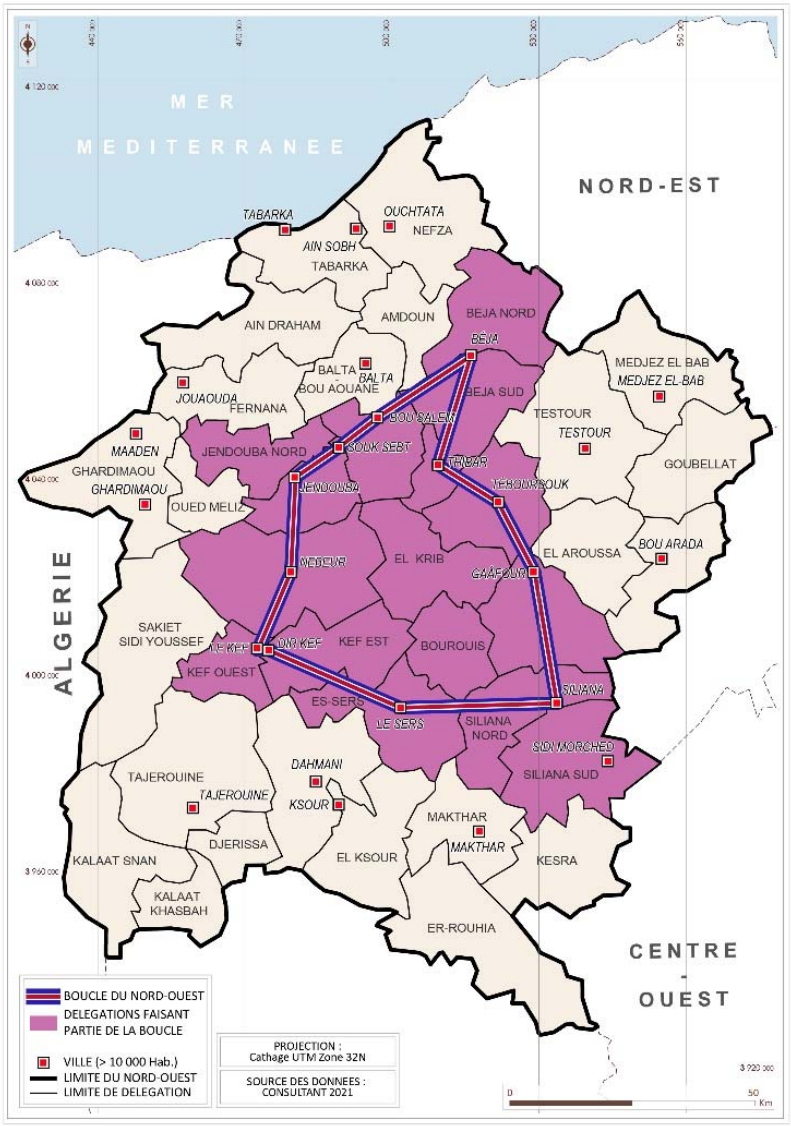


Figure 12 : La boucle des plaines et bassins du Nord-Ouest

***Source** : STUDI International, GKW*

Les axes d'aménagement

i. **Axe urbain** : faciliter « la transition urbaine », par la promotion métropolitaine des grandes villes[13] (dans le Sud-Est et le Kairouanais, par exemple) ou par la mise en place de réseaux de villes moyennes complémentaires et solidaires (par exemple dans le Nord-Ouest, où la stratégie pourrait reposer sur la promotion de pôles urbains spécialisés, comme à Dougga avec le développement de la fonction artistique et culturelle et la création de studios cinématographiques[14]) ou par promotion urbaine de centres ruraux, etc. ;

ii. **Axe rural** : création de nouveaux bassins de production agricole, restructuration des bassins existants (les relancer ou reconvertir), développement technologique et digitalisation de l'agriculture, développement rural intégré et promotion de centres ruraux en micro-pôles de développement ;

[13] L'identification des villes à promouvoir pourrait se faire sur la base d'un seuil de métropolisation, adapté au contexte géographique régional, équivalent à un pourcentage de l'effectif de la population du gouvernorat. Ce seuil sera élevé dans les gouvernorats de grandes villes (Kairouan et Gabès) et inférieur dans les régions où les réseaux de villes devront prédominer (le Nord-Ouest).

[14] Dougga a tous les atouts pour la mise en place d'un pôle hébergeant des studios cinématographiques proches de la majorité des paysages naturels et ruraux et des sites archéologiques et urbains du Nord-Ouest, tout en étant situé à une heure de route de Tunis.

iii. **Axe Transport** : mise en place de systèmes régionaux de transport assurant l'intégration des territoires (boucle autoroutière-routière du Nord-Ouest, reconstruction de la voie ferrée Sousse-Kasserine combinée avec la création d'un port sec à Kasserine qui pourrait être prolongé ultérieurement par un corridor transfrontalier Kasserine-Tébessa[15], en Algérie, transversale autoroutière Jendouba-Gafsa, liaison autoroutière Gabès-Gafsa, etc.) ;

iv. **Axe Environnement et ressources naturelles** : mobilisation de ressources supplémentaires pour le développement local, dans toutes les régions et de ressources « non conventionnelles » pour les usages industriels et urbains, surtout dans les régions du Sud (dessalement, eaux usées traitées, etc.).

III.5.8.3 Pour des systèmes de transport et de communication connectés et adaptés à la reconfiguration du territoire

Portant sur toutes les régions, ce pilier prévoit la création d'axes et d'infrastructures de communication aux caractéristiques et fonctions diversifiées, et ce pour trois objectifs majeurs :

i. Assurer la complémentarité et l'articulation entre connectivité intra régionale et connectivité nationale et internationale ;

ii. Créer le support physique de pôles et de corridors de développement à promouvoir dans les régions ;

iii. Adapter les systèmes de transports aux conditions locales.

Les axes d'aménagement : Il s'agit de mettre en place des systèmes différenciés sur les plans technique, gestion, accessibilité aux usagers (avec ou sans péage), etc., complétant la configuration existante marquée par la primauté des radiales partant de Tunis (tendance, poursuivie par les nouveaux projets autoroutiers) et des autres pôles littoraux (en direction de l'ouest).

Parmi les principales actions à conduire :

a. L'équipement et le renforcement de transversales (la transversale frontalière et création d'une transversale médiane) ;

b. La création de corridors de transport, surtout le corridor Sousse/Enfidha- Kasserine ;

c. La création de boucles régionales rapides (surtout la boucle du Nord-Ouest reliant 13 villes des gouvernorats de Béja, Jendouba, Le Kef et Siliana) ;

d. La structuration des réseaux du Sud autour des 7 nœuds existants (2 ports et cinq aéroports) et par la promotion de corridors (entre les pôles urbains principaux) et de rocades Sud-Ouest/ Sud-Est sahariennes ou présahariennes.

III.5.8.4 Vers un système national d'infrastructure écologique pour une gestion intégrée des ressources naturelles et de l'environnement

Portant sur toutes les régions, ce pilier a pour objet la mise en œuvre de démarches de mobilisation et de gestion **complémentaires et cohérentes** des ressources naturelles et des composantes de l'environnement (plans et schémas de gestion, schémas de cohérence et de protection des ressources…).

Les objectifs portent sur la préservation de l'équilibre des écosystèmes, la durabilité des ressources naturelles, dont les ressources en eau, et la mobilisation de ressources alternatives.

[15] L'aménagement de ce corridor se justifie par l'importance économique et démographique de la ville de Tébessa et des wilayas voisines. En 2008, l'ONS a recensé 197.000 hab. dans la ville, 648.000 dans la wilaya et 2.740.000 avec les wilayas voisines (un périmètre situé majoritairement à moins de 150 km de la ville), soit autant que le Centre-Est tunisien. Ce chiffre atteint quatre millions avec la prise en compte de Batna et Biskra, situées à 200 et 290 km.

Axes :

i. Eaux : réorientation et rationalisation de la demande et de l'offre en eau dans les régions métropolitaines parallèlement à la promotion de la valorisation locale raisonnée par l'irrigation dans les régions de l'ouest, ce qui assure par ailleurs un complément d'alimentation des nappes de plaine locales. ;

ii. Sols : étendre les programmes de CES ce qui permet la valorisation agricole des pentes tout en favorisant l'alimentation des nappes souterraines ;

iii. Forêt : protection et extension du couvert forestier pour limiter l'érosion des sols et l'envasement des barrages (et la dégradation de la qualité de leurs eaux) ;

iv. Littoral : rationalisation de la mobilisation des nappes phréatiques et introduction et diffusion de solutions techniques pour la valorisation des eaux à salinité moyenne ;

v. Energie : mobilisation de l'énorme potentiel d'énergies renouvelables pour le pompage ou surtout pour la production de ressources en eau non conventionnelles (dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres).

Des outils de gestion intégrée sont à introduire : Schémas régionaux de cohérence écologique, schémas régionaux et plans locaux gestion économique et intégrée des ressources naturelles et de l'environnement, Périmètres de protection des aires d'alimentation des captages d'eau, etc.

III.5.8.5 Régionalisation, décentralisation et gouvernance : Vers un aménagement du découpage en grandes régions et une dénomination plus signifiante

Portant sur l'ensemble du territoire, ce pilier a pour objet la mise en place d'une nouvelle organisation territoriale du pays reposant sur la régionalisation et la décentralisation.

Objectifs : créer un niveau d'administration régionale adapté aux régions fonctionnelles et régions métropolitaines constituant le cadre territorial de la politique d'aménagement et des politiques sectorielles (dont celle relative à l'eau).

Trois axes d'aménagement :

- Une nouvelle régionalisation : Promotion de l'échelle régionale, celle des districts (**à définir et à délimiter**) comme échelles de gouvernance (coordination, planification, mise en œuvre et gestion) et comme niveau de résilience, l'échelle sous-régionale, celle des gouvernorats, étant **à redéfinir et affiner**) ;

- Décliner la stratégie nationale d'AT en sous-stratégies régionales. Chaque région étant à organiser en système territorial intégré, doté de ses propres pôles et axes structurants ;

- Renforcement du processus de décentralisation, en précisant la mission de chaque instance, ses ressources humaines, ses finances.

III.5.8.6 De l'opportunité d'un réaménagement du découpage en grandes régions et d'une dénomination plus signifiante

Le découpage en 6 Grandes Régions avec des noms d'une neutralité et d'un effacement légendaires, strictement déterminés par les 4 points cardinaux en ajoutant un niveau « centre », ce qui donne ainsi lieu aux dénominations régionales « standard » suivantes : Nord-Est, Nord-Ouest, Centre-Est, Centre-Ouest, Sud-Est, Sud-Ouest, soit des « désignations » qui auraient pu être valables pour n'importe quel autre pays.

Cette manière donc d'a priori singulariser, distinguer et personnaliser les différents « Districts » Tunisiens a trop vieilli, datant du milieu des années '80' du siècle dernier.

Sans perdre totalement de sa pertinence, car les désignations un peu trop neutres par le simple positionnement spatial renvoient à une certaine typologie physique, écologique, sociohistorique et économique, le découpage existant en Grandes Régions mériterait une mise à jour, compte tenu des considérants suivants :

i. Ce qui est jusque-là désigné par le Nord-Est, formé de Bizerte, Zaghouan et Nabeul, avec l'inclusion ou non selon le cas des 4 Gouvernorats du Grand-Tunis, a fait l'objet d'une intégration avancée tel, que de plus en plus des résidents des 3 premiers Gouvernorats travaillent pendant la journée dans le Grand Tunis et rentrent chez eux le soir ; par ailleurs, le genre de lois de décentralisation industrielle tel que cela a fonctionné jusque-là a accordé des avantages d'incitation pour des zones ne se situant qu'à quelques 30 kilomètres du Grand Tunis, de manière à ce que ladite décentralisation s'est transformée, dans les faits, en un simple desserrage des activités de la région capitale, accentuant par-là l'intégration socioéconomique et spatiale évoquée précédemment ; ainsi ce qui était jusque-là désigné par un strict qualificatif géographique neutre, celui de Nord-Est y compris le Grand Tunis, recouvre dans la réalité socioéconomique le statut d'un « **Grand Tunis Elargi** », qui peut ouvrir la porte à une dénomination du genre « **District Carthage Zitouna** », capable de refléter la fonction historique et culturelle de commandement, de poids socioéconomique prépondérant, de concentration de patrimoine englobant aussi bien Carthage que la Zitouna, pour une zone de formation multimillénaire pour cette zone du Golfe de Tunis anciennement convoitée par les Phéniciens, les Romains, les Espagnols, les Turcs et les Français. Etant donné la concentration universitaire et culturelle de la zone, l'appellation Carthage-Zitouna présente l'immense intérêt de symboliser l'ouverture culturelle et la multi-appartenance civilisationnelle de la Tunisie tel qu'engendrée par sa propre trajectoire historique et tel que symbolisé par la « zone capitale élargie » ;

ii. Quant au Nord-Ouest, dont le nom, au-delà de la non-signifiance autre que strictement spatiale, n'exprime rien de spécifique en dehors du positionnement géographique, ne laissant ainsi rien transparaitre de l'identité géo-historique et culturelle de la Région, qui devrait faire obligatoirement référence au relief et au physique très caractéristique de la zone, pour lequel l'appellation « **Haut Atlas Tellien** » devrait pouvoir exprimer à la fois une identité et une vocation, dont la composante château d'eau de la Tunisie ; cela peut également signifier l'existence d'un potentiel écologique et agroéconomique qui continuera à poser le problème de la sauvegarde et la valorisation ; le caractère montagnard et forestier ne sera non plus sans rappeler un contexte historique et culturel de résistance et de défense de la frontière ouest dont les casbahs du Kef et de Béja constituent des édifices de témoignage. Le terme « Haut » dans l'intitulé proposé devrait contribuer à effacer l'image trop négative qui a collé au Nord-Ouest, à l'origine du sentiment de hogra ressenti notamment par les jeunes, qu'ils soient de la région ou de l'exode migratoire des quartiers populaires des grandes métropoles du littoral.

iii. L'une des plus grandes « anomalies » du découpage actuel est d'avoir inséré les deux grandes régions du Sahel et de Sfax dans la même « Grande région », celle du Centre-Est, allant d'Enfida à Skhira ! Ouverte sur 2 Golfes sur 3 de la Tunisie, le Golfe de Hammamet et le Golfe de Gabès ! Par ailleurs, l'association des deux réalités sociohistoriques et économiques très personnalisées, celles du Sahel et de Sfax, dans une même région, ne correspond à aucune synergie ni encore moins à un quelconque effet d'intégration, s'agissant de deux contextes juste spatialement juxtaposés sans plus, dotés chacun de sa propre logique de développement et sa propre dynamique de transformation. La solution plus qu'évidente au Centre-Est est la personnalisation de ses deux composantes : la « **Région du Sahel »** d'un côté et la « **Région de Sfax »** de l'autre. Par ailleurs, le regroupement tel qu'il a existé jusqu'à maintenant dans la même Grande région Centre-Est a été souvent dans la confusion statistique, lui accordant un poids socioéconomique proche de celui du Grand Tunis ou même du Nord-Est dans sa globalité et tendant à escamoter par là le poids relativement dominant de la capitale, alors que ladite Grande région Centre-Est ne correspond à rien du point de vue intégration socioéconomique et territoriale. En plus, le fait de ne pas singulariser suffisamment le Sahel, d'un côté, et Sfax, de l'autre, a eu pour conséquence de trop souvent faire passer sous silence les dysfonctionnements de chacune des 2 régions à part. C'est ainsi que le fait que Mahdia présente des indicateurs socioéconomiques de « région défavorisée » n'est pas suffisamment mis en relief, un fait du entre autres à ce que la moitié Ouest du Gouvernorat s'apparente à un

schéma de développement genre « Centre-Ouest ». Il en est de même pour la Région-Sfax, formée d'un « Centre » et d'une « Périphérie » déconnectés, bloquant toute possibilité d'intégration au niveau de ladite Région ;

iv. Quant à la dénomination « Centre-Ouest », cela reflète les mêmes neutralités de la désignation réductrice. Alors que l'intitulé « **Steppes Intérieures** » devrait exprimer à la fois un attribut physique et écologique certain, tout en évoquant une vocation qui a été longtemps pastorale et qui s'est transformée, sous l'effet de plus de six décennies de développement, en de l'agro-pastoral relativement bien intégré, avec une nouvelle vocation en termes d'agriculture irriguée, devenue, au fil du temps, prépondérante dans le modèle de développement de la Région. Cette dénomination mettrait en valeur la réalité historique composite de la Tunisie avec une dimsnun « continentale » incontournable dont fait historiquement parie : l'apport islamique à dominante continentale et saharienne, celui des Hafsides d'origine continentale du Sud-Ouest marocain présaharien, la composante espagnole provenant du nord-ouest de la Tunisie ainsi que les grands événements ayant marqué l'Histoire avec un rapport direct avec l'Algérie de l'Ouest et la Libye du Sud-Est.

   Cette région serait formée de trois sous-régions : les « Hautes Steppes » formée du gouvernorat de Kasserine, les « Steppes Centrales », ou gouvernorat de Sidi Bouzid et les « Steppes orientales » ou gouvernorat de Kairouan alors que les Steppes littorales (ou maritimes) englobent le Sahel et la région de Sfax. Les trois premières sous-régions des Steppes ont des milieux naturels distincts (pays montagneux et d'agroécologie, pour les Hautes Steppes, pays de bassins et d'agriculture maraichère, pour les Steppes Centrales, pays de plaine et d'économie arboricole et d'élevage extensifs, pour les Steppes Orientales). L'ensemble est à structurer en une unité d'aménagement et de développement (autour des trois pôles de Kairouan, Kasserine et Sidi Bouzid). A noter que cet ensemble pourrait avoir un appui quadruple : le Sahel, la région de Sfax et la région de Gabès, à l'est, et la région algérienne de Tébessa, à l'ouest.

v. Les régions se situant au « sud » de la Tunisie correspondent à 14% de la population et 56% du territoire (plus de la moitié !), soit un « poids moyen composite démo-territorial de 35% ». Le découpage actuel, encore une fois dépourvu de toute imagination, en Sud-Ouest et Sud-Est, fait ainsi apparaitre l'une des deux régions, le Sud-Est, avec à elle seule une superficie représentant 34% de celle du territoire national (soit plus que le tiers), alors que le Sud reste recomposable en 3 Grandes Régions : une première **« Région des Chotts et Oasis Occidentale** », une deuxième **« Région des Chotts et Oasis Orientale** » autour de l'axe Gabes-Kébili et une « **Région Djeffaro-Saharienne** » allant nord-sud de Djerba à Remada et est-ouest de Médenine à Ben Guerdène.

   Une telle décomposition de l'ensemble du Sud de la Tunisie en 3 Grandes régions ne devrait constituer qu'une normalisation pour rendre compte de l'immense richesse, humaine, historique, culturelle et naturelle d'un espace qui représente la plus grande ouverture frontalière avec les eux seuls pays voisins de la Tunisie.

   Par ailleurs, chacune des trois régions ainsi identifiées a sa propre spécificité socioculturelle capable d'être transformée en une fantastique synergie de développement.

   Il en est ainsi particulièrement de ce qui peut être mis en place en tant que complémentarité stratégique entre tourisme balnéaire et tourisme culturel, oasien et saharien capable d'arracher le secteur au phénomène trop faible valeur ajoutée et de saisonnalité excessive qu'il continue à subir.

   Avec, en plus, les immenses opportunités de développement du solaire ou encore le développement à très grande échelle de l'élevage de caprins ou de camélidés, le Sud peut évoluer vers un modèle australien qui a su concilier entre désert et efficacité.

   Le fait que la géopolitique continentale ait pris beaucoup plus d'ampleur en rapport avec des problèmes de sécurisation des frontières et de régularisation des échanges interpays, le Sud aurait tendance à occuper une place centrale dans le modèle de développement Tunisien pour laquelle il 'agira de mete en place les éléments d'« aménagement » qui conviennent.

Le concept de « défense nationale » est loin d'être réductible à son volet militaire, une composante certes décisive, mais incomplète en dehors d'une approche « développement des territoires ». Aussi, pour une zone telle que la future « Région Djeffaro-Saharienne », le développement est-il trop peu réductible à une séquence tel que celle du « Kamour », alors que l'avenir c'est le tourisme écologique et de découverte, les énergies renouvelables ou encore le secteur très porteur de l'élevage des camélidés.

Très peu de Tunisiens savent ou se rappellent que la Tunisie a autant engagé une action militaire pour libérer Bizerte qu'à propos de la Borne 233 concernant la délimitation de la frontière aux confins du Sahara. Cela exprimait un attachement non négociable à l'intégrité du territoire national, alors qu'actuellement en termes de valeurs et de représentation sociale cela se passe de manière trop relativisatrice sinon réductrice.

Une Région tel que la « Djeffaro-Saharienne » devrait être la destination de la jeunesse à la recherche de défis à relever par l'esprit de découverte et d'innovation, de valorisation du patrimoine, de défense du territoire, de coopération transfrontalière, de tourisme culturel et écologique et non pas, comme l'image en a été trop longtemps donnée, la tendance au sabotage, la pression sociale inconsidérée, au-delà de la légitimité de la demande, le chantage à la victimisation régionaliste et l'obtention d'avantages trop discutables d'emplois fictifs pour des salaires payés à ne rien faire (comme dans les sociétés de l'environnement).

La révision du découpage proposée ne constitue pas un objectif en soi, mais se concevrait comme étant le support (le contenant) d'une **nouvelle vision de développent des territoires avec prise en compte de l'après-14-janvier**. Car, ce qui serait préjudiciable à la politique publique du développement, est de considérer que ce qui passe depuis plus de dix ans est circonscrit à la sphère du « politique », alors que pour l'Etat il ne serait question que de continuer avec ses propres instruments, devenant de la sorte « immuables » parce que soustraits à l'influence du conjoncturel, une attitude qui avait donné entre autres lieu à l'élaboration et l'adoption d'un « Plan de Développement 2016-2020 » presque pour « exorciser la rupture » et « marquer la continuité » avec **les 11 Plans de 1962 à 2011** de l'après-indépendance et du pré-révolution, mais dont personne ne se rappelle l'existence, contrairement à la tradition développementaliste tunisienne qui a toujours considéré que les Plans, malgré leur caractère indicatif, constituent des référentiels de concertation et de conduite des politiques de développement. Le changement de perception concernant le Plan provient du fait que le maillon politique qui se situe entre la société et l'Etat est resté en phase de construction indéfinie et incertaine, et qu'ainsi l'Etat n'a pas pu encore disposer de l'« acceptabilité sociale » tel qu'adoptée et structurée par le politique et transmise à l'Etat à travers les institutions des différents pouvoirs

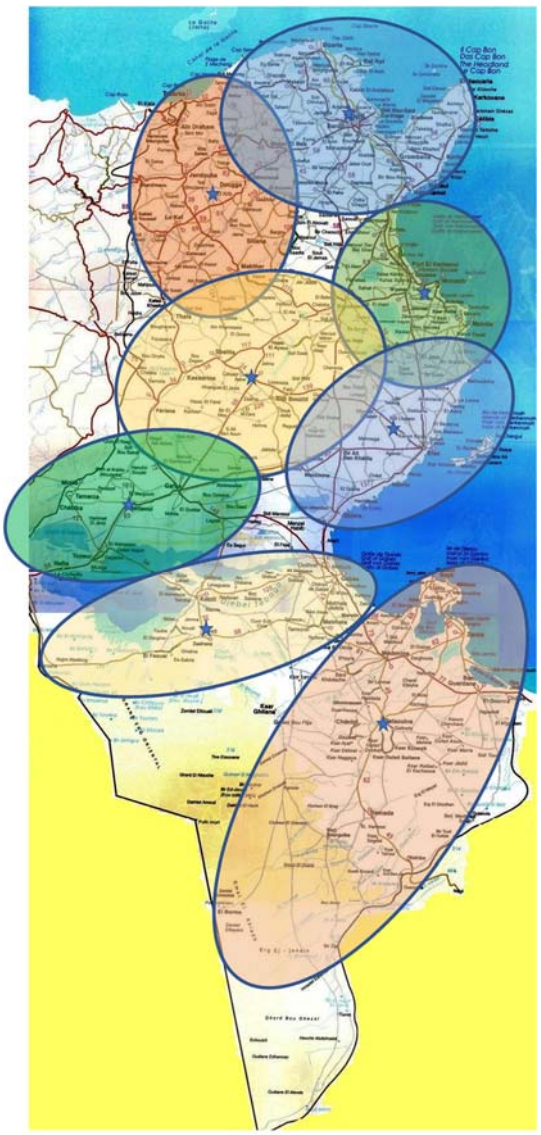


Figure 13 : Esquisse d'aménagement du découpage en Districts
***Source** : STUDI International, GKW*

III.5.9 En guise de conclusion à la Vision spécifique : « Développement et aménagement des territoires » en rapport avec la question de l'eau

Les réflexions développées ur le thème de l'ADT permettent de conclure par la nécessité de tenir compte des défis posés à l'ensemble du territoire national : développement régional, équité de l'accès aux biens et au service publics, mobilisation et valorisation des ressources pour le développement, durabilité des ressources, etc… C'est pour faire face à ce genre de défi que le système national d'infrastructure environnementale, à mettre en place, devra trouver une réponse.

Les défis diffèrent cependant d'un territoire à l'autre et il est impératif que le système d'infrastructure environnementale soit suffisamment structuré et territorialisé pour s'adapter aux contextes régionaux.

Dans le domaine de l'eau, trois problématiques se distinguent, chacune étant plus ou moins aigüe selon la région en question :

- **L'eau pour la durabilité du peuplement** : se pose surtout dans le Sud-Est et le Sud-Ouest, où la préservation des ressources pour les populations locales et les populations futures est le facteur de maintien du peuplement des oasis, des zones de montagne, etc. ;

- **L'eau pour le développement territorial** : se pose surtout dans le Nord-Ouest et le Centre-Ouest, où il s'agira de mobiliser l'eau en priorité pour le développement des territoires, mais où il est nécessaire de réduire la pression sur les ressources et promouvoir une utilisation rationnelle (dans le gouvernorat de Sidi Bouzid, à titre d'exemple) ;

- **L'eau et le développement métropolitain** : concerne le Nord-Est et le Centre-Est, où la mobilisation de quantités d'eaux supplémentaires sera de plus en plus coûteuse et où le système métropolitain sera appelé à prendre en charge le coût de production et de mobilisation, alors que l'agriculture devra s'orienter vers la diversification et la promotion de cultures peu consommatrices d'eau.

Dans tous les cas, les solutions que la stratégie nationale de l'eau devra apporter aux conditions de plus en plus contraignantes de la mobilisation des ressources et aux conflits intersectoriels passent par la prise en considération des besoins croissants dans les différentes régions, particulièrement celles disposant de ressources mais n'ayant pu les mobiliser ou valoriser localement de manière efficiente, et par l'impulsion des reconversions et la multiplication d'alternatives que les régions compétitives littorales sont les mieux à même de mettre en œuvre.

III.6 Vision Spécifique de l'Harmonisation Eau Bleue/Eau Verte/Eau Virtuelle (H/E-BVV) et de l'Ajustement du Modèle Agricole et Agroalimentaire

III.6.1 Problématisation introductive

La connaissance et la pratique en matière de politiques publiques de l'eau, sous l'effet non seulement du stress hydrique pour raison anthropique dans différentes zones du monde : MENA, Californie, Australie, Sud de l'Italie et de l'Espagne, etc., mais également écologique par l'impact présent et en perspective du changement climatique, ont été à l'origine de plus d'enrichissement des approches ayant pour objet l'eau, dont la meilleure prise en compte des eaux pluviales ainsi que l'intégration d'un concept d'« eau virtuelle » qui tient compte pour chaque produit de son « empreinte aquatique », c'est-à-dire de la quantité consommée le long de toute la chaine de sa production-fabrication.

Concernant le volet « Eau Verte », il s'agirait de se rendre compte du fait que la composante agricole qui rapporte le plus en termes de production et de revenus, à savoir l'agriculture pluviale, est celle qui bénéficie du moins de l'effort d'investissement. Cette composante englobe essentiellement les céréales, l'olivier et l'élevage extensif et plus particulièrement l'ovin-caprin. Le secteur céréalier en particulier est régi par la politique des « prix administrés », parce que cela fait partie des « produits de première nécessité », soit une catégorie de productions qui ne bénéficie pas de la même liberté de prix à la production que celle des produits maraichers et fruitiers du secteur irrigué. Ainsi, le squeeze subi par le pluvial céréalier, doublement contrarié par la rareté de l'investissement public et le caractère administré des prix à la production, a contribué à sa relative marginalisation, de telle manière que, sauf pour des disponibilités foncières supérieures à 50 ha, le pluvial est considéré comme largement non viable comparé à l'irrigué.

L'approche Eau Virtuelle se propose de traduire les échanges de biens en « balances d'eau », selon l'empreinte aquatique de chaque produit. Cela présente l'intérêt de proposer un éclairage particulier à l'échange commercial de marchandises à l'international en introduisant un critère, celui de l'« eau incorporée », qui peut devenir plus ou moins déterminant pour juger de la pertinence de l'échange pour un pays en stress hydrique comme la Tunisie, pour lequel l'équivalent-eau de l'échange deviendra déterminant.

Expliciter la vision spécifique pouvant être induite de l'H/E-BVV cela doit se traduire, pour le cas de la prise en compte de l'Eau virtuelle, par l'établissement de la « balance-eau » du commerce de produits agricoles et agroalimentaires et examiner les opportunités de substitution avantageuses du point de vue de la collectivité. Il s'agira également d'établir l'effet « financier » de ce genre de substitution, qui traduit un effet coût/avantage pour l'exploitant.

Cela aura l'intérêt d'enrichir le débat sur l'effet eau virtuelle, d'en monter la complexité et d'en poser les conditions de son acceptabilité.

III.6.2 Place de l'empreinte eau dans la réflexion prospective et stratégique dans le domaine hydrique

En Tunisie, des réflexions sur l'eau virtuelle et sur l'empreinte eau ont été développées, s'agissant d'un pays pauvre en ressources hydriques qui importe l'eau virtuelle par obligation. Les pays développés ont également ce genre de préoccupation, en réalisant que dans un monde de consommation globalisé, les échanges d'eau virtuelle sans cesse croissantes ne sont pas sans conséquences sur la crise de l'eau à l'échelle mondiale.

L'eau virtuelle incluse dans les échanges agricoles de la Tunisie se situe, selon les conditions pluviométriques de l'année et la méthode d'approche, à de 4 à 6 Km^3 importés (céréales, huiles alimentaires, etc.), quantité équivalente ou même supérieure au potentiel mobilisable en eau bleue de tout le pays.

La Tunisie exporte de l'eau virtuelle, pour de l'ordre de 0.3 Km^3 (huile d'olive, dattes, agrumes, primeurs…).

En termes de valeur, les produits alimentaires importés dans les années 2010 sont, en moyenne annuelle, de l'ordre de 300 millions d'Euros, alors que les exportations ont rapporté au pays 150 millions d'Euros.

Le rapport des volumes d'eau virtuelle importés et exportés et des valeurs correspondantes montre que la Tunisie tire un meilleur profit de l'eau mobilisée pour ses cultures d'exportation, la balance commerciale agricole étant certes négative, les exportations ne couvrant que la moitié de la valeur des importations, mais la valeur du m^3 d'eau virtuelle exportée dépasse de loin celle du m^3 importé (5 à 7 fois).

Les importations de produits agricoles sont très variables d'une année à l'autre, dépendant étroitement de la production nationale de céréales, elle-même sous la dépendance des précipitations notamment dans les zones de production de la région Nord ; toutefois, les importations de céréales sont sans cesse croissantes, vu que cela représentait une très faible part de la consommation dans les années '60', soit 20%, 30% dans les années '70', contre environ 50 % aujourd'hui.

Dans l'ensemble, l'on peut estimer l'empreinte eau alimentaire totale moyenne de la Tunisie à 20,5 Km^3 par an, se décomposant en 12,3 Km^3 d'eau verte, 1,2 Km^3 d'eau bleue, 0,4 Km^3 d'eau grise (en relation avec la pollution agricole) et 6, 6 Km^3 d'importation nette d'eau virtuelle.

A ces valeurs relatives à l'agriculture s'ajoute 0,5 Km^3 d'empreinte d'eau potable et industrielle. Il en ressort une empreinte eau totale par habitant de l'ordre de 2.220 m^3 par an (dont 1.470 m^3 en empreinte alimentaire interne et 700 m^3 en empreinte alimentaire externe), soit une valeur considérée comme étant élevée, en rapport avec une forte empreinte en eau verte et un régime alimentaire relativement riche en produits carnés.

L'importance de l'eau verte est due aux faibles rendements des cultures pluviales, conséquence d'une faible efficience de l'eau et des sols.

Tableau 35: Empreinte eau de la Tunisie et ses composantes

	Total pays (Km^3/an)	EE Par habitant (m^3/an)
1-Empreinte eau verte	12.3	1 300
2-Empreinte eau bleue	1.2	130
3-Empreinte eau grise	0.4	40
4- Empreinte alimentaire interne (1+2+3)	13.9	1 470
5- Empreinte alimentaire externe	6.6	700
6- Empreinte alimentaire totale (4+5)	20.5	2 170
7- Empreinte eau industrielle	0.22	23
8- Empreinte eau potable	0.26	27
Empreinte eau totale	**20.98**	**2 220**

***Source** : STUDI International, GKW*

Le taux de dépendance moyen de l'habitant tunisien vis-à-vis des importations d'eau virtuelle, environ 30 % de l'empreinte totale, ne parait pas très élevé en comparaison avec certains pays européens situés dans des zones climatiques plus favorables, dont le taux peut atteindre 50%. Le taux de dépendance est de 29% pour le Maroc, 47 % pour la France et 53% pour l'Algérie.

Toutefois, il s'agit de considérer ces données avec précaution. Pour certains pays arides la productivité de l'eau verte est généralement faible et les empreintes internes peuvent être paradoxalement élevées. C'est le cas de la Tunisie qui a pu maintenir une agriculture pluviale assez robuste aboutissant à « taux de dépendance » de « seulement » 30%. Néanmoins, l'enjeu majeur concerne le taux de dépendance aux importations de céréales, qui constituent la base de l'alimentation, posant la question de la « souveraineté » alimentaire.

III.6.3 Les obstacles à une évolution favorable de la balance eau virtuelle

Le taux de dépendance à l'eau virtuelle peut s'accroitre d'une manière plus ou moins rapide sous l'effet des facteurs suivants :

- En termes d'exportation de l'eau virtuelle, historiquement la Tunisie a essentiellement développé l'exportation d'agrumes, de dattes, d'huile d'olive ainsi que ceux de la viniculture.

  - ✓ Les agrumes dépendent essentiellement des ressources souterraines du Cap Bon, qui sont en phase d'exploitation intensive de plus en plus sévère, et ce, malgré les transferts des eaux du Nord, qui ne sont en réalité qu'un apport d'appoint et deviennent de moins en moins fiables pour manque de ressources de surface et pour concurrence de l'eau potable ;

    La production d'agrumes est actuellement stagnante et l'exportation en difficulté relative. L'opportunité de redynamiser et moderniser le secteur peut se présenter, y compris en favorisant des zones propices à la production d'agrumes dans le Kairouanais et le Nord - ouest ;

  - ✓ Les dattes constituent encore une opportunité d'exportation, en progression continue mais assez fragile, en raison de la surexploitation des ressources en eau quasi fossiles, pouvant entrainer dans le moyen terme la perte de l'artésianisme ou le rabaissement du niveau des nappes ainsi que la salinisation de la ressource. D'autre part, l'empreinte eau des dattes est la plus élevée en comparaison avec toutes les autres cultures (Cf. tableau 36) ; une réflexion plus approfondie à caractère économique mérite d'être engagée sur la valeur économique réelle d'une eau non renouvelable pour la production de denrées à caractère purement commercial. La question concernerait l'avenir économique des zones oasiennes de production après épuisement, à très long terme, du potentiel de production agricole provenant des ressources en eau.

  - ✓ L'huile d'olive est le produit à caractère national par excellence. Les oliveraies se développent de plus en plus dans tout le territoire, avec pour effet une dynamique d'exportation d'huile, notamment vers les pays européens. Pour le futur, le risque peut provenir du changement climatique, en rapport avec la réduction probable des précipitations dans les zones de production.

    D'autre part, beaucoup de pays du bassin méditerranéen et du Moyen-Orient s'attèlent à planter des oliveraies plus modernes et à commercialiser l'huile sur le marché international, créant ainsi des conditions de compétition qui constituent autant de défis à la Tunisie.

Tableau 36: Moyenne nationale de l'empreinte eau des principales cultures pluviales et irriguées en Tunisie

	Empreinte Eau (Kg/m³)			Rendement (T/ha)
	Eau bleue	Eau verte	Empreinte eau totale	
Cultures pluviales				
Blé	-	1.39	1.39	2.45
Olivier	-	1.59	1.59	1.94
Cultures irriguées				
Blé	0.36	0.69	1.05	3.90
Olivier	0.58	0.81	1.39	3.27
Datte	2.93	0.15	3.08	5.38
Agrume	0.16	0.14	0.3	29.18
Pomme de terre	0.15	0.07	0.22	22.68
Tomate	0.08	0.02	0.10	65.31

***Source** : Souissi A. 2019*

- En termes d'importation de céréales, il est à craindre que la tendance longue soit celle d'une augmentation régulière des importations de céréales, alors que règne un contexte de plus en plus de réduction de la production à l'échelle mondiale, en rapport avec le changement climatique et l'accroissement ininterrompu de la demande.

La Tunisie risque de se trouver de plus en plus en difficulté d'approvisionnement, comme de nombreux autres pays en développement qui n'auront pas assez soutenu leurs agricultures. En effet, pour maintenir les produits alimentaires de base à des prix bas, a-t-on abandonné la solution de subventionner fortement les agriculteurs afin que ceux-ci puissent les produire localement, pour recourir aux marchés internationaux où le cours des céréales est bas et où il est plus économique pour l'Etat de s'y approvisionner, même si cela réduit le degré de sécurité alimentaire du pays et les chances de développement local dans le milieu rural notamment.

La tendance actuelle d'importer des produits riches en eau virtuelle et d'en exporter d'autres moins riches, peut être considérée comme intéressante d'un point de vue purement économique, mais cela ne règle pas la question de la vulnérabilité aux crises soit climatiques soit économiques d'ordre mondial, qui affectent souvent les céréales en premier lieu et fortement.

Il s'agirait pour le futur de cibler des conditions plus favorables à une politique céréalière conduisant à une plus grande autonome à l'instar de ce qui s'est passé pour la production laitière, très faible avant les années 1990, en raison de l'importation du lait européen en poudre à bas prix, mais dynamisée suite à la suppression des subventions européennes et le relèvement du prix du lait à l'échelle internationale, au point que l'on se trouve actuellement avec un secteur laitier assez développé, qui arrive à tenir bon an mal an, malgré la fragilité.

III.6.4 Elaboration de la Vision spécifique du Modèle agricole et agroalimentaire

L'analyse de l'empreinte eau agricole dans le cadre de la triade « Eau bleue, Eau verte, Eau virtuelle » offre plusieurs opportunités d'intervention d'action tel que présenté dans ce qui suit.

III.6.4.1 Revoir la notion de « ressource en eau » dans une optique intégrative

Dès lors que les ressources en eau deviennent limitées, la triade « Eau bleue- eau verte- eau virtuelle » doit être prise en considération pour mieux exploiter les interactions entre les différents types de ressource et d'usages de l'eau, notamment agricole. L'approche convient au contexte de Tunisie et reste très porteuse en termes de politique hydroagricole, d'actions et de prises de décision dans le cadre du Nexus Eau-Alimentation.

Il ne s'agit de rien d'autre que de changer de manière de penser en rompant avec l'idée courante que le Tunisien dispose d'un potentiel d'eau individuel de 450 m^3 /an, idée inexacte et irréaliste par ailleurs, puisque cela est circonscrit à l'eau bleue.

III.6.4.2 Valoriser et mieux gérer l'eau de pluie

Intégrer l'eau verte dans la réflexion sur les ressources en eau va de pair avec une utilisation plus rationnelle de l'eau de pluie. Il s'agit en particulier de profiter d'un potentiel appréciable de ressources et de tirer parti des réductions de coût de transport et d'énergie que cela permet, même si cela engendre des coûts de stockage. Un bilan des coûts-avantages se révèlera favorable à la valorisation de proximité.

Par ailleurs, la valorisation de l'eau de pluie peut être opportune autant en milieu urbain qu'en milieu rural et agricole.

- ✓ *En milieu urbain*, l'usage des citernes d'eau pluviale est fréquent dans certaines zones agglomérées. Cette pratique est à caractère traditionnel pour s'approvisionner en eau ou pour améliorer la qualité saline de l'eau existante en vue d'assurer les besoins domestiques minimaux. En termes de quantité et qualité de l'eau collectée, les citernes sont considérées insuffisantes en année sèche, mais peuvent dans des conditions de précipitation moyenne jouer un rôle important dans la régulation de la desserte locale en eau domestique et surtout dans l'arrosage des jardins individuels.

  Toutefois, l'utilisation des grandes citernes d'eau pluviale reste à concevoir pour les besoins municipaux : lavage des rues, arrosage des jardins publics, lutte contre les incendies, etc. En outre, ces grandes citernes sont en mesure d'être utilisées en tant qu'ouvrage de régulation dans la lutte contre les inondations dans les zones à risque.

- ✓ *En milieu rural et agricole*, plusieurs techniques traditionnelles de collecte des eaux de pluie ont été utilisées dans le Centre et le Sud de la Tunisie (*meskats*, *jessours*, irrigation de crue, etc.). D'autres techniques « modernes » ont concerné depuis l'indépendance toutes les régions du pays, dans le cadre de programmes successifs de Conservation des Eaux et du Sol (CES), dont notamment les retenues collinaires.

  Il s'agit d'une trame d'ouvrages collectifs pouvant être mieux valorisées moyennant des actions de conservation des eaux et du sol plus ciblées : à l'échelle des parcelles et des exploitations, à la fois dans les zones de l'agriculture pluviale et de l'agriculture irriguée. En outre, des techniques d'amélioration des conditions d'infiltration de l'eau à la parcelle ou de réduction de l'évapotranspiration doivent être plus considérées et développées : pratiques de travail du sol, apports en matières organiques, etc.

III.6.4.3 Repenser la productivité de l'eau

Il est utile de repenser la place de l'eau de pluie et des différents types de ressources comme préalable à l'étape plus importante d'allocation de ces ressources aux usages les plus « utiles ». Concernant les assolements se pose la question de la pertinence d'exporter des produits maraîchers et arboricoles et d'importer des céréales.

On retrouve dans ce schéma, les mêmes produits commerciaux et les mêmes flux et destinations d'avant l'indépendance. Un pays comme le Maroc se trouve avec la Tunisie dans le même modèle et la concurrence sur les mêmes marchés.

Par ailleurs, le slogan « produire davantage pour chaque goutte d'eau » par l'amélioration de l'efficience des systèmes d'eau a été et restera le leitmotiv des spécialistes de l'eau.

Certes, les pertes d'eau constituent coût un économique qu'il s'agit de réduire, mais il s'agit également de réexaminer les priorités pour un domaine qui nécessite des investissements assez lourds.

Les priorités doivent être accordées aux systèmes d'eau présentant le rapport avantage/coût le plus élevé. La productivité de l'eau doit donc être examinée non seulement à l'aune des techniques d'irrigation et des pertes d'eau associées, mais également la valeur tirée de « chaque goutte d'eau » pour l'économie.

III.6.4.4 Anticiper les effets des pénuries d'eau et des sècheresses

Les gestionnaires du secteur de l'eau ne peuvent plus raisonner seulement en fonction des valeurs de l'apport d'eau mais également le coût du manque d'eau, sur le court, le moyen et le long terme.

Ainsi, autant il restera question de gérer les systèmes hydrauliques, tarifer l'eau de manière juste, améliorer les efficiences, autant il s'agira d'intervenir pour diminuer les risques de pénuries alimentaires, réduire les migrations interrégionales, la pauvreté et toutes autres formes de tensions sociales. Mieux gérer l'eau cela va consister de plus en plus à mieux anticiper les effets de pénuries d'eau, notamment au niveau alimentaire, afin d'activer le plus de leviers de « mitigation » et prendre à temps les mesures appropriées.

III.6.4.5 Réduire les gaspillages générés par le rapport eau / alimentation

L'empreinte eau et l'élargissement de la notion de ressource aux différents types d'eau invitent à porter la réflexion au-delà de l'eau « consommée directement », pour inclure les effets des « modes de consommation » sur la production de nombreux produits contenant de l'« eau virtuelle en grande quantité ».

Les produits « riches en eau virtuelle », notamment ceux importés de l'extérieur, méritent d'être pris en compte dans l'établissement des politiques publiques et le comportement des consommateurs.

Importer d'autres pays a des conséquences qui ne sont pas nécessairement négatives lorsque l'importation est suffisamment « pensée ».

A l'opposé, la Tunisie a besoin d'exporter des produits agricoles valorisant l'eau dont elle dispose, afin précisément de pouvoir importer des produits plus riches en eau virtuelle à partir de pays bien dotés en ce genre de ressource.

Il existe un domaine sensible de limitation importante du gaspillage de l'eau, à savoir celui de la limitation du gaspillage de la nourriture ou de tout produit provenant de productions agricoles diverses.

Gaspiller de la nourriture signifie gaspiller des centaines, voire des milliers, de litres d'eau, portant la consommation d'eau à bien plus que ce qui est nécessaire aux besoins sanitaires et alimentaires.

Lorsque les produits proviennent des régions où l'eau est rare, l'eau gaspillée aurait pu servir soit à la production de plus de nourriture soit à la protection de l'environnement. Les orientations d'action concernent la sensibilisation.

III.6.4.6 Maitriser le niveau stratégique de production céréalière

Dans une vision de sécurité alimentaire « souveraine » les contraintes soulevées précédemment imposent que la Tunisie se dote d'un plan pour maîtriser « le niveau de production stratégique de céréales », devant assurer les besoins incompressibles de la population en aliments de base à produire à l'intérieur du pays.

Le besoin se situant au-delà de ce « niveau stratégique » peut provenir de l'importation. Une étude reste à mener pour déterminer le « niveau stratégique » en question et les moyens à mettre en œuvre pour y parvenir.

III.7 Vision Spécifique à la Gestion Intégrée des Eaux de Surface et Eaux Souterraines (GI2ES)

Le problème fondamental de la gestion stratégique de l'eau réside dans la déconnexion entre d'un côté l'aléa spatiotemporel de la ressource et, d'un autre côté, une demande régie par une répartition déterminée dans l'espace et le temps dans l'année, et par sa propre dynamique socioéconomique, temporelle interannuelle.

C'est ce qui a fait que de tout temps l'homme tunisien a déployé le plus d'ingéniosité possible pour résoudre l'équation qui lie l'aléatoire au certain, le marquage spatial naturel de l'eau à la disposition géographique spécifique des activités et de la vie.

L'on peut presque résumer la philosophie hydrique à travers le temps dans la manière de gérer les extrêmes, en essayant de les « lisser » pour les ramener à des moyennes. Cela a été d'autant pour délicat pour le cas Tunisien, appartenant à l'espace de la transition entre le désertique et le tempéré, que l'amplitude des extrêmes est particulièrement prégnante.

En plus de préserver la ressource et rationaliser son utilisation s'est également posée la question du transfert d'eau en faveur des grandes villes, comme partout dans le mode pour les métropoles, pour couvrir les besoins en eau potable à usage « domestique ».

Pour arriver à une optimisation stratégique, couvrant le long terme, de son système hydrique, la Tunisie a opté dès les années '70' du siècle dernier pour la 'Grande hydraulique', au moyen des 'Grands barrages', avant de compléter cela par la 'Moyenne et petite hydraulique', au moyen des petits barrages et lac collinaires.

Toutefois, depuis au moins une dizaine d'années le système-eau de Tunisie ne semble fonctionner qu'aux limites, avec ce que cela suppose comme risques.

Aussi est-ce du passage à « une nouvelle ère de l'eau » qu'il s'agit, intégrant certes les acquis, mais principalement en essayant de répondre à des défis de type nouveau.

Avec une certaine simplification, pour la compréhension, l'on peut dire que ce qui a caractérisé jusque-là la pensée en matière d'eau se trouve dans le « compartimentage » tel que le fait de considérer comme un domaine à part la « CES », les « Aquifères » et les « Barrages », alors qu'il s'agit des trois manières d'appréhender la même ressource pluviométrique.

L'innovation fondamentale d'Eau 2050 consiste dans l'unification de l'ensemble de l'approche eau pour une rationalisation de niveau plus élevé.

L'essentiel de l'innovation consiste en une gestion plus active et effective en matière de lutte contre les pertes par évaporation et déversements en mer, au moyen d'un recours plus systématique à la recharge artificielle des nappes.

Toutefois, toute nouvelle orientation dans cette direction nécessite l'élaboration d'une vision spécifique de changement fondamental dans la gestion des ressources en eau, où les deux composantes « Retenues d'eau » et « aquifères » du système sont intimement intégrées, avec toutes les conséquences qui en découlent pour la gestion de chacune des deux grandes composantes.

L'objectif de la vision spécifique de la GI2ES, tel qu'entendu pour cette composante d'Eau-2050, consiste à identifier les objectifs réalisables à court, moyen et long terme, dérouler les dispositions et actions permettant l'atteinte lesdits objectifs et en établir la faisabilité technique et financière afin que cette « intégration » qui va être au cœur d'Eau-2050 soit accréditée des plus grandes vraisemblance et effectivité possibles.

A ce titre le Modèle Hydro-Economique sera d'une irremplaçable utilité pour tracer, sur la base des hypothèses les plus crédibles, le comportement du système-eau au fur et à mesure de la mise en œuvre de la stratégie de l'intégration.

Afin que la Vision soit à la hauteur des défis posés il s'agirait d'établir, avec les meilleures hypothèses de faisabilité, la progression attendue en matière de recharge artificielle des nappes (RAN), par aquifère et par pas temporel choisi, ainsi que les actions en amont, notamment en matière d'accroissement de capacité des barrages existants, de réalisation de nouveaux barrages et de lâchures dédiées à la RAN.

La vision spécifique à la GI2ES nécessitera une clarification supplémentaire relative aux deux aspects suivants :

i. La faisabilité de la mise en œuvre proprement dite de cette option fondamentale et centrale d'Eau-2050, avec l'identification de la nature des actions à engager, des volumes de coûts enjeu, des possibilités de financement, des dispositions techniques de suivi et de contrôle, des ressources humaines et des capacités institutionnelles et organisationnelles à mettre en place ;

ii. Le changement de comportement en conséquence de cette mutation hydrique, dont particulièrement l'impact sur la mutation des modes d'irrigation vers moins de ressources d'eau de surface et plus de recours aux eaux souterraines.

III.8 Vision spécifique de la Mise à niveau des équipements des périmètres irrigués et l'intensification agricole

III.8.1 Problématisation introductive

La vétusté des équipements constitue une des causes les plus importantes des pertes d'eau des réseaux et de leurs faibles rendements. L'Etat et les opérateurs publics disposent des données de diagnostic mais n'ont pas pu jusque-là mettre en œuvre les solutions de mise à niveau faute de moyens financiers.

La question du financement se pose ainsi à un double niveau, celui de l'Etat, appelé notamment à prendre en charge la mise à niveau de l'infrastructure de base du transfert et des PPI, alors que pour les opérateurs publics qu'ils soient rattachés directement à l'Etat tel que le GR ou autonomes tel que la SONEDE, ONAS et SECADENORD pour lesquels il s'agit d'équipements et infrastructures dont ils ont la charge d'entretien et d'exploitation.

Si la question du financement doit figurer en bonne place pour l'élaboration de cette vision spécifique, il s'agit également d'un champ plus large, englobant la nature des missions dévolues aux opérateurs publics, leurs Contrats-cadres avec l'Etat, leur mode de planification, conduite des projets et gestion, ainsi que leurs moyens de mise en œuvre dont particulièrement les ressources humaines.

Comme pour toutes les autres visions spécifiques, il s'agira de s'assurer, aussi bien au niveau de l'Etat et plus particulièrement le MARHP que des acteurs publics concernés, de l'existence d'une orientation claire en faveur de la mise à niveau avec l'existence des moyens budgétaires et de mobilisation de l'appui financier national et/ou international pour concrétiser cette orientation. Pour les autres acteurs du secteur public il s'agira d'examiner leurs stratégies de développement à long terme et s'assurer de leur PCEEIV (d'après l'OCDE).

La Vision Eau-2050 ayant affaire à un domaine, celui de l'eau, dont toute défaillance concernant son pilotage et sa conduite peut coûter trop cher au pays, il s'agira pour l'expertise du Bureau d'études d'examiner au niveau de détail nécessaire les options prises aussi bien à l'échelle de l'Etat que les organismes publics. La mission Eau 2050 devant ainsi soit conclure à l'appui desdites options soit déceler les compléments nécessaires à apporter pour en maximiser la vraisemblance.

III.8.2 Vision spécifique de l'Optimisation du système d'irrigation et de l'intensification agricole

III.8.2.1 Rappel de la caractérisation du système d'irrigation

L'agriculture tunisienne est le secteur de loin le plus grand consommateur d'eau de toutes les activités sociales et économiques. L'agriculture irriguée utilise actuellement environ 2.95 km^3 / an, soit 78 % de toutes les eaux de surface et souterraines mobilisables, soit en moyenne 80% des ressources hydriques prélevées annuellement.

La majeure partie de l'eau prélevée au profit de l'agriculture se dissipe dans l'atmosphère par évapotranspiration des cultures, alors qu'une autre partie, en relation avec les pertes dans les systèmes d'approvisionnement en eau et le drainage des sols, rejoint le milieu naturel, avec une salinité relativement élevée et des polluants agricoles de plus en plus importants.

Une bonne partie des précipitations, non mobilisée artificiellement, alimente l'agriculture dite pluviale ou en sec, alors qu'une part de ces ressources dessert les cultures irriguées, notamment dans le Nord et le Centre.

Les précipitations qui tombent ainsi chaque année sur toutes les terres cultivées en sec et en irrigué, sont d'un ordre de grandeur de loin supérieur à celui utilisé pour l'irrigation proprement-dite, soit environ 15 km^3/an.

Cependant, à l'exception de la collecte des eaux pluviales rendue possible grâce à des travaux de conservation des eaux et du sol (CES), qui sont des techniques permettant d'augmenter l'infiltration de l'eau dans le sol, des efforts sont actuellement déployés pour contrôler le ruissellement des pluies afin d'accroître la disponibilité en eau pour les cultures (lacs collinaires par exemple).

L'agriculture pluviale représente environ 5 millions d'hectares de terres cultivées, tandis que l'irrigation est utilisée aujourd'hui sur 450 000 à 500 000 ha et même plus lorsqu'il est tenu compte des extensions très peu durables en relation avec l'exploitation « minière » des ressources en eau souterraine et/ou à l'exploitation illicite de ressources.

La superficie irriguée actuelle représente plus de sept fois la superficie des terres irriguées dans les années 1960. L'augmentation remarquable de l'irrigation a été possible en grande partie grâce aux investissements lourds et continus dans la mobilisation des eaux de surface et souterraines ainsi que dans les infrastructures d'aménagement pour l'irrigation.

Dans certaines régions, il est possible de cultiver la même année deux cultures, doublant ainsi la superficie effectivement irriguée. Dans quelques périmètres, des cultures intercalaires sont adoptées sur environ 70 000 ha ; des cultures en étages sont de règle dans une bonne partie des oasis du Sud.

Toutefois, le taux global d'intensification (rapport de la superficie des cultures effectivement irriguées à la superficie dite irrigable) est souvent réduit en raison des superficies effectivement allouées à l'irrigation. Ainsi, il arrive que des terres aménagées pour l'irrigation soient maintenues sous agriculture pluviale, représentant de la sorte un manque à gagner important d'ordre agricole et alimentaire. Ces situations sont fréquentes dans les grands périmètres publics du Centre et du Nord du pays.

L'irrigation des cultures arboricoles et maraichères à haute rémunération par les prix à la production sont les principales spéculations dans l'agriculture irriguée, alors que les cultures céréalières et d'olivier sont omniprésentes dans l'agriculture pluviale.

Malgré les progrès enregistrés, les rendements culturaux restent assez faibles en sec comme en irrigué et souvent inférieurs au potentiel agronomique. En conséquence, la sécurité alimentaire reste encore au stade d'objectif et risque de dépendre dans le futur d'une importation de plus en plus massive de céréales notamment si des dispositions ne sont pas prises dans le futur pour améliorer la situation de la production agricole.

Malgré les réformes déjà engagées pour la mise en place d'une gestion de la demande en eau d'irrigation dite « au sens faible», le secteur de l'irrigation souffre encore de plusieurs insuffisances à caractère technique (obsolescence des infrastructures, efficience de l'eau encore insuffisante, etc.), économiques (insuffisance des ressources financières, retard dans la tarification, intensification et productivité agricoles réduites, insuffisance ou faiblesse des filières agro industrielles, etc.), institutionnelles (gouvernance générale du secteur, GDA, etc.), environnementales (salinisation des sols, surexploitation des ressources souterraines à caractère fossiles, pollution de l'eau et du sol, etc.). Les conclusions majeures du rapport de la phase 2 et la phase 3 de la présente Etude Eau 2050 montrent en particulier que l'exploitation de l'eau agricole nécessite des réformes encore plus soutenues, dans le cadre d'une politique de durabilité plus avancée et de gestion de la demande encore plus radicale.

Le système d'irrigation ne manque pas d'atouts, méritant d'être consolidés et développés pour le futur. En effet, malgré sa faible superficie relative (8% de la SAU), le système revêt un caractère stratégique eu égard à son impact sur la sécurité alimentaire et sa place sur le plan économique et social :

- *Poids économique* : le secteur participe à hauteur de 35-40 % en valeur de la production agricole du pays avec un potentiel pouvant aller jusqu'à 50%, dont : 95 % de la production maraîchère, 70 % de la production arboricole et 30 % de la production laitière. Le secteur irrigué contribue aussi à 20 % des exportations agricoles (agrumes, dattes, primeurs…).

- *Poids social :* le secteur occupe 20% de la main d'œuvre agricole et son impact sur l'emploi affecte positivement l'ensemble des filières amont et aval (approvisionnement, entreprises agro-alimentaires, services…), en plus d'un impact favorable sur le développement rural des régions concernées.

- *Poids socioprofessionnel et organisationnel* : l'agriculture irriguée est le noyau dur de la petite agriculture malgré les grandes évolutions technologiques et économiques ainsi que l'émergence des grands complexes irrigués (SMVDA …). D'autre part, Les GDA peuvent être considérés comme des structures de gestion pouvant pallier la déficience chronique en matière d'organisation professionnelle.

La demande en eau ne résulte pas seulement de la croissance démographique mais également du développement économique, qui demandera davantage d'eau, notamment pour l'agriculture irriguée.

Cette tendance se manifeste à divers niveaux. Il en est ainsi du fait que la croissance économique des dernières années peut expliquer, même indirectement, la surexploitation des ressources, en plus de l'effet de la modification du régime alimentaire et le gaspillage consumériste.

Ainsi, l'on constate une évolution dans le temps d'un régime alimentaire « hypercalorique » (3 000-3 200 calories /jour en Afrique du Nord) à un régime « protéiné », qui se manifeste par une demande accrue de viande, alors qu'un kilogramme de viande (de bœuf nourri au grain) exige plus de 5Kg de céréales, équivalents à 15 000 litres d'eau (contre 4 000 litres pour un Kg de poulet).

Par ailleurs, le changement climatique aggrave les risques à la fois pour l'agriculture et l'eau, ce qui rendra plus complexe la situation des ressources déjà affectées à plusieurs niveaux au cours des deux dernières décennies.

L'utilisation actuelle de l'eau agricole ne peut pas être qualifiée de « durable » et les politiques publiques ne sont plus à la hauteur des défis.

Le pays n'a pas su muter à temps, malgré des performances « de départ » assez importantes, mesurées par le rapport des ressources mobilisées aux ressources prélevées, et reconnaître suffisamment tôt l'imminence des difficultés hydriques, des ruptures d'équilibre, ainsi que la nécessité de « moderniser » les instruments de gestion laissés très souvent dans des situations inadaptées au contexte changeant.

Ne pas opérer de changement substantiel dans la politique publique du secteur irrigué risque d'engendrer plus de mal-développement local et régional ainsi que l'aggravation des conflits sociaux, économiques et environnementaux autour de l'eau.

Cela serait d'autant plus dommageable que la Tunisie peut parvenir à un modèle d'utilisation de l'eau agricole plus durable et sans impacts majeurs sur les autres secteurs d'usage de l'eau. Une réorganisation du secteur agricole dans une vision intégrée des ressources naturelles peut engendrer des économies appréciables de l'eau avec, en perspective, plus de performance et d'efficacité grâce à la fois à une demande moindre en eau et des revenus agricoles plus élevés.

III.8.2.2 Vision spécifique au secteur de l'irrigation

III.8.2.2.1 Les « « enjeux amont » conditionnant la vision spécifique

Le rôle prépondérant de l'agriculture dans l'économie de la plupart des régions du pays est connu. Le secteur agricole voit certes sa contribution au PIB et au marché de l'emploi diminuer depuis les deux dernières décennies, mais cela continue encore, notamment avec sa composante irrigation, à être considéré comme l'épine dorsale du développement économique régional et national.

L'agriculture couvre en une bonne part la sécurité alimentaire, crée des emplois dans les zones rurales, fournit des matières premières à l'industrie agro-alimentaire et contribue au maintien de la vie rurale (s'agissant de 35% de la population totale) par les revenus que cela procure.

Pour les 30 prochaines années, jusqu'à l'Horizon 2050, l'agriculture irriguée continuera d'être le principal utilisateur de l'eau « bleue », tant en termes de prélèvements que de consommation, mais ne sera probablement pas aussi dominante que cela l'est actuellement. Une partie de l'eau d'irrigation risque fort bien d'être détournée, au moins pour certaines régions et dans des situations de sècheresse aigues, en vue de satisfaire les besoins domestiques des populations ainsi que de l'industrie le secteur appelé à occuper de plus en plus de place pour assurer un développement socioéconomique plus équilibré du pays.

L'approche utilisée pour répondre aux besoins de la production agricole irriguée au cours des cinquante dernières années, qui reposait en partie sur de nouveaux développements majeurs d'infrastructures hydrauliques destinées à la mobilisation des eaux de surface et à la création de grands périmètres publics irrigués (PPI), ne peut plus fonctionner à l'avenir.

Une des raisons du changement en perspective réside dans le fait que les ressources en eau de surface relativement faciles à exploiter et appropriées à l'irrigation à grande dimension ont déjà été développées, ne laissant ainsi la place qu'à des options plus coûteuses, pour des eaux souterraines à caractère local, ou des approches, qui risquent d'être non durables, d'utilisation des eaux souterraines profondes et fossiles.

Il en est ainsi du recours (souvent illicite) aux forages ou aux puits avec une réalisation relativement peu coûteuse mais qui utilise l'eau des nappes phréatiques à un rythme qui, dans de nombreux cas, a tourné à de l'« exploitation minière » de la ressource, débouchant ainsi sur une situation peu durable (Cf. la désertification des anciens périmètres privés dans les zones côtières Est depuis les années 1970-1980)

La concurrence croissante en matière d'eau tant pour l'usage industriel et touristique que l'eau potable est une autre tendance qui va à l'encontre de toute stratégie agricole visant à accroître la production grâce à l'utilisation de plus en plus massive d'eau.

Cette concurrence a été réelle entre l'agriculture d'une part et les zones urbaines et touristiques en expansion d'autre part dans les années 1970-1980 pour beaucoup de régions du Nord-est, du Centre-est et du Sud-est, mais a été rendue « modérée » par les longs transferts d'eau du Nord et de l'Ouest vers les zones côtières concernées.

Dans la plupart des cas, l'agriculture en tant qu'activité primaire ne sera pas en mesure de concurrencer les autres utilisations, car la valeur ajoutée de l'eau pour la plupart des utilisations non agricoles dépasse celle de l'irrigation. Le défi pour l'agriculture au cours des prochaines décennies est redoutable, nécessitant une production plus importante, pour satisfaire les exigences de la sécurité et de la souveraineté alimentaires, mais avec encore moins d'eau utilisée par unité de production que par le passé.

Une des transformations nécessaires pour l'avenir sera de placer la gestion de l'eau agricole dans un contexte de « gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) », au moyen d'une planification intégrée et participative qui évalue les compromis et assure une utilisation optimale de l'eau à l'échelle à la fois des bassins et des régions.

Une gestion de la demande en eau, « qui vise à maintenir la demande en eau du secteur de l'irrigation dans la limite des disponibilités des ressources en eau », restera une des composantes essentielles de cette GIRE et devra être renforcée par la prise en compte du facteur économique.

Les avantages socioéconomiques de l'irrigation sont indéniables, avec une part moyenne de 35% de la valeur de la production agricole totale et des impacts très positifs sur l'emploi agricole et l'exportation.

De par sa présence sur l'ensemble du territoire et sa capacité productive en comparaison avec l'agriculture pluviale, le secteur irrigué reste un élément stabilisateur de l'économie agricole et non agricole au niveau régional et au niveau national, notamment pendant les périodes de sècheresse. Ses atouts sont nombreux eu égard aux marges encore possibles en termes d'intensification agricole horizontale et verticale, dans un cadre écologique pertinent. Sur le plan économique, l'irrigation continuera à être un facteur clé dans : les revenus des petits agriculteurs, la croissance économique et les exportations agricoles et la réduction de la pauvreté rurale.

Le contexte économique détermine deux thèmes importants pour l'avenir de la gestion de l'eau agricole : la productivité de l'utilisation de l'eau et la nécessité d'approches axées sur le marché. Cela devrait exiger un ciblage sur les moyens d'augmenter la productivité de l'eau grâce à une combinaison de changements institutionnels qui permettent, d'une part, à l'agriculteur d'adopter des améliorations technologiques et des investissements conséquents et, d'autre part, d'intensifier les cultures, diversifier la production agricole et augmenter la rentabilité agricole en général.

III.8.2.2.2 Les « défis aval » de la vision spécifique

Dans une situation caractérisée par l'insuffisance des ressources en eau, le secteur irrigué « ne commande pas » ses propres besoins en eau mais reçoit en « résidu » une allocation qui découle de la satisfaction des besoins directs des autres secteurs de l'eau potable, de l'industrie et du tourisme, considérés comme prioritaires.

La « concurrence » serait plutôt entre le secteur agricole et les besoins écologiques. Toutefois, les besoins hydriques à vocation environnementale, non encore bien cernés ni définis, sont relativement sacrifiés tel que cela a été le cas pour Ichkeul et d'autres milieux aquatiques.

Pour élaborer la vision spécifique il s'agirait de partir de six (6) groupes de facteurs de stress entrant en ligne de compte qui sont, en plus, interdépendants :

i. Les facteurs de stress naturels et climatiques
ii. Les facteurs de stress démographiques et sociaux
iii. Les facteurs de stress économiques
iv. Les facteurs de stress technologiques liés à l'infrastructure et à la sécurité
v. Les facteurs de stress de la gouvernance, y compris : institutions, politiques, lois et finances, et
vi. Les facteurs relatifs à l'environnement et la durabilité.

Les interactions entre ces six groupes de facteurs de stress se posent en termes de vrais défis pour les décideurs en matière d'irrigation, qui tentent d'identifier et de mettre en œuvre des plans et des politiques débouchant sur des résultats satisfaisants.

La gestion durable des ressources en eau nécessite une prise de décision de type systémique, qui reconnaît et se base sur l'interdépendance des décisions.

En effet :

- ✓ Les décisions sur l'utilisation des terres agricoles irriguées peuvent affecter la disponibilité et l'état de la ressource en eau, tandis que les décisions affectant les ressources en eau peuvent également affecter l'environnement et l'utilisation des terres ;
- ✓ Les décisions concernant les futurs économiques et sociaux peuvent affecter l'hydrologie et les écosystèmes qui à leur tour impactent l'avenir économique et social ;
- ✓ L'élévation du niveau de vie, combinée avec la croissance démographique, crée des pressions sur les ressources en eau, la demande en eau et la pollution ;
- ✓ Le commerce croissant de biens et de services agricoles peut aggraver le stress hydrique dans certaines régions tout en le soulageant dans d'autres grâce à l'« eau virtuelle », en particulier sous la forme de produits agricoles importés.

Le défi consiste à amener les différents acteurs et décideurs associés au domaine de l'eau à adopter des mesures appropriées pour réduire les effets négatifs et les pressions sur les systèmes environnementaux et hydrauliques, tout en augmentant les pressions positives.

La plupart des décideurs admettent vouloir le faire mais les interdépendances entre divers facteurs de stress complexifient les approches. Des processus transparents et participatifs peuvent aider à mettre en œuvre une politique des ressources en eau en capable de répondre aux multiples facteurs de stress en jeu, qui peuvent être au départ d'ordre « conflictuel ».

III.8.2.2.3 Les dix (10) Axes majeurs de la Vision spécifique pour l'Irrigation

a) **Axe 1. L'irrigation continuera de jouer un rôle important en Tunisie au cours des 30 prochaines années, bien qu'il y ait certainement des changements dans son caractère, ses méthodes et sa portée**. Les deux objectifs qui lui ont été longtemps assignés seront certainement conservés : modérer les effets des sècheresses sur l'économie agricole et participer à assurer la sécurité alimentaire et la stabilité sociale notamment en milieu rural. Il est aussi probable que la superficie totale irriguée va se limiter à un contour compatible avec les ressources en eau disponibles, avec une éventualité de diminution sous l'effet des facteurs suivants :

- ✓ La rétraction de certaines superficies irriguées dans les périmètres privés, approvisionnées essentiellement à partir des ressources en eau souterraines en état de surexploitation (Nord-est, Centre-est, Centre-ouest et Sud-est), si des dispositions ne sont pas prises pour rendre plus durable l'exploitation des ressources en question. Seul le Nord-ouest semble échapper relativement à cette problématique, par manque de ressources souterraines conséquentes.

- ✓ Les impacts du changement climatique sur la disponibilité de ressources en eaux de surface et souterraines dans la quasi-totalité des régions du pays, risquent d'affecter l'extension des terres exploitées en « irrigation de complément », pour insuffisance de ressources. D'autres tendances peuvent également se manifester, avec cette fois un maintien des superficies irriguées mais une réduction du niveau d'intensification, conduisant à des rendements et des revenus réduits, ou encore la modification des pratiques agricoles et d'irrigation actuelles. Ainsi, il s'avère que le choix des systèmes de cultures est fondamental pour identifier des objectifs d'optimisation.

- ✓ La salinisation de certaines terres irriguées peut entraîner la dégradation des sols et l'abandon de ces terres dans le long terme. L'expérience a montré que le fléau de l'irrigation tunisienne a été souvent la salinité relativement élevée des ressources en eau dans presque toutes les régions du pays où la pratique de l'irrigation est ancienne.

- ✓ L'urbanisation est en mesure de modifier la situation géographique de certains périmètres sans trop affecter la disponibilité des ressources en eau à condition, toutefois, que des sols à vocation d'irrigation soient disponibles à proximité. Une politique d'aménagement du territoire prenant en compte les exigences du développement agricole s'impose.

Compte tenu des questions évoquées précédemment, relatives à l'évolution des dynamiques économiques et sociales et la compétition croissante à propos de l'eau, la quantité d'eau allouée à l'irrigation agricole risque de diminuer. Ainsi, la disponibilité et le coût de l'eau pour l'agriculteur et les revenus générés par cette activité resteront les principaux déterminants de l'étendue de l'irrigation.

Toutefois, malgré les contraintes évoquées, la valeur totale de la production irriguée a beaucoup de chances d'évoluer positivement dans le futur grâce à une meilleure intensification horizontale et verticale des terres déjà aménagées d'une manière durable.

Le gap est actuellement très large entre l'intensification réelle et l'intensification potentielle des périmètres irrigués. En particulier, l'amélioration des rendements des cultures est toujours possible par une utilisation plus raisonnée de l'eau et des autres facteurs de production et par la maîtrise des nouvelles technologies qui marqueront l'agriculture des prochaines décennies d'une manière décisive.

Le passage à des spéculations irriguées à haute valeur ajoutée tout en maintenant un certain niveau de production pour les cultures dites stratégiques sera probablement le choix de l'avenir.

Dans ce cadre, une vision à la fois intégrée et complémentaire de l'agriculture irriguée et l'agriculture pluviale est plus que jamais nécessaire à la sécurité alimentaire du pays.

La petite agriculture irriguée va se maintenir dans l'avenir mais avec un risque de plus de parcellisation des terres si le développement économique par ailleurs ne permet pas un allègement

de la pression sociale sur la terre. Si la structure de l'agriculture irriguée va évoluer en faveur d'exploitations agricoles viables petites et moyennes intégrées et diversifiées, cela constituera un facteur favorable à l'irrigué, autrement les exploitations sous-financées ou celles dont les gestionnaires sont peu qualifiés auront tendance à décliner.

Par ailleurs, les atouts économiques qui pourront sous-tendre l'agriculture irriguée sont déterminés par la capacité du pays à être compétitif pour certains produits sur les marchés extérieurs. La mondialisation combinée à des réductions de la protection et du soutien aux agriculteurs individuels va de plus en plus se traduire pour les agriculteurs dans les périmètres irrigués par l'obligation d'être en capacité de se hisser à des niveaux de plus en plus élevés de compétitivité.

b) **Axe 2. Les conditions qui ont conduit à la réalisation d'importants investissements publics dans l'irrigation dans le dernier tiers du XXe siècle ont radicalement changé, les circonstances actuelles exigent des changements substantiels dans les stratégies de développement de l'irrigation**. En effet, l'ère de l'expansion rapide des infrastructures publiques ou privées d'irrigation et en conséquence des superficies irriguées est révolue. On peut même s'attendre à des réductions des superficies irrigables dans toutes les régions où la surexploitation des ressources souterraines et la qualité saline de l'eau utilisée ont rendu momentanément possible des extensions de superficies désormais considérées non durables. De même, le changement climatique et l'impact en termes de réduction des ressources en eaux souterraines et de surface va entrainer des modifications dans la nature des cultures ou leur extension.

Pour les régions à prédominance agricole tel que le Nord et le Centre-ouest, les investissements dans l'irrigation continueront certes à représenter une part substantielle des investissements agricoles, mais la structure des investissements changera considérablement en comparaison avec les décennies précédentes. Les nouveaux investissements se concentreront beaucoup plus sur l'amélioration de la productivité des systèmes existants par la mise à niveau des infrastructures et la réforme des processus de gestion. La qualité de service de l'eau fournie par les infrastructures d'irrigation en place devra s'adapter pour servir une agriculture de plus en plus performante, et des investissements seront nécessaires pour adapter les systèmes du passé aux besoins de demain. Des gains de productivité substantiels sont possibles dans tout le spectre de l'agriculture irriguée grâce à la modernisation et à de meilleures réponses à la demande du marché national et, si possible, du marché international. Ces gains se traduiront par une augmentation des revenus agricoles.

Dans les régions fortement tributaires de l'agriculture, l'irrigation restera importante dans les stratégies de réduction de la pauvreté rurale. Dans ces régions, l'augmentation de la productivité agricole et le plus d'intégration aux filières agroindustrielles constituent des moyens importants pour enrayer la pauvreté.

Ainsi, là où des ressources en eau conventionnelles ou non conventionnelles sont disponibles, une plus grande attention doit être accordée au potentiel de réduction de la pauvreté par l'irrigation et à la prise en compte systématique des problèmes de revenus dans les programmes de développement agricole. Les investissements dans l'irrigation doivent inclure les zones déshéritées et les projets devraient être conçus en tenant compte à la fois des besoins et des capacités des personnes concernées.

c) **Axe 3. La réhabilitation, la modernisation et la maintenance préventive de l'infrastructure d'irrigation devenue de plus en plus obsolète ou dégradée, sont primordiales pour préserver un patrimoine chèrement acquis au cours des cinq dernières décennies**. L'amélioration des pratiques de gestion et des technologies visant à accroître la productivité seront plus importantes que la mise en place de nouveaux aménagements d'irrigation pour atteindre les objectifs de production agricole au cours des 30 prochaines années. Vu la dimension de ce problème qui touche les grands PPI et PMH, l'Etat continuera à être sollicité pour prendre en charge les travaux de remise en état des ouvrages et équipements, tout en sollicitant une participation équitable des agriculteurs bénéficiaires. L'agriculture irriguée de l'avenir doit utiliser l'eau de manière plus efficace dans des systèmes d'eau rénovés et capables de fournir une qualité de service irréprochable aux irrigants.

d) **<u>Axe 4</u>. Les systèmes gérés directement par les CRDA ou les GDA fournissent de l'eau souvent au moyen de redevances de faible niveau, ne permettant pas aux organismes de gestion d'assurer la maintenance préventive et l'entretien des réseaux, ce qui explique le recours cyclique à des projets de réhabilitation supportés entièrement par l'Etat à coups de financements extérieurs.** Ainsi, le niveau de tarification est souvent sans commune mesure avec les revenus tirés des activités de production et d'ailleurs n'incitent nullement à l'économie de l'eau ni à sa meilleure valorisation.

Le MARHP a déjà établi une stratégie pour améliorer les systèmes tarifaires dans les PPI qu'il est important de mettre en œuvre pendant la décennie à venir afin de créer un environnement propice à l'amélioration de l'efficacité et de la productivité de l'eau d'irrigation. En tout état de cause, les problèmes futurs de l'irrigation et les conditions de la gestion de la demande au « sens fort » exigeront la mise en place progressive de nouveaux modes de tarification pour plus d'efficacité et d'équité.

e) **<u>Axe 5</u>. Une gouvernance décentralisée et plus transparente impactera positivement la gestion de l'eau d'irrigation et permettra un rôle plus pertinent à l'Etat**. La tendance récente de multiplier les modèles de gestion de l'eau agricole afin de les adapter aux contextes locaux : délégation de la responsabilité de la gestion de l'irrigation et les coûts associés à des institutions locales plus performantes (Groupements Hydrauliques) ou à des organismes publics à caractère commercial de dimension régionale, avec une implication plus directe des agriculteurs, devrait s'intensifier (Cf. expérience en cours pour les grands PPI du Nord-ouest). Les résultats attendus iront de la pleine exploitation des petits systèmes d'eau par les associations d'usagers, à la gestion plus professionnelle par des entités publiques et à la gestion en partenariat entre Etat / Secteur privé agricole / Agriculteurs en Société mixte, selon la configuration de contexte en question. À mesure que l'Etat se retire des fonctions de gestion directe, il devra développer de nouvelles capacités adaptées à la supervision de la prestation de services et la protection de l'intérêt de la collectivité.

f) **Axe 6. Il y a eu un effort considérable au cours des deux dernières décennies pour améliorer les conditions d'utilisation de l'eau à la parcelle, dans le cadre du Programme National de l'Economie d'Eau en Irrigation (PNEEI)**. Cela a permis la mise en place, depuis le lancement en 1995, de l'essentiel des infrastructures internes d'économie d'eau dans les exploitations agricoles. L'évaluation des effets du programme a été effectuée en 2018 et des préconisations importantes ont été avancées en vue de tirer profit des équipements installés et de concrétiser l'objectif final d'efficience de l'eau d'irrigation à la parcelle. Des efforts importants de recherche, d'encadrement et de formation des agriculteurs seront encore nécessaires de la part de l'Etat pour atteindre les objectifs d'efficience d'utilisation de l'eau agricole à la parcelle.

g) **<u>Axe 7</u>. Les effets environnementaux négatifs de l'irrigation risquent d'être très lourds de conséquences si des mesures adéquates ne sont pas prises. Il en est ainsi de :**

- ✓ La salinisation des terres qui s'est développée suite à une gestion inadéquate des eaux salées à la parcelle, laquelle gestion peut aussi entrainer l'hydromorphie des terres. Cela a fini par se transformer en un mal endémique de l'irrigation Tunisienne. Le suivi des terres irriguées et des nappes phréatiques artificielles créées par l'irrigation dans certains périmètres du Nord et du Sud est à appuyer. La mise en place de réseaux d'assainissement et de drainage doit continuer dans les PPI à risque comme remède à ces phénomènes, afin d'éviter la diminution des rendements et même la stérilisation des terres à moyen et long terme. La gestion des systèmes de drainage des terres irriguées devrait mériter la même attention que les systèmes d'approvisionnement en eau en termes de maintenance et de tarification des services correspondants.

  L'assainissement des terres hydromorphes destinées à l'agriculture pluviale, nécessite d'adopter la même approche pour améliorer le rendement des cultures dans certaines zones du Nord.

- ✓ La surexploitation de certaines nappes phréatiques et même des nappes profondes, localisées notamment dans le Nord-est, le Centre-est et le Sud, a des conséquences sur la salinisation des eaux et des terres irriguées, le rabaissement du niveau des nappes et, ainsi, l'augmentation du coût de l'énergie pour le pompage.

  Cela risque de compromettre le développement économique et social chèrement acquis dans les périmètres irrigués privés (PIP) concernés. A l'avenir si les solutions adéquates ne sont pas mises en œuvre le dégât va être double : la perte des terres irrigables dans les périmètres dont les nappes sont en surexploitation et l'extension du phénomène de la surexploitation aux nappes actuellement peu sollicitées si des dispositions de régulation et de protection effectives ne sont pas mises en œuvre à titre préventif.

  Un développement à grande échelle du phénomène de surexploitation des eaux souterraines aura un effet négatif certain sur les conditions socioéconomiques des régions concernées et sur la sécurité alimentaire du pays. L'expérience nationale et internationale montre que des solutions partielles ou incomplètes ont des effets très limités. Une vision intégrée de la question s'impose, en prenant en compte la genèse d'ordre socioéconomique du phénomène et du manque de planification dans les périmètres privés : déséquilibre ressource /emploi, objectifs culturaux inadéquats et nécessité de raisonner les spéculations non prises en compte, interventions non coordonnées entre les services de l'Etat (crédit agricole, vulgarisation, etc.), nécessité de participation des bénéficiaires (GDA de nappe) non assurée, etc.

- ✓ La question du nexus eau d'irrigation-énergie va se poser avec de plus en plus d'acuité. L'énergie pèsera plus lourdement sur les charges d'exploitation de l'eau d'irrigation avec trois facteurs qui y concourent : (i) l'augmentation de la profondeur des puits et forages et dans certains cas la perte de l'artésianisme, pour les oasis du Sud, vont engendrer une forte demande énergétique ; (ii) les techniques modernes d'économie d'eau sont énergivores, mais la réduction des consommations d'eau peut aider à réduire le phénomène ; (iii) l'amélioration de l'intensification agricole risque de faire augmenter la demande en eau et en conséquence la demande en énergie de pompage. Des solutions sont possibles pour en réduire les effets, tel que la rationalisation de l'usage de l'énergie de pompage, le recours aux énergies alternatives actuellement en voie de développement.

  Sur un autre plan, le développement d'énergies alternatives compétitives peut aider à trouver des solutions au dessalement de l'eau saumâtre à des fins agricoles, notamment pour la production de cultures de haute valeur ajoutée économique. Même s'il est difficile au stade actuel de prévoir l'évolution du dessalement de l'eau en agriculture et les conditions de sa durabilité, néanmoins, vu l'importance des volumes d'eau en jeu, la production de saumures sera fort importante, dont il s'agira de se débarrasser, ce qui ne pose pas de problème particulier pour les situations en bord de mer avec courant d'eau fort, mais exigera des dispositions particulières pour les terres « intérieures », à proximité des oueds ou des nappes souterraines, ou encore pour le cas de certains écosystèmes.

h) **<u>Axe 8.</u> Dans un contexte de rareté et de tensions sur les ressources, la réutilisation des eaux usées traitées (REUSE) a été considérée en Tunisie depuis les années 60 comme une opportunité pour améliorer l'accès à l'eau pour l'agriculture et à d'autres secteurs d'usages. Toutefois, cette pratique rencontre actuellement des difficultés multiples pour se développer de manière durable** : contraintes réglementaires, faible acceptabilité sociale, problèmes d'application des normes sanitaires, coordination entre les acteurs, recouvrement des coûts, etc. Au stade actuel, seulement 1-2 % de la demande en eau agricole est satisfaite dans le cadre de la REUSE. Dans d'autres pays confrontés à un stress hydrique chronique de rareté de la ressource en eau, similaire à celui de la Tunisie, des objectifs allant de 10% à 60% pour satisfaire leurs besoins par la REUSE ont été retenus, il est vrai dans des contextes technologiques et d'incitations économiques fort différents (Californie, Australie, Jordanie, Koweït, Singapour, etc.).

Face à la rareté de l'eau, la « reuse » reste une possibilité capable d'apporter des solutions locales aux problèmes de la pénurie d'eau. Une fois traitées d'une manière adéquate, les eaux usées

peuvent, en effet, être destinées à différents usages : l'irrigation des cultures ou des espaces verts, la lutte contre les incendies, le lavage des voieries ou encore pour la recharge des nappes souterraines. Une étude stratégique sur la redynamisation et le développement de la « reuse » en Tunisie est en cours et apportera des réponses à des questions en suspens. La politique de REUSE aura à intégrer les enseignements de l'expérience notamment en ce qui concerne le niveau de traitement des EU, le choix des périmètres en fonction des conditions de développement amont et aval, des cultures rémunératrices à mettre en place, etc. Néanmoins, indépendamment de l'effort à engager, il s'agit de retenir que toutes les EU ne sont pas facilement réutilisables à des fins agricoles vu la salinité assez élevée de certaines eaux potables à la base (60 % des EUT). Par ailleurs, il ne s'agit pas de ne a tenir compte du fait que els 'eaux usées » sont collectées et traitées aux alentours des villes, c'est-à-dire se présentant à une certaine distance du milieu agro-rural.

C'est ainsi que des solutions de mélange adéquat des EUT aux eaux naturelles pour des périmètres déjà développés mais qui souffrent de manque de ressources en eau peuvent constituer des solutions plus simples à la valorisation agricole de ces eaux.

L'optimisation économique des EUT mérite d'être envisagée dans une chaîne intégrée :*« Traitement des EUT et protection de l'environnement »/« Production agricole »/« Qualité sanitaires des produits »/« Filières agro commerciales et industrielles ».*

La question reste toutefois assez sensible pour un pays touristique et engagé dans le commerce international de produits agricoles

En général, les eaux salées, comme ressources en eaux non conventionnelles assez disponibles, ne peuvent pas être utilisées en agriculture sans précautions pouvant assurer la durabilité de l'opération. Le mélange des eaux de qualité saline différenciée est une alternative (Cf. le cas des transferts d'eau à travers l'Oued Medjerda). **Le dessalement peut constituer aussi une solution dans le très long terme pour une agriculture avancée et de pointe.**

i) **<u>Axe 9.</u> Bon nombre des grands systèmes d'irrigation déjà construits ne fonctionnent pas à un niveau d'intensification optimal, surtout dans le Nord et le Centre-ouest du pays, ce qui laisse un potentiel considérable pour augmenter la production dans les systèmes existants d'ici 2050.** La « maturation » de certains périmètres irrigués du Nord prend trop de temps. A titre d'indication, le taux d'intensification agricole moyen des périmètres irrigués est de l'ordre de 90 %, comparé au niveau de 120-130% prévu par les études de base. En plus, ce niveau d'intensification agricole stagne depuis deux décennies.

Mettre à la disposition des agriculteurs (des périmètres irrigués) de l'eau d'irrigation n'a, en effet, grand intérêt que si une démarche plus large et plus intégrée du développement du secteur irrigué est mise en œuvre. Cette démarche ne peut pas être du genre « génération spontanée », l'intervention de l'Etat en tant qu'initiateur et accompagnateur s'impose, surtout dans les régions où la tradition de l'irrigation et du développement agricole en général est assez récente.

Les problèmes essentiels qui se posent se rapportent essentiellement aux « services » de l'irrigation et concernent les exigences suivantes : (i) l'accès sécurisé aux autres facteurs de production : foncier, intrants, crédit, équipement, etc., (ii) l'existence de structures aval de collecte, de transformation et d'écoulement des productions irriguées, (iii) l'existence et le fonctionnement des marchés agricoles avec les conditions de transparence requises, tout en prenant en considération « le poids économique » des producteurs agricoles, et (iv) la compétitivité des productions, exposées à la concurrence des marché intérieur et/ou extérieur.

Les conditions nécessaires pour une intensification acceptable ne sont pas encore réunies dans plusieurs périmètres irrigués publics ou privés. Le rôle d'encadrement assuré avant les années 1989 par les Offices Régionaux de Mise en Valeur des Périmètres Irrigués n'a pas pu être repris par les CRDA régis par une logique d'ajustement structurel.

Il est ainsi important qu'une nouvelle approche soit pensée pour permettre l'« organisation » des agriculteurs ainsi qu'une meilleure implication du secteur privé, dans l'objectif d'insérer l'irrigation dans le développement des filières déjà existantes ou à créer. La réactualisation des plans de développement dans les différents périmètres concernés aidera à analyser les contraintes réelles

et à apporter les solutions adéquates à la redynamisation de l'activité irriguée. Les solutions du « cas par cas » sont essentielles pour mieux s'adapter au contexte de chaque périmètre.

Le CRDA ne peut être responsable de la mission de suivi du développement agricole dans les PI sans organisations professionnelles fortes (chambre d'agriculture à remettre en place, sociétés coopératives, agro-industries, etc.) et une coordination entre les divers acteurs du secteur public et privé. Des études plus approfondies doivent être menées dans ce sens à l'occasion de la réhabilitation et la modernisation des PPI. Dans beaucoup de cas, les allocations d'eau décidées au moment de la planification des périmètres seraient à réactualiser et des ressources en eau seraient alors « libérées » pour un usage agricole plus pertinent ou pour satisfaire des besoins pressants non agricoles dans la même région.

j) **Axe 10. Bien que l'augmentation de la production agricole à partir de terres irriguées continue à être essentielle, la gestion de tout le potentiel hydrique du pays passera par l'amélioration de la productivité de l'agriculture pluviale (eau verte).** Cette amélioration sera probablement un des principaux axes à renforcer pour répondre aux besoins de la production agricole en 2050. Après des décennies d'investissements intensifs au profit des aménagements hydroagricoles, l'Etat devrait accorder dans l'avenir des moyens plus substantiels pour renforcer l'agriculture pluviale grâce aux acquis de la biotechnologie, de l'utilisation intensive des techniques de collecte de la pluie et, le cas échéant, l'assainissement des zones agricoles structurellement hydromorphes notamment dans le Nord, en plus de l'amélioration de la gestion des parcours dans le Sud et le Centre.

Les techniques d'amélioration du niveau d'humidité du sol et des conditions d'infiltration de l'eau dans le sol assurent non seulement des rendements plus élevés mais une probabilité de plus en plus réduite de mauvaises récoltes. Cela peut également permettre aux agriculteurs la sécurité nécessaire pour investir dans des cultures de plus grande valeur économique où plus d'intrants tels que les engrais et les nouvelles biotechnologies seront nécessaires.

Sur un autre plan, les récents progrès de la technologie agricole contribuent non seulement à la production d'aliments pour l'homme et les animaux d'élevage mais également des matières premières à vocation industrielle. Ces progrès ont tendance à être de trois types : biologique, numérique et d'agriculture régénératrice[16]. Différentes tendances sont en train de se dessiner : les biotechnologies vertes, l'agriculture de précision, l'agroécologie, etc. Ces tendances affecteront nécessairement l'avenir de l'agriculture irriguée et de l'agriculture pluviale en Tunisie, ainsi que les rapports commerciaux et alimentaires des produits agricoles à l'échelle internationale.

Pour les pays arides et semi-arides le changement climatique va se traduire par une plus grande variabilité des conditions météorologiques et l'augmentation des « extrêmes » tels que des périodes de sécheresse plus longues et une incertitude accrue concernant les précipitations globales d'une année à l'autre et pour un lieu donné.

Vraisemblablement, la capacité de contrôler les besoins en eau des cultures par l'irrigation réduirait une partie de l'incertitude liée à la sécheresse. Le défi consiste maintenant à améliorer l'efficacité de la gestion et de l'utilisation de l'eau grâce à divers mécanismes techniques, économiques, institutionnels et environnementaux. Ces améliorations relatives à la gestion de l'eau agricole devraient aider à renforcer la résilience de l'agriculture irriguée notamment aux impacts du changement climatique…

16 L'**agriculture régénératrice** (ou générative) désigne un ensemble de pratiques **agricoles** ayant pour objectif la protection des sols, le bien-être animal, et l'accompagnement des **agriculteurs**. Elle englobe aussi bien l'**agriculture** conventionnelle que biologique.

III.9 Introduction aux Visions Spécifiques aux RNC et la Transition énergétique

III.9.1 Les enjeux et défis énergétiques mondiaux

La Tunisie se propose, dans ses documents de politiques publiques et/ou d'engagements internationaux, de faire passer la part des énergies renouvelables dans la production électrique à 30% en 2030, 40% en 2040 et 50% en 2050.

Dans ce qui suit 2 tableaux retraçant l'évolution e la capacité de production électrique Eolienne et Solaire dans : le Monde, l'Afrique, l'Asie, l'Eurasie, l'Europe et quelques pays dont la Tunisie.

Tableau 37: Evolution de la Capacité installée en Energie Electrique d'origine Eolienne (en MW)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Monde	*220 019*	*226 908*	*299 919*	*349 300*	*416 248*	*466 864*	*514 374*	*563 830*	*622 249*	*733 276*
Afrique	*992*	*1 125*	*1 739*	*2 398*	*3 322*	*3 829*	*4 581*	*5 469*	*5 769*	*6 491*
Algérie	-	-	-	10	10	10	10	10	10	10
Egypte	550	550	550	550	750	750	750	1 125	1 375	1 375
Maroc	255	255	495	797	797	897	1 023	1 225	1 225	1 405
Tunisie	54	173	200	233	244	244	244	244	244	244
Afrique du S	10	10	257	569	1 079	1 473	2 094	2 094	2 094	2 636
Asie	*66 027*	*82 809*	*99 542*	*124 336*	*161 804*	*184 185*	*205 015*	*229 262*	*257 520*	*332 088*
Chine	46 355	61 597	76 731	96 819	131 048	148 517	164 374	184 665	209 582	281 993
Inde	16 179	17 300	18 420	22 465	25 088	28 700	32 848	35 288	37 705	38 559
Japon	2 419	2 562	2 646	2 751	2 808	3 247	3 483	3 667	3 786	4 206
Corée	425	464	576	612	847	1 067	1 215	1 420	1 532	1 636
Eurasie	*1 742*	*2 274*	*2 775*	*3 645*	*4 525*	*5 801*	*6 566*	*7 147*	*7 783*	*9 867*
Turquie	1 729	2 261	2 760	3 630	4 503	5 751	6 516	7 005	7 591	8 832
Europe	*94 714*	*107 191*	*118 263*	*130 204*	*143 033*	*155 756*	*170 624*	*181 963*	*196 311*	*207 747*
France	6 758	7 607	8 156	9 201	10 298	11 567	13 499	14 900	16 427	17 382
Allemagne	28 712	30 979	31 477	38 614	44 580	49 435	55 580	58 721	60 721	62 184
Italie	6 918	8 102	8 542	8 683	9 137	9 384	9 737	10 230	10 679	10 839
Espagne	21 529	22 789	22 958	22 925	22 943	22 990	23 124	23 405	25 583	27 089
Nord Amér	*51 543*	*67 092*	*69 897*	*76 595*	*87 058*	*97 310*	*104 199*	*112 109*	*123 575*	*139 448*
USA	45 676	59 075	59 973	64 232	72 573	81 286	87 597	94 517	103 571	117 744

Source : Données UN

Tableau 38: Evolution de la Capacité installée en Energie Electrique d'origine Solaire (en MW)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Monde	*73 745*	*104 015*	*139 523*	*176 089*	*222 213*	*296 155*	*389 411*	*488759*	*587 134*	*713 970*
Afrique	*331*	*411*	*725*	*1 730*	*2 256*	*3 399*	*5 216*	*8 072*	*9 353*	*10 581*
Algérie	25	25	25	26	74	244	425	448	448	448
Egypte	35	35	35	35	45	59	180	765	1 652	1 694
Maroc	34	35	35	40	200	202	204	734	734	734
Tunisie	3	6	10	17	28	41	51	64	80	95
Afrique du S	6	11	262	1 163	1 352	2 174	3 447	4 801	4 905	5 990
Asia	*9 628*	*16 004*	*34 591*	*56 544*	*84 901*	*136 693*	*206420*	*274 603*	*329 307*	*407038*
Chine	3 108	6 719	17 759	28 399	43 459	77 809	130 822	175 287	204 996	254 355
Inde	566	982	1 499	3 673	5 593	9 879	18 152	27 353	35 089	39 211
Japon	4 890	6 430	12 107	19 334	28 615	38 438	44 226	55 500	61 526	67 000
Corée	730	1 024	1 555	2 481	3 615	4 502	5 835	7 130	10 505	14 575
Eurasie	*8*	*13*	*21*	*48*	*316*	*936*	*3.678*	*5 651*	*7 146*	*8 231*
Turquie	7	12	19	41	250	834	3 422	5 064	5 996	6 668
Europe	*54 721*	*72 723*	*84 171*	*91 092*	*99 612*	*106 175*	*112 369*	*121 653*	*142 641*	*163 466*
France	3 004	4 359	5 277	6 034	7 138	7 702	8 610	9 691	10 804	11 733
Allemagne	25 916	34 077	36 710	37 900	39 224	40 679	42 293	45 158	49 047	53 783
Italie	13 136	16790	18 190	18 600	18 907	19 289	19 688	20 114	20 871	21 600
Espagne	5 432	6 569	6 994	7 001	7 008	7 017	7 027	7 068	11 277	14 089
Nord Amér	*6 180*	*9 439*	*14 337*	*19 610*	*26 132*	*37 766*	*46 702*	*58 839*	*68 432*	*84 540*
USA	5 644	8 613	13 045	17 651	23 442	34 716	43 115	53 184	60 682	75 572

Source : Données UN

Il ressort des tableaux les principaux éléments suivants :

i. La transition énergétique n'est plus un simple slogan mais désormais une réalité tangible à l'échelle du Monde et des Grandes régions géoéconomiques, avec toutefois des nuances en passant d'un mode énergétique à un autre et d'une région à une autre ;

ii. En 10 ans, de 2011 à2020, la capacité électrique installée d'origine éolienne dans le Monde a été multipliée par 3,3 en passant de 220,0 GW à 733,3 GW ;

iii. Mais, fait encore plus spectaculaire, pour la même période, la capacité électrique installée d'origine solaire dans le Monde a été multipliée par 9,7 en passant de 73,7 GW à 714,0 GW ;

iv. Ainsi, la capacité en solaire, qui ne représentait en 2011 que le tiers de l'éolien (33,5%), l'a quasi rattrapé 10 ans plus tard (97,4%) ;

v. Toutefois, le poids de l'Afrique, malgré la progression importante du Continent, reste encore modeste, 0,9% de l'éolien et 1,5% du solaire, sachant que l'Afrique représente 17% de la population mondiale. En plus l'Afrique du Sud représente à elle seule 41% de l'éolien du Continent et 57% de son solaire ;

vi. En tenant compte du poids démographique, il apparait que pour l'éolien (en considérant que l'Algérie n'est quasi pas équipée en ce genre de mode d'énergie, soit 10 MW en tout), le Maroc est 1,85 plus équipé que la Tunisie alors que la Tunisie est 1,52 plus équipée que l'Egypte ;

vii. Pour le solaire la Tunisie est, en termes relatifs, la moins équipée, en se situant à 82% du niveau d'équipement algérien, 51% du niveau égyptien et 42% du niveau marocain ;

viii. Avec 45% de l'éolien mondial et 57% du solaire, l'Asie se trouve dans une dynamique d'énergie renouvelable très fortement porteuse, où la Chine avec 85% de l'éolien asiatique et 62% de son solaire assure une certaine prépondérance ;

ix. L'Europe et les USA avec, respectivement, 28% et 16% de l'éolien et 23% et 11% du solaire, se situent ensemble à près de 40% de l'éolien et solaire réunis, et restent ainsi malgré la montée asiatique des acteurs déterminants des énergies renouvelables ;

x. Rapporté au poids démographique l'Allemagne enregistre des ratios d'équipement très élevés par rapport à l'UE/USA ; cela reflète le poids politique prépondérant des écologistes en Allemagne qui ont entre autres réussi à bloquer le nucléaire et se montrent fortement agissants au niveau de la transition énergétique.

Pour la Tunisie, sur la base de la « tendance de l'électrique global » et en supposant une action volontariste faisant évoluer la puissance électrique du solaire de 20%, 15% et 10% par an pour les périodes 2020-2030, 2030-2040 et 2040-2050, cela aboutit aux projections suivantes :

Tableau 39: Tendance du mix électrique de la Tunisie

	2020	2030	2040	2050
Puissance totale en MW	5766	7029	8568	10444
Taux d'accroissement par an du Solaire		20%	15%	10%
Puissance du Solaire en MW	95	588	2379	6.172
Part tendancielle du Solaire dans le mix Electrique	1,6%	8,4%	28%	59%

Source : STEAG + Calcul *STUDI International, GKW*

Il en ressort que la part du solaire sera, encore une fois sur la base du constat des tendances réelles, au mieux de 10% en 2030 et 30% en 2040, alors qu'un objectif de 60% peut être atteint en 2050.

La vision spécifique concernant la présente composante d'Eau-2050, plus particulièrement pour ce qui est de l'énergie renouvelable, est de s'assurer de celle des opérateurs directement en charge du solaire en particulier, ainsi que la politique publique mise en œuvre tel que le Plan Solaire, afin d'en vérifier l'effectivité et la garantie que les objectifs affichés sont réalisables et, en l'occurrence, de quelle manière les faire évoluer vers à la fois plus de réalisme et d'ambition.

III.9.2 Les enjeu et défi du Dessalement

Le deuxième volet, relatif à la présente vision spécifique, concerne le dessalement, en rapport avec le progrès en vue en matière d'énergie renouvelable. Il s'agirait de la faisabilité économique et financière meilleure devant résulter de la baisse du coût de l'énergie attendue de l'accroissement de la part du solaire dans le mix électrique.

A ce niveau également la « vision spécifique » aura à identifier le cheminement qu'aura à emprunter le dessalement pour arriver à constituer une composante importante de la réponse à donner à la question de l'eau.

Afin que ce cheminement bénéficie du plus de crédibilité il y aura lieu de clarifier les aspects suivants :

i. Le suivi du progrès technologique, la progression du solaire et la maitrise aussi bien de son coût d'investissement que son tarif d'exploitation ;

ii. Les objectifs du dessalement qui concernerait ainsi en priorité les villes du littoral Centre-Est et celles du Sud-Est et du Sud-Ouest ;

iii. L'estimation de la part d'énergie électrique nécessaire pour la couverture de ces besoins en dessalement ;

iv. L'identification du choix entre la variante « projets solaires dédiés au dessalement » ou celle de « projets solaires intégrés au réseau national » ;

v. L'évaluation de la stratégie nationale solaire-dessalement impliquant des acteurs des deux domaines de l'énergie et de l'eau avec ce qui est nécessaire comme synergie ;

vi. L'identification du planning de réalisation du solaire et du dessalement le plus plausible et évaluation de son articulation avec la mise en œuvre de la stratégie Eau-2050 ;

vii. La prise en compte des effets indésirables notamment en termes environnementaux liés aux saumures produites par les stations de dessalement et la manière d'en réduire les impacts.

III.9.3 Les enjeux et défis de la REUSE

Quant au troisième volet de la présente vision spécifique, relatif à la composante RNC et en rapport avec la REUSE, il s'agira de clarifier les nouvelles orientations permettant de faire sortir cette composante du caractère très limité des résultats obtenus.

Les objectifs à atteindre concernent l'amont et l'aval du dispositif. L'amont par la modernisation et mise à niveau des STEP permettant d'obtenir une eau traitée convenant à l'usage dédié. L'aval englobant aussi bien l'acceptation par les acteurs concernés de l'utilisation de l'eau traitée que les moyens nécessaires pour transférer l'eau des STEP jusqu'aux lieux d'usage préalablement délimités.

L'une des orientations en matière de REUSE concerne la recharge des nappes notamment celles du littoral, soumises à la forte exploitation et à l'infiltration d'eaux de mer.

La vision spécifique concernant cette composante, comme pour le reste, ne consiste pas à s'arrêter au niveau des « intentions affichées » mais d'aller à un « niveau d'affinement et d'approfondissement » qui permet de se prononcer sur la cohérence et la vraisemblance des plans d'action, quand ils existent, et d'apporter le complément de consolidation et d'enrichissement nécessaire.

III.10 Vision Spécifique à l'AEP

III.10.1 Déclinaison préliminaire de la Vision Spécifique AEP

i. ***Hypothèse sur la qualité des eaux distribuées*** : L'eau pour l'usage domestique sera conforme à la norme NT 09-14 et aux recommandations de l'OMS. La salinité totale souhaitable est de 500 ppm pour les deux références mais le maximum admissible diffère sensiblement : 1.500 ppm pour les recommandations de l'OMS et 2.000 ppm pour la NT 09-14. Toujours est-il qu'il est nécessaire de faire un suivi des installations de production et de distribution d'eau et d'évaluation de risques sanitaires.

Le respect des recommandations de l'OMS « la plupart du temps » et la norme tunisienne « pendant la pointe estivale » offre l'opportunité de dimensionner les stations de dessalement d'eau de mer par exemple, à la demande moyenne annuelle et non à la demande de pointe et d'assurer le complément par les eaux saumâtres de mélange.

ii. ***Dualité Eau potable urbaine/rurale et perspectives de desserte par la SONEDE*** : En 2050, la Tunisie continuera à avoir une forte population rurale même si elle se trouvera dans des zones communales au sens de la loi sur la décentralisation. Si la population des zones rurales alimentées par la SONEDE (53% du total en 2019) s'accroit comme la moyenne du pays, elle atteindra 2,2 millions d'habitants sur un total de 3 millions en 2050. On aura sur les 13,8 millions d'habitant que comptera le pays en 2050, 13 millions desservis par la SONEDE (niveau de service et non nécessairement l'organisme en tant que tel) pendant que les huit cent mille habitants restants pourraient être desservis par les communes, qui choisiront chacune le mode de gestion qui convient le mieux au contexte.

iii. ***Gestion de la demande*** : La demande en eau à satisfaire n'est pas une donnée d'entrée figée. On peut agir dessus par le biais de :

- ✓ La **tarification** : En Tunisie la forte progressivité des tarifs (perte de l'avantage du tarif d'une tranche dès qu'elle est dépassée) a déjà impacté durablement la consommation unitaire domestique. Toutefois, l'aggravation à court terme de la progressivité du tarif peut conduire à des effets pervers : multiplication des branchements illicites, actes de vandalisme sur les compteurs. Il s'agit également de prendre en compte les capacités de paiement « élevées » de certains ménages, « insensibles à la tarification.
- ✓ La tarification a rendu avantageux pour certains gros consommateurs le **recyclage des eaux usées** (après traitement) et/ou le recours au **dessalement** des eaux saumâtres des nappes phréatiques.
- ✓ La **récupération des eaux pluviales** : On estime à 3l/j/hab. les gains sur la dotation domestique totale si les abonnés qui le peuvent (20% d'abonnés) s'équipent de citernes de récupération d'eau pluviale pour le nettoyage des maisons, l'arrosage des jardins, etc., ce qui n'est pas très motivant. En revanche, si la citerne devient un équipement nécessaire pour pallier les coupures d'eau, l'utilisation peut englober beaucoup plus de foyers et on peut alors viser les 7,5 l/j/habitant d'économie, soit un volume annuel de près de 35 Mm3 en 2050.
- ✓ La **régulation par la pression dans les réseaux** : C'est un moyen très efficace pour réduire le gaspillage mais plus encore pour faire baisser les pertes. Si on réduit la pression de service de 5 à 3 bars, on gagnerait 5 points de rendement. La mise en œuvre n'est pas toujours possible mais elle est proposée parmi les mesures à mettre en œuvre pour améliorer l'efficience des réseaux.
- ✓ Une **information intelligente des abonnés par SMS**, sur leurs consommations, leur niveau par rapport à la moyenne du quartier, les moyens de les réduire (équipements internes, où les trouver, à quel prix) constituera un moyen d'optimisation.

III.10.2 Objectifs structurants de la vision spécifique

La présente Vision spécifique se décline en 5 « Objectifs structurants », avec pour finalité d'assurer le développement du domaine « eau potable » et la migration du service vers l'excellence :

1. Demande satisfaite en quantité et en qualité
2. Service sécurisé
3. Service équitable
4. Service Efficient
5. Service durable

III.10.2.1 OS 1 : Satisfaction la demande en eau en quantité et qualité

- ✓ En termes quantitatifs, le scénario « Eau DD » a prévu un prélèvement du milieu naturel de 913 Millions de m3 pour la satisfaction de la demande en 2050, soit 155 Millions de m3 de plus qu'en 2019 ; le Modèle Hydrique Economique de mise en œuvre de la Stratégie est appelé à faire baisser ce plafond ;

- ✓ Sur le plan de la qualité physico-chimique, réserver les eaux de l'extrême nord à l'eau potable et ne mélanger que l'excédent aux eaux de la Medjerda aura un double avantage : l'eau courante redevient aussi eau de boisson dans plusieurs régions, et les eaux usées épurées seraient mieux valorisées dans l'agriculture. Il s'agira également de la protection des bassins versants contre la pollution.

III.10.2.1.1 Les Contraintes/Risques d'OS 1

- ✓ L'offre additionnelle représenterait, si les ressources exploitées actuellement restent à leur niveau de 2020, une capacité de dessalement d'eau de mer opérationnelle de 475.000 m3/j en 2050, c'est-à-dire presque la même que la capacité actuelle (50.000 m3/j) + les coups partis (200.000 m3/j) + les extensions prévues (225.000 m3/j) ;
- ✓ Cette capacité totale de 475.000 m3/j serait atteinte dès 2030 d'après les prévisions actuelles, mais reste à voir si l'échéance va être respectée ;
- ✓ Les investissements dans les SDEM, hors coups partis, seraient de 465 millions de DT(selon les estimations de la SONEDE, y compris une SDEM à Zarzis).
- ✓ L'amenée des eaux aux nouveaux abonnés, sans transfert entre les régions, reviendrait à 750 millions de DT (sur la base de : 775.000 abonnés, population branchée actuelle de 9,9 millions tout milieu confondu, celle de 2050 serait de 13 millions, 12 m de conduites par abonné et 100 DT/ml de conduite).
- ✓ Le coût du transfert d'eau dessalée de la côte vers les régions Ouest et les coûts de renforcement de la production à partir des eaux de surface sont à estimer séparément : à titre indicatif, transférer 20.000 m3/j d'eau dessalée pour être mélangée avec un volume équivalent d'eau saumâtre jusqu'à Gafsa, reviendrait à 250 M de DT et le prix de revient du mélange serait de 3,5 DT/m3.
- ✓ En conclusion, la satisfaction en quantité de la demande en eau potable ne créera pas nécessairement de pression additionnelle sur le système eau. Au contraire, on peut envisager sérieusement une baisse de la pression sur la ressource conventionnelle avec une production d'eau de mer dessalée accrue bénéficiant des avancées technologiques et du développement des Energies Renouvelables. Cela reste tributaire toutefois de l'effort que le distributeur d'eau est appelé à faire pour réduire drastiquement les pertes par la mise à niveau des installations.

III.10.2.2 OS 2 : Service sécurisé

- ✓ Il s'agit d'un service continu sans interruption en temps normal et un service minimum garanti en temps de crise avec une eau de qualité garantie.
- ✓ La sécurisation est obtenue d'abord en disposant de plusieurs ressources. C'est, à de rares exceptions près, le cas des systèmes d'AEP de toutes les villes de Tunisie : nappes locales, transfert d'eaux souterraines, transfert d'eau de surface, dessalement d'eau de mer. En revanche, sans investissements importants durant les années à venir pour le renouvellement et la réhabilitation des infrastructures existantes, le service risque ne plus répondre à l'objectif annoncé.
- ✓ Les Systèmes d'AEP sont étroitement tributaires de l'alimentation en énergie électrique. La SONEDE a fait le choix de ne pas secourir ses installations par des moteurs thermiques à cause de leur coût (installation et maintenance) mais surtout en raison de la confiance dans la fiabilité du réseau électrique. La question qui peut se poser concerne le caractère durable de ladite fiabilité.

III.10.2.2.1 Les Contraintes/Risques d'OS 2

- ✓ La SONEDE a réalisé de gros investissements dans les infrastructures de production, de transfert et d'adduction dans les années 80 du siècle dernier, alors que l'effort en entretien et en renouvellement a été considérablement réduit la décennie écoulée.
- ✓ Sans des investissements importants durant les années à venir pour le renouvellement et la réhabilitation des infrastructures existantes, le service ne pourra pas continuer à être sécurisé, sachant qu'il ne l'est plus dans certaines régions.

- ✓ La grande majorité des conduites d'adduction sont en béton précontraint, ont un âge de plus de 30 ans et le mode de réparation appliqué en curatif n'est pas toujours fiable (accélération de la dégradation générale de l'état des conduites).
- ✓ De plus, 50% des conduites du réseau de distribution dont la longueur totale est de 46.000 km, sont en amiante ciment qui sont interdites de fabrication aujourd'hui.
- ✓ 24 % du réseau a dépassé l'âge comptable (40 ans) et 40% a plus de 30 ans d'âge.
- ✓ La moitié des réservoirs (607 sur 1.331) nécessite une réhabilitation immédiate.
- ✓ Si, pour les adductions, la SONEDE a toujours procédé à l'acquisition des emprises et peut donc engager sans contraintes les travaux (pas de servitude), il n'en est pas de même pour les réseaux de distribution en ville où c'est la loi du premier venu qui prévaut entre opérateurs (SONEDE, STEG, ONAS, TT) et où un plan précis d'occupation du sous-sol, capable d'orienter les décisions futures n'est pas disponible.
- ✓ Sachant que, pour atteindre les objectifs d'efficience des réseaux, le renouvellement intégral peut devenir nécessaire pour les réseaux vétustes ou ayant perdu leur intégrité (multiplication des branchements illicites).
- ✓ En temps normal, un renouvellement annuel des réseaux à hauteur de 2,5% du linéaire est nécessaire, c'est-à-dire 1.150 km de distribution et 250 km d'adduction. Or durant plus de 10 ans, le linéaire de renouvellement n'a jamais dépassé les 200 km par an.
- ✓ Le renouvellement de 1.150 Km de réseau de distribution et 250 km de réseau d'adduction reviendra à des dépenses de 290 millions de DT (200 pour les adductions et 90 pour la distribution) par an.
- ✓ Le défi est comment concilier la qualité du service demandé avec des coûts que le consommateur n'est pas prêt à payer.
- ✓ Le contrôle de la qualité de l'eau doit se poursuivre avec toute la rigueur qu'exige la santé des consommateurs. Le double contrôle (i) par le fournisseur (auto-contrôle) et (ii) le contrôle officiel effectué par les services compétents du ministère de la santé (INSSPA) est un gage de sécurité sanitaire, qui a beaucoup contribué à l'éradication des maladies hydriques.

III.10.2.3 OS 3 : Service équitable

- ✓ On assiste de plus en plus à des perturbations dans la distribution d'eau qui affectent des zones plus que d'autres mais souvent les mêmes, particulièrement quand des restrictions sur les ressources en eau de surface en années sèches sont appliquées ou quand des incidents sur les réseaux se produisent et leur réparation prend plus de temps que d'habitude ;
- ✓ Sans l'équité, une relation de confiance entre consommateurs et distributeur d'eau ne s'établit pas. Sans confiance, les messages que le distributeur fait parvenir aux abonnés et les annonces publicitaires ont toutes les chances d'aboutir à des effets opposés. La confiance permet au distributeur de réaliser ses objectifs aux moindres coûts. En cas de crise, et au lieu de rationner la distribution par le biais d'équipements coûteux, une simple invitation à réduire la consommation au strict minimum en expliquant pourquoi et quand, pourrait suffire. Une opération à blanc est vivement souhaitée.

  A cet effet, un principe de transparence doit prévaloir pour la confiance et le comportement responsable du consommateur-citoyen.

III.10.2.3.1 Les Contraintes/Risques d'OS 3

- ✓ Deux raisons au moins sont à l'origine de la non-maîtrise de la distribution d'eau en cas de crise, i) les réseaux de distribution sont conçus/dimensionnés pour une offre inférieure à la demande et ii) les études des projets d'AEP se penchent rarement sur l'analyse fonctionnelle du système et les réseaux ne sont pas simulés en fonctionnement dégradé (offre inférieure à la demande).

- ✓ Il en résulte que les réseaux se vident partiellement en cas de manque d'eau, les zones basses restent favorisées, l'alimentation des zones hautes est aléatoire et le temps de purge d'air des conduites retarde considérablement le retour à la normale.
- ✓ Les cas de crise deviennent de plus en plus fréquents et les raisons ne manquent pas : restrictions sur les ressources, coupure électrique, casses fréquentes sur des réseaux de plus en plus vétustes et absence de redevabilité des personnes chargées de l'exploitation des réseaux.
- ✓ Dans les années à venir, un effort particulier doit être consacré à repenser la configuration des réseaux pour les rendre résilients aux aléas et en mesure de fournir les eaux d'une manière équitable à tous les abonnés dans toute situation.

III.10.2.4 OS 4 : Service Efficient

- ✓ En 2019, sur 100 m3 prélevés, le volume vendu a été de 63,1 m3 et le volume non vendu de 36,9 m3. Toutefois, le volume perdu dû aux fuites dans le réseau n'est que de 27,6 m3 d'après les estimations de la SONEDE, après déduction des volumes utilisés par le service et les sous-comptages à l'abonné.
- ✓ On doit agir principalement sur les réseaux de distribution dont les pertes s'élèvent à 128,6 Mm3, les réseaux d'adduction étant constitués de conduites en BP, fragiles à l'origine et de plus en plus vétustes aujourd'hui de sorte que toute intervention entraîne de longues coupures insupportables pour des consommateurs en manque de confiance.
- ✓ Selon le modèle élaboré par l'AIE, et en raison de la nature même des réseaux et des équipements utilisés, il y'a des pertes dites inévitables estimées pour le contexte SONEDE à 2,2 m3/j/km de réseau de distribution, soit 39 Mm3 parmi les 128,6 cités précédemment. Le plafond des pertes récupérables est donc d'environ 90 Mm3.
- ✓ Ce sera en fait au cas par cas et il faut prioriser les zones où les coûts de production d'eau sont les plus élevés, à commencer par les zones prévues d'être alimentées par les SDEM ou qui le sont déjà.
- ✓ On ne doit pas ignorer le coût environnemental des pertes, parce que 60% de la consommation d'eau se produit sur le littoral et les pertes physiques ne retournent pas nécessairement dans les nappes exploitables.
- ✓ Pour atteindre l'efficience, le consommateur doit être impliqué. Sa perception de la qualité du service doit être positive et il doit avoir confiance dans le distributeur d'eau. Compteurs prépayés, télérelève, services en ligne, (Seuls 100.000 abonnés paient leurs factures en ligne actuellement) doivent être généralisés.

III.10.2.4.1 Les Contraintes/Risques d'OS 4

- ✓ Le déficit de gouvernance (transparence, responsabilisation, information crédible, engagement sur des niveaux de performance, etc.) est à imputer en premier lieu au statut des EPIC et constitue une contrainte majeure à lever sans retard

III.10.2.5 OS 5 : Service Durable

- ✓ Les ressources en eau allouées pour les usages autres qu'agricole représentent près de 20% du total « Eau bleue » et la disponibilité en année moyenne à l'horizon 2050 ne constitue pas un problème majeur. Au contraire, on peut même envisager avec le développement du dessalement, un prélèvement à partir des ressources conventionnelles moindre en 2050 qu'en 2020.
- ✓ En revanche, le maintien d'un système d'AEP sécurisé, fournissant un service équitable sans gaspillage, d'une eau à la qualité requise, à un niveau de performance désiré, après y avoir consacré d'énormes ressources financières, cela constitue un défi qui n'est pas facile à relever, car exigeant : des choix technologiques appropriés, une tarification permettant le recouvrement de l'ensemble des coûts et une organisation du distributeur d'eau adaptée aux objectifs sont nécessaires. La durabilité des services sur les plans quantitatifs et qualitatifs passe par un contrôle systémique continu de l'amont à l'aval des stations d'alimentation en eau potable.

- ✓ Les expériences de service d'eau durable dans le cadre de ce qui est appelé « Smart Cities » ne manquent pas. On doit les analyser et commencer à identifier des actions pilotes qui s'intègrent facilement au contexte tunisien.

III.10.2.5.1 Les Contraintes/Risques d'OS 5

- ✓ Actuellement le contrôle de la qualité est réalisé sur les eaux distribuées et consommées. Avec les risques accrus de pollution ou de contamination des eaux, un contrôle à l'amont avec des mesures en continu de certains paramètres et un système d'alerte pourrait devenir nécessaire ;
- ✓ Toutefois, des questions continueront à être posées concernant la disposition du consommateur à payer le prix du service qu'il attend du Distributeur d'eau, sinon il pourrait s'agir d'adapter le niveau du service aux capacités de paiement ;
- ✓ De même que la question concernant la prédisposition de l'Etat continuer à subventionner certains investissements pour réduire la facture d'eau ;
- ✓ La gestion publique directe de la distribution d'eau a montré ses limites. Les EPIC aujourd'hui, avec l'intervention de l'Etat dans la gestion courante et une organisation hypercentralisée, sont devenus des systèmes clos qui évoluent peu, toujours en déphasage par rapport aux attentes de la société et qui sont plus soucieux de se perpétuer que de servir leurs clients.

III.11 Vision Spécifique des RNC et de la Transition énergétique

III.11.1 Considérations préliminaires

Le secteur de l'eau est un grand consommateur d'énergie. Il en résulte que, vu l'augmentation du coût de l'électricité très dépendant de l'importation du gaz, d'une part, et la suppression progressive de la subvention sur l'énergie électrique produite, d'autre part, l'eau coûte de plus en plus cher et ainsi le recours aux énergies renouvelables deviendra inévitable pour maîtriser aussi le coût de l'eau.

L'eau et l'énergie peuvent être étroitement liées, les centrales hydroélectriques puisent leurs sources dans les retenues d'eau (Barrage, lacs, etc.) et les centrales thermoélectriques sont refroidies à l'eau de mer et/ou rivières et lacs.

III.11.2 Nexus eau-énergie-alimentation-écosystème

Le Nexus quadridimensionnel : eau-énergie-alimentation-écosystème signifie que les quatre domaines de sécurité en eau, sécurité énergétique, sécurité alimentaire et système écologique sont étroitement liés et que des actions dans l'un des domaines se traduiront par des effets sur les autres.

Le recours à une « approche nexus » pour maitriser des problématiques interdépendantes permet une approche systémique capable de générer des synergies et d'améliorer la gouvernance spécifique et globale.

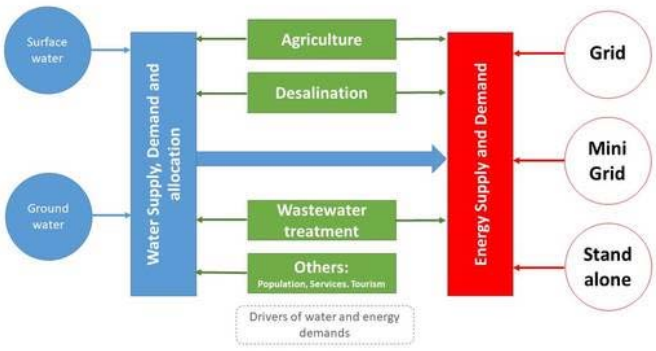


Figure 14 : Exemple de Digramme de Nexus Eau-Energie

***Source** : STUDI International, GKW*

Principalement l'énergie dans le secteur de l'eau est électrique et est utilisée dans le pompage :

- Forages profonds
- Puits de surface
- Pompage de transfert
- Unité de dessalement

Les grands consommateurs d'énergie dans le secteur de l'eau sont :

- La SONEDE, avec une consommation annuelle de 520 GWh,
- La SECADENORD, avec une consommation annuelle de 130 GWh,
- L'ONAS, avec une consommation annuelle de 110 GWh, et
- Les CRDA/GDA/Agriculteurs, avec une consommation annuelle de 100 GWh.

Le pompage d'eau peut utiliser de l'énergie primaire (gasoil ou essence) mais principalement il y a recours à de l'énergie électrique.

Les stations de pompage de la SEACDENORD et la SONEDE peuvent aller jusqu'à une autonomie énergétique de 50% à l'horizon 2050.

Les stations de pompage CRDA/GDA raccordées au réseau MT seront équipées par le photovoltaïque raccordé au réseau et seront autonomes à 50% en 2040.

Les 10.000 puits de surface et forages peu profonds du secteur privé seront équipés par des systèmes photovoltaïques stand-alone-systems avec stockage à l'horizon 2040 et auront une autonomie énergétique de 100%.

❖ Eléments de caractérisation de l'Assainissement et la REUT

- Actuellement, le service d'assainissement en Tunisie est géré essentiellement par l'ONAS qui intervient dans 178 communes prises en charge parmi les 350 communes existantes.
- La population des villes prises en charge représente plus de 90% de toute la population urbaine (8,3 millions d'habitants).
- La population raccordée est de 7,2 millions d'habitants, soit un taux de raccordement au réseau d'assainissement de 86,2 %.
- L'infrastructure d'assainissement comporte environ 18 000 km de réseau et 122 stations d'épuration d'une capacité de traitement totale d'environ 350 Mm3/an d'eaux usées.
- Le volume d'eaux usées traitées en 2018 est de 274 millions de m3, soit 98 % du volume des eaux usées collectées actuellement.
- Le taux de raccordement aux réseaux d'assainissement en milieu urbain est faible comparé à l'eau potable. En effet, plus de 13% de la population urbaine raccordée à l´eau potable demeure toujours non branchée au réseau d´assainissement. Ceci s'explique principalement par la non prise en charge des petites communes et des contraintes techniques telles que la dispersion de l'habitat dans certaines zones et la difficulté d'accès, à certains endroits, liée au relief.
- L'assainissement en milieu rural est peu développé et constitue une menace pour les milieux récepteurs. Le monde rural tunisien, regroupe 31% de la population nationale, soit 3,6 millions d'habitants. Environ 10% des logements dans le milieu rural sont connectés à un réseau d'assainissement, 75% rejettent leurs eaux usées dans des puits perdus et 15 % les rejettent dans la nature.
- Actuellement, l´ONAS gère 9 stations d´épuration en milieu rural, de capacité totale de traitement de 1700 m^3/j avec notamment des procédés adaptés tels que les filtres plantés de roseaux.

- Malgré la bonne couverture du territoire par les services d'assainissement et l'équipement des zones urbaines en STEP, l'utilisation des eaux usées traitées en Tunisie ne connaît pas de développement, voire diminue ; en effet, les volumes réutilisés dépassent à peine les 25 millions de m3 d'eau, soit moins de 10% des volumes disponibles. Cela est lié à plusieurs facteurs dont principalement :
  i. Le niveau de qualité des eaux sorties des STEP, qui explique en partie la réticence et la méfiance des usagers ;
  ii. La concentration des stations à proximité des grandes villes donc se trouvant à distance des usagers agricoles ;
  iii. L'absence d'infrastructures d'amenée aux lieux de réutilisation, au-delà des volumes qui peuvent être absorbés à proximité dans la région de production ;
  iv. Par ailleurs, la Tunisie a misé jusqu'à présent sur l'usage agricole et les terrains de golfs essentiellement, tandis que les usages possibles sont très diversifiés (Industries, tourisme, espaces verts, recharge des nappes, besoins écologiques, etc.). Ceci est en partie lié au cadre institutionnel et normatif non clarifié des types de réutilisation autres que la réutilisation agricole.

❖ Défis majeurs à relever

La poursuite des mêmes pratiques d´exploitation des installations d´assainissement et d´épuration continuera de représenter une menace pour l´environnement, la salubrité publique et les conditions sanitaires de la population.

Les défis majeurs à relever sont essentiellement :

- Persistance du rejet des eaux usées brutes dans la nature ; la quantité des eaux usées produites rejetées directement dans la nature est estimé à environ 117 millions de m^3 dont 40 millions du milieu urbain et 77 millions de m^3 du milieu rural ;
- Non-conformité de la qualité des eaux traitées aux normes de rejet. Les problèmes de qualité sont parmi les causes de la réticence des usagers à l'égard de la réutilisation des EUT,
- La prise en charge de communes de petite taille constitue une nouvelle charge pour l'ONAS que la subvention croisée ne peut supporter. La prise en charge de ces communes rurales pourrait être confiée à une nouvelle structure « ONAS Rural ». Toutefois, si la prise en charge de ces communes rurales par l'ONAS offre une meilleure garantie cela doit être lié à un engagement par l'Etat pour un relèvement tarifaire ;
- Disparité entre les régions pour l'accès au service d'assainissement : Les taux de branchement enregistrés pour certains gouvernorats sont parfois de loin inférieurs à la moyenne nationale et cela concerne aussi bien des zones dites « défavorisées » (Médenine, Kébili, Tataouine, Sidi Bouzid, Kasserine) que d'autres zones qui seraient « favorisées » tel que Sfax et Mahdia. Les programmes d'extension de réseau doivent être planifiés en donnant la priorité aux gouvernorats dont le taux de raccordement au réseau public d'assainissement est au-dessous de la moyenne nationale ;
- La dynamique du secteur est ralentie avec des retards importants dans la réalisation des projets ;
- Problèmes d'exploitation des infrastructures d'assainissement liés au manque de moyens matériels et humains ;
- Augmentation des coûts d´investissement pour la réalisation des infrastructures d'assainissement de collecte et de traitement ;
- Coût énergétique élevé notamment pour les petites localités ;
- Dépendance des fournisseurs d'équipements étrangers et disponibilité des pièces de rechange ;
- Manque de coordination entre les différents acteurs et notamment pour la réutilisation ;

- Carence institutionnelle de l'assainissement rural ; la mission de l'ONAS n'intègre pas l'assainissement rural puisque le législateur n'a prévu à ce sujet que la possibilité d'intervenir pour le compte de l'Etat dans les études et les travaux relatifs à l'assainissement individuel et rural, mais n'a pas prévu l'exploitation des ouvrages ; comme, par ailleurs, les conseils de gouvernorats ou autres institutions ne sont pas outillés pour prendre en charge cette activité, on peut dire que l'assainissement rural souffre d'un vide institutionnel ; ainsi, une stratégie d'assainissement rural doit être développée en élaborant :
  - ✓ Un cadre institutionnel clair en matière d'assainissement rural,
  - ✓ Un plan national d'assainissement rural,
  - ✓ Une définition des types d'intervention techniques nécessaires,
  - ✓ Des incitations et des moyens financiers (subventions, prêts à taux bonifié, etc.).
- L'investissement en infrastructures d'assainissement est à prendre en charge par l'Etat aussi bien en milieu urbain qu'en milieu rural et l'ONAS interviendra dans la réalisation des études et travaux. Pour l'exploitation des infrastructures d'assainissement dans les localités rurales, plusieurs alternatives sont envisageables :
  - ✓ L'ONAS prendra en charge tout le monde rural ;
  - ✓ Trois acteurs pour l'assainissement rural, tel qu'arrêtés par le Conseil Ministériel Restreint (CMR) de juin 2016 : L'ONAS prenant en charge uniquement les zones de plus de 3000 habitants, les municipalités prendront en charge les zones de 1000 à 3000 et la DGGREE prendra en charge le « dispersé » (moins de 1.000 habitants) ;
  - ✓ L'exploitation et l'entretien des ouvrages de collecte est à confier aux GDA(s) et l'exploitation des stations d'épuration et des stations de pompage à l'ONAS ou les GDA.

  En accord avec les ODD, la Tunisie s'est engagée à parvenir à un accès universel aux services d'assainissement gérés de manière sûre (ODD6). Pour atteindre cet objectif, il s'agira d'étendre la mission de l'ONAS pour prendre en charge le monde rural, surtout que l'expérience vécue dans la gestion des infrastructures eau potable par les GDA n'était pas satisfaisante. Il peut être possible que l'ONAS délègue ces responsabilités au secteur privé avec des objectifs clairs pour améliorer l'accès à un assainissement amélioré et notamment au niveau des zones dispersés.

Afin d'améliorer la situation de la réutilisation des eaux traitées et permettre son développement, les grands défis à relever sont essentiellement :

- La conception d'un traitement adapté à l'usage prévu et en fonction des exigences en matière de qualité d'eau pour cet usage ; il s'agit ainsi de développer davantage le « traitement tertiaire », dans le but d'améliorer la qualité des eaux épurées pour une valorisation assurée de ces volumes conséquents ;
- La mise au point de mécanismes de suivi et de contrôle de la qualité des EUT en temps réel et l'échange d'information entre les différentes directions et opérateurs de la REUT afin de favoriser la coordination des efforts et la maitrise des risques sanitaires et environnementaux ;
- L'appui à l'émergence de nouveaux opérateurs qui seront positionnés entre l'ONAS et les utilisateurs finaux des EUT ;
- Le renforcement des capacités et la sensibilisation des usagers.

III.11.3 Objectifs Stratégiques (OS) de la Vision Spécifique au Volet « Assainissement/ REUSE »

La vision spécifique relative au volet Assainissement / REUSE consiste à assurer des services d'assainissement gérés d'une manière durable en optimisant les modes de gestion existants et la mise en avant des mesures les mieux adaptées et des actions de redressement pour réduire les dysfonctionnements, soulager les pressions exercées sur le secteur et initier de nouvelles dynamiques favorables et résilientes.

Dans ce qui suit, sont décrits les Objectifs Stratégiques (OS) de la Vision Spécifique relative au volet « Assainissement / REUSE » à l'horizon 2050, sur la base du scénario « Eau et Développement Durable » retenu lors de l'étude prospective.

III.11.3.1 OS 1 : La consolidation/généralisation du service « assainissement »

III.11.3.1.1 Présentation d'OS 1

L'assainissement en eau usées est un service public prioritaire ; l'Etat doit assurer la couverture du service en milieu urbain et en milieu rural.

Pour atteindre cet objectif, il s'agit de :

i. La densification de la couverture de branchement dans les zones déjà équipées d'infrastructures d'assainissement,

ii. Le développement de l'infrastructure dans les zones non encore équipées,

iii. La prise en charge de toutes les communes (178 communes actuellement → 350 communes en 2050), et

iv. La couverture du monde rural par des systèmes d'assainissement collectif dans les régions à peuplement dense et par des systèmes individuels d'évacuation, dans les zones à peuplement dispersé.

III.11.3.1.2 Quantification d'OS 1

- Le taux de raccordement actuel au réseau d'assainissement est de 63% (86% en milieu urbain et 11% en milieu rural).
- Ce taux devra atteindre 96% en 2050 en raccordant 98% de la population urbaine et 90% de la population rurale agglomérée. On estime qu'environ 20% de la population rurale habitent dans des logements dispersés et ne pourraient pas en conséquence être raccordés moyennant des systèmes d'assainissement collectifs ; l'accès aux services d'assainissement amélioré dans ces zones pourrait être assuré par le recours à des systèmes individuels d'évacuation et de collecte.
- Le volume des eaux usées collectées passera de 300 Mm^3/an en 2020 à 500 Mm^3/an en 2050, soit une augmentation de 67%.
- Le linéaire du réseau existant est estimé à 17.560 km en milieu urbain et environ 1.100 km en milieu rural.
- Pour assurer les nouveaux raccordements jusqu'à l'horizon 2050, une extension du réseau existant d'environ 27.000 km est nécessaire (+ 54%, dont 13.400 km en milieu urbain et 13.600 km en milieu rural) ; le linéaire du réseau à réaliser est estimé sur la base de la population raccordée et de ratios (ml/hab raccordé).
- Un renouvellement des conduites suivant la durée de vie est nécessaire. La norme est au voisinage de 2,5% par an (durée de vie moyenne : 40 ans). Le taux de renouvellement actuel est d'environ 0,22% seulement. Ce taux est très faible et il doit être ciblé un accroissement important de la réhabilitation pour atteindre la valeur de la norme à l'horizon 2050.
- Le linéaire du réseau à réhabiliter entre 2020 et 2050 est estimé à 15.000 km (10.800 km en milieu urbain et 4200 km en milieu rural).

- Le coût d'extension et de réhabilitation des réseaux d'assainissement durant la période 2020-2050 est a priori estimé à 13.335 MDT.
- Les frais annuels de maintenance et d'exploitation passeront de 146 MDT en 2020 à 322 MDT en 2050.

Tableau 40: Principaux indicateurs relatifs à la collecte des eaux usées :

Horizon	2020	2025	2030	2040	2050
Population (millions habitants)	**11,66**	**12,28**	**12,75**	**13,38**	**13,84**
Milieu Urbain (millions habitants)	8,19	8,75	9,20	9,90	10,55
Milieu Rural (millions habitants)	3,47	3,53	3,55	3,48	3,29
Taux de raccordement	**63%**	**69%**	**75%**	**86%**	**96%**
Milieu Urbain (%)	86%	88%	90%	94%	98%
Milieu Rural (%)	11%	24%	38%	64%	90%
Population raccordée (millions habitants)	**7,45**	**8,58**	**9,64**	**11,54**	**13,30**
Milieu Urbain (millions habitants)	7,06	7,72	8,31	9,32	10,34
Milieu Rural (millions habitants)	0,38	0,86	1,34	2,22	2,96
Volume Eaux Usées Collectées (Mm^3/an)	**312,7**	**365,8**	**395,4**	**449,2**	**501,1**
Milieu Urbain (Mm3/an)	300,3	338,8	363,6	397,2	432,1
Milieu Rural (Mm3/an)	12,4	27,0	31,8	52,1	69,0
Réseau de collecte et évacuation					
Milieu Urbain					
Linéaire de réseau d'assainissement (km)	17 588	19 887	22 094	26 373	31 025
Ratio (ml/habitant raccordé)	2,49	2,57	2,66	2,83	3,00
Linéaire des réseaux à réaliser en km (extension/période)		*2 299*	*2 208*	*4 278*	*4 652*
Taux de renouvellement (%)	*0,22%*	*0,60%*	*0,98%*	*1,74%*	*2,50%*
Linéaire des réseaux à réhabiliter annuellement en km (Horizon)	*39*	*119*	*217*	*459*	*776*
Linéaire des réseaux à réhabiliter en km (Période)		*395*	*840*	*3 377*	*6 173*
Milieu Rural					
Linéaire de réseau d'assainissement (km)	1 150	2 855	4 912	9 645	14 787
Ratio (ml/habitant raccordé)	3,0	3,3	3,7	4,3	5,0
Linéaire des réseaux à réaliser en km (extension-période)		*1 705*	*2 058*	*4 733*	*5 142*

Tableau 40: Principaux indicateurs relatifs à la collecte des eaux usées :

Horizon	**2020**	**2025**	**2030**	**2040**	**2050**
Taux de renouvellement (%)		*0,50%*	*1,00%*	*2,00%*	*2,50%*
Linéaire des réseaux à réhabiliter annuellement en km (Horizon)		*14*	*49*	*193*	*370*
Linéaire des réseaux à réhabiliter en km (Période)		*36*	*158*	*1 210*	*2 813*
Estimation des coûts d'investissement					
Milieu Urbain					
Coût de ml de réseau -extension (DT/ml)		*400*	*400*	*400*	*400*
Coût de ml de réseau -réhabilitation (DT/ml)		*500*	*500*	*500*	*500*
Coût de réseau de collecte (y compris pompage) (MDT)		***1 117***	***1 303***	***3 400***	***4 947***
Milieu Rural					
Coût de ml de réseau -extension (DT/ml)		*300*	*300*	*300*	*300*
Coût de ml de réseau -réhabilitation (DT/ml)		*350*	*350*	*350*	*350*
Coût de réseau de collecte (y compris pompage) (MDT)		***524***	***673***	***1 843***	***2 527***
Total coût de collecte (MDT)		**1 641**	**1 976**	**5 244**	**7 474**
Estimation des coûts de maintenance et d'exploitation					
Milieu urbain					
Linéaire de réseau d'assainissement (km)	17 588	19 887	22 094	26 373	31 025
Coût d'exploitation (DT/ml)	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Coût d'exploitation (MDT/an)	140,7	159,1	176,8	211,0	248,2
Milieu rural					
Linéaire de réseau d'assainissement (km)	1 150	2 855	4 912	9 645	14 787
Coût d'exploitation (DT/ml)	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Coût d'exploitation (MDT/an)	5,75	14,27	24,56	48,23	73,94
Total coût d'exploitation annuel du réseau de collecte (MDT)	**146,5**	**173,4**	**201,3**	**259,2**	**322,1**

Source *: ONAS ° Calcul STUDI International, GKW*

III.11.3.2 OS 2 : Traitement des Eaux Usées

III.11.3.2.1 Caractérisation, quantification et chiffrage d'OS 2

- Le volume des eaux usées traitées actuellement est d'environ 300 Mm^3/an. Les eaux usées sont traitées par 114 stations en milieu urbain de capacité totale 350 Mm3/an et 9 stations en milieu rural de capacité de traitement totale de 0,7 Mm^3/an.
- Le taux de traitement des eaux est de 99% en milieu urbain et de 8% en milieu rural. Il est projeté un taux de traitement de 100% des eaux usées collectées à l'horizon 2050 pour les deux milieux.
- Si le volume des eaux traitées atteindra 500 Mm^3/an en 2050, sur la base d'un raccordement de toutes les communes ayant une population supérieure à 4000 habitants, pour répondre à ces besoins, le nombre de stations d'épuration atteindra 165 STEP en milieu urbain et 525 en milieu rural.
- La capacité de traitement sera de 540 Mm^3, soit une augmentation de 80 %. L'augmentation de la capacité sera assurée moyennant la construction de nouvelles stations de capacité 100 Mm^3/an et des extensions des stations existantes.
- Actuellement, les procédés de traitement dominants sont BA (faible charge/moyenne charge). Il est recommandé le maintien de ces procédés pour les réalisations futures et également pour les projets de réhabilitation et extension :
  - ✓ BA faible charge pour les STEP de taille < 100.000 EH avec capacité moyenne de 4000 m3/j, et,
  - ✓ BA moyenne charge pour des STEP de taille > 100.000 EH, avec capacité moyenne de 12 000 m^3/j. Les procédés lagunage et lits bactériens seront abandonnés.
- Il s'agira également de recourir aux technologies de traitement innovantes (Lagunage aéré complètement mélangé, Filtre Planté de Roseaux, Epandage souterrain à culture fixée, Filtration-Percolation, etc.) qui sont adaptées pour les localités de petite taille (moins de 5000 habitants) et pour le milieu rural ;
- Le coût global de construction des nouvelles stations et de réhabilitation et extension des stations existantes durant la période 2020-2050 pourrait être de 12.000 MDT.
- Les frais annuels de maintenance et d'exploitation des stations d'épuration passeront de 74 MDT en 2020 à 125 MDT en 2050.

Tableau 41: Principaux indicateurs relatifs au traitement des eaux usées

Horizon	2020	2025	2030	2040	2050
Volume Eaux Usées Traitées (Mm3/an)	**298**	**342**	**373**	**432**	**501**
Milieu Urbain					
Taux de traitement (%)	99%	99%	99%	100%	100%
Volume Eaux Usées Traitées (Mm3/an)	297,1	335,7	361,0	395,7	432,1
Milieu Rural					
Taux de traitement (%)	8%	12%	20%	60%	100%
Volume Eaux Usées Traitées (Mm3/an)	0,99	6,3	12,3	36,1	69,0
Capacité de traitement (Mm3/an)	**373**	**428**	**467**	**540**	**626**
Milieu Urbain					
Taux de saturation (%)	80%	80%	80%	80%	80%

Tableau 41: Principaux indicateurs relatifs au traitement des eaux usées

Horizon	2020	2025	2030	2040	2050
Capacité de traitement (Mm3/an)	371	420	451	495	540
Milieu Rural					
Taux de saturation (%)	80%	80%	80%	80%	80%
Capacité de traitement (Mm3/an)	1,2	8	15	45	86
Stations d'épuration					
Nombre de STEP	***131***	***161***	***210***	***427***	***690***
Milieu Urbain	*114*	*132*	*156*	*164*	*165*
Milieu Rural	*17*	*29*	*54*	*263*	*525*
Capacité de traitement (Nouveau / Réhabilitation-Extension) (Mm3/an)					
Milieu Urbain					
Nouvelle capacité (Mm3/an)		20,0	35,0	43,0	2,0
Réhabilitation / Extension (Mm3/an)		35	55	154	195
Milieu Rural					
Nouvelle capacité (Mm3/an)		6,6	3,0	20,0	28,0
Réhabilitation / Extension (Mm3/an)		0,0	5,7	19,9	38,2
Coût d'investissement de STEP					
Milieu Urbain					
Nouvelle capacité (Mm3/an)		20,0	35,0	43,0	2,0
Coût d'investissement (MDT/Mm3/an)		*27,40*	*27,40*	*27,40*	*27,40*
Coût d'investissement (MDT)		*547,95*	*958,90*	*1178,08*	*54,79*
Réhabilitation / Extension (Mm3/an)		35	55	154	195
Coût d'investissement (MDT/Mm3/an)		13,70	13,70	13,70	13,70
Coût d'investissement (MDT)		478	751	2 113	2 666
Total coût Traitement des eaux usées en milieu Urbain (MDT)		**1 026**	**1 710**	**3 291**	**2 720**
Milieu Rural					
Nouvelle capacité (Mm3/an)		6,6	3,0	20,0	28,0
Coût d'investissement (MDT/Mm3/an)		27,40	27,40	27,40	27,40
Coût d'investissement (MDT)		181,79	82,19	547,95	767,12

Tableau 41: Principaux indicateurs relatifs au traitement des eaux usées

Horizon	2020	2025	2030	2040	2050
Réhabilitation / Extension (Mm3/an)		0,0	5,7	19,9	38,2
Coût d'investissement (MDT/Mm3/an)		27,40	27,40	27,40	27,40
Coût d'investissement (MDT)		0,00	154,87	546,22	1 047,13
Total coût Traitement des eaux usées en milieu Rural (MDT)		**181,8**	**237,1**	**1 094,2**	**1 814,3**
Total coût Traitement des eaux usées (MDT)		**1 208**	**1 947**	**4 385**	**4 535**
Coût d'exploitation des STEP					
Milieu urbain					
Volume des eaux traitées (Mm3/an)	297,1	335,7	361,0	395,7	432,1
Coût d'exploitation (DT/m3)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Coût d'exploitation (MDT/an)	74,3	83,9	90,2	98,9	108,0
Milieu rural					
Volume des eaux traitées (Mm3/an)	1,0	6,3	12,3	36,1	69,0
Coût d'exploitation (DT/m3)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Coût d'exploitation (MDT/an)	0,25	1,58	3,08	9,02	17,24
Total coût d'exploitation annuel des stations de traitement (MDT)	**74,51**	**85,51**	**93,32**	**107,95**	**125,26**

***Source** : ONAS + Calcul STUDI International, GKW*

III.11.3.2.2 Défis pour atteindre OS 2

- Alors qu'actuellement presque la moitié des stations d'épuration et du volume traité ne répondent pas aux exigences de la norme pour le paramètre DCO (125 mg/l) et que pour les deux autres paramètres (Ntot et Coliformes fécaux) le dépassement est de plus 90% par rapport au nombre de STEP et de 80% par rapport au volume traité, il s'agit d'assurer la conformité du traitement à la Norme Tunisienne de rejet NT106.002 pour les 3 paramètres de pollution : DCO pour la pollution organique, Azote total (Ntot) pour les nutriments et Coliformes fécaux pour la pollution bactériologique, ainsi que pour les valeurs limites pour le rejet d'effluents dans le milieu récepteur fixées par l'Arrêté du Ministre des Affaires locales et de l'environnement et du Ministre de l'Industrie et des petites et moyennes entreprises du 26 mars 2018.
- Ainsi, la cible à l'Horizon 2050 est une amélioration de la qualité des eaux traitées, à viser par le respect des normes.
- Pour atteindre cet objectif les dispositions suivantes doivent être appliquées :
  - ✓ Gestion planifiée et rigoureuse des infrastructures d'assainissement (réalisation à temps des programmes de réhabilitation et d'extension des infrastructures / maintenance et entretien régulier avec couverture suffisante) ;
  - ✓ Adaptation des normes de rejet à la sensibilité du milieu récepteur et l'usage ;
  - ✓ Optimisation des conditions d'exploitation et mise à niveau des STEP ;

- ✓ Emploi des procédés d'épuration adaptés à la qualité des eaux usées, à la taille de la station et à l'usage dédié ;
- ✓ Optimisation des procédés de traitement classiques (boues activées, lits bactériens, …) ;
- ✓ Séparation des eaux usées industrielles des eaux usées domestiques lorsque la fraction du volume ou la charge de pollution industrielle dépasse le taux de 20% et/ou lorsqu'il s'agit d'industries générant une pollution spécifique (métaux lourds, cyanures, margines, etc.) ;
- ✓ Mise en place de prétraitement au niveau des industriels pour que leur rejet ne présente pas une nuisance au niveau des étapes de traitement au sein des STEP communales, soit compatible avec le traitement de ces STEP,
- ✓ Surveillance et éventuellement interdiction du raccordement de certaines activités qui peuvent induire la non-conformité des effluents à traiter,
- ✓ Pousser le traitement au niveau tertiaire visant la désinfection des effluents traités ;
- ✓ Traitement décentralisé des constructions / habitations trop dispersées ou situées dans des zones difficilement accessibles ;
- ✓ Promouvoir la gestion en cycle plus ou moins fermé pour les nouveaux lotissements, tout en utilisant les avantages de la collecte et du traitement des fractions d'eaux usées séparément (eaux grises, eaux vannes,
- ✓ , etc.) afin de faciliter et encourager la réutilisation sur place ;

Tableau 42: Evolution de l'état de Conformité des eaux traitées à la norme

Horizon	2018	2025	2030	2040	2050
Pourcentage des STEPs non conformes	- DCO : 53% - Ntot :98% Coliformes fécaux : 92%	- DCO : 40% - Ntot : 80% - Coliformes fécaux : 60%	- DCO : 30% - Ntot : 70% - Coliformes fécaux : 50%	- DCO : 20% - Ntot : 40% - Coliformes fécaux : 30%	- DCO : 00% - Ntot : 00% - Coliformes fécaux : 0%
Pourcentage du volume traité non conforme :	- DCO : 43% - Ntot :94.% - Coliformes fécaux : 83%	- DCO : 40 % - Ntot : 80% - Coliformes fécaux : 70%	- DCO : 30 % - Ntot : 60% - Coliformes fécaux : 50%	- DCO : 15 % - Ntot : 30% - Coliformes fécaux : 20%	- DCO : 0 % - Ntot : 0% - Coliformes fécaux : 0%

***Source** : STUDI International, GKW*

III.11.3.3 OS 3 : Mise en place du cadre réglementaire et institutionnel de la REUSE

- ➢ Les politiques publiques (PP) et les réglementations jouent un rôle central dans l'adoption et la mise en place de technologies d'innovation, que ce soit par le biais du financement ou bien par les programmes de renforcement des capacités.
- ➢ Les PP en question doivent permettre d'assurer :
  - ✓ La délimitation des rôles des différents acteurs,
  - ✓ L'existence d'une bonne coordination entre les différents acteurs,
  - ✓ L'existence d'un régime foncier applicable,
  - ✓ La mise en place d'un système tarifaire adapté,
  - ✓ Le suivi et le contrôle pour s'assurer du respect des exigences.

- Les Objectifs Stratégiques (OS) avancés précédemment nécessitent de nouvelles dispositions et normes environnementales concernant les cinq (5) aspects suivants :

  i. L'adaptation des exigences du rejet selon le milieu récepteur (exemple : Limites fixées pour les paramètres de qualité des EUT variables en fonction du milieu récepteur final ou l'usage prévu),

  ii. Réduire l'impact sur le milieu récepteur et préserver les écosystèmes,

  iii. Trouver une solution pour les rejets industriels (abattoirs, margines, huiles et graisses, polluants organique et inorganiques, etc.) qui peuvent nuire au traitement biologique,

  iv. Revoir les conditions de rejet dans le système d'égout :

  v. Agir sur la qualité des eaux usées brutes avec des dispositifs de surveillance en amont au niveau des communes raccordées (raccordement des eaux pluviales, l'élevage des animaux, fabrication de produits alimentaires artisanales, dépôt de sable, etc.)

III.11.3.4 OS. 4 : Développer le PPP en matière d'assainissement et de traitement des eaux usées

- Jusqu'à présent, l'implication du secteur privé se limite au rôle de prestataire de services (exploitation et entretien des réseaux et STEP), alors que le PPP peut offrir une réponse aux contraintes de la capacité des opérateurs publics,
- Le PPP peut contribuer à l'atteinte des OS suivants :
  - ✓ Freiner l'augmentation des coûts d'exploitation grâce aux gains d'efficacité pouvant être apportés par l'implication d'opérateurs privés ;
  - ✓ Améliorer le programme de gestion des actifs par une politique de mise à niveau des infrastructures et des programmes annuels de « Maintenance et renouvellement » ;
  - ✓ Assurer du renforcement de capacités par le transfert de compétence pouvant être assuré par le partenariat international ;
  - ✓ Transférer des activités à des opérateurs privés à l'instar de ce que pratiquent la STEG et la SONEDE.
  - ✓ Renforcer la conformité aux normes nationales sur les effluents grâce à des mécanismes d'incitation contractuels (contrats de performance).

III.11.3.5 OS 5 : Mettre en place une politique tarifaire d'efficience et d'équité

- La politique tarifaire ciblée doit se baser sur les principes suivants :
  - ✓ Révision périodique du tarif de la redevance d'assainissement en vue d'atteindre une facturation proche du coût réel ;
  - ✓ Application et renforcement du principe du pollueur payeur qui assure l'équité tarifaire ;
  - ✓ Intégrer dans les tarifs le coût du traitement supplémentaire pour la réutilisation.
- Par ailleurs, la coordination des politiques tarifaires de la distribution de l'eau et de celle de l'assainissement est nécessaire, étant donné leur caractère de produits conjoints livrés simultanément à l'usager.

III.11.3.6 OS 6 : Promouvoir la valorisation des Eaux Usées Traitées

- Le volume des eaux usées réutilisées actuellement est estimé à environ 60 Mm3/an réparti entre 25 Mm3/an pour la réutilisation directe (Irrigation agricole, Terrains de golf, Espaces verts et tourisme et Usage industriel) et 35 Mm3/an pour la réutilisation indirecte (Recharge des nappes et Eaux écologiques).

- Le taux de réutilisation actuel est de 20%.
- Pour l'horizon 2050, l'objectif est d'encourager la REUSE dans les différents secteurs (Agriculture, irrigation des terrains de golf, Espaces verts et tourisme, industrie, recharge des nappes, REUSE écologique) avec un objectif de taux de réutilisation de 85%, soit un volume total réutilisable de 426 Mm3/an.

Tableau 43: Projections des volumes et des taux de réutilisation des eaux traitées pour différents usages jusqu'à l'horizon 2050

Usage	Actuel		2025		2030		2040		2050	
	Volume (Mm^3)	Taux de réutilisat° (% EUT)	Volume (Mm^3)	Taux de réutilisat° (% EUT)	Volume (Mm^3)	Taux de réutilisat° (% EUT)	Volume (Mm^3)	Taux de réutilisat° (% EUT)	Volume (Mm^3)	Taux de réutilisat° (% EUT)
Irrigation agricole	16,6	6%	37,0	11%	50,3	14%	124,7	29%	227,6	45%
Terrains de golf	7,6	3%	9,3	3%	9,8	3%	9,8	2%	9,8	2%
Espaces verts et tourisme	0,89	0%	1,8	1%	5,3	1%	12,8	3%	24,7	5%
Usage industriel	-	-	2,7	1%	7,0	2%	13,9	3%	28,2	6%
Recharge des nappes	2,10	1%	6,1	2%	18,0	5%	49,7	12%	81,5	16%
Eaux écologiques	32,0	11%	39,3	12%	39,6	11%	43,6	10%	52,9	11%
Total REUSE	**59,2**	20%	**96,2**	28%	**129,9**	35%	**254,4**	59%	**424,6**	85%

***Source** : STUDI International, GKW*

- Sur les 114 STEP existantes en Tunisie, 66 STEP présentent actuellement des potentialités de réutilisation des eaux usées traitées. A l'horizon de 2050, ce nombre doit augmenter jusqu'à englober toutes les STEP urbaine (165 STEP).

Tableau 44: Potentialités de réutilisation des eaux usées traitées jusqu'à l'horizon 2050

	2018-2025	2030	2040	2050
Tunisie	66	80	120	165

***Source** : STUDI International, GKW*

- Pour atteindre l'objectif stratégique **OS 6 « Promouvoir la valorisation des Eaux Usées Traitées »,** les actions suivantes sont à entreprendre :
  - ✓ Assurer la quantité et la qualité des eaux épurées requises en permanence par :
    - ❖ La réutilisation des eaux produites par des stations de capacité moyenne et grande pour garantir la fourniture des quantités d'eau suffisantes,
    - ❖ Le mélange des EUT avec des ressources conventionnelles de plusieurs origines.
  - ✓ Identifier les zones potentielles de réutilisation tenant compte de la demande en eau, de la disponibilité des ressources conventionnelles, de l'acceptation de la population et des bénéficiaires ;
  - ✓ Développer les projets qui répondent à une demande locale,
  - ✓ Encourager la REUSE dans les différents secteurs (Agriculture, irrigation des terrains de golf, Espaces verts et tourisme, industrie, recharge des nappes, REUSE écologique) ;

- ✓ Assurer une sécurisation sanitaire de la REUSE comme préconisé par les directives de l'OMS[17].

❖ Secteur agricole

- La superficie totale aménagée pour la REUSE agricole est de 8.426 ha, répartie sur 32 périmètres sur toute la Tunisie. Toutefois la superficie totale actuelle des périmètres irrigués par les EUT est réduite à 7500 ha. En effet, le périmètre irrigué de Mornag (1087 ha) n'est plus irrigué par les EUT produites par le pôle de traitement de Sud Meliane, à cause de la mauvaise qualité des eaux traitées. Ce périmètre est irrigué depuis 2005 avec des eaux conventionnelles. Il est attendu une amélioration de la qualité des eaux traitées après l'achèvement du projet en cours de réhabilitation du pôle d'épuration de Sud Méliane. Le périmètre de Mornag pourrait être irrigué à nouveau par les eaux usées traitées à partir de l'année 2025.
- Avec la réalisation des projets en cours et des projets déjà identifiés dans plusieurs
- Avec la réalisation des projets en cours et des projets déjà identifiés dans plusieurs gouvernorats (Nabeul, Sousse, Sfax, Gafsa, Gabès, Sidi Bouzid et Mahdia), et compte tenu des orientations nationales pour encourager la REUSE dans le domaine agricole, notamment avec la réalisation du transfert de l'excédent des eaux usées traitées du Grand Tunis : pour l'irrigation des périmètres irrigués à Tunis Ouest (8.000 ha), à Zaghouan (45.000 ha), ainsi que le transfert des eaux usées du Grand Sousse (pour l'irrigation de 15.000 ha), en plus du potentiel à exploiter des autres régions, la superficie totale irriguée pourrait atteindre plus que 95.000 ha à l'horizon de 2050 impliquant un volume de 229 Mm^3, en considérant une consommation en eau moyenne variant de 2000 m^3/ha pour le Nord à 4000 m^3/ha pour le Sud. Ce volume représente 46 % du volume total des EUT estimées à l'horizon 2050.

Tableau 45: Estimation des superficies potentielles des périmètres irrigués jusqu'à l'horizon 2050

Horizon	2025	2030	2040	2050
Superficie	8.426	11 166	31 166	51 166
Volume réutilisé (Mm3/an)	37	50	124,7	227,6

***Source** : STUDI International, GKW*

❖ Les Terrains de Golf

- Actuellement, il existe en Tunisie 10 terrains de golf qui utilisent les EUT pour couvrir environ 90% de leurs besoins en eaux d'irrigation. Ces terrains sont situés principalement dans des zones touristiques comme Gammarth, Hammamet, Sousse, Monastir, Djerba et Tabarka et couvrent une superficie totale de 1.080 ha.
- 17 nouveaux terrains pourraient être créés selon la stratégie proposée du Ministère du Tourisme et de l'Artisanat dans les années 90. Vu la rareté des ressources en eau et la non-visibilité de développement de ce secteur, il s'agira de considérer uniquement les extensions prévues par les projets engagés (80 ha à Tunis Bay et 80 ha à Tunis Sport City). Cela pourrait se traduire par une augmentation des volumes des EUT utilisées jusqu'à 10 Mm3 à l'horizon 2050, en considérant une consommation en eau moyenne de 8.000 m3/ha.

[17] DIRECTIVES OMS POUR L'UTILISATION SANS RISQUE DES EAUX USÉES, DES EXCRETA ET DES EAUX MÉNAGÈRES, Volume I Considérations d'ordre politique et réglementaire, 2012.

Tableau 46: Estimation des superficies potentiels des terrains de golf jusqu'à l'horizon 2050

Horizon	2025	2030	2040	2050
Superficie	1 160	1 220	1 220	1 220
Volume réutilisé (Mm3/an)	9,3	9,8	9,8	9,8

***Source** : STUDI International, GKW*

❖ Espaces verts et tourisme

- L'arrosage des espaces verts par les EUT en milieu urbain et autour des aéroports, ainsi que les grands axes routiers et les jardins d'hôtels est encore limité en Tunisie.
- Les volumes actuellement utilisés ne dépassent pas 1 Mm3.
- Compte tenu du potentiel de réutilisation dans les espaces verts municipaux et notamment dans la municipalité de Tunis, et le potentiel de réutilisation dans les pôles touristiques pour l'arrosage des jardins et des pelouses et en considérant également l'arrosage des parcs urbains et des terre-pleins des autoroutes et les stations de péage, les volumes réutilisaient pour l'arrosage des espaces vert et le secteur touristique peuvent atteindre 25 Mm3.

❖ Industries

- La REUT dans le secteur industriel en Tunisie est quasiment absente alors qu'il existe quelques industries dont la consommation en eau est importante et qui ont manifesté un intérêt pour la REUT tel que :
  - La société sidérurgique d'El Fouledh à Menzel Bourguiba,
  - La raffinerie de la STIR,
  - La SNCPA à Kasserine,
  - Le groupe chimique de Gabes et de Gafsa et les laveries de la CPG,
  - La SNT pour le lavage des bus.
- Un potentiel de réutilisation dans le secteur industriel été également identifié auprès de :
  - La zone industrielle de Ben Arous et la cimenterie de Jebel Jelloud,
  - Les pôles industriels de Bizerte et Sfax (cimenterie, sidérurgie), et la zone industrielle de Gannouch à Gabès,
  - Les centrales électriques,
  - Les importantes unités industrielles dans le Grand Tunis (Charguia, etc.) et les zones de concentration industrielle tel que dans la région de Sousse.
- Le taux de réutilisation pour l'usage industriel pourrait atteindre 5% du volume total des EUT, ce qui correspond à un volume de 28 Mm3.

❖ Recharge des nappes

- La recharge artificielle des nappes constitue une opportunité pour la valorisation des EUT compte tenu de la baisse du niveau piézométrique et des intrusions salines observés dans certaines nappes.
- Actuellement on recense 2,13 Mm3/an utilisés dans la recharge des nappes à partir des STEP de Korba, Boumerdes, El Jem, Sfax-Sud et Médenine.

- Compte tenu des besoins de recharge pour les projets existants (y compris la substitution de la recharge de la plaine de Mornag par les EUT de la STEP Sud Meliane (8 Mm3/an) et des projets programmés comme celui de la nappe de Grombalia (20 Mm3/an)), et des besoins en recharge pour une liste des nappes en surexploitation, les volumes d'EUT utilisés pour la recharge des nappes peuvent atteindre 82 Mm3.
- Il est à signaler que la recharge de la nappe est également obtenue par le rejet des eaux épurées dans les cours d'eau servant comme milieu récepteur des STEP, notamment dans les régions de l'intérieur du pays.
- Le choix des nappes à recharger par les EUT est conditionné par :
    1. Les formations géologiques : Les sols les mieux adaptés à cette technique sont assez perméables (10 - 20 cm/j), de texture sableuse, limono-sableuse ou sablo-limoneuse. La texture du sol ne doit pas être trop grossière pour favoriser les réactions chimiques et biochimiques entre le sol et l'effluent. Cependant, un sol idéal (granulométrie fine) pour agir comme une matrice purifiante ne permet pas d'obtenir des taux de recharge importants (sol sablonneux, gravier, …). Si un sol avec une texture fine permet une adsorption efficace des polluants, sa conductivité hydraulique faible limite les taux d'infiltration. Il est important à noter que c'est au niveau de la zone insaturée du sol où la majeure partie des polluants est adsorbée ;
    2. Les conditions hydrogéologiques en particulier la qualité des eaux de la nappes et son usage.
- La conception du système de recharge est également un facteur important à prendre en compte dans la détermination de la qualité requise. Les effluents de qualité médiocre sont plus appropriés à la recharge par bassin d'infiltration que par puits d'injection. La méthode d'infiltration assure une amélioration des eaux de recharge lors de leur passage à travers la zone non saturée du sol.

❖ La REUSE écologique

- La REUSE écologique est pratiquée actuellement de façon indirecte par rejet dans le milieu naturel. Le volume est estimé actuellement à 32 Mm3.
- La REUSE écologique encadrée est pratiquée dans la lagune de Korba qui est alimentée, moyennant un transfert des eaux traitées de la STEP de Korba, durant le printemps et l'été, avec un débit journalier d'environ 5 000 m3/jour.
- Les lagunes de Soliman, Tazarka et Maamoura subissent les mêmes impacts anthropiques vécus par celle de Korba et auront également besoin d'un apport en eau écologique.
- Les besoins en eaux écologiques du lac d'Ichkeul (80 - 120 Mm3/an), actuellement alimenté par les lâchers d'eaux de barrages, ne sont que partiellement couverts. D'où l'intérêt de combler ce déficit avec les eaux usées traitées des STEP qui se trouvent dans la région (Bizerte, Mateur et Menzel Bourguiba).
- La lagune de Ghar el Melh reçoit actuellement les eaux de ruissellement, les eaux de drainage agricole et les eaux de la STEP de Aousja ; compte tenu de ces apports, un besoin additionnel en eaux écologiques pour la lagune est estimé à environ 40,000 m3/jour.
- D'autres zones humides peuvent représenter un réservoir d'eaux écologiques comme les Sebkhats de Sijoumi et de Kelbia afin d'accomplir leurs rôles de recharge de nappes et d'atténuation des crues.

- Pour combler une partie du déficit des eaux écologiques, un volume des eaux usées traitées de 53 Mm3/an pourrait être utilisé en 2050, soit environ 10% du volume total des eaux usées traitées.

❖ Recommandations transversales pour l'ensemble des utilisations REUSE

- Prévoir des capacités de stockage et de transport suffisantes pour faire face à la saisonnalité de la demande ainsi que les problèmes techniques qui peuvent poser un problème de continuité de la réutilisation ;
- Prendre en compte le potentiel de REUT dans le choix de l'emplacement des STEP ;
- Revoir les normes de réutilisation et étendre le spectre cultural autorisé pour l'irrigation par les eaux épurées en adoptant :
  - ✓ Une réglementation et des normes par usage et selon le type de cultures pratiquées avec l'eau usée traitée, basée sur une analyse des risques : définir différentes classes de qualité de l'eau en fonction des usages prévus,
  - ✓ Des exigences de traitement selon le type d'usage envisagé,
  - ✓ Des conditions d'utilisation claires et sécurisées (conditions techniques, protection des usagers et consommateurs, etc.),
- Contrôler la qualité des eaux traitées distribuées par la mise en place du système de suivi de la qualité avec une fréquence régulière et par un renforcement des capacités analytiques et des paramètres suivis, notamment les paramètres microbiologiques, tant au niveau central et régional. Cela permet de regagner la confiance des usagers et assurer leur sécurité sanitaire. Le suivi doit être réalisé d'une manière qui facilite la comparaison entre différents sites (échantillonnage, paramètres, fréquence, etc.), avec les fréquences nécessaires selon l'usage prévu, sans imposer des mesures trop contraignantes. Les organismes qui gèrent la REUSE doivent disposer des moyens nécessaires pour effectuer des contrôles réguliers.
- Coordination régulière et efficace entre les différents acteurs (ONAS, MARHP, Ministère de l'Environnement, Ministère de la santé, …) ;
- Sensibilisation et accompagnement des bénéficiaires (agriculteurs et autres) sur les avantages et les meilleures pratiques pour la réutilisation par :
  - ✓ L'organisation des campagnes de sensibilisation sur l'utilisation des eaux épurées,
  - ✓ La formation et la vulgarisation des agriculteurs,
  - ✓ La sensibilisation via les moyens de communication et les écoles,
  - ✓ L'organisation des journées d'information ouvertes pour le grand public,
  - ✓ La diffusion des guides de bonnes pratiques pour les différents usages.
- Mise en en place d'un cadre institutionnel opérationnel par :
  - ✓ Le renforcement des capacités financières des structures responsables de la distribution des eaux épurées et l'opérationnalisation de la coordination entre les organismes/entités impliqués (producteur-distributeur-usager) pour garantir la bonne maintenance des infrastructures et intervenir dans les plus brefs délais en cas de problème (technique, sécurité, etc.),
  - ✓ Création d'une approche filière de la REUT qui permettait d'affirmer le caractère multisectoriel et clarifier le pilotage et les interventions (qui fait quoi et comment),

- ✓ Encourager l'accompagnement des usagers et adopter une approche participative et consultation des bénéficiaires pour le développement des projets locaux,
- ✓ Opérationnaliser les fonctions de contrôle de la qualité des eaux et des produits agricoles irrigués, et la mise en place d'un système d'alerte en cas de disfonctionnement ou non-conformités pour pouvoir intervenir à temps,
- ✓ Améliorer la transparence et la diffusion/communication de l'information sur le contrôle et la qualité des eaux épurées distribuées.

III.11.4 Vision Spécifique au Volet « Dessalement »

III.11.4.1 Genèse du recours au dessalement et évolution

- Les premières actions de dessalement ont concerné le Sud Tunisien, dont la population représente 15% du total national, avec la même répartition (que le national) entre milieu communal et non communal, soit 70 % et 30%.
- L'allocation eau SONEDE pour le Sud est de 17% du volume prélevé total et de 19% des volumes distribués, ce qui montre qu'en moyenne la population au Sud est un peu plus dotée que le reste du pays.
- Le rendement des réseaux de distribution dans le sud est le moins efficient de tout le pays, avec un rendement moyen de l'ordre de 64 % (dont 59 % à Gafsa, Gabes et Médenine, et 52 % à Tataouine), contre un rendement moyen national de 76% ; ainsi, des actions de réhabilitation et modernisation des réseaux dans ces régions sont susceptibles d'améliorer sensiblement la desserte et la disponibilité en eau et réduire les besoins de mobilisation de nouvelles ressources.
- Les volumes prélevés au sud provenaient totalement des eaux souterraines jusqu'à l'année 2018.
- Lorsque l'on considère l'ensemble des usages, notamment agricoles, les nappes profondes et phréatiques du Sud sont surexploitées, comme le montre le tableau suivant (année 2015) :

Tableau 47: Taux d'exploitation des nappes

	Nappe Profonde	Nappe Phréatique
Sud-Ouest	165%	94%
Sud-Est	72%	100%
Total Sud	131%	96%

***Source** : MARHP*

- Pour faire face à l'inadéquation entre les besoins croissants et l'insuffisance des ressources conventionnelles locales en eaux souterraines, qui constituent la principale ressource renouvelable dans le Sud Tunisien, la SONEDE a dû faire recours progressivement au dessalement de l'eau saumâtre souterraine, puis au dessalement de l'eau de mer.
- En dehors de Kerkennah, île pionnière en matière de dessalement, les zones prioritaires les plus touchées étaient situées dans le Sud-Est à forte pression démographique et économique, où la salinité de l'eau varie de 3 à 6,5 g/l ; ces zones ont fait l'objet de projets de dessalement d'eaux de nappe, réalisés entre 1983 et 2000, dans l'ordre chronologique suivant : Kerkennah (1983), Gabes (1995), Zarzis (1999) et Jerba (2000), pour une capacité totale de 77.600 m3/j.
- La situation avait similairement évolué dans le reste du Sud Tunisien, pour affecter presque tous les gouvernorats et toutes les délégations, concernées par l'insuffisance de la ressource en eau et la dégradation de la qualité en termes de salinité (en exploitant de nouvelles nappes de plus en plus saumâtres et la dégradation de la qualité des eaux des nappes surexploitées).

- Pour y faire face, la SONEDE s'est dotée d'une nouvelle stratégie, présentée notamment dans le XIème plan de développement (2007-2011) ainsi que le Contrat-Programme signé entre l'Etat et la SONEDE pour la période (2010-2011) pour améliorer la qualité du service.
- La SONEDE s'était fixée comme objectif de fournir une eau dont la salinité ne dépasse pas les 1,5 g/l. Pour répondre aux exigences de qualité qu'elle s'était fixées, la SONEDE a examiné le choix entre le dessalement et le transfert.
- La décision a été arrêtée sur la base de l'étude d'un schéma global incluant les régions du Cap Bon, Sahel, Sfax, Gabès, Médenine et Tataouine.
- L'étude a analysé plusieurs variantes et retenu les options indiquées dans le tableau suivant :

Tableau 48: Options d'AEP par région

Cap Bon, Sahel, Sfax	Gabès	Médenine, Tataouine	Djerba
Eaux du Nord + Dessalement eaux de Mer	Dessalement Eaux de mer	Dessalement Eaux Saumâtres + Nappes	Dessalement Eaux de Mer

***Source** : SONEDE*

- La solution retenue avait pour vocation à la fois de soulager les nappes de la Tunisie Centrale, tout en maintenant la mobilisation des eaux du Nord à un volume modéré, le tout dans le but de faire face aux aléas climatiques (occurrence d'années sèches successives), c'est-à-dire assurer la sécurité d'approvisionnement en eau potable.

III.11.4.2 Evolution du parc de stations de dessalement

- La SONEDE a mis en œuvre une stratégie de développement consistant en la réalisation d'un programme d'amélioration de la qualité de l'eau distribuée et de renforcement des disponibilités en ressources.
- Le programme a ciblé les agglomérations de plus de 4.000 habitants et où la salinité de l'eau distribuée dépasse 1,5 g/l.
- La réalisation du programme a été en deux phases :
  - ✓ 1ère Phase : amélioration de la qualité dans les régions où la salinité de l'eau distribuée dépasse 2 g/l, avec sur 13 projets, dont 10 stations de dessalement de capacité cumulée 36.200 m3/j ; cette phase est achevée et les dix (10) stations sont toutes en service depuis Juin 2017 ; les localités concernées par ce programme sont : Mareth, Matmata, Douz, Kébili, Souk Lahad, Bel Khir, Tozeur, Beni Khedach, Hazoua, Nefta.
  - ✓ 2ème Phase : a concerné les localités dont la salinité de l'eau distribuée est comprise entre 1.5 et 2 g/l ; cette phase a porté sur 8 zones formées de 20 localités, avec 6 stations de dessalement de capacité cumulée 31.000 m3/j ; la phase est en cours de réalisation concernant aussi bien les forages d'eaux saumâtres que l'actualisation des études et la préparation des DAO pour les stations ; les localités concernées sont : Meknassy, Mazzouna, Menzel Bouzaïene, Gafsa, Gtar, Mdhilla, Rdeyef, Metlaoui, Oum Laârayes, Degueche, Ben Guerdene, Bchelly, Blidet, Jersine, Nouayel.
- En parallèle à ce programme, la SONEDE a réalisé, avec l'appui de la coopération japonaise, une station de dessalement d'eau saumâtre à Ben Guerdane d'une capacité de 1800 m3/j, avec alimentation électrique partielle en panneaux photovoltaïques (210 kWC).
- En 2019 les SDES recensées sont au nombre de 16 :
  - 15 SDES/SONEDE (capacité totale 115.600 m3/j, dont 6 en cours de construction avec une capacité de 10.000 m3/j.

- 1 SDES/GCT à Skhira : capacité 10 000 m3/j.

➢ Pour les régions côtières du Sud-Est et du Sahel, conformément à la stratégie SONEDE, il s'agit de stations de dessalement d'eau de mer (SDEM) par osmose inverse, à savoir :

✓ SDEM de Jerba : capacité 50.000 m3/j (horizon 2035) extensible à 75.000 m3/j ; mise en exploitation en 2018.

✓ SDEM de Sousse : capacité 50.000 m3/j extensible à 100.000 m3/j. entrée en exploitation prévue en 2021 ;

✓ SDEM de Zarrat : capacité 50.000 m3/j (horizon 2025) extensible à 100.000 m3/j (horizon 2035), entrée en exploitation de cette station prévue pour 2022.

✓ Les zones concernées par la SDEM de ZARAT sont le Gouvernorat de Gabès et les zones desservies par le réseau d'adduction interconnecté d'eau potable du sud Tunisien, à savoir :

❖ Zone 1 : Le gouvernorat de Gabès

❖ Zone 2 : Le gouvernorat de Médenine à l'exception de la délégation de Béni Khdeche

❖ Zone3 : Le gouvernorat de Tataouine sauf les délégations de Remeda et Dh'Hiba

✓ SDEM de Sfax : capacité de 100.000 m3/j (horizon 2018) extensible à 200.000 m3/j (horizon 2028) ; entrée en exploitation prévue pour 2023.

✓ SDEM, tel qu'initialement prévu, de Kerkennah : capacité 6.000 m3/j extensible à 9.000 m3/j ; entrée en exploitation prévue pour 2025 ; le projet, en cours d'étude, a été transformé en SDES.

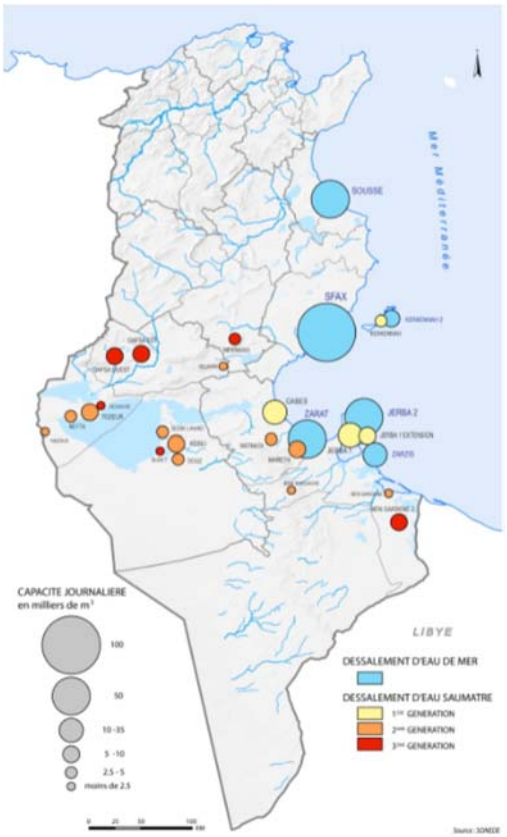


Figure 15 : Parc de stations de dessalement

***Source** : STUDI / EAU 2050*

III.11.4.3 Perspectives du dessalement ressortant de la Stratégie de la SONEDE

- Les **capacités** actuelles en eau dessalée SONEDE (165.600 m³/j), atteindront 630.600 m³/j en 2030, tel que cela se présente ci-après :

Tableau 49: Evolution des capacités SONEDE en Dessalement par Région (en Milliers de m³/an)

	2020	2025	2030
Centre-Est	3.600	162.600	312.600
Centre-Ouest	-	3.000	3.000
Sud-Ouest	26.400	45.400	45.400
Sud-Est	135.600	194.600	269.600
Total (m³/j)	165.600	405.600	630.600

***Source** : SONEDE*

- Quant aux **volumes** d'eaux dessalées, cela passera ainsi de 60.000.000 m³/an en 2018, à 148.000.000 m³/an en 2025 et à 230.000.000 m³/an en 2030, horizon final de la stratégie actuelle de la SONEDE. A ces volumes s'ajoute 7 650 000 m³/an à usage industriel à Skhira (TIFERT + GCT). L'évolution des volumes annuels dessalés SONEDE se présent comme suit (en 1000 m³/an) :

Tableau 50: Evolution des Volumes Annuels Dessalés de la SONEDE par Région jusqu'en 2030 (en Milliers de m³/an)

	2020	2025	2030
Centre-Est	1.314	59.349	114.099
Centre-Ouest	-	1.095	1.095
Sud-Ouest	9.636	16.571	16.571
Sud-Est	49.494	71.029	98.404
Total	60.444	148.044	230.169

***Source** : SONEDE*

- L'évolution des volumes potentiels annuels dessalés par la SONEDE, en se basant sur un taux de disponibilité de 80%, se présente comme suit (en Mm3/an) :

Tableau 51: Evolution des volumes potentiels annuels dessalés SONEDE jusqu'en 2030

Volume \ année	2020	2025	2030
Total (1.000 m³/an)	48	118	184

***Source** : SONEDE*

III.11.4.4 Perspectives d'évolution future

- Le scénario de développement durable doit viser les tendances suivantes :
  - ✓ Une stabilisation démographique indiquant un solde migratoire nul pour chaque région. A partir de ces prévisions, il apparait que l'accroissement dans toutes

les régions se caractérise par un accroissement moyen de l'ordre de 15% jusqu'à 2050.

- ✓ Une réduction de la consommation spécifique.
- ✓ Une amélioration nette des rendements des réseaux de distribution.

Ces tendances reflètent les perspectives d'évolution des besoins d'eau potable dans ces différentes régions.

Ainsi les besoins des régions Ouest du centre et du sud (tenant compte des taux d'accroissement de la population et des consommations spécifiques) pourront être satisfaits à travers les mobilisations de ressources locales et à travers l'amélioration de l'efficience des réseaux.

Au contraire, le littoral du Centre Est et du Sud Est, à forte croissance démographique (en effectif) et économique, nécessitera au cours des prochaines 30 années de grands efforts de mobilisation de ressources partiellement à partir des eaux du nord et à partir des eaux de mer dessalées.

III.11.4.5 Eléments de la vision spécifique du Dessalement pour le Centre et le Sud

- ➢ La satisfaction des besoins additionnels en eau potable dans les régions qui ont recours actuellement au dessalement (Centre et Sud), sera à assurer à partir des ressources suivantes :
  - ✓ Pour le Centre-Est : Dessalement d'eau de mer en combinaison avec le Transfert des eaux du Nord ;
  - ✓ Pour le Centre-Ouest : Réduction progressive des transferts vers le CE pour répondre aux besoins locaux ;
  - ✓ Pour le Sud-Est : Davantage de dessalement d'eau de mer avec l'abandon progressif des projets de dessalement d'eaux saumâtres du PNAQ1 en faveur du dessalement au niveau des foyers par des équipements individuels de dessalement par OI pour ne satisfaire que les besoins de boisson (3 à 5% du besoin des ménages en eau potable). Pour les foyers non branchés au réseau SONEDE, il serait nécessaire de promouvoir et d'organiser le service de petites et moyennes entreprises de production / distribution d'eau dessalée (livraison par citernes).
  - ✓ Pour le Sud-Ouest : Les eaux souterraines resteront la principale source d'approvisionnement en eau potable, avec l'abandon progressif des projets de dessalement d'eaux saumâtres du PNAQ1 et 2 en faveur du dessalement au niveau des foyers par des équipements individuels de dessalement par OI pour ne satisfaire que les besoins de boisson (3 à 5% du besoin des ménages en eau potable). Pour les foyers non branchés au réseau SONEDE, il serait nécessaire de promouvoir et d'organiser le service de petites et moyennes entreprises de production / distribution d'eau dessalée (livraison par citernes).
  - ✓ Révision de la répartition de l'allocation des ressources souterraines entre les différents usagers, principalement au niveau du Centre-Ouest et du Sud-Ouest.
  - ✓ Amélioration de l'efficience des réseaux d'adduction et de distribution, en priorité dans les régions de Gafsa (Sud-Ouest), Gabes, Médenine, et Tataouine (Sud Est).

III.11.4.6 Stade Actuel du Plan de Dessalement

Le plan stratégique de développement du dessalement pour l'eau potable (SONEDE), à la date de 2021, est au stade suivant :

- **Situation 2021**

  - ✓ ***DESSALEMENT A PARTIR DES EAUX SAUMATRES***

    A l'état actuel (2021), la SONEDE gère 15 stations de dessalement d'eaux saumâtres, capables de produire une capacité totale de 115 600 m3/j.

    Le PNAQ2, en cours de réalisation depuis 2021, comporte la construction de 6 stations de dessalement totalisant une production de 31 000 m3/j.

    Le total attendu d'eau dessalée d'origine saumâtre serait de 146 500 m3/j en 2025.

  - ✓ ***DESSALEMENT A PARTIR DES EAUX DE MER***

    La SONEDE gère actuellement 1 seule station de dessalement d'eau de mer, celle de Jerba d'une capacité de 50 000 m3/j, mise en service en 2018.

    Trois stations sont en cours de réalisation (Sousse, Zarat, Sfax) pour une capacité totale de 200 000 m3/j. la mise en service de ces 3 stations est prévisible avant 2025.

    Une station à Kerkenna d'une capacité de 6 000 m3/j en cours d'étude, elle était prévue initialement à partir des eaux de mer, mais la SONEDE semble muter vers les eaux saumâtres pour des raisons environnementales.

    Le développement futur du plan de dessalement pour l'eau potable comportera 2 étapes :

- **ETAPE 2025 - 2030**

  Le plan stratégique SONEDE comporte les capacités d'extension des stations d'eau de mer précédemment citées, soit une capacité totale de 225 000 m3/j, ainsi que la réalisation de la nouvelle station de Kerkenna de 6 000 m3/j extensible à 9 000 m3/j.

- **ETAPE 2030 - 2050**

  A la suite de la finalisation des prévisions d'évolution des besoins en eau potable (consommée et prélevée), et des bilans ressources / demandes par gouvernorat / région, aux divers horizons de l'Eau 2050, il sera procédé au calcul économique afin d'identifier où mettre le curseur entre les deux modes « Transfert » et « Dessalement », pour planifier les futurs projets de dessalement tenant compte de la vision stratégique du dessalement susmentionnée.

III.11.4.7 Les enjeux financiers du coût du dessalement

III.11.4.7.1 Les coûts d'investissement

- **Le coût d'investissement SDES**

- Le coût d'investissement en Tunisie (actualisé 2019), dépendant de la capacité de traitement, se situe dans la plage de :
  - ✓ 400 à 655 euros/m3/jour pour des capacités installées à partir de 4.000 m3/jour, soit une moyenne de 550 Euro/m3/j (1.800 DT/m3/j).
  - ✓ 780 à 1.470 euros/m3/jour pour des capacités installées inférieures ou égales à 3.000 m3/jour, soit une moyenne de 1.125 Euro/m3/j (3.700 DT/m3/j).

➢ **Le coût d'investissement SDEM**

➢ Le coût d'investissement en méditerranée (actualisé 2019), dépendant de la capacité de traitement, se situe dans la plage de 586 à 1.690 Euro/m3/j, soit une moyenne de 1.138 Euro/m3/j (3.700 DT/m3/j).

III.11.4.7.2 Les coûts de revient

➢ **Le coût de revient SDES**

➢ Le coût de revient en Tunisie (actualisé 2019), dépendant de la capacité de traitement, se présente comme suit :

- ✓ 0.15 Euros/m3 pour des capacités installées à partir de 15.000 m3/jour et salinité > 6 g/l, soit 0.500 DT/m3. Ce coût comporte 38 % (0.190 DT) d'énergie, et 46 % (0.230 DT) d'amortissement.
- ✓ 0.49 à 0.61 Euros/m3 pour des capacités installées inférieures ou égales à 4.000 m3/jour et salinité <= 4 g/l, soit 1.6 à 2 DT/m3, avec une moyenne de 0.55 Euro/m3 (1.800 DT/m3). Ce coût comporte 16 % (0.288 DT) d'énergie, et 46 % (0.828 DT) d'amortissement.
- ✓ 0.26 à 0.30 Euros/m3 pour des capacités installées supérieures à 4.000 m3/jour et inférieures à 15 000 m3/jour ; salinité (2.7 à 10 g/l), soit 0.844 à 0.989 DT/m3, avec une moyenne de 0.27 Euro/m3 (0.890 DT/m3). Ce coût comporte 30 % (0.266 DT) d'énergie, et 41 % (0.365 DT) d'amortissement.

➢ **Le coût de revient SDEM**

➢ Le coût de revient en méditerranée (actualisé 2019), dépendant de la capacité de traitement, se situe dans la plage de 0.90 à 1.84 Euro/m3, soit une moyenne de 1.21 Euro/m3 (environ 4.000 DT/m3). Ce coût comporte 30% (1.200 DT) d'énergie, et 44% (1.760 DT) d'amortissement.

III.11.4.8 Les besoins en énergie du dessalement

III.11.4.8.1 Besoins en énergie des SDES

➢ La consommation spécifique en énergie des projets SDES réalisés par la SONEDE est en moyenne de 1.34 kWh/m3 (0.82 à 2.13 kWh/m3).

III.11.4.8.2 Besoins en énergie des SDEM

➢ La consommation spécifique en énergie de la station de dessalement (d'eaux de mer) de Djerba est de 2.75 kWh/m3 dessalé.

III.11.4.9 Justification de l'option « Energies Renouvelables » pour les projets de Dessalement

Dans le bassin méditerranéen, la technique de dessalement la plus appropriée est l'osmose inverse (RO) en termes de : coût d'investissement, coût de revient et taux de conversion.

La présélection de l'association des RE-SD a montré que la combinaison de technologies les plus prometteuses est le Photovoltaïque (PV) – RO

L'option retenue est l'association "en partie renouvelable + backup". L'idée de cette option est d'utiliser l'énergie renouvelable selon sa disponibilité et de la compléter en utilisant de l'énergie conventionnelle pour répondre aux besoins de la SD (mix énergie renouvelable / énergie fossile).

Les projets récents en Tunisie (conditions économiques 2020) pour le photovoltaïque ont donné des coûts de :

- 0.170 DT/kWh en autoconsommation, soit environ 0.0515 €/kWh
- 0.120 DT/kWh en mix énergétique, soit environ 0.0363 €/kWh

- Contre un coût STEG évalué à 0.251 DT/kWh, soit environ 0,076 €/kWh.

L'adoption du PV permettra ainsi de réduire les couts de l'énergie d'environ la moitié pour la configuration « mix énergétique ».

Considérant qu'il ne peut plus être envisageable de tabler sur le dessalement massif d'eaux saumâtres (ressources surexploitées), le coût du dessalement (d'eau de mer) restera toujours très élevé par rapport à celui des eaux conventionnelles (environ 3 fois).

Ceci incite à agir en urgence pour améliorer la performance des réseaux de distribution et à penser à des solutions qui réduisent les volumes dessalés au strict minimum à partir des eaux saumâtres afin d'éviter (ou au moins retarder) le recours au dessalement et le transfert d'eaux de mer vers les régions ouest (CO et SO).

III.11.5 Vision Spécifique du Volet « Energie Renouvelable »

III.11.5.1 Contextualisation

- La situation énergétique de la Tunisie est marquée par des ressources énergétiques limitées, une baisse de la production énergétique et un fort accroissement de la demande. Ce décalage entre la production énergétique et la demande nationale en hydrocarbures a fait apparaitre un déficit au niveau du bilan d'énergie primaire qui a atteint 4.6 Mtep en 2020 (année COVID de - 9% de croissance du PIB), alors que cela avait atteint 5,7 Mtep en 2019.
- Cette situation de dépendance énergétique impose à la Tunisie des défis majeurs liés à la sécurité de son approvisionnement énergétique et la compétitivité de son économie. Il est à noter dans ce cadre que l'augmentation des importations des produits énergétiques, pour faire face à ce déficit, affecte de plus en plus la situation de la balance commerciale nationale et les recettes en devises du pays.
- A la fin 2020, le parc de production électrique a atteint une puissance installée de 6.200 MW ; La production d'électricité des centrales publiques est passée de 19.544 GWH en 2018 à 20.549 en 2019, enregistrant un taux de croissance annuel de 5,1%.
- Le parc électrique, essentiellement constitué de centrales thermiques, est le plus grand consommateur de gaz naturel ; le secteur de la production d'électricité représente à lui seul environ 75 % de la consommation du pays. Au vu de la baisse de production de gaz naturel (-36% durant la période 2010-2018), la forte dépendance à ce combustible pose désormais un sérieux problème quant à la sécurité de la production électrique : 97% de l'électricité est produite à partir du gaz naturel (55% importé de l'Algérie), la part des énergies renouvelables n'a pas dépassé les 3%.

III.11.5.2 Le potentiel en énergies renouvelables

- La Tunisie possède un gisement solaire de 900 GW, un gisement éolien de l'ordre de 10 GW et un gisement de biomasse de 400 MW.

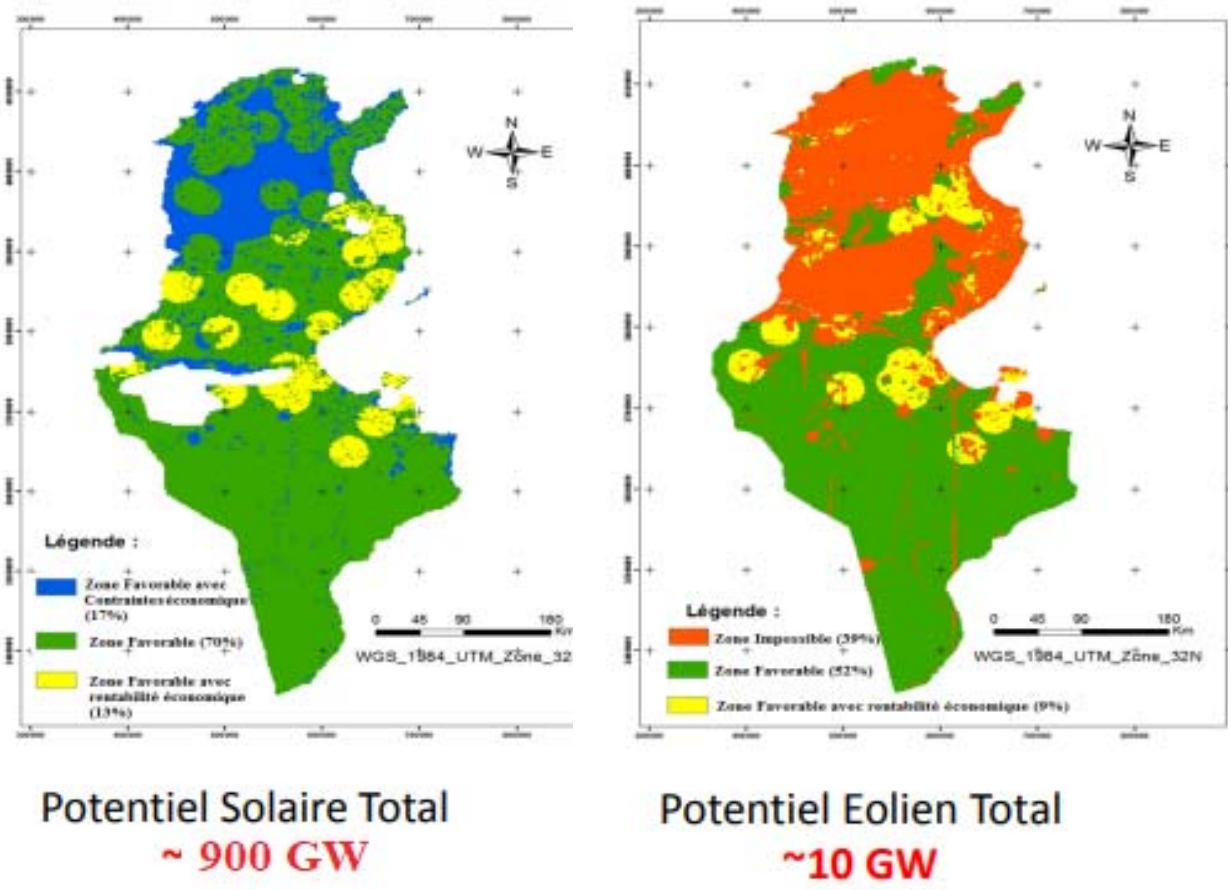


Figure 16 : Cartes des gisements solaire et éolien en Tunisie

***Source** : STUDI International, GKW*

III.11.5.3 Vraisemblance de la perspective d'un mix à 50% en énergies renouvelables pour l'Horizon 2050

- La transition énergétique constitue un axe fondamental de la politique énergétique en Tunisie, surtout avec le creusement du déficit énergétique qui a dépassé les 4 Milliards de Dinars Tunisien en 2017, soit 25% du déficit commercial global de la Tunisie. Le constat du déficit énergétique croissant, qui a atteint 59% en 2019, est à l'origine de l'option prise pour accélérer le processus de développement des énergies renouvelables.
- L'objectif de la décennie est de réduire l'insécurité de l'approvisionnement énergétique en faisant monter la contribution des énergies renouvelables de 30% à l'horizon 2030.
- Sur le plan écologique le développement des énergies renouvelables contribue à la réalisation de l'objectif de réduction de l'intensité carbone dans le mix énergétique de 41% par rapport à l'année de base 2010, sur lequel la Tunisie s'est engagée lors du COP21 de Paris (La Tunisie a signé l'Accord de Paris lors du Sommet Mondial sur le Climat).
- La transition énergétique, basée sur des objectifs ambitieux de développement des énergies renouvelables et d'efficacité énergétique, est a priori engagée depuis 2013, dont le Plan Solaire Tunisien PST constitue l'axe majeur.
- Trois (3) principaux mécanismes sont censés servir de base au développement des projets d'énergies renouvelables :
  - ✓ La production d'électricité pour l'exportation, mécanisme actuellement non activé ;
  - ✓ La production d'électricité pour l'autoconsommation (« autoproduction ») et vente de surplus : principalement utilisée par industries énergivores (actuellement sur place et bientôt hors site) ; le surplus est vendu à la STEG (Loi 2009-7) dans la limite de 30% de l'énergie produite.

- ✓ La production d'électricité pour les besoins du marché local sur la base d'un contrat d'achat d'électricité (PPA) à conclure entre le producteur et la STEG, pour une durée de 20 ans, prorogeable pour 5 ans. Ce dispositif est divisé en deux régimes :
  - ❖ Le régime d'autorisation : Projets inférieurs à 10 MW pour l'énergie solaire et 30 MW dans l'éolien, décerné sur processus d'appel d'offres ;
  - ❖ Le régime de concession : Projets de plus de 10 MW pour solaire et plus de 30 MW pour l'éolien, attribué via concessions après appels d'offres ;

III.11.5.4 Principales réalisations en matière d'énergies renouvelables et perspectives

- ➢ Malgré les ressources importantes du pays (avec un gisement solaire de 900 GW, un gisement éolien 10 GW et une biomasse de 400 MW), l'exploitation des énergies renouvelables reste limitée, les réalisations dans ce domaine se présentant comme suit :
  - ✓ Deux (2) parcs éoliens, totalisant une puissance de 245 MW au Nord du pays ;
  - ✓ Une puissance totale de 150 MWc d'énergie solaire PV dans le cadre des projets d'autoconsommation d'électricité connectés au réseau (principalement raccordés au réseau BT, type toiture solaire) ;
  - ✓ Une puissance hydroélectrique globale de 67 MW.
- ➢ Toutefois, pour atteindre les objectifs annoncés les Autorités Tunisiennes ont publié en décembre 2016, le programme quadri-annuel 2017-2020 d'installation d'une capacité d'énergies renouvelable supplémentaire de 1.000 MW, dont :
  - ✓ 440 MWc ont été réalisés sous le régime de l'autoproduction ;
  - ✓ 600 MWc ont été autorisés mais pas réalisés, dont 500 MWc sous le régime de concession ; la moyenne des tarifs obtenus pour les 4 appels aux projets est de l'ordre de 130 Millimes/KWh ;
  - ✓ 40 projets de 1 MWc pour un tarif moyen de 180 Millimes/KWh et 24 projets de 10 MWc pour un coût tarif de 230 Millimes/KWh, ont été lancés sous le régime des autorisations ;
  - ✓ 1.200 MW seront lancés dans la fin de l'année 2021, dont 600 MWc photovoltaïque et 600 MW éolien.

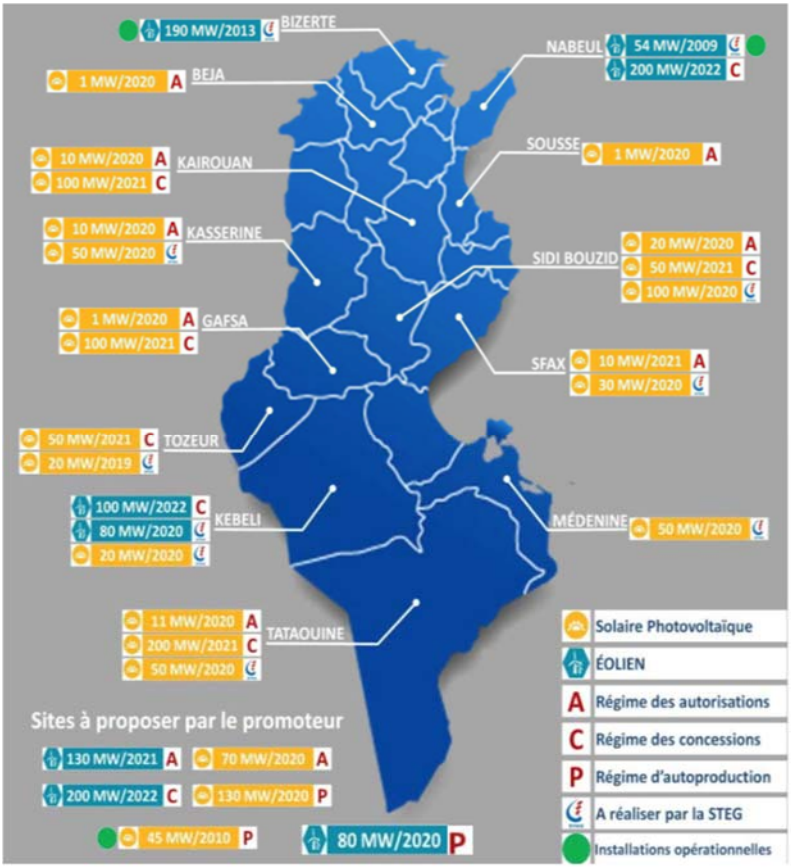


Figure 17 : Carte des projets d'énergie renouvelable en Tunisie

***Source** : STUDI International, GKW*

III.11.5.5 L'autoproduction d'énergies renouvelables par les producteurs indépendants

- Le cadre juridique concernant l'autoproduction englobe :
  - ✓ La loi transversale n° 47/2019, du 29 Mai 2019, relative à l'amélioration du climat d'investissement, a amendé la loi n° 12/2015 relative aux Energies Renouvelables et permet la création de sociétés d'autoproduction, afin de produire et de vendre de l'électricité de source renouvelable à tous les opérateurs publics ou privés ayant une puissance souscrite minimale.
  - ✓ Cette loi a été contestée par la Fédération du gaz et de l'électricité de la STEG
  - ✓ Un nouveau décret n°2020-105 du 26 février 2020, portant sur l'autoconsommation, introduit la possibilité de vendre l'électricité produite à des consommateurs de même groupe et autres gros consommateurs, et de bénéficier du droit de la distribuer par le biais du réseau national exploité par la STEG depuis le lieu de production vers le(s) centre(s) de consommation. Ceci vient s'ajouter au droit du producteur de vendre les excédents éventuels à la STEG, dans la limite de 30% de la production annuelle pour les installations raccordées aux réseaux haute et moyenne tension.

Un cadre antérieur ambitieux, mais comportant des freins au développement de projets d'Autoconsommation qui sont mentionnés dans la partie « contraintes ».

III.11.5.6 L'effet baisse substantielle du coût de production par les énergies renouvelables

- Le prix de production de l'électricité hors subvention, lors des 10 dernières années se présente comme suit :

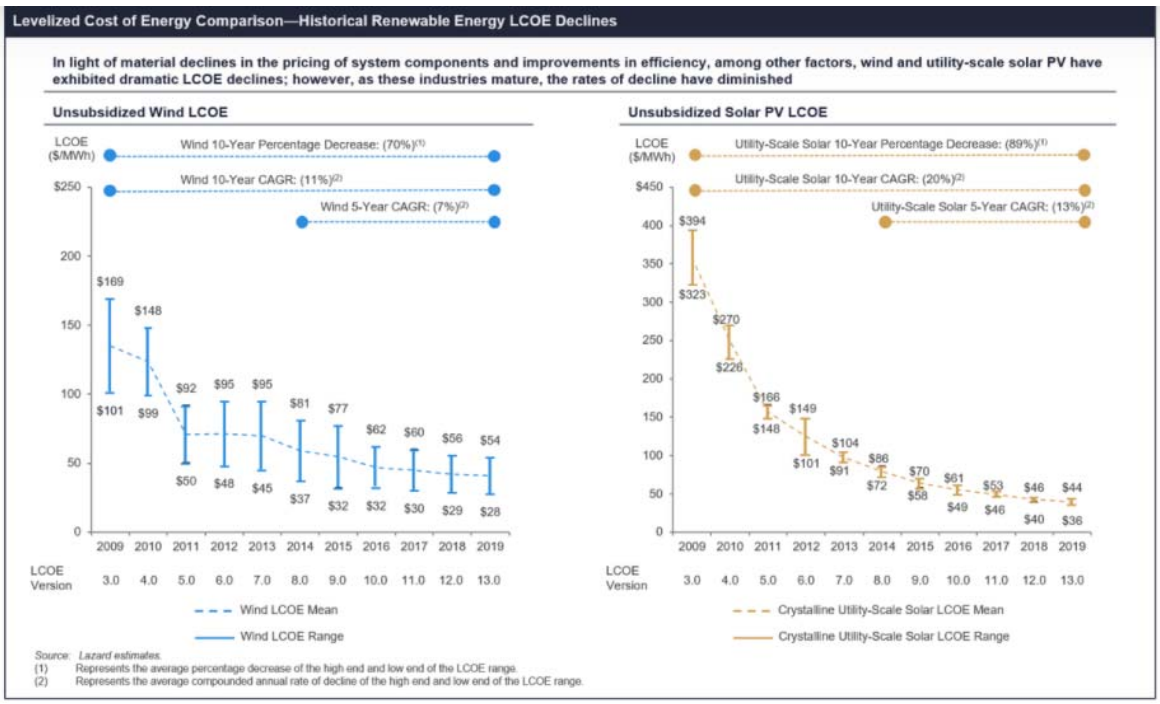


Figure 18 : Evolution du coût de l'énergie dans le monde

***Source** : Statistiques NU*

III.11.5.7 Le nexus énergie/eau

- Le pompage, le transfert et le dessalement d'eau utilisent font appel à l'énergie, qui intervient ainsi à hauteur de 25% du m3 produit.
- **Les consommateurs d'énergie par les différents usages de** l'eau
- Les grands opérateurs (Production, Transfert, Distribution et Traitement) dans le secteur de l'eau et consommateurs d'énergie sont :
  - ✓ La SONEDE
  - ✓ La SECADENORD
  - ✓ L'ONAS
  - ✓ Les périmètres irrigués
  - ✓ Pompage, puits de surfaces et forages
- La **SONEDE** est le plus grand consommateur d'énergie électrique en Tunisie, avec une consommation qui atteint, pour 'l'année 2020, 520 GWh, soit 3% de la consommation nationale, engendrant ainsi une dépense de 135 Millions DT, soit 24% du prix de revient de l'eau potable.
- L'évolution de consommation d'énergie de la SONEDE va atteindre 30 % de l'ensemble de la consommation du domaine hydrique en 2030, avec une consommation de 1.000 GWh par an.
- Le **pompage** représente 88% de la consommation d'énergie, avec un coût unitaire de 0,5 kwh/m3,
- Le **Dessalement** représente 11% de la consommation d'énergie, avec une consommation spécifique de 1,7 kWh/m3 pour l'eau saumâtre, et environ 3 kWh/m3 pour l'eau de mer.
- Afin de réduire sa facture énergétique la SONEDE s'oriente vers le choix « énergies renouvelables », avec une première expérience de mise en place, en 2013, d'une centrale photovoltaïque de 212 kWc installée au sol au niveau de la station de dessalement de Ben Guerdane sur un financement donateur de la JICA ;

- Il d'agit également de la mise en place un plan d'efficacité énergétique, dont particulièrement :
  - ✓ Le recours aux meilleures technologies de dessalement d'eau de mer tel que l'osmose inverse, moins consommatrice d'énergie et les systèmes de récupération par échangeurs de pression isobariques permettant de réduire le ratio de consommation d'énergie (kWh/m3) d'environ 30% par rapport aux anciennes technologies ; sachant que ce sont ces technologies qui ont été adoptées les SDEM de Jerba et de Zarat ;
  - ✓ L'installation de variateurs électroniques de vitesse permettant l'amélioration de l'efficacité énergétique des stations de pompage et la maîtrise de la pression dans les réseaux surpressés ;
  - ✓ L'acquisition d'équipements de pompage à performances énergétiques plus élevées ;
  - ✓ La mise en place de réseaux d'eau intelligents permettant à la SONEDE une meilleure maîtrise de ses infrastructures afin de contrôler et diagnostiquer les problèmes, de prioriser et gérer en continu et à distance les opérations de maintenance, d'utiliser les données fournies pour optimiser la performance des réseaux de distribution d'eau, en particulier la composante énergétique et de permette aux clients de la SONEDE de maîtriser leurs consommations d'eau par une plus grande transparence et une qualité meilleure de l'information.

III.11.5.8 L'Apport décisif des Energies Renouvelables au Dessalement

- Vu le coût relativement élevé du dessalement, quelle que soit la source d'énergie utilisée, cette option ne se justifie que pour produire de l'eau potable à usage personnel, ménager et industriel.
- Les technologies actuelles de dessalement des eaux sont classées en deux catégories, selon le principe appliqué :
  - ✓ Le procédé thermique MSF (multi stage flash) : distillation à détente étagée à recirculation, associé au CSP (Concentrated Solar Power) constitue une option à approfondir car permettant, outre la production d'électricité, cela fournit de l'eau douce par évaporation et condensation lors du refroidissement des vapeurs basse pression des Turbines à Vapeurs TAV à envisager pour des systèmes avec des grandes capacités (> 1 Millions m3/j) ; le coût du m3 dessalé est environ 3 à 4 cents $.
- L'énergie électrique est **subventionnée** en Tunisie, le coût de production est de **285 mill/Kwh,** alors que le prix de vente moyen est de **251 millimes/Kwh**, ce qui explique les déséquilibres chroniques de la balance énergétique, (le tarif moyen du Kwh pour le pompage étant de 190 mill, avec perspective de révision à la hausse à partir de 2022).
- Pour les Energies renouvelables, le prix moyen du Kwh en régime « autorisation » pour les 4 rounds (180 MW) est de **120 Millimes/KWh** et en régime « concession » (500 MW) : de **89 Millimes/KWh,** soit **35% du tarif actuel malgré qu'il soit subventionné.**
- Le coût d'énergie dans le dessalement RO représente 28% du coût total.

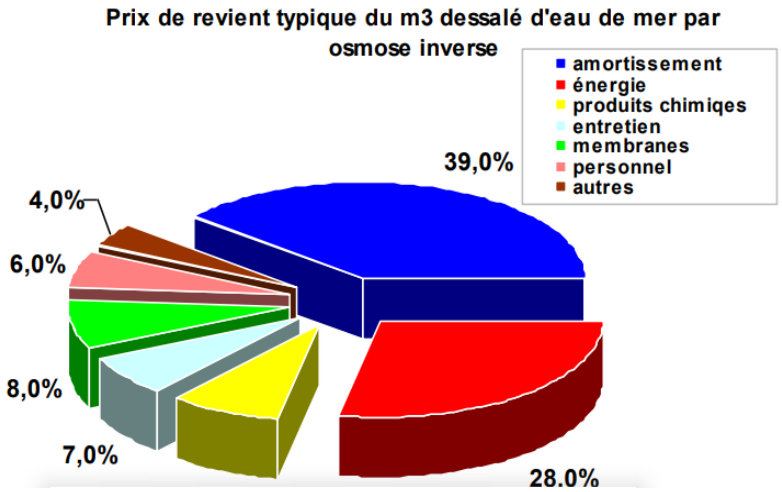


Figure 19 : Prix de revient typique du m3 dessalé d'eau de mer par RO

***Source** : STUDI International, GKW*

- Ainsi, le recours aux énergies renouvelables, le coût actuel de l'énergie de dessalement sera divisé par 3, soit ainsi une réduction de 25 à 30% du coût actuel.

III.11.5.9 Perspective de l'effet de l'énergie renouvelable sur les coûts de la SONEDE à l'Horizon 2050

- Le dessalement représente 11% de la consommation d'énergie de la SONEDE, avec une consommation spécifique de 1,73 KWh/m3 (eau saumâtre) et 3KWh (eau de mer),
- Avec la perspective d'une capacité de dessalement d'eau de mer de 425.000 m3/j, soit une consommation annuelle d'énergie de 270 GWH en 2050 et un coût actuel de l'énergie de dessalement actuel est de 500 à 620 Millimes/m3, le passage à 300 mill/m3 par le PV permet de conclure que les énergies renouvelables sont compétitives par rapport aux énergies conventionnelles, constituant ainsi un paramètre clef pour l'eau et l'agriculture.

III.11.5.9.1 Coût du dessalement en mode énergie conventionnelle

Tableau 52: Eaux Non Conventionnelles-Dessalement

	2020	2025	2030	2040	2050
Volume (1000 m3/an)	60444	148044	230169	377000	504000
Coût (TND)/m3 (*)	0,750	0,900	1,4	2	3
Facture énergétique (MDT)	45,357	133,239	322,236	754	1512

(*) évolution du prix du KWh de 5% par an

***Source** : STUDI International, GKW*

III.11.5.9.2 Investissement en Energie renouvelable et temps de retour sur investissement

Tableau 53: Perspectives d'Energie Renouvelable par Région

	Production d'eau (Millions m3/an)	Energie consommée en (GWh/an)	Puissance crête à installer en (KWc)	Coût en (TND) clé en main	TR
Sfax	36,500	109,5	34.218,75	78 703 125	7,2
Zarat	18,250	54,75	17.109,375	39 351 562	7,2
Djerba	18,250	54,75	17.109,375	39 351 562	7,2
Sousse	18,2500	54,75	17.109,375	39 351 562	7,2
Gabès	12,410	37,23	11.634,375	26 759 062	7,2
TOTAL	**103,660**	**310,98**	**97.181,25**	**223 516 873**	

***Source** : STUDI International, GKW*

III.11.5.10 Projection des besoins énergétiques de SECADENORDD

- L'Infrastructure hydraulique de la SECADENORD est représentée comme suit :
  - ✓ 116 km de canal en béton à ciel ouvert
  - ✓ 447 km de conduite en charge,
  - ✓ 10,2 km de tunnels,
- ✓ 3,8 km d'aqueducs,
- 36 stations de pompage (SR, S, …) regroupées dans 10 complexes. La quantité pompée et transférée en 2020 est de l'ordre de 805 Millions de m3, à un coût total de 17,5 millions DT, pour une consommation d'énergie de 128 GWh.
- Le coût de l'énergie représente 80% du CA de la SECADENORD ; ainsi, toute réduction de ses coûts passe nécessairement par le recours aux systèmes de production d'énergie solaire pour les utiliser dans l'éclairage et surtout le pompage (partie exhaure des stations).

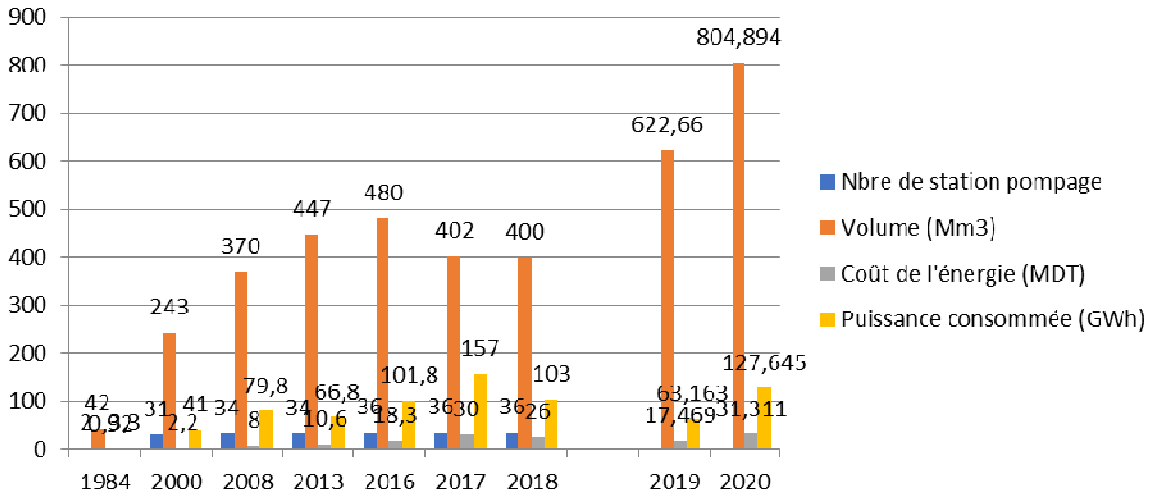


Figure 20 : Evolution de la consommation de la SECADENORD 1984-2020

***Source** : SECADENORD*

- L'évolution jusqu'à 2050 de la consommation de la SECADENORD d'énergie électrique, sur la base d'une moyenne de 7% par an, se réparti comme suit :

Tableau 54: Projection de la consommation en GWh de la SECADENORD de 2020 à 2050

	2020	2025	2030	2040	2050
Station Fondouk Jedid	25,562	35,852	50,284	98,97	194,584
Station Bejaoua	15,714	22,040	30,912	60,808	119,619
Station Kalaat Andalous	9,575	13,429	18,835	37,052	72,887
Complexe El Herri	6,65	9,327	13,082	25,733	50,621
Complexe Sidi El Barrak	53,46	74,980	105,164	206,873	406,951
Complexe Barbara	9,886	13,866	19,447	38,256	75,255
Complexe Nabhana	0,016	0,022	0,031	0,062	0,122
Complexe Sejnane/joumine El Meleh	0,116	0,163	0,228	0,449	0,883
Complexe Zayatine	6,659	9,340	13,099	25,768	50,690
Complexe El Moula et Elkebir	0,008	0,011	0,016	0,031	0,061
Total	**127,645**	**179,030**	**251,099**	**493,950**	**971,674**

Source : STUDI International, GKW

En effet, vue la non disponibilité de quelques données notamment les volumes futurs à transférer via les ouvrages à la charge de SECADENORD, nous avons estimé une évolution annuelle de 7% par an. A ce stade de l'étude EAU 2050 (Etape 4) avec toutes les options qui vont être retenues notamment le transfert des eaux du nord pour l'eau potable est appelée à se traduire par une activité supplémentaire très importante au niveau du SECADENORD dont les données ne sont pas encore connues.

A la lumière de ce qu'on aura acquis comme données complémentaires au cours de l'étape 5, une adaptation possible du chiffrage peut être envisagée.

III.11.5.11 La solution ER pour la SECADENORD

- Le plan d'équipement en ER, les coûts et le temps de retour sur investissement se présente comme suit :

Tableau 55: Opportunité économique de l'alimentation les complexes SECADENORD en ER

	Année 2020			Estimation de la puissance à Installer en (KWC)	Estimation du cout d'investissement	Temps de retour sur investissement TR
	Consommation (GWh)	Qté pompé et transféré (Millions m3)	Coût (Millions de TND)	Puissance crête à installer en (KWc)	Coût Millions de TND	TR
Station Fondouk Jedid	25,6	182,6	8,0	7988,1	18, 4	8 ans
Station Bejaoua	15,7	202,7	3,3	4910,6	11,8	7,8 ans
Station Kalaat Andalous	9,6	35,1	1,7	2992,1	7,5	8,6 ans
Complexe El Herri	6,7	16,0	1,5	2078,1	5,4	8,6 ans
Complexe Sidi El Barrak	53,5	128,6	12,8	16706,2	36,8	5,8 ans
Complexe Barbara	9,9	19,6	2,7	3089,3	7,4	8,6

Tableau 55: Opportunité économique de l'alimentation les complexes SECADENORD en ER

	Année 2020			Estimation de la puissance à Installer en (KWC)	Estimation du cout d'investissement	Temps de retour sur investissement TR
	Consommation (GWh)	Qté pompé et transféré (Millions m3)	Coût (Millions de TND)	Puissance crête à installer en (KWc)	Coût Millions de TND	TR
Complexe Nabhana	0,016	12,5	0,006	5	20,0	5
Complexe Sejnane/joumine El Meleh	0,116	193,5	0,026	36,2	0,1	5,5
Complexe Zayatine	6,659	14,4	1,2	2080,9	5,4	8,6
Complexe El Moula et Elkebir	0,008	0	0,002	2,5	0,1	5
TOTAL	**127,645**	**804,9**	**31,311**	**39889,3**	**92,8**	

***Source** : STUDI International, GKW*

Selon l'IEA, le solaire permettrait d'obtenir l'énergie la moins chère, le texte de loi conformément aux cahiers des charges nous oblige de faire le PV.

Le graphique suivant indique la baisse des coûts de MWh par type de ressource énergétique tel qu'établi par les organismes internationaux.

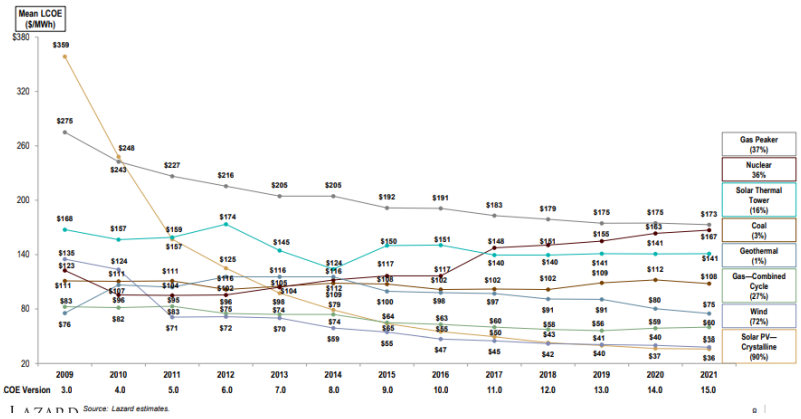


Figure 21 : Coût du MWh par type de ressource énergétique

***Source** : International Energy Agency*

Dans nos estimations on a pris en compte le seuil de l'injection de l'excédent qui ne devra pas dépasser les 30% (on a en fait considéré un taux de couverture par l'énergie solaire de 50% et ce, faute de la disponibilité de la courbe de charge).

Actuellement le coût de transport est de 7 Millimes/KWh, Un décret sera promulgué bientôt pour réviser à la hausse le coût de transport qui sera environ 50 Millimes HT/KWh (IW)

- Selon le choix pour une ou plusieurs centrales, le site, à proposer par la SECADENORD, devrait être de préférence localisé dans la zone la plus ensoleillée tel que Sud de la Tunisie : Matmata, Gabès, Tozeur, Kébili, Tataouine.
- L'énergie produite sera transportée par le réseau STEG moyennant un coût de transport de 7 Millimes/KWh.
- Vu la non-connaissance de profil de consommation de chaque station, il a été considéré que le photovoltaïque peut arriver à couvrira jusqu'à 50% des besoins, ce qui induit une économie d'énergie dans la même proportion de 50%.
- Le rythme d'avancement de réalisation serait de 2 stations tous les 5 ans.

III.11.5.12 L'alternative Energie Renouvelable pour l'ONAS

- La quantité d'eau traitée par l'ONAS et de 240 Millions m3, l'Energie consommée est estimée à 110 Gwh, pour une facture énergétique de 20 Millions DT. Le besoin électrique va évoluer jusqu'à atteindre les 240 GWh/an.
- Plus que 30 % de l'énergie du traitement peut normalement provenir du biogaz produit par la digestion anaérobique des boues des eaux usées, ce qui correspondrait à 25 % de l'énergie électrique totale consommée ;
- Comme pour les autres opérateurs, l'ONAS est capable d'atteindre 50 % d'autosuffisance électrique si l'Etat décide d'adopter des mécanismes d'encouragement des énergies renouvelables à l'instar d'autres pays.

III.11.5.13 Orientation Stratégique pour l'ONAS Horizon 2050 en matière énergétique

- L'ONAS est capable d'atteindre 90% d'autonomie énergétique par le recours aux systèmes hybrides : Biogaz/Photovoltaïque/Efficacité Energétique.
- Pour réduire les coûts d'exploitation et diminuer l'empreinte écologique de l'élimination des boues d'épuration, il s'agit de diminuer l'énergie consommée par les installations de méthanisation des boues.
- Selon une étude de marché ayant ciblé 4 stations : Chotrana gérée par l'ONAS et Sousse, Mahdia et Nabeul confiées au privé, il a été montré qu'un procédé de digestion (fermentation) en milieu anaérobie (sans oxygène) des boues d'épuration permet de diminuer leur volume et produire du méthane, un biogaz valorisé, par des moteurs à gaz, pour la production de l'énergie nécessaire au fonctionnement de la station. (NOTA : Ces STEP étudiées chacune à part sont déjà conçues et réalisées avec cogénération)
- Ainsi, pour réduire la consommation d'énergie de l'ONAS, la première approche à adopter consistera à valoriser les 115 STEP (La recommandation pour la rentabilité économique est de limiter la cogénération aux STEP de plus que 100000 Eq-Hab et non pas 115 STEP) par la digestion anaérobie : le biogaz produit génère de la chaleur pour chauffer les digesteurs et les locaux techniques) et de l'électricité a travers des moteurs à gaz ; en moyenne la chaleur ainsi produite peut couvrir 100% des besoins des STEP et l'électricité ainsi produite peut couvrir 30% jusqu'à (60%) de la consommation globale de la STEP,
- Si on compte les 50% de la consommation pouvant être couverts par le photovoltaïque et 10% d'Efficacité Energétique, l'autonomie sera de 90% !
- A l'heure actuelle une puissance installée 2 MW d'ER ont été réalisées, dont la répartition est comme suit :
  - ✓ Sousse, avec 1 MW depuis 2018 (2x 527 KWelec Jenbacher), pour un coût d'investissement de plus de 3 Millions d'Euros,
  - ✓ Mahdia, avec 500 KW (4x106 KWelec), pour un coût d'investissement de plus de 1,6 Millions d'Euros,
  - ✓ Nabeul, avec 500 KW (2x250 KWelec), pour un coût d'investissement qui également de plus de 1,6 Millions d'Euros.
- 25 stations pour une capacité totale de 100 MW sont programmées d'içi 2030, avec la distinction suivante :
  - ✓ Pour les stations desservant une population de plus de 100 000 habitants, il est prévu pour la production de l'énergie du biogaz de valorisé avec un complément de PV sera réalisé,
  - ✓ Pour les petites stations des centrales PV seront réalisées.

III.11.5.14 Perspective 2050 des ER au service de la REUSE et des RNC

Tableau 56: Tableau énerétique altenatif des Ressources Non Conventionnelles-REUSE

	2020	2025	2030	2040	2050
Volume (Mm3/an)	-	20,0	35,0	43,0	2,0
Coût (TND)/m3 (*)	-	0,750	0,800	0,850	1,900
Efficacité Energétique	10%	10%	10%	10%	10%
Cogénération	3 stations	10 stations	12 stations	40 stations	60 stations
Economie d'énergie	30%	30%	30%	30%	30%
Photovoltaïque	-	30 stations	100 stations	200 stations	70 stations
Réduction d'énergie PV	-	50%	50%	50%	50%
Economie d'énergie	**-**	**90%**	**90%**	**90%**	**90%**

(*) : Evolution du coût du KWh de 5% par an.

***Source** : STUDI International, GKW*

III.11.5.15 Pompage en site isolé Connecté au réseau

- Actuellement : 10 000 puits et forages sont non équipés ;
- Seulement 300 systèmes PV pour forages d'irrigation et d'eau potable ont été réalisés, pour des privés et des CRDA (s) ;
- La perspective peut être de :
  - ✓ 2.000 forages et puits de surface équipés en PV pour 2030, soit une puissance installée de 50 à 10 MW ;
  - ✓ 10.000 forages et puits de surface équipés en PV pour 2050 soit une puissance installée de 20 MW

III.11.5.16 Synthèse de la Vision Spécifique relative aux ER appliquées au domaine de l'eau

III.11.5.16.1 Les contraintes

- Le secteur électrique du point de vue production transport et distribution est monopolisé par l'Etat à l'exception de la centrale CPC et quelques projets de productions par le PV et l'Eolien qui sont en cours de développement.
- La faible adhésion des institutions et des entreprises Tunisiennes raccordées aux réseaux électriques Moyenne Tension et Haute Tension aux projets ENRs d'autoconsommation est due à diverses contraintes d'ordre réglementaire, institutionnel, technique et économique, dont :
  - ✓ La complexité et la lenteur des procédures (composition lourde du dossier, examen du dossier par la CTER, avis ministériel, publication au JORT, réception des installations, etc.) qui sont en décalage par rapport aux exigences de délais des décisions dans les entreprises privées ; les procédures ne sont pas non plus compatibles avec les procédures de marché des établissements publics ;
  - ✓ Absence d'une autorité de régulation ;
  - ✓ Taxes de DD (20%) trop élevées ;
  - ✓ Blocage au niveau des projets éoliens à cause du problème militaire (nuisance et opposition de MDN) ;

- ✓ Lenteur de développement des ENR, avec un taux une réalisation globale 440 MW loin des objectifs annoncés ;
- ✓ Absence de solution pour des problèmes épineux tel que le « stockage » ou le « pic de la demande la nuit » ;
- ✓ Contraintes liées au volet foncier
- ✓ Faible incitation en faveur de l'investissement privé ;
- ✓ Opposition fédération de l'électricité et du Gaz de la STEG (UGTT) qui s'oppose à tous raccordement de centrale PV ou éolienne.

III.11.5.16.2 Les conditions du déblocage en faveur d'« une Perspective Energie Renouvelable »

- ➢ La Tunisie est signataire de l'Accord de Paris de 2015 sur le climat. L'Etat s'est ainsi engagé au niveau de la Contribution Déterminée au niveau National (CDN) à réduire ses émissions de gaz à effet de serre dans tous les secteurs (énergie, procédés industriels, agriculture, forêt et autres utilisations des terres, et déchets) de manière à baisser son intensité carbone de 41% en 2030 par rapport à l'année de base 2010.
- ➢ La réduction spécifiquement visée en 2030 pour le secteur de l'énergie est de 46%. Cette réduction de l'intensité carbone passe obligatoirement par le recours aux projets d'énergie renouvelable, tel que cela a été cadré par le Plan Solaire Tunisien.
- ➢ Pour atteindre les objectifs du PST Horizon 2050 des mesures doivent être mises en place et des dispositions activées.

❖ **Sur le plan institutionnel**

- ✓ Renforcement de capacité au niveau des Opérateurs Publics dont la STEG ;
- ✓ Suppression des barrières douanières ;
- ✓ Mise en place d'une autorité de régulation de l'énergie ;
- ✓ Promouvoir le secteur privé sachant que 80% des projets ENR sont à réaliser par des développeurs privés ; à l'horizon 2030 cela correspond à un volume d'investissement de 12 Milliards de D, alors que 4 Milliard de D seront investis par l'opérateur public à l'horizon 2050.

❖ **Sur le plan réglementaire**

- ✓ Amendement de la loi 2015 sur les ER pour la rendre plus attractive
- ✓ Faciliter l'octroi de l'autorisation d'investissement des projets ENR par la suppression de la publication au JORT (Article 13) ;
- ✓ La simplification de la fiscalité et des procédures administratives ;
- ✓ Amélioration de la formation professionnelle et renforcement des capacités ;
- ✓ Actualisation du PST ;
- ✓ Améliorer l'évaluation du potentiel en ER au moyen du zonage ;
- ✓ Mettre en place un cadre légal adéquat pour l'exportation des EnRs, sachant que le coût de revient de kWh produit en Tunisie coûte la moitié de celui produit en Europe. La création d'un climat adéquat va inciter les promoteurs Tunisiens et étrangers à investir dans la production et le transport de l'électricité vers l'Europe en utilisant la liaison ELMED ou la création de nouvelles interconnexions.

❖ **Sur le plan Technique**

- ✓ Renforcement du réseau de transport de la STEG pour être en capacité d'absorber l'énergie ER projetée ;
- ✓ Recours à la technologie « CSP+PV avec stockage dans les sels fondus », dont le prix de revient est inférieur au coût de la STEG : les derniers Appels d'offres : 70 $/MWh à l'UAE, 50$/MWh en Australie et 73$/MWh au Maroc ;
- ✓ Renforcement de l'interconnexion avec le voisinage maghrébin et celui de l'UE : La demande de l'énergie électrique étant caractérisée par des pointes saisonnières et journalières alors pour écrêter ces pointes le recours aux interconnexions constitue une pratique désormais courante, parce que permettant, pour le cas de la STEG, de réduire le recours systématique aux turbines à gaz dont les coûts d'investissement et d'exploitation est trop élevés parce que mobilisables pendant seulement les périodes de pointes (600 MW sont ainsi souvent non disponible) alors qu'avec le projet ELMED ce la permette l'accès à 600 MW à l'horizon 2024 et 1,2 GW en 2030 ;
- ✓ Adhérer au programme POWER to X avec production de l'hydrogène stocké ou véhiculé dans l'infrastructure gazière (gazoduc existant et/ou Tanker) ;
- ✓ Développer les réseaux intelligents ;
- ✓ Recours au stockage type Flow batteries, Lithium-ion ;
- ✓ Elargir le recours au Smart-Grid (4 millions compteurs intelligents est en cours d'acquisition par la STEG) ;
- ✓ Promotion des véhicules électriques avec parkings solaires : révision des taxes douanière, augmenter le nombre de borne de recharge ;
- ✓ Renforcer les capacités de stockage par STEP (pompage turbinage).

III.11.5.16.3 L'action-phare Barrage Sidi El Barraq

- ➢ Le barrage de Sidi El Barraq a coûté 300 Millions de Dinars et reste généralement voué à rejeter ses eaux en mer ;
- ➢ Un projet pompage turbinage Sidi El Barraq, à promouvoir par la STEG, devrait rentrer dans le cadre du SMART-GRID de lissage de la courbe de charge ;
- ➢ Le projet pompage turbinage Sidi El Barraq à installer devrait avoir les caractéristiques suivantes :
  - ✓ Puissance à installer : 400 MW
  - ✓ Coût d'investissement : 1,5 Milliards de D
- ➢ Le potentiel de pompage turbinage est estimé à 2.000 MW, outre l'avantage de lisser la courbe de charge de la STEG, cela permettra d'augmenter la part des énergies renouvelables dans le mix électrique et surtout disposer d'une partie du potentiel hydrique.

III.12 Vision Spécifique à la Maitrise du Changement Climatique

III.12.1 Problématisation introductive

Les prévisions scientifiques tel qu'élaborées à l'échelle internationale et relayées pour le contexte tunisien par l'INM font état d'un glissement vertical dans le sens sud-nord des étages bioclimatiques, avec un effet plus modérateur à partir du littoral (à l'est) en allant vers le continent (à l'ouest). Selon cette logique spatiale c'est le nord-ouest château d'eau de la Tunisie qui sera le plus affecté.

Face à cette perspective du plus de contrainte climatique il s'agirait de relever la quasi-absence de sensibilisation concernant cette perspective, qui devrait mobiliser le plus d'attention possible pour que le pays soit en capacité de maitriser ses conséquences redoutables.

Le Modèle Hydro-Economique sera également très sollicité pour identifier l'impact du changement climatique par unité d'espace et de temps afin de préparer les dispositions à prendre pour que ledit impact soit le moins contraignant possible sur le plan écologique, social et économique.

L'un des secteurs les plus concernés sera l'agriculture et l'agroalimentaire, que cela soit sous la forme de « déplacement » des activités vers des zones plus « accueillantes » ou, au contraire, de mesures d'« adaptation » pour que les activités concernées puissent être « viabilisées » dans le nouveau contexte bioclimatique.

La Vision spécifique à cette composante du système global aura à expliciter les plus grands défis posés par le changement climatique et cela par phase temporelle, par type d'usage et par grande catégorie de spéculation agricole, et les genres de dispositions/actions à prendre pour limiter l'effet négatifs du changement.

Le changement climatique va être vécu comme un traumatisme de bouleversement, dont la particularité est que cela ne va pas se présenter sous la forme d'un choc délimité dans le temps mais, plus dangereusement, à doses presqu'homéopathiques, dont on ne se rend compte de l'effet que trop tard en l'absence d'une active veille de vigilance et de sensibilisation.

Aussi la présente vision spécifique relative à ce volet d'Eau-2050 aura-t-elle à clarifier le plus les 3 axes suivants :

i. Le déroulé d'un « Scénario Tendanciel de Changement Climatique » où les effets écologiques et socioéconomiques seront suffisamment explicités par grande zone et par grand type d'activité, avec spécifiquement l'« effet eau » qui en découlera ;

ii. L'identification des grandes catégories de dispositions de mitigation de l'effet du changement climatique ;

iii. L'analyse coûts/avantages aussi bien de l'effet changement climatique « scénario tendanciel » qu'à la suite de la mise en œuvre des mesures d'atténuation.

Concernant la CES et les écosystèmes en rapport avec le changement climatique, il s'agit du constat de l'extrême fragilité des ressources naturelles en général et des sols en particulier et l'aggravation en vue pour cause de changement climatique. La Tunisie est en passe de mettre en œuvre une stratégie rénovée de CES (c.f. DGACTA). Il s'agira d'examiner les conditions de mise en œuvre de cette stratégie et d'apporter les éléments d'enrichissement nécessaires à son effectivité.

III.12.2 Problématique Spécifique du Rapport du Changement Climatique au Domaine de l'Eau

La tentation peut exister d'établir une liaison globalisante entre eau et changement climatique, en décrétant que les deux thématiques renvoient systématiquement l'une vers l'autre. Or :

- D'un côté, il y a eu toujours un problème d'eau bien avant la prise de conscience du changement climatique, assez tardive du reste, les signes avant-coureurs existaient clairement depuis les années '70' du siècle dernier mais ont été escamotés en rapport notamment avec l'influence des grandes compagnies pétrolières,
- D'un autre côté, le mode d'habitat, le transport, les industries énergivores, l'hyper prépondérance des hydrocarbures dans le mix énergétique, constituent des causes lourdement influentes sur le climat plus que le modèle hydrique et la composante agroalimentaire qui lui est liée.

Toutefois, la manifestation la plus tangible du CC affecte les écosystèmes à travers les changements impactant les températures, les précipitations et le niveau de la mer. Ainsi, l'hydraulique et l'agroalimentaire, même en étant en position de « faible influence sur la climat » comparés aux autres domaines socioéconomiques, se trouvent dans un état de « forte dépendance » vis-à-vis du changement du climat sous les effets des activités extra-hydriques et hors domaine agroalimentaire.

Aussi, s'agit-il, dans le cadre d'Eau-2050, de prendre la thématique du CC avec la précaution qu'il faut, en prenant compte du fait que le domaine de l'eau est plus dans la position de l'impacté que de l'impactant.

Par ailleurs, la présente partie relative du Rapport « Vision Eau 2050 », liée à la composante « Vision Spécifique du Changement Climatique » s'est trouvée dans l'obligation de passer en revue tous les « impactants » en matière de CC et se retrouver ainsi dans une sorte de redondance avec les autres « Leviers » de la Vision Eau 2050. Cette redondance est assumée pour illustrer la complexité de la thématique changement climatique. Néanmoins, pour faciliter la mise en liaison entre les différentes composantes du rapport relatif à la Vision, il a été à chaque fois indiqué, dans la présente composante « Vision spécifique au changement climatique », le Levier de renvoi thématique qui traite de manière plus explicite la question évoquée.

III.12.3 Changement Climatique et Impacts Agro-climatiques

III.12.3.1 Contexte Climatique selon le 6ème Rapport du GIEC

Le 6ème Rapport d'Evaluation (RE6) du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) des Nations Unies s'inscrit dans une série de rapports destinés à évaluer et synthétiser les informations scientifiques, techniques et socioéconomiques relatives au réchauffement climatique.

Ce rapport porte sur les fondements physiques du dérèglement climatique. Avec cette nouvelle mouture, les scientifiques rappellent une fois encore l'urgence d'agir contre le réchauffement, tout en livrant de nouveaux détails sur son ampleur, ses causes et son évolution possible.

III.12.3.2 L'état actuel du climat

Il ressort du rapport du GIEC que :

- 100% du réchauffement climatique est dû aux activités humaines. C'est aujourd'hui un fait établi, sans équivoque ;
- Pendant les trois derniers millénaires, le niveau des mers n'a jamais augmenté aussi rapidement que depuis 1900 ;
- Depuis la publication du 1er rapport du GIEC en 1990, 1000 milliards de tonnes de CO2 ont été émises ;
- L'activité humaine a réchauffé le climat à un rythme sans précédent. Les changements climatiques récents sont généralisés, rapides et s'intensifient. Ces 10 dernières années ont été de 1.1°C plus chaudes comparées à 1850-1900.

- Le changement climatique d'origine humaine affecte déjà de nombreux phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes dans toutes les régions du monde. Les preuves des changements observés dans les phénomènes extrêmes tels que les vagues de chaleur, les fortes précipitations, les sécheresses et les cyclones tropicaux, et, en particulier, leur attribution à l'influence humaine, se sont renforcées depuis le cinquième rapport d'évaluation.

III.12.3.3 Changement climatique à venir et conséquences

- Le réchauffement se renforcera d'ici 2050 d'après tous les scénarios pris en considération. Le réchauffement planétaire dépassera 1,5 °C, voire 2 °C, au cours du 21e siècle, à moins que des réductions importantes des émissions de CO_2 et d'autres gaz à effet de serre n'interviennent au cours des prochaines décennies.
- Les conséquences de ce réchauffement comprennent :
  - ✓ Un accroissement de nombreux changements dans le système climatique, dont notamment l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des vagues de chaleur, des fortes précipitations, des sécheresses ;
  - ✓ Une intensification des changements dans le cycle hydrologique (variabilité interannuelle et aggravation des phénomènes extrêmes comme les sécheresses et les inondations).

- Le taux de croissance du CO_2 dans l'atmosphère ne cessera d'augmenter, car les puits de carbone océaniques et terrestres (qui permettent actuellement d'absorber une partie du CO_2 présent dans l'atmosphère) perdent en efficacité.

III.12.3.4 Projection des changements climatiques en Tunisie

En 2018 la Tunisie a occupé la 35ème place (sur 183 pays) en termes de classement décroissant en matière de vulnérabilité aux extrêmes climatiques en 2018, révèle l'Indice mondial des risques, en marge de la 25ème Conférence des Parties sur le Climat. D'après cette 15ème édition du classement indiciaire, la Tunisie est le pays le plus vulnérable aux extrêmes climatiques dans la région de l'Afrique du Nord[18].

A cet effet, selon les études faites dans le cadre de la Contribution aux éléments de la phase préparatoire du processus du Plan National d'Adaptation (Axe 2)[19], l'analyse de l'évolution des variables physiques et des indicateurs climatiques a permis de constater une tendance nette au réchauffement et à une baisse des précipitations sur le long terme, avec :

- Une **augmentation des températures minimales, moyennes et maximales au niveau national**, avec une hausse des températures moyennes comprise entre +1.5°C (RCP 4.5) et +1,9°C (RCP 8.5) à l'horizon 2050, et +1.9°C (RCP 4.5) et +3,9°C (RCP 8.5) à l'horizon 2100 L'augmentation est plus importante dans le Sud de la Tunisie.
- Une **diminution des précipitations annuelles au niveau national** entre -14 mm (RCP 4.5) et -22 mm (RCP 8.5) à l'horizon 2050 (soit entre -6% et -9%), et -23 mm (RCP 4.5) et -45 mm (RCP 8.5) à l'horizon 2100 (soit entre -9% et -18%) par rapport à la période de référence pour laquelle les précipitations annuelles moyennes observées sont de 250 mm.

Les points clés des projections climatiques pour la Tunisie

- Une augmentation des températures (entre +1.5°C et +1.9°C à l'horizon 2050) et une diminution des précipitations annuelles (entre -6% et -9% en 2050 par rapport à la période de référence) sont attendues sous changements climatiques au niveau national ;
- Le changement climatique devrait entraîner une augmentation des évènements climatiques extrêmes, notamment des phénomènes de sécheresse d'amplitude plus forte et plus récurrentes, ainsi que des crues et des inondations plus fréquentes et plus intenses dans un gradient nord-sud ;
- Augmentation des jours de chaleur extrême.
- Une remontée des étages bioclimatiques vers le Nord et une extension de l'étage saharien.
- Le dérèglement du cycle de l'eau lié à une diminution de la pluviométrie et une augmentation de la température qui engendrent respectivement une diminution du ruissellement et une augmentation de l'évapotranspiration. Ces facteurs additionnés aboutissent à un bilan hydrique moins favorable sur l'ensemble du territoire entraînant une diminution de l'apport en eau disponible pour la consommation et les productions ;
- Une hausse des températures hivernales affectant les stades de développement des cultures et les rendements ;
- Des phénomènes naturels conséquents au climat probablement plus fréquents et plus intenses : désertification, tempêtes de sable, coups de sirocco, invasion de criquets, etc.

[18] Rapport de Germanwatch sur l'indice mondial des risques climatiques,2019.
[19] Impact des effets du changement climatique sur la sécurité alimentaire. Contribution aux éléments de la phase préparatoire du processus du plan national d'adaptation (axe 2)

III.12.3.5 Les Impacts Agro-Climatiques pour le Contexte Tunisien

Aux difficultés structurelles que connait le secteur agricole tunisien vont de plus en plus s'ajouter les impacts du changement climatique.

Le tableau ci-dessous récapitule l'effet des changements climatiques sur les principaux indicateurs agro-climatiques à l'horizon 2050 :

Tableau 57: Synthèse de la différence (Delta) des indicateurs agroclimatiques entre la période de référence et les horizons futurs, et taux de variation entre 1981 et 2050. Les taux de variations en italique ne présentent pas d'évolution significative[20]

Indicateur agroclimatique	Valeur moyenne observée pour la Tunisie sur la période de référence	Scénario	Taux de variation par décennie						
			2050	Tunisie	Saharien	Aride	Semi-Aride	Subhumide	Humide
Bilan hydrique (mm)	-94	RCP4.5	-40.7	-5.2	-4.4	-4.8	-6.7	-10.1	-17.0
		RCP8.5	-41.4	-9.9	-8.7	-9.2	-12.8	-18.5	-26.7
Évapotranspiration potentielle (mm)	564	RCP4.5	40.5	5.8	6.4	5.6	5.4	5.2	5.1
		RCP8.5	50.8	11.3	12.2	11.0	10.4	9.8	9.6
Indice de répartition pluviométrique	Très variable	RCP4.5	-0.7	-0.09	-0.04	-0.1	-0.2	-0.07	-0.03
		RCP8.5	-0.6	-0.2	-0.07	-0.2	-0.3	-0,1	-0.1
Nombre de jours entre 2 pluies efficaces (jours)	>25 dans les territoires d'intérêts pour les parcours	RCP4.5	0.6	0.03	-	0.007	0.1	0.2	0.1
		RCP8.5	0.4	0.01	-	-0.1	0.3	0.3	0.2
Longueur de la période de croissance végétative (jours)	95	RCP4.5	-9.6	-1.4	-0.8	-1.3	-2.4	-2.3	-2.0
		RCP8.5	-11.1	-2.7	-1.6	-2.5	-4.5	-4.0	-3.8
Date de montaison du blé (jours)	22 mars	RCP4.5	-11.6	-1.7	-1.5	-1.7	-2.0	-1.9	-1.9
		RCP8.5	-14.6	-3.1	-2.9	-3.1	-3.5	-3.4	-3.3
Date de maturation du blé (jours)	17 mai	RCP4.5	-11.7	-1.7	-1.6	-1.7	-1.9	-1.9	-1.9
		RCP8.5	-14.4	-3.3	-3.0	-3.3	-3.6	-3.5	-3.5
Nombre de jours de gel par an (jours)	4.2	RCP4.5	-2.8	-0.3	-0.2	-0.3	-0.5	-0.2	-0.1
		RCP8.5	-4.0	-0.4	-0.3	-0.4	-0.8	-0.3	-0.2
Nombre de jours de gel fort par an (jours)	0.03	RCP4.5	-0.03	-0,001	-7.00E-06	-7.00E-04	-0.004	-0.001	0.0
		RCP8.5	-0.05	-0,001	-5.00E-06	-5.00E-04	-0.003	-9.00E-04	0.0
Nombre de jours de gel printanier (jours)	1.3	RCP4.5	-0.9	-0.08	-0.02	-0.06	-0.2	-0.08	-0.05
		RCP8.5	-1.2	-0.1	-0.03	-0.1	-0.3	-0.1	-0.07
Date de satisfaction des besoins en froid de l'olivier (jours)	Très variable (entre le 5 et le 30 janvier à Sfax)	RCP4.5	12.0	1.5	1.8	1.2	1.4	1.8	1.4
		RCP8.5	13.4	2.3	3.0	2.1	2.2	2.6	2.1
Nombre de jours échaudants (jours)	62	RCP4.5	6.7	1.1	0.8	1.2	1.4	1.4	1.4
		RCP8.5	7.4	1.8	1.1	1.9	2.5	2.5	2.5
Nombre de jours de chaleur extrême (jours)	14	RCP4.5	11.9	1.7	2.5	1.5	1.0	0.7	0.5
		RCP8.5	15.4	3.4	4.6	3.2	2.4	1.7	1.4

***Source** : PNA*

[20] Impact des effets du changement climatique sur la sécurité alimentaire. Contribution aux éléments de la phase préparatoire du processus du plan national d'adaptation (axe 2)

Il en ressort que toutes les régions devraient subir une augmentation majeure des aléas affectant les cultures et plus particulièrement les céréales.

Sur cette base, les projections réalisées par IFPRI pour les céréales montrent un doublement des importations, qui pourraient atteindre plus de 5 millions de tonnes en 2050. Les mêmes projections montrent une stabilité dans le commerce net d'autres produits alimentaires tels que les viandes, les oléagineux et les légumineuses, voire une augmentation sensible pour les fruits et légumes.

Tableau 58: Commerce net des produits alimentaires en Millions de tonnes (IFPRI)[21]

Produits	2010	Projections 2050	
		Sans CC	Avec CC
Céréales	-2,6	-4,8	-5,5
Oléagineux	0	-0,1	-0,1
Viande	0	0.1	0,1
Fruits & légumes	0,1	5,9	2,4
Légumineuses	0	0	-0.1
Racines et tubercules	-0.1	-0,1	-0,1

***Source** : IFPRI, PNA*

La céréaliculture, produit alimentaire de première nécessité, serait la plus affectée par les effets des changements climatiques selon les projections, s'agissant d'un secteur hautement stratégique pour : l'agriculture tunisienne, la sécurité alimentaire et l'équilibre de la balance commerciale, sachant par ailleurs que cette culture est pratiquée essentiellement en mode pluvial[22].

Si les superficies emblavées couvrent en moyenne 1,6 million d'ha par an, il existe une variabilité interannuelle fort importante, pouvant aller de 1 à 2 millions d'ha. Cela dénote de la sensibilité et de la vulnérabilité du secteur face aux aléas climatiques.

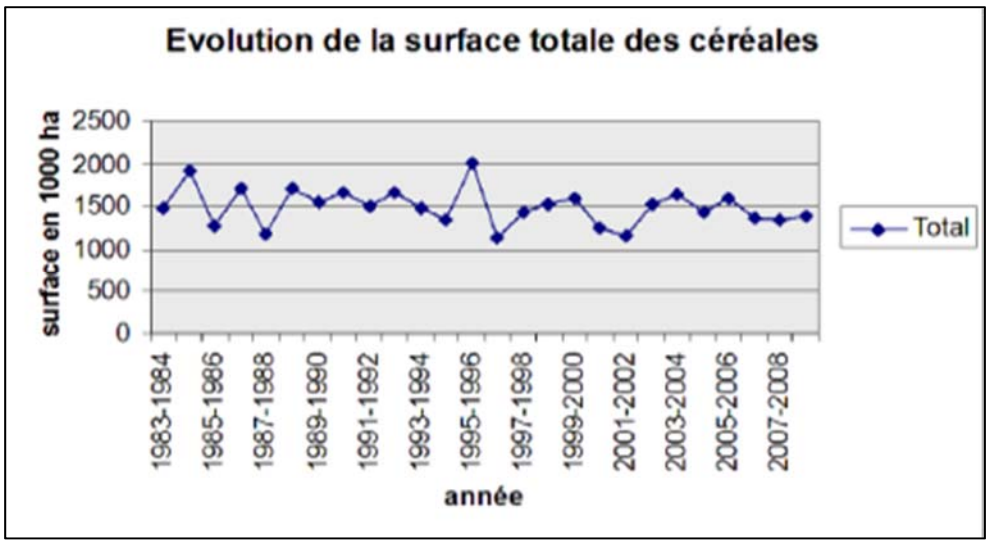


Figure 22 : Evolution des superficies emblavées [23]

***Source** : Ali Mhiri*

[21] International Food Policy Research Institute, IFPRI
[22] ZAHAR Y., 2001. Maîtrise de la croissance démographique, gestion économique de l'eau, et intensification de la céréaliculture en Tunisie. Quelles perspectives d'adéquation future ? Sécheresse n°2, vol.12, pp. 103-110.
[23] BACHTA, M. S., 2011. La céréaliculture en Tunisie. Une politique de régulation à repenser. Les notes d'analyse du CIHEAM. N° 64. 19 pages

La variabilité du climat a des conséquences immédiates sur les rendements des cultures céréalières, en très grande majorité en mode pluvial. Ainsi, la production céréalière fluctue de manière spectaculaire d'une année à l'autre, en fonction précisément des aléas pluviométriques enregistrés dans le Nord du pays.

Le traitement des données entre 1988 et 2011 montrent une corrélation significative entre l'évolution des précipitations et celles des récoltes des céréales (figure ci-dessous).

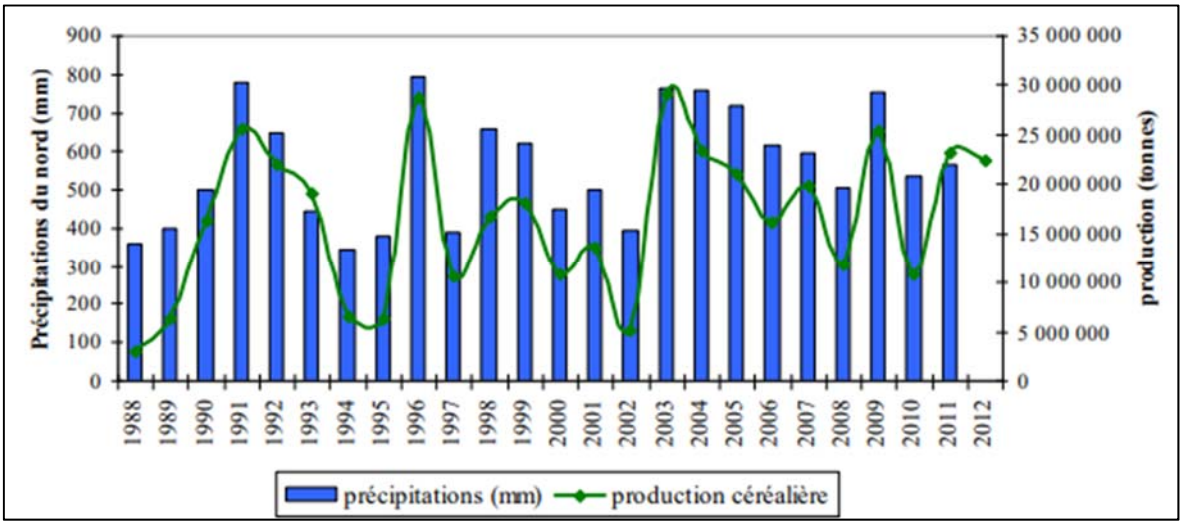


Figure 23 : Fluctuation de la production céréalière en rapport avec les précipitations annuelles dans le Nord

***Source** : FAO*

Selon ce genre de rétrospective[24], il ressort que, toutes choses étant égales par ailleurs, si la pluviométrie dans le Nord accuse un déficit de 100 mm cela se solde par un « manque à gagner » de production de 6 millions de quintaux, soit l'équivalent de 280 Millions de DT-2018, ou encore 2,8 MDT pour chaque millimètre de pluie perdu.

III.12.4 Modélisation des effets des changements climatiques : Simulation de cas significatifs

La modélisation des effets des changements climatiques sur les ressources en eau prend en considération l'additionnalité des impacts liés aux différents forçages, sollicitations et pressions subis par les ressources en eau.

Le système eau est soumis à des forçages divers naturels et anthropiques et à de nombreuses sollicitations et pressions.

a. Les forçages sont climatiques, hydrologiques, sédimentologiques, limnologiques et démographiques.

b. Les sollicitations concernent notamment l'efficience, la qualité, la consommation spécifique, le recours à la technologie et l'intégration du Nexus, soit :
   - Les consommations spécifiques agricoles ;
   - Les consommations spécifiques domestiques ;
   - Les consommations en eau industrielle (gros consommateurs, secteurs, agroalimentaire, textile, manufacture, etc.) ;
   - Les consommations en eau touristique (saisonnalisée).

c. La pression sur la ressource est binomiale Usagers/Etat et concerne respectivement les surfaces des PIP et les surfaces des PPI.

24 ZAHAR Y., 2018. Elaboration de la requête du Plan National d'Adaptation « Sécurité alimentaire et priorités d'adaptation dans le secteur Agricole en Tunisie » Description brève de la vulnérabilité du secteur agricole et sécurité alimentaire aux changements climatiques, FAO.

Ces facteurs additionnés contribuent à la diminution des ressources disponibles, résultat d'un appel d'eau en forte croissance, lié précisément à l'augmentation concomitante des différentes demandes en provenance des différents usagers.

La diminution de la ressource en eau conjuguée à la poursuite de l'augmentation de la demande a pour conséquences principalement :

- Des déséquilibres offre-demande, avec pour effet une gestion tendue des ressources en eau ;
- Des dysfonctionnements dans la gestion des ouvrages hydrauliques (barrages, forages, etc.) ;
- Des dysfonctionnements dans la gestion de l'eau potable, des zones industrielles et touristiques ;
- Des dysfonctionnements dans la gestion des périmètres irrigués ;
- Des risques de conflits et de tensions à caractère territorial.

Cette dynamique se passe dans un contexte limnologique et sédimentologique d'intrusion des eaux marines, de salinisation des nappes, d'augmentation de la charge polluante et de sédimentation rapide des retenues des barrages. Ces facteurs conjugués compliquent d'année en année l'équation du gestionnaire, et l'expose au crash hydrique en cas de sécheresse.

III.12.4.1 Simulation des effets du CC sur la ressource : cas du Barrage de Sidi Salem

La figure ci-dessous illustre la simulation de la variation du volume de stock dans le barrage de Sidi Salem « avec » et « sans » forçage CC à l'horizon 2050 et en tenant compte de l'évolution de l'envasement du barrage dans les deux cas.

Le barrage Sidi Salem dispose de la plus grande retenue de la Tunisie (814 Mm^3). A cause d'un rythme d'envasement relativement accéléré, son volume utile s'est réduit de 233 Mm^3 (-29%).

En juin 2016 le niveau d'eau atteint un minimum absolu qui a mis en danger la sécurité d'approvisionnement en eau de plusieurs régions du pays. Ce n'est qu'en 2018 que le barrage a repris son fonctionnement normal. Les projections à l'horizon 2050 montrent que la situation connue en 2016-17 risque de se reproduire 11 fois au cours des 30 prochaines années compte tenu de la diminution de la capacité du barrage, mais jusqu'à 19 fois sous l'effet conjugué de la sédimentation et des changements climatiques. Cette situation « *d'un grand barrage à vide* » peut durer de quelques mois à deux cycles hydrologiques successifs (figure ci-dessous).

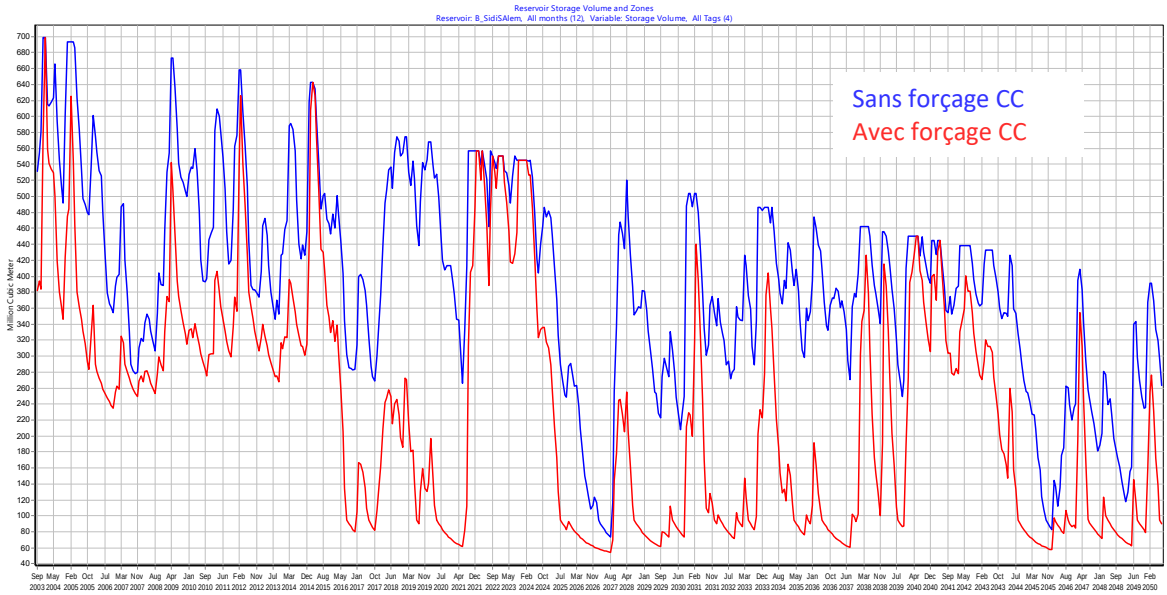


Figure 24 : Simulation de la variation du volume du stockage de barrage Sidi Salem
***Source** : STUDI International, GKW*

III.12.4.2 Simulation des effets du CC sur la ressource : Canal Medjerda-Cap Bon

La connaissance de l'hydrologie future d'un cours d'eau est primordiale en termes de gestion quantitative (les crues ou les sècheresses sont autant de situations créatrices de tensions autour de cette ressource) et qualitative. Dans l'optique de l'amélioration de la connaissance et donc rendre possible l'anticipation de telles situations, la modélisation hydrologique est une nécessité.

Cette connaissance locale des effets du changement climatique sur le fonctionnement et la capacité du canal à assurer le transfert est nécessaire du fait que le Canal Medjerda-Cap Bon constitue la pièce maitresse du transfert qui va de l'Extrême Nord jusqu'au Sahel et Sfax.

Dans une première simulation, les hypothèses considérées sont les suivantes :

Tableau 59: Hypothèses considérées dans la simulation des effets du CC sur la ressource : Canal Medjerda-Cap Bon

	Scénario 1	Scénario 2
Forçages		
Forçage climatique	non	oui
Forçage hydrologique	non	oui
Forçage sédimentologique	oui	oui
Forçage limnologique	non	non
Forçage démographique	oui	oui
Sollicitations		
Rendements des réseaux et circuits hydrauliques	oui	oui
Des besoins, demandes et consommations en eau	oui	oui
Superficies irriguées annuellement	non	non
Les besoins écologiques	non	non
Pressions		
Usager	non	non
Gestionnaire	non	non

***Source** : STUDI International, GKW*

Les cartes synthétisées ci-dessous configurent les projections des températures et des précipitations (INM) par étage bioclimatique à l'horizon 2050 :

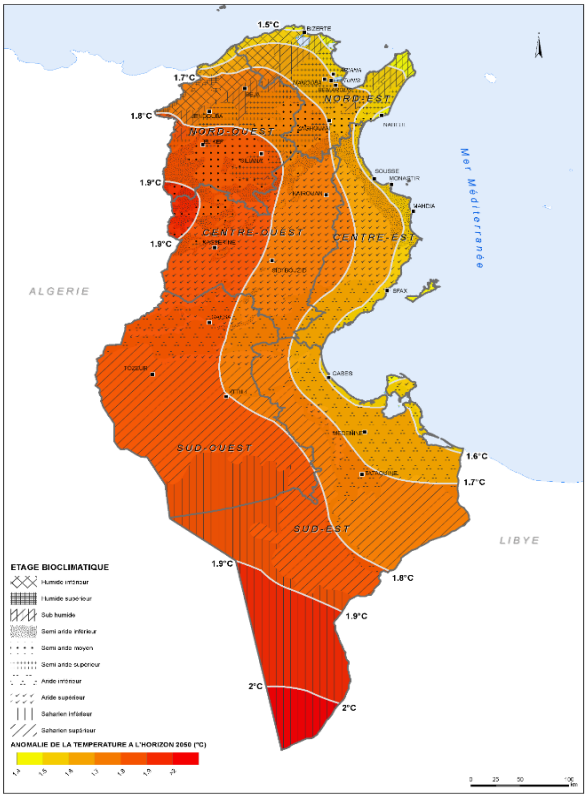


Figure 25 : Projection des températures par étage bioclimatique à l'horizon 2050

Source : *INM*

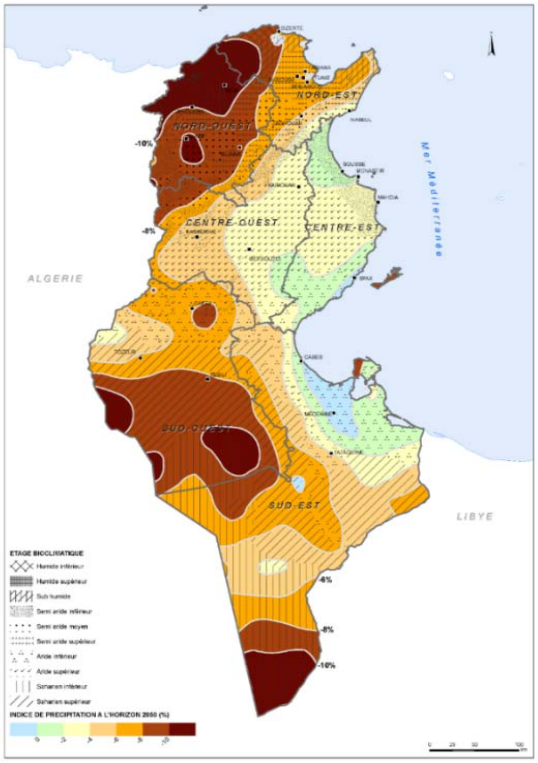


Figure 26 : Projection des précipitations par étage bioclimatique à l'horizon 2050

Source : *INM*

Sur la base des projections climatiques de ces cartes et introduites dans le modèle, la simulation (figure ci-dessous) montre que le régime d'écoulement actuel (1 à 2 mois de transfert à pleine capacité hydraulique du canal) va s'étendre à 6 mois à plein régime de 2020 à 2040 pour atteindre 8 mois de flux tendu à la fin du cycle de la simulation (entre 2040 et 2050). On constate que la capacité hydraulique du canal va atteindre ses limites dans les années 2040 à 2050.

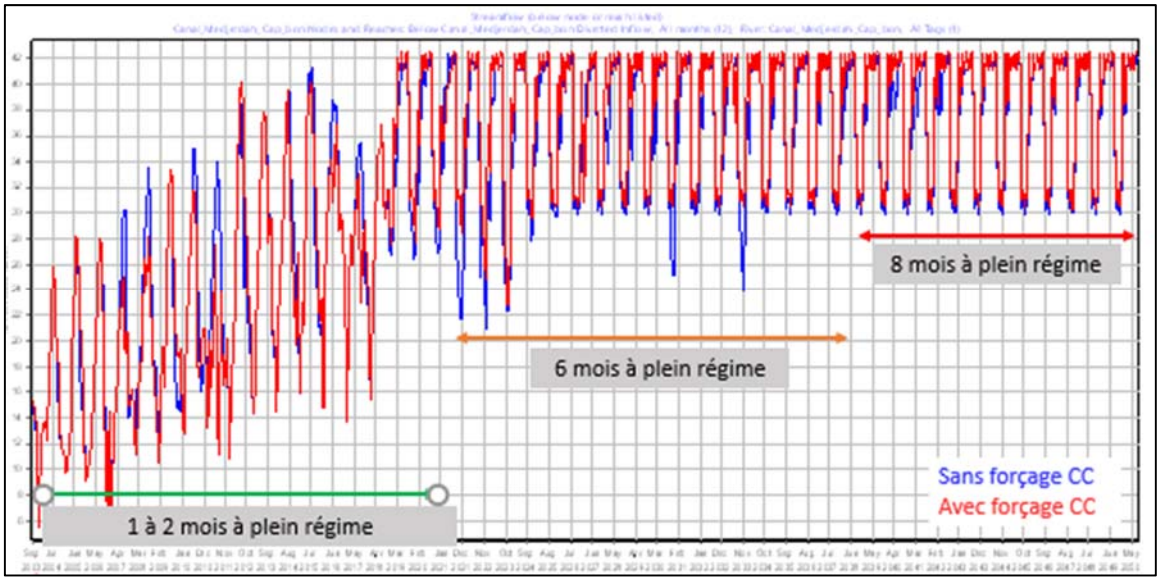


Figure 27 : Simulation de la variation du régime d'écoulement dans le canal Medjerda-Cap Bon
***Source** : STUDI International, GKW*

III.12.4.3 Simulation des effets du CC sur la demande : AEP urbaine à Nabeul

La demande en eau potable domestique, industrielle et touristique va augmenter d'ici 2050 en fonction de la croissance démographique (scénario tendanciel) et en fonction de l'augmentation de la consommation spécifique. Dans le cas illustré ci-dessous, le changement climatique n'a pas d'impact majeur, quoique dans l'habitat individuel il pourrait croitre par l'arrosage (effet minime à l'échelle de la ville).

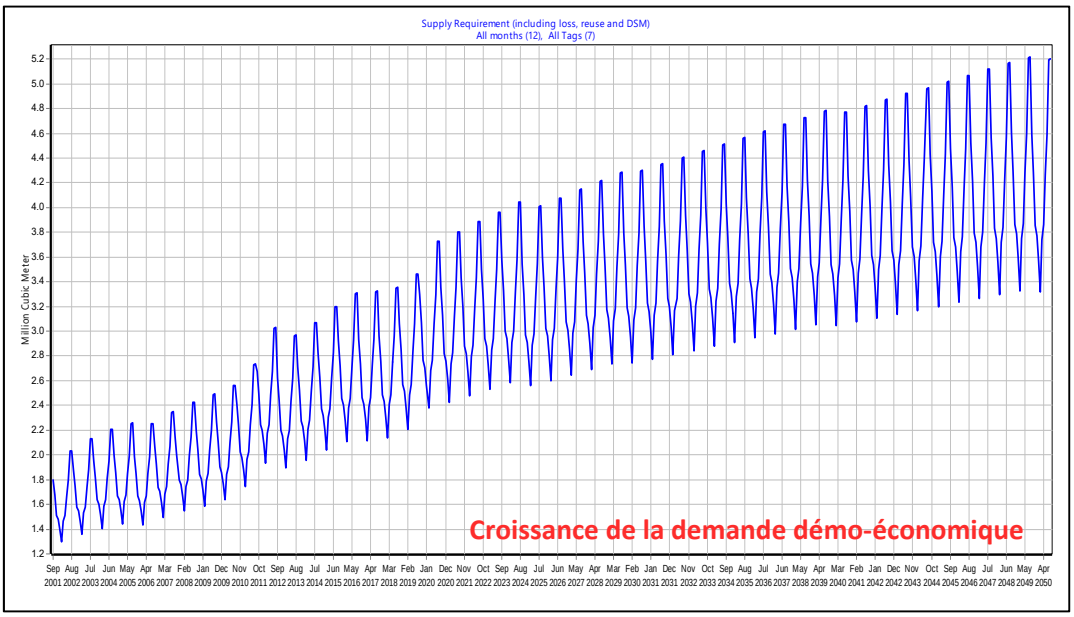


Figure 28 : Simulation de la variation de la demande en eau urbaine à Nabeul
***Source** : STUDI International, GKW*

III.12.5 Le défi climatique et la Résilience par le « Changement de paradigme » et la « Synergie avec tous les autres Leviers de la Vision Eau 2050 » (*Voir particulièrement le Levier « Développement et aménagement du Territoire »*)

III.12.5.1 Résilience climatique proactive (approche dite « sans regrets »)

Les incidences du réchauffement climatique doivent être intégrées dans la gestion des ressources en eau. Malgré quelques incertitudes sur la question, il semble inéluctable de présager d'une augmentation des températures, accompagnée d'une diminution des précipitations, avec comme conséquences une réduction des écoulements et des réserves d'eau. L'aridité et les changements climatiques vont exacerber davantage le stress hydrique, les sécheresses, et les inondations.

Outre des extrêmes climatiques et hydrologiques plus intenses et plus fréquents (sécheresses et inondations), l'aridification du climat et la raréfaction des ressources en eau, risquent d'amplifier les disparités régionales entre le Nord, le Centre et le Sud. Il est difficile de préciser la capacité de résilience des milieux et des populations, mais une dégradation des conditions de vie ne peut être éludée du fait que l'homme et le climat réunis influencent fortement le cycle de l'eau et modifient ses bilans quantitatifs et qualitatifs dans l'espace et dans le temps.

Les augmentations attendues dans la fréquence et l'ampleur des phénomènes climatiques (tels que les inondations, les vagues de chaleur, les tempêtes, les vents de sable, etc.) vont mettre à rude épreuve les infrastructures hydrauliques, routières, urbaines, et rurales. Par ailleurs les augmentations attendues pour le niveau de la mer engendreront de sérieux problèmes pour les nappes côtières, les ouvrages et les réseaux (eau potable, eau pluviale, assainissement, etc.).

Comme la plupart des infrastructures sont destinées à durer plusieurs décennies, le problème de l'adaptation se pose avec encore plus d'acuité. En effet, les réseaux routiers, d'irrigation, d'adduction, d'approvisionnement et d'assainissement d'eaux pluviales et usées ont un cycle de vie prévu de 50 ans. Cette longévité crée un obstacle considérable pour l'adaptation aux changements climatiques. Il est économiquement et logistiquement difficile d'envisager le remplacement de tels ouvrages avant la fin de leurs vies utiles. Selon une autre logique voulant que le coût de l'inaction soit supérieur à celui de l'action préventive, il s'avère économiquement viable de prendre en compte les nouvelles contraintes climatiques dans la planification des nouveaux ouvrages et même parfois de devancer certains projets de rénovation et remplacement des infrastructures en prévision des effets des changements climatiques[25].

La Tunisie a établi des documents de référence pour l'adaptation aux changements climatiques :

- Les rapports nationaux tels que la contribution prévue déterminée de la Tunisie (2015)[26], la 3ème communication nationale (2017)[27], le plan national d'adaptation (PNA) aux changements climatiques (2021)[28].
- Etude des tendances et des projections climatiques en Tunisie. Institut National de la Météorologie, et portail changement climatique de l'INM (en cours de construction)[29].

[25] Stratégie nationale de positionnement dans le domaine du changement climatique. Ministère de l'Environnement et du Développement Durable. GTZ. 2009.
[26] Contribution Prévue Déterminée au Niveau National de la Tunisie- Ministère de l'Environnement et du Développement Durable. 2015.
[27] Elaboration de la Troisième Communication Nationale de la Tunisie au titre de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC). Ministère des affaires locales et de l'environnement. 2017.
[28] TUNISIE – Contribution aux éléments de la phase préparatoire du processus du plan national d'adaptation. 2021.
[29] **http://41.224.247.198:8080/INM/web/#**
http://aria-technologies-webapps.s3.eu-west-3.amazonaws.com/inmclimat/index.html

Pour autant, la Tunisie n'a pas véritablement élaboré de plan de remplacement des infrastructures (réactif ou proactif) lui permettant d'assurer une résilience aux changements climatiques. Comme la plus grande vulnérabilité de la Tunisie a trait à la concentration de son activité économique et de sa population sur le littoral, un plan stratégique en rapport avec la thématique devrait veiller à identifier les infrastructures les plus vulnérables à la rareté de l'eau et à la hausse du niveau de la mer. De plus, l'ajustement des normes aux conditions climatiques anticipées constituerait un atout certain dans la réduction des impacts des changements climatiques. L'inaction rendra encore plus coûteux les futurs ajustements, de là l'impératif de concevoir des stratégies d'adaptation au plus tôt.

Dans le contexte du développement économique et social de la Tunisie (sans planification stratégique) et d'un aménagement du territoire de plus en plus urbanisé et accompagné de nouvelles infrastructures, la vulnérabilité de la Tunisie aux scénarios futurs et prévisibles du réchauffement climatique risque de s'accentuer fortement. Plus tôt la Tunisie se préparera à cette échéance, mieux elle pourra s'y adapter. Afin d'optimiser les mesures d'adaptation, il est préférable d'anticiper les nouvelles difficultés et même les opportunités, là où il y en a, notamment là où des décisions d'investissement à long terme se présentent. Dans bien des cas, les mesures d'adaptation prises au moment de la planification des ouvrages se traduisent par des coûts relativement minimes et par des co-bénéfices qui en font des initiatives « sans regrets ». Dans d'autres cas, les coûts réels procureront à la société et à l'économie tunisienne une sécurité accrue face aux aléas naturels permettant de diminuer la vulnérabilité du pays face aux risques de sécheresse, d'inondation, d'aridité, d'érosion, et de désertification. Il s'agit là de raisons suffisantes pour mettre en œuvre un dispositif de mesures d'adaptation au réchauffement climatique annoncé.

III.12.5.2 Le changement de paradigme

Un changement de paradigme s'impose dans la façon d'aborder les défis de l'adaptation au changement climatique et de l'atténuation de ses effets dans le secteur agricole, de manière innovante, créatrice, cohérente et intégrée. En faisant référence aux nouveaux concepts de d'« *empreinte eau », « découplage », « Nexus, « systématisation de la prise en compte des chaines de valeur » et « diplomatie économique* » etc. la vision EAU 2050 rompra avec l'approche de penser et d'agir de manière sectorielle et « *en silo*[30] ».

A cet effet, il faut appuyer la transition vers des systèmes de production Agricole/Alimentaire résilients au climat et développer un cadre scientifique, technique et institutionnel dynamique et efficace en réponse aux impératifs climatiques à travers une adaptation progressive et transformative. Il s'agit en particulier de favoriser la synergie entre la production alimentaire et l'utilisation durable des ressources naturelles « eau et sol » ainsi que de l'énergie « disponible, efficace et renouvelable » dans le pays. Cela passe nécessairement par la transition vers l'agriculture de conservation et l'agriculture biologique, et par la recherche scientifique et expérimentale d'adaptation climatique des espèces résilientes, ainsi que des systèmes de protection des ressources naturelles. Ainsi, mis à part la transition agricole, d'autres transitions seront nécessaires et en synergie avec le développement durable (alimentaire, environnementale, énergétique, technologique, économique, financière, etc.).

Pour ce faire des Consortia[31] prendraient le relai des Offices (des céréales, de l'huile, de l'élevage, etc.) pour un leadership national et international des filières agroalimentaires stratégiques (céréales, huiles, dattes, agrumes, tomate, lait, viande, sucre, etc.) avec l'association des groupements d'entreprises, des comptoirs et des représentants des marchés intérieurs et extérieurs (au niveau des ambassades). Ces consortia regroupent et représentent les différentes professions de la filière (offices, producteurs, consommateurs, syndicats professionnels, recherche scientifique, etc.) Il s'agit de fédérer et de regrouper tous les acteurs ayant des intérêts communs pour une gouvernance participative entre plusieurs acteurs : producteurs, associations, entreprises en vue d'une coopération pour l'exécution des opérations économiques, marketings, financières, scientifiques ou culturelles (protection de la filière, gouvernance, transparente, durabilité, prospection et développement de nouveaux marchés à l'export, amélioration de la production de la commercialisation de la productivité et de la qualité du produit final, chaines de valeurs, label tunisien en référence au terroir identitaire d'origine et avec une visibilité authentique à l'export, diplomatie économique en bout de chaine pour prospecter et atteindre de nouveaux marchés à l'export, etc.).

[30] Le fonctionnement en silos consiste à ce que chaque service travaille sur son secteur sans se soucier des autres.
[31] Un consortium est une entente entre plusieurs personnes, associations ou entreprises en vue d'une coopération pour l'exécution d'une ou plusieurs opérations économiques, financières, scientifiques ou culturelles.

En combinant des solutions d'investissement et de renforcement de capacités, la vision future permettra à la Tunisie de développer un modèle agricole résilient : renforcement des capacités et soutien réglementaire au niveau régional, appui technique et financier aux communautés rurales, anticipation proactive de l'adaptation climatique (avant terme et par principe de précaution), recherche & développement, innovations technologiques, transition numérique et agriculture intelligente, agriculture biologique et de conservation, finance et assurance climatique, développement régional inclusif social et solidaire, découplage (eau & énergie), croissance soutenue, résiliente et durable, etc.

III.12.5.3 Renforcement des ressources souterraines par infiltration assistée (Voir également le Levier « Gestion Intégrée Eaux de Surface/Eaux Souterraines (GI2ES) »)

Le changement climatique et la variabilité hydrologique peuvent affecter la qualité et la quantité des eaux souterraines disponibles. La diminution des ressources en eau de surface par l'effet des changements climatiques engendre conséquemment une hausse significative de l'opportunité d'utilisation des ressources en eau souterraine, comme mesure d'adaptation au changement climatique. Cela nécessitera donc une plus grande attention à la gestion de la demande en eau souterraine conjointement avec celle des eaux de surface. L'infiltration assistée au niveau des lits des oueds permettrait le stockage des écoulements de surface excédentaires dans les réservoirs souterrains pendant les périodes d'abondance, afin d'en faire usage ultérieurement et durant les cycles secs.

En effet, la recharge des nappes est parmi les possibilités d'adaptation les plus importantes pour réduire la vulnérabilité au changement climatique et à l'irrégularité hydrologique. Elle a plusieurs avantages potentiels, notamment : le stockage de l'eau pour une utilisation future, la stabilisation et/ou la récupération des niveaux d'eau souterraine dans les aquifères surexploités, la réduction des pertes par évaporation, la réduction de l'intrusion saline ou l'hydromorphie des sols.

III.12.5.4 Les Barrages telliens et de deuxième génération (*Voir également le Levier GI2ES*)

L'envasement des barrages est un problème prégnant parce qu'il diminue rapidement le volume utile des barrages et entrave ainsi leur fonction de mobilisation et de régulation des eaux de surface, qui représente un important moyen d'adaptation aux changements climatiques (recrudescence progressive des risques de crues et sécheresses). Les techniques de dévasement sont à renforcer, à prospecter et à développer (l'Algérie a lancé un programme expérimental à ce sujet. L'Etape 5 permettra l'identification des actions à mettre en œuvre en faveur de la promotion d'une politique de dévasement).

Toutefois, les vannes de vidange de fond des barrages de la Tunisie sont généralement de calibres inadaptés par rapport aux forts taux de turbidité des eaux de ruissèlement enregistrés en Tunisie (80g/l pour le Zeroud en septembre 1969. 100g/l, 100 millions de tonnes de sédiments charriés et déposés dans la basse vallée de la Medjerda suite aux crues de mars 1973[32]).

Le remplacement d'un grand barrage tel que Sidi Salem se fera par des barrages de tailles plus réduites, mais répandus sur une plus grande superficie du territoire. Cette option est considérée comme une alternative en vue de développer une infrastructure résiliente au changement climatique, d'autant plus que plus le barrage est petit, moins importante sera l'évaporation. Implanter ces barrages dans les régions telliennes (généralement moins développées que les basses vallées) s'intègre par ailleurs dans une approche hydraulique plus sociale et plus inclusive que les grands barrages. Ci-dessous les différents sites potentiels de nouveaux barrages identifiés en Tunisie par la DGBGTH :

Les barrages de deuxième génération doivent être plus résilients aux extrêmes et aux changements climatiques. Leur conception doit inclure les forts aléas et irrégularités de l'hydrologie tunisienne, et permettre une meilleure régularisation des ressources en eau, avec moins de pertes par évaporation et par déversements en crues, et une meilleure disponibilité de la ressource les années sèches (conception des barrages selon une hydrologie bayésienne, à la fois stochastique et heuristique).

[32] CLAUDE, J & CHARTIER, R. (1977) Mesure de l'envasement dans les retenues de six barrages en Tunisie, campagne de 1975. Cahier ORSTOM série hydrologie. Vol XIV n°1. pp 3-35

Alors que les nouveaux sites de barrages sont essentiellement identifiés dans l'Extrême Nord du pays, les sites de recharge se concentrent au Centre et au Sud. Cette gradation des ouvrages s'intègre avec la vision stratégique de résilience climatique que l'on projette pour 2050, celle de la gestion intégrée des ressources eaux de surface et souterraines selon un gradient climatique d'aridité nord-centre-sud et avec un enfouissement des eaux dans la nappe là où plus l'aridité se fait sentir.

III.12.5.5 Suivi de la pollution, de la qualité de l'eau et incitation à miser sur la REUT (*Voir également le Levier « AEP-RNC-ER »*)

Avec le changement climatique, les écosystèmes d'eau douce sont particulièrement menacés. L'augmentation des températures de l'eau, la diminution du ruissellement et l'assèchement des zones humides vont augmenter la vulnérabilité de la ressource par rapport à la pollution et aux nuisances, qui ne feront qu'augmenter en conséquence de la baisse de l'écoulement et la diminution de la capacité de dilution et d'autoépuration des cours d'eau.

La disponibilité des ressources hydriques orientées « usage » est également étroitement liée à la qualité de l'eau, étant donné que la pollution des sources hydriques peut exclure différents types d'utilisation. L'augmentation des rejets d'eaux usées non traitées, combinée au ruissellement agricole et au traitement inadéquat des eaux résiduelles de l'industrie, entraine la dégradation de la qualité de l'eau.

Des approches de contrôle de la pollution hydrique doivent être mises en place. On trouve parmi elles l'interdiction ou le contrôle de l'utilisation de certains contaminants afin d'éliminer ou de limiter leur entrée dans les eaux usées par des moyens règlementaires, techniques voire l'application de sanctions dans le cadre la lutte contre l'impunité et l'instauration du principe « *pollueur-payeur* ». Le contrôle et la notification des rejets polluants dans l'environnement et de la qualité de l'eau environnementale sont nécessaires. Si un phénomène n'est pas mesuré, le problème ne peut pas être défini et l'efficacité des politiques ne peut pas être évaluée, particulièrement pour le cas des rejets littoraux, qui dénaturent plusieurs écosystèmes côtiers et d'importantes étendues de plages.

Les eaux usées doivent ainsi constituer une composante essentielle du cycle de l'eau et doivent être gérées dans l'ensemble du cycle de gestion de l'eau : à partir du prélèvement, du traitement, la distribution, l'utilisation, la collecte et le traitement après utilisation de l'eau douce, jusqu'à la réutilisation et le retour ultérieur à l'environnement, où cela vient réapprovisionner la source pour des prélèvements d'eau ultérieurs, en particulier dans un contexte de rareté.

Dans un contexte où la demande en eau douce augmente sans cesse et où les ressources en eau limitées subissent de plus en plus des contraintes du fait de la surexploitation, la pollution et l'effet du changement climatique, il ne serait plus possible de négliger les opportunités qu'offre l'amélioration de la gestion des eaux usées. À ce titre, les eaux usées constituent une précieuse ressource qui, si elle est gérée de façon durable, peut devenir un pilier essentiel de l'économie circulaire. En effet les flux d'eaux usées contiennent un certain nombre de matières utiles, telles que les nutriments et les matières organiques qui, tout comme l'eau elle-même, peuvent être extraites et utilisées à d'autres fins productives.

Dans un contexte de changement climatique il ne sera plus permis de rejeter en mer et dans le milieu naturel cette ressource non conventionnelle. Tant en matière de protection de l'environnement que de valorisation économique et d'inclusion sociale, cette potentialité pourrait être une opportunité en particulier dans les zones de grands rejets (les grandes villes) qui mettrait à profit les eaux usées traitées dans l'embellissement paysager des villes (espaces verts, coulées verte des artères, etc.).

La réutilisation non alimentaire des eaux usées traitées serait également une option nouvelle pour développer des activités dans un cadre d'économie circulaire, sociale et solidaire, particulièrement dans les zones péri-urbaines et aux environs des quartiers périphériques (floriculture, cultures fourragères et pastorales, plantations forestières, parcs urbains récréatifs, etc.). Une autre alternative consisterait à réutiliser les eaux usées traitées dans les industries non alimentaires (papeterie, textile, refroidissement, hydromécanique, turbinage industriel, etc.).

III.12.5.6 Sensibilisation et Incitation à l'Economie de l'Eau (Voir également Levier « Optimisation de l'Irrigué et Intensification Agricole »)

Economiser l'eau est essentiel pour prévenir les sécheresses et les pénuries. Les sources d'eau douce étant extrêmement limitées, il est primordial de garantir leur pérennité. Mais, pour qu'il y ait des changements, il faut passer par une prise de conscience de la situation actuelle de l'eau et les dangers que représente cet épuisement. Conserver les habitudes actuelles revient à favoriser l'aggravation des négligences et des gaspillages qui sont déjà considérables**.**

La sensibilisation doit s'effectuer à tous les niveaux à commencer par les enfants. La génération future est d'ailleurs la plus concernée par la diminution des ressources. Il est important d'opter pour une approche pédagogique et d'intégrer dans les programmes scolaires les notions de changements climatiques et de ses impacts sur les ressources.

La sensibilisation peut se faire par une communication générale, par les médias ou à travers des évènements. Ces compagnes doivent reposer sur les conséquences désastreuses du gaspillage ou de la pollution de l'eau, pour une prise de conscience de l'importance de l'eau et des principes et valeurs pour sa gestion collective en tant que bien commun.

La sensibilisation doit être accompagnée par la proposition de solutions et mesures concrètes d'économies d'eau notamment doter les ménages d'une robinetterie économe en eau, qui d'ailleurs représente une filière à développer en Tunisie et à l'export. La Tunisie pourrait devenir leader de la fabrication d'articles sanitaires et d'équipements des logements (chasse d'eau, robinetterie, douche, etc.) économes en eau et conquérir des marchés internationaux notamment dans la région MENA, dont la plupart sont des pays en situation de stress hydrique et vulnérables aux changements climatiques.

Le déploiement de compteurs intelligents est également une mesure à mettre en place. Ces compteurs assurent un suivi fin et personnalisé de la consommation de l'eau pour limiter les gaspillages, ils permettent aux particuliers, aux entreprises et aux collectivités d'accéder à leur relevé des compteurs en continu, d'être facturés sur la base de leur consommation réelle, de détecter immédiatement des incidents ou risques sur leurs installations (fuite par exemple) avec des économies d'eau conséquentes. Même principe pour les réseaux de distribution d'eau, eux aussi voués à devenir de plus en plus « smart » : Des capteurs installés sur le réseau permettent de suivre la qualité de l'eau, de limiter les pertes, de détecter des fuites.

Ces mesures s'intègrent dans une vision globale de « smart-living » à l'échelle de l'habitat et de « smart-city » à l'échelle de la ville. Dans ce cadre, un projet est déjà planifié à Bizerte et qui consiste à développer le programme « Bizerte Smart City ». Lancé en avril 2017, ce projet vise à créer un écosystème spécialisé dans les Smart Cities et dans les énergies renouvelables. Il s'agit d'une vision du territoire à l'horizon 2050 prenant en compte les enjeux relatifs à l'aménagement intelligent et durable du territoire, englobant les nouvelles technologies capables de faciliter la vie du citoyen et mettre en harmonie la ville et son environnement.

La récupération de l'eau de pluie constitue également un moyen de valorisation de la ressource dans un contexte de raréfaction. Les politiques publiques doivent encourager les populations à collecter et à utiliser de l'eau de pluie surtout que la Tunisie dispose d'une grande tradition en matière de récupération des eaux. Aussi bien en ville que dans la campagne, la construction de réservoirs et citernes appelés « *majels* » était très courante. Cette pratique est très ancrée surtout dans le centre et le sud (Kairouan, Mahdia, Sfax, Jerba…). Les « *majels* » permettent aux ménages de réduire leur consommation d'eau du réseau public et surtout de disposer de l'eau en cas de coupures ou en périodes de sècheresse.

Des techniques de collectes plus modernes peuvent être également envisagées. Les citernes en plastique alimentaire constituent une alternative à considérer. Ces réservoirs peuvent être équipés de filtres et d'un robinet d'usage. Les autorisations de bâtir doivent être systématiquement subordonnées à un système de collecte individuel des eaux pluviales.

La SONEDE doit fournir un ensemble d'incitations au profit des clients résidentiels voulant réduire leur consommation d'eau du réseau public par l'installation d'un système de récupération de l'eau de pluie. Ces installations permettent d'alléger la pression sur l'eau du robinet surtout en période de forte consommation ; cela permet de créer des nourrices de réserve d'eau au besoin. Cette eau peut également être destinée aux usages domestiques et non alimentaire de l'eau (chasse d'eau, nettoyage, lavage et arrosage complémentaire).

III.12.5.7 Equilibres Demande - Offre cadrés par les Identités Hydriques : « Globale » et » Régionales »

III.12.5.7.1 Rappel de la notion d'« identité hydrique » à l'échelle globale

Au tout début du présent rapport relatif à la Vision Eau 2050 il a été fait mention de la notion d'« identité hydrique » comme concept pouvant aider à saisir les enjeux et faire face aux défis. Il a été ainsi avancé que « Structurellement, la Tunisie, située dans la zone de transition entre le Sahara et le nord-méditerranée tempéré, se caractérise non seulement par la grande variabilité pluviométrique mais également sa faiblesse, 220 mm/an, classant la Tunisie parmi les 16 pays à l'insuffisance hydrique la plus élevée du monde, précisément ceux de la région MENA. Ajouté à la salinité, cela a conduit à une politique hydrique publique caractérisée par des efforts d'adaptation éreintants, dont particulièrement la gestion des extrêmes, sans qu'il y ait la prise en compte sociale nécessaire vis-à-vis de cette contrainte, le pays continuant souvent avec un comportement vis-à-vis de l'eau semblable à celui des années '70-80-90' lorsque l'offre d'eau dépassait la demande et les moyens de paiement de l'Etat étaient plus consistants ».

« Néanmoins, à propos de cette caractéristique hydrique de la Tunisie, il ne faudrait pas se laisser dominer par l'idée qu'il s'agit d'une « damnation naturelle ». Les différentes moyennes pluviométriques par grande zone et en allant du sud au nord sont de 50 mm, 100 mm, 200 mm, 400 mm et 800 mm, et couvrent ainsi les 5 étages bioclimatiques allant du saharien à l'humide supérieur. La Tunisie est ainsi belle aussi bien avec son extrême nord-ouest forestier et ses 1500 mm de pluie par an que sa partie extrême sud-est saharienne et ses moins de 50 mm par an. C'est ce qui fait « la personnalité écologique de la Tunisie » et son incroyable diversité écosystémique, socio-territoriale et même historique, culturelle et civilisationnelle. Ce qui est a priori perçu comme une contrainte absolue indépassable peut se transformer en un avantage majeur si l'on sait créer l'harmonie développementaliste que cela exige ».

« Ainsi, concernant ce facteur structurel de la caractérisation hydrique de la Tunisie, il s'agirait de développer une culture de « conciliation avec sa propre identité hydrique », celle pour laquelle il s'agit de trouver les moyens pour en maximiser les avantages et minimiser les risques ».

« L'un de ces moyens serait d'ordre culturel et communicationnel, visant relativiser le caractère dit « exceptionnel » de notre système hydrique et écologique. Il s'agirait pour cela de rappeler l'existence de phénomènes parfois extrêmement ravageurs y compris dans les pays appartenant aux zones dites « tempérées », et la façon avec laquelle les sociétés concernées réagissent à ces phénomènes, certes avec inquiétude mais sans affolement, le plus important pour elles étant les réalisations collectives, essentiellement au moyen des politiques publiques, mais également par l'intervention sociale, pour maitriser les phénomènes naturels et ne pas les subir ».

« Dans le même ordre d'idées, la sensibilisation à l'histoire écologique à long terme devrait permettre de montrer qu'en matière de changement climatique notre zone d'appartenance en connait quelque chose, avec l'évolution connue par le Sahara et son passage par une très longue période humide avant que n'advienne plus tard l'évolution vers l'extrême sécheresse lui ayant donné son aspect actuel. Pourtant, ce genre de « cataclysme » tel que cela peut être perçu si l'on pense que cela s'était fait en mode accéléré, s'était en fait étendu sur du temps très long, sans provoquer de rupture de chaine dans la lignée humaine dont sont issus nos ancêtres. Les recherches les plus récentes montrent qu'aussi bien les phases « humide » que « sèche » se sont passées sur des millénaires, ce qui avait permis l'adaptation ».

« L'effort communicationnel demandé à ce titre peut englober la manière avec laquelle sur le temps long, de l'ordre du séculaire et plus, se sont construites une patiente pratique et une solide culture de maitrise de caprices l'eau, alors que ce qui a été considéré comme nécessité impérative de modernisation l'a été plus dans l'élimination-substitution que dans la continuité-innovation-synthèse ».

« Par ailleurs, avec les perspectives « radieuses » du solaire énergétique, ce qui n'était jusque-là vu que sous l'angle de la contrainte, de l'aridité peut demain se transformer en une véritable aubaine de prospérité économique et de bien-être social ».

III.12.5.7.2 De l'« identité hydrique globale » aux « identités spécifiques régionales »

Il s'agit de définir une identité hydrique par région de la Tunisie qui exprime la spécificité de chacune des 6 régions. Cette identité hydrique prend en considération les ressources en eau disponibles et les usages spécifiques de la région.

Il s'agit également d'abandonner l'approche fondée essentiellement sur l'offre au profit d'une autre approche axée sur la gestion de la demande et l'adoption d'un système de planification intégrée qui rend solidaire l'ensemble des secteurs et usagers de l'eau, en se basant sur l'identité hydrique de chaque région. L'usager peut ainsi se reconnaitre dans cette « *identité hydrique* » et devient la sorte « acteur » du développement local et régional. L'agriculteur du Sud en se « contextualisant » contribue au développement selon les contraintes climatiques et les atouts énergétiques renouvelables (forages, oasis, nexus). L'agriculteur du Centre se met en harmonie avec son contexte climatique et l'identité hydrique forte de la maitrise de l'eau verte (arboriculture, champs d'oliviers, meskats etc.). L'agriculteur du Nord sera appelé à contribuer à l'intensification agricole en sec et en irrigué (château d'eau et grenier du pays). L'identité hydrique peut aller jusqu'à se décliner en « labels d'appellation d'origine et de produits du terroir ».

L'adoption d'une stratégie axée sur la demande obligera à réadapter les instruments institutionnels et de régulation du secteur de l'eau afin de prendre en compte les risques de pénurie et la valeur accrue de la ressource, le renforcement de la décentralisation et l'autonomie des institutions en vue d'assurer leur viabilité à long terme, l'identification des domaines dans lesquels la participation du secteur privé et des usagers pourrait être un gage d'efficacité accrue, la révision des modalités de financement public du secteur de l'eau et l'évaluation des structures et des niveaux de tarification de l'eau pour les différents usages. Il sera tout aussi essentiel d'informer et de sensibiliser les consommateurs à la valeur économique de l'eau et aux risques de pénuries futures (stress hydrique et changement climatique), ce qui implique le renforcement de la gestion communautaire des ressources ainsi que l'expansion des activités de vulgarisation agricole.

L'équilibre Demande/Offre sera assuré en premier par les eaux conventionnelles. Les eaux non conventionnelles (dessalement, REUT) seront de plus en plus nécessaires dans un contexte de réchauffement climatique. Elles seront prises en considération dans le bilan hydrique, mais comme apport de sécurisation et de recouvrement des équilibres.

III.12.5.8 La comptabilité de l'eau : Empreinte /Efficacité / Productivité (Voir également le Levier de la « Synergie Eau Bleue/Eau Verte/Eau Virtuelle (Syn EBVV) »

« *On ne peut pas gérer ce que l'on ne connaît pas* ». Étant donné la nature fugitive de l'eau accentuée davantage sous l'effet des changements climatiques, la comptabilité de l'eau représente un grand défi plus particulièrement la quantification de l'utilisation de l'eau en agriculture, le premier secteur consommateur d'eau en Tunisie.

Les efforts doivent se concentrer sur l'augmentation de la production par unité de ressources, c'est-à-dire l'augmentation combinée de la production par unité de surface terrestre (rendement exprimé en kg/ha) et l'augmentation de la production par unité d'eau utilisée (« *empreinte eau* » où la productivité de l'eau est exprimée en kg/m³).

Combler les retards de productivité des terres et de l'eau nécessite :

- ✓ Le suivi des niveaux actuels de productivité dans divers systèmes de production agricole,
- ✓ L'évaluation de la productivité observée par rapport au potentiel,
- ✓ L'identification et l'analyse des causes sous-jacentes des écarts de productivité,
- ✓ L'évaluation des options et l'identification de solutions viables pour combler les écarts de productivité par région.

Pour cela il est nécessaire de prendre en considération les deux notions suivantes :

1. **L'efficacité de l'eau :** le rapport calculé en divisant la quantité d'eau consommée dans une utilisation spécifique par la quantité d'eau affectée ou fournie à cette utilisation. Dans une zone irriguée sans pluie, l'efficacité de l'eau est censée être l'efficacité de l'irrigation.
2. **La productivité de l'eau :** la mesure de la production (biomasse, rendement des cultures ou revenus) divisée par la mesure de l'eau appliquée ou consommée dans la production.

L'utilisation de l'eau en irrigation et l'étendue des superficies à développer dans les années à venir méritent d'être examinées dans le cadre d'une stratégie macro-économique à long terme et en fonction des possibilités de recyclage des eaux usées traitées et d'utilisation des eaux dessalées. Cela impliquera aussi que soit évalué le prix de revient de l'eau utilisée pour l'irrigation des cultures ramené au prix perçu sur le marché pour les produits ainsi cultivés.

III.12.5.9 La Smart-Irrigation Climato-Vigilante et en Pilotage Efficient (*Voir également le Levier « Optimisation des PPI et Intensification »*)

L'irrigation en Tunisie, bien que productive et sociale, n'a pas réussi à ce jour à mettre en place une véritable politique d'économie et d'efficience des usages de l'eau dans les périmètres irrigués. Les pertes et les gaspillages sont considérables (estimés à plus de 40%) et pénalisent les autres secteurs vitaux de l'économie quant à l'accès à une ressource précieuse (industrie, tourisme, villes).

La « smart-irrigation » a pour objectif de réaliser des économies d'eau drastiques, en conditionnant l'irrigation à partir de l'humidité du sol et de données météo.

Les dispositifs d'irrigation intelligents combinent des technologies d'irrigation centralisée et des capteurs d'humidité du sol avec pour objectifs de réduire la consommation d'eau de manière significative et de maintenir un approvisionnement en eau optimal et stable pendant tout le cycle de la plante, ce qui permettra d'augmenter sa résilience aux changements climatiques[33].

La performance d'une irrigation intelligente repose sur sa capacité à ajuster les quantités d'eau apportées aux variables climatiques (pluviométrie, température, humidité du sol, etc.). Cela nécessite d'avoir des sondes d'humidité connectées, mais également des contrôleurs d'électrovanne pilotés à distance.

L'adjonction de compteurs d'eau connectés permet de maximiser les économies d'eau en détectant les fuites cachées et d'avoir une gestion plus juste par le contrôle instantané ou régulier des débits. Une station météo complémentaire, locale ou à proximité, permet d'avoir une justification agronomique par adéquation des quantités d'eau apportées.

Cette filière est également génératrice d'emplois et de savoir-faire à même de placer la Tunisie dans le leadership de l'expertise et la maitrise de ces nouveaux systèmes, avec un potentiel d'export, technique et technologique très important, vers d'autres pays, notamment en région MENA et sur le continent africain.

III.12.5.10 Une Sécurité Alimentaire Stabilisée Durablement et Résiliente au Climat (Voir également le Levier de la « Synergie Eau Bleue/Eau Verte/eau Virtuelle »)

La revue stratégique sur la sécurité alimentaire et nutritionnelle en Tunisie, réalisée récemment (2017) par l'ITES[34] (Institut Tunisien des Etudes Stratégiques), avec l'appui du PAM (Programme Alimentaire Mondial), a révélé que l'offre alimentaire est assez satisfaisante en Tunisie grâce à l'amélioration de la production et de la productivité locale. La Tunisie occupe la 53ème place sur 113, en termes d'indice de sécurité alimentaire en 2016. C'est ainsi qu'au niveau de l'accès à l'alimentation, la Tunisie dispose d'un score de 56,7 points/100, pour la disponibilité de l'alimentation : 57,4/100 et, pour la qualité : 62,2/100. Mais cela n'a pas empêché l'augmentation de l'importation des produits alimentaires qui représente 9,2% du total des importations du pays. La part des céréales dans la valeur des importations alimentaires dépasse 43%, suivies par les huiles végétales et les sucres et dérivés.

S'agissant des risques qui menacent la sécurité, la revue évoque plusieurs risques dont le changement climatique et la dégradation des ressources naturelles, dont l'eau. Le pays est classé 33ème quant au risque imminent de pénurie d'eau d'ici 2040 (World Resource Institute), et risque de perdre plus de 80% de ses ressources d'eau non renouvelables.

[33] **https://www.maya-project.eu/**
[34] ITES, 2017 : La sécurité alimentaire et nutritionnelle en Tunisie. 245 pages.

Concernant le contexte mondial, à l'échelle internationale l'humanité comptera 9,3 milliards d'individus en 2050, soit 2,4 milliards de plus qu'en 2010. Cette forte croissance démographique se traduira par une augmentation de +50 % la demande de céréales (soit 1 milliard de tonnes supplémentaires) principalement stimulée par l'évolution des modes de consommation. Malgré une forte dynamique agricole, un déficit de production de 80 % est attendu par rapport à la demande dans les régions les plus exposées : Maghreb, Proche Orient, Afrique Subsaharienne. Parallèlement, la volatilité du prix des matières premières agricoles s'est imposée depuis une décennie comme une tendance de fond (figure 30).

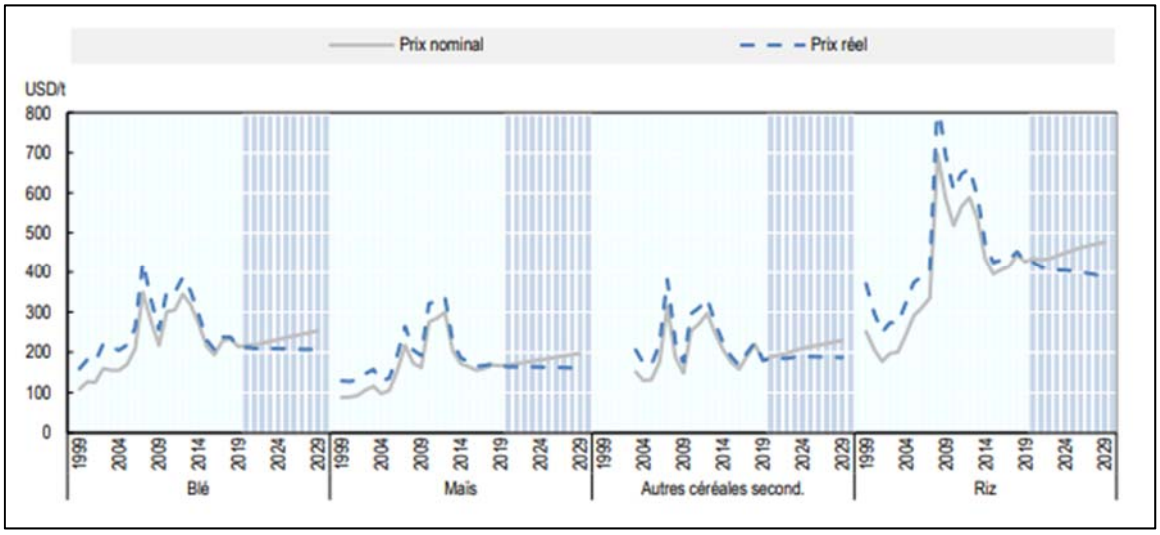


Figure 29 : Projection de l'évolution des prix des céréales à l'horizon 2029 (FAO)

***Source** :FAO*

La demande alimentaire sera confrontée aux incidences du changement climatique, qui réduisent déjà le rendement des cultures dans certaines régions du monde, une tendance qui devrait se confirmer à mesure que les températures continueront à augmenter. Les céréales de base, telles que le blé, le maïs et le riz sont parmi les cultures les plus touchées. Le changement climatique devrait augmenter la volatilité des prix des produits agricoles et réduire la qualité des aliments.

Cela constitue un défi majeur pour la Tunisie car les céréales constituent l'aliment de base de la population dont le régime est un régime méditerranéen caractérisé par une forte consommation de produits végétaux, particulièrement les céréales qui procurent 49,2% des calories, 50,9% des protéines, 42,5% du fer et 19% du calcium (INS, 2015). Selon la dernière enquête de l'INS de 2015, les dépenses alimentaires en céréales sont de l'ordre de 149,192 DT/personne/an, représentant environ 4% des dépenses globales des ménages et 13% des dépenses alimentaires totales. La consommation des ménages est estimée à 174,3 Kg/ habitant/an variant de 164,6 kg en milieu urbain à 195 kg en milieu rural[35].

La demande totale en céréales est estimée en moyenne à 5 millions de tonnes par an. Or, malgré les efforts déployés en vue de satisfaire cette demande, le pays demeure déficitaire en céréales et n'assure qu'environ la moitié de ses besoins. L'analyse des importations montre que malgré la fluctuation des importations, la tendance reste haussière en raison notamment de l'accroissement démographique, du développement de l'industrie de la transformation des céréales[36].

Une forte corrélation inversement proportionnelle existe entre l'importation et la production locale. Celle-ci est en grande partie une culture pluviale qui reste soumise aux aléas climatiques. La Tunisie est donc confrontée à un problème de dépendance extérieure qui s'accompagne d'une forte dépense en devises, et d'une forte dépendance des cours fluctuants du marché mondial. En conséquence, les stratégies et les politiques d'exportation et d'importation doivent être revues en volumes d'échanges et flux financiers, dans une approche de sécurité alimentaire.

[35] MARPH, Analyse de la filière céréalière en Tunisie et identification des principaux points de dysfonctionnement à l'origine des pertes.
[36] ONAGRI

Comme moyen de résilience face au changement climatique et aux aléas des cours mondiaux, le stockage de réserves stratégiques des céréales s'impose. En effet la capacité de stockage (environ 45% des besoins) demeure insuffisante pour faire face à une année de bonne récolte, ou une flambée du cours du marché international. Ceci doit être accompagné par l'amélioration et la modernisation du système de stockage pour éviter les pertes liées au vieillissement des équipements de manutention des céréales, les pertes dues aux insectes et rongeurs, l'humidité et les pertes lors de la manipulation des grains. Le renouvellement et le renforcement des équipements et du matériel doit également concerner les machines agricoles pour éviter les pertes à la récolte.

Ces mesures doivent être accompagnées par une réforme de la politique de subvention à savoir : contenir les charges de compensation à un niveau compatible avec les capacités financières du pays, cibler autant que possible la compensation pour permettre de la diriger vers les ménages qui en ont vraiment besoin et réduire les subventions destinées à la transformation des céréales.

En effet la « compensation » a connu une très forte augmentation durant dernières années du fait de la tendance haussière des bourses internationales de commodités. Elle a été multipliée par plus de deux aussi bien pour les céréales produites localement que pour celles qui ont été importées, ce qui a provoqué une dérive très importante du budget de la CGC. L'évolution des conditions économiques du secteur alimentaire lié aux céréales est imputable en dehors la flambée des prix mondiaux à l'appréciation du dollar par rapport au dinar et à l'insuffisance de la production locale. Les subventions des prix des céréales ont plafonné depuis 2007, atteignant en 2015 une part de 85% du total des charges de compensation des produits alimentaires.

Tableau 60: Evolution des subventions de 2011 à 2016

	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Blé dur (million Qx)	10.5	10.1	10.4	10.97	11.247	12.241
Blé tendre (million Qx)	10.96	11.2	11.3	11.4	11.726	11.596
Orge (million q)	4.7	5.5	7.98	6.2	6.5	6.6
Pâtes alim. et couscous (mille tonnes)	209,3	240.2	232.3	232.9	245.77	251.584
Montant (millions dinars)	**887.397**	**1010.499**	**1134.295**	**1166.411**	**1392.159**	**1286.323**
%	**77**	**76**	**78**	**80**	**85**	**82**
Autres*	785.4	856.7	872.5	890.5	875.81	891.613
Montant (millions dinars)	**262.142**	**321.838**	**315.684**	**282.894**	**241.782**	**282.725**
Montant total	**1149.539**	**1332.337**	**1449.979**	**1449.3**	**1633.941**	**1569.048**

*Lait, sucre, huile végétale, tomate, cahiers scolaires.

***Source** : Ministère du commerce*

Les habitudes alimentaires doivent aussi changer. En effet, le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) recommande de changer radicalement les habitudes alimentaires pour agir contre le réchauffement. L'évolution des quantités consommées par personne et par an (figure ci-dessous) montre une diminution progressive de la consommation des céréales de 1985 à 2015. Mais le tableau indique également une croissance sensible des produits alimentaires caloriques (viandes, lait, œufs, etc.).

Tableau 61: Evolution des quantités consommées par personne et par an (en Kg)

	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015*
Total céréales (1)	204,4	196,4	187,0	180,4	182,6	180,7	174,3
Légumes frais	77,6	81,5	72,7	76,2	78,3	78,5	85,3
Légumes transformés (2)	46,8	52,2	52,6	54,7	60,2	60,8	64,0
Fruits	38,9	53,0	43,1	61,2	70,8	66,0	80,8
Viande et Volaille	17,8	19,9	21,0	24,8	26,9	29,8	32,5
Poissons	6,1	7,1	5,8	6,7	9,4	9,7	9,3
Laits	37,5	38,8	40,0	44,5	53,9	95,0	109,7
Produits laitiers (3)	14,1	19,6	25,2	33,5	29,6	34,2	40,7
œufs (pièce)	77,0	97,0	98,0	119,0	132,8	166,7	186,9
Huiles végétales	20,8	25,1	23,0	24,1	22,7	23,9	25,7
Sucre et produits sucrés	16,5	17,4	16,1	17,4	16,7	15,8	15,3

(1) En équivalent grains, (2) En équivalent légumes frais, (3) En équivalent lait frais.

***Source** : INS,2010*

III.12.5.11 Risques et défis en matière de sécurité alimentaire et nutritionnelle en Tunisie

Les risques, on en recense beaucoup. Ils concernent : les problèmes fonciers, l'usage non raisonné des pesticides, l'épuisement des nappes phréatiques, la pollution, la désertification, l'inadaptation des circuits de distribution, la faible organisation du monde rural, le soutien institutionnel insuffisant accordé au secteur agricole, la hausse des coûts de production et à la consommation, le ralentissement de la croissance, le stress hydrique, les changements climatiques.

Ajouté ces risques le pays doit relever les défis pour se prémunir l'impact de l'insécurité alimentaire. Ces défis concernent particulièrement :

- La disponibilité des aliments : le pays est largement dépendant de l'étranger pour sa nourriture et l'accroissement de la production nationale est entravé par les conditions climatiques et les faiblesses techniques et financières ;
- L'accès physique et économique aux aliments : cette dimension constituera le principal défi durant les prochaines années. En effet le ralentissement de la croissance conjugué à la faiblesse du PIB par habitant se répercute sur la capacité des plus démunis à réduire leurs dépenses relatives à l'alimentation voire à l'éducation ;
- L'utilisation et les habitudes de consommation : sont tributaires des prix pratiqués sur le marché intérieur. Tant que persistent les distorsions actuelles en matière de prix de produits subventionnés, la consommation du tunisien aura tendance à rester déséquilibrée ;
- La stabilité : le risque concernant cette dimension est lié à l'équilibre de la balance commerciale alimentaire.

En plus de ces défis relatifs à la sécurité alimentaire stricto-sensu la Tunisie doit relever plusieurs autres défis dont notamment :

- Le changement climatique et l'érosion des ressources naturelles disponibles (ressources en eau et sols limitées, territoire agricole abîmé, envasement des barrages) ;
- La libéralisation des échanges, avec notamment l'ouverture programmée des frontières aux produits agricoles dans le cadre des accords de l'OMC et de l'ALECA avec l'UE. ;
- L'inclusion et le développement régional en général et celui rural en particulier qui tarde à se concrétiser ;
- Les problèmes de ciblage des bénéficiaires du filet de protection sociale ;
- L'agriculture n'est pas attractive pour les jeunes, peu respectueuse des droits des travailleurs, et à faible teneur technologique ;
- Le statut indivis, le morcellement du foncier, et à la prolifération des petites exploitations ;
- Le cadre institutionnel peu incitatif, bureaucratique et peu transparent.

III.12.5.12 Balance Alimentaire Commerciale, Emprunte-eau et Chaines de valeur (Voir également le Levier de la « Synergie Eau Bleue/Eau Verte/eau Virtuelle »)

L'Amélioration de la résilience de l'agriculture et de l'équilibre de la balance agroalimentaire est primordiale dans un contexte de changement climatique et de raréfaction des ressources. Cette amélioration s'effectue par le renforcement du partenariat public - privé[37] dans toute la chaine de valeurs des principaux produits à l'exportation (huile d'olive, dattes, produits de la mer, agrumes, etc.) de la production, la transformation, l'emballage, la commercialisation, (certification, labellisation, marketing des exportations agricoles, agroalimentaire, mais également bio, cosmétique, thérapeutique, médicinale, etc.).

Le partenariat public - privé doit pouvoir contribuer à améliorer la valeur économique et commerciale des produits à l'exportation (notamment l'huile d'olive qui est vendue essentiellement en vrac et à faible valeur ajoutée), à l'équilibre de la balance agro-alimentaire qui doit être élargie à une balance agroécologique (production bio, etc.), et à mieux compenser la valeur en devises étrangères des importations des denrées alimentaires de base (céréales, huiles, sucre, etc.).

L'huile d'olive est un produit stratégique aussi bien pour l'agriculture tunisienne que pour l'ensemble de l'économie nationale, puisque cela représente un produit fortement exporté (plus de 75% de la production en moyenne sur la période 2003 – 2017), contribuant ainsi à la régulation de la balance alimentaire. Par ailleurs, il est aujourd'hui connu que la plupart des exportations tunisienne de l'huile d'olive se fait en vrac vers l'UE, notamment vers l'Italie où l'huile tunisienne est mélangée, mise en bouteille et vendue avec des étiquettes « made in Italy ». Ceci induit un grand manque à gagner par rapport à la vraie valorisation des exportations tunisiennes qui devraient se faire le plus sous formats conditionné, biologique, et biologique conditionné[38].

Les figures ci-dessous illustrent la part des produits alimentaires exportés et importés à fin Mars 2021. L'huile d'olive et les céréales sont les deux produits stratégiques dans les échanges : l'huile d'olive constitue 38.3% des exportations totales et les céréales constituent 54.5 % du total des importations.

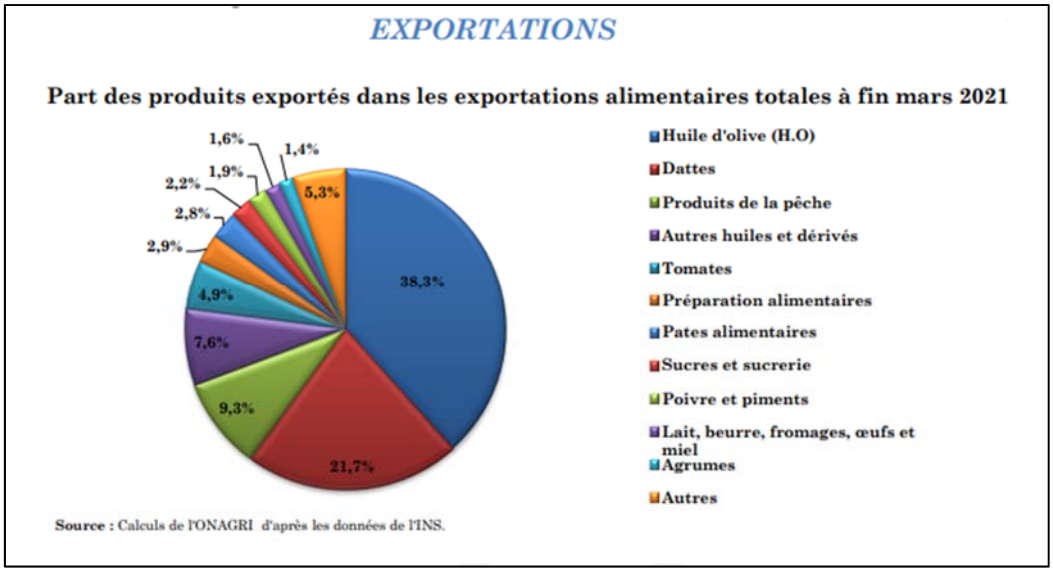


Figure 30 : Part des produits exportés dans les exportations alimentaires totales à fin Mars 2021
Source : *Ministère du Commerce*

[37] Stratégie de développement des exportations tunisiennes des fruits et légumes transformés. Ministère du commerce et du tourisme – UTICA. 2011.
[38] ONAGRI, 2018 : Analyse des échanges extérieurs des principaux produits agricoles et voies d'amélioration.

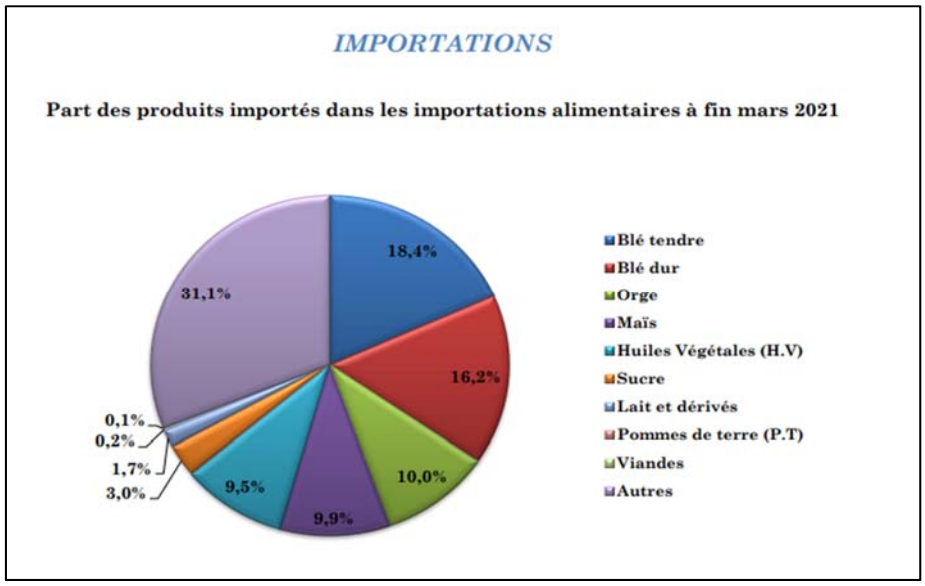


Figure 31 : Part des produits importés dans les importations alimentaires totales à fin Mars 2021

***Source** : Ministère du Commerce*

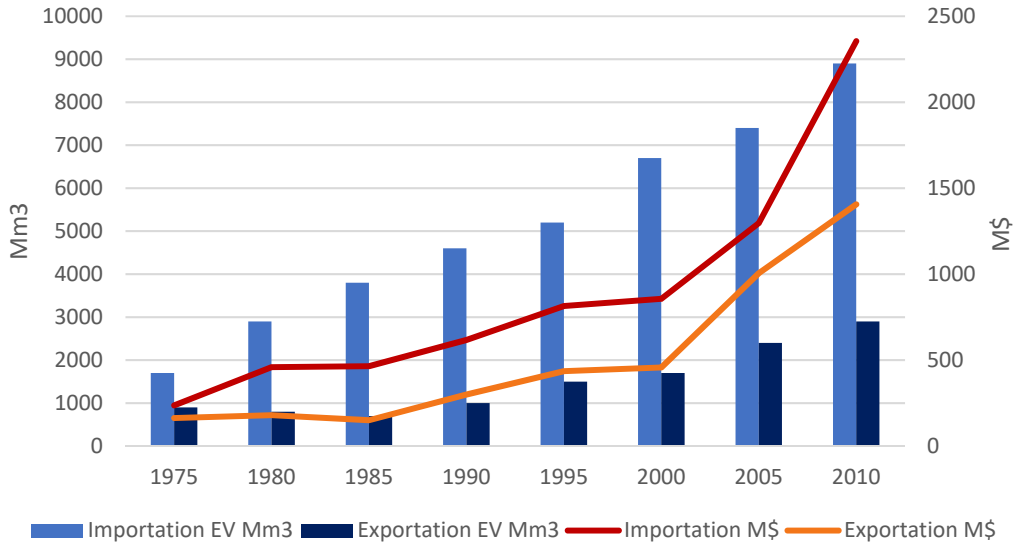


Figure 32 : Evolution des exportations et des importations en eau virtuelle de 1975 à 2010

***Source** : STUDI International, GKW*

Il en ressort que des stratégies spécifiques à l'huile d'olive et aux céréales en vue d'équilibrer la balance alimentaire doivent être mises en place en urgence du fait qu'il s'agisse des produits les plus importants en termes d'échange mais également en termes de produits garants de la souveraineté alimentaire du pays.

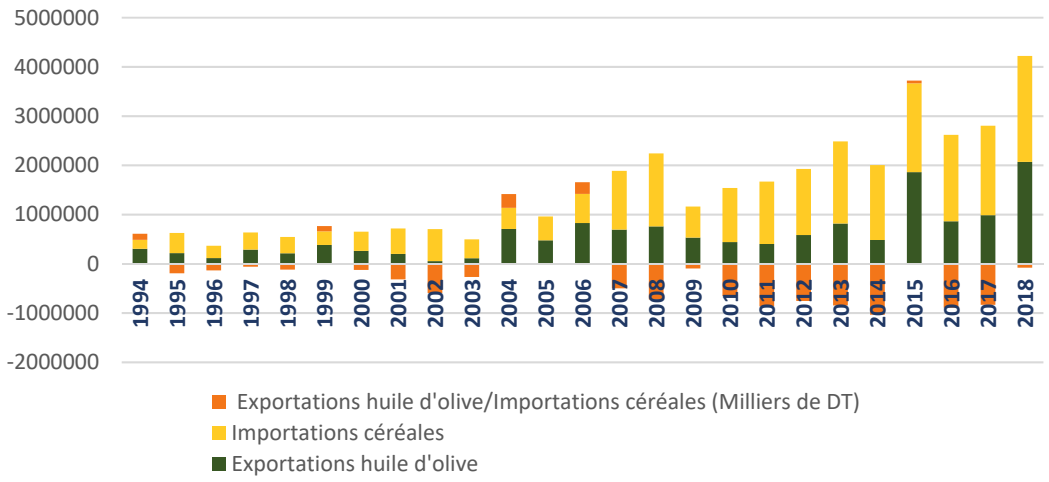


Figure 33 : Différence en milliers de dinars entre les exportations en huile d'olive et les importations en céréales
***Source** : Annuaires statistiques agricoles, traitement STUDI International, GKW*

La figure ci-dessus illustre la différence en milliers de Dinars entre les exportations en huile d'olive et les importations en céréales de 1995 à 2018. Cette approche comparative montre que pour la plupart des compagnes les exportations en huile d'olive ne couvrent pas les importations en céréales.

Dans un contexte d'une balance commerciale, globale et agroalimentaire, déficitaire, accroître la valeur des exportations et limiter la valeur des importations doivent être parmi les premières solutions envisageables. Booster les exportations constitue l'alternative la plus plausible du fait des opportunités offertes en termes d'augmentation de la production et de valorisation des produits. Toutefois, ceci nécessite l'amélioration de la compétitivité et l'environnement des affaires (investissement, logistique, gouvernance stratégique, chaines de valeur, diplomatie économique, etc.).

Partant de ce principe de rapprochement on a effectué deux simulations en vue d'équilibrer la balance entre les exportations en huile d'olive et les importations en céréales pour les compagnes 2017 et 2018 :

En 2018 les importations en céréales ont été de 3 530 milles Tonnes selon les annuaires des statistiques agricoles, l'équivalent de 2 150 MD, soit un déficit de 127.7MD par rapport à l'exportation de l'huile de l'olive.

Selon la simulation, il faudrait augmenter à 28% la part de l'huile d'olive conditionnée pour couvrir le déficit engendré par les importations de céréales.

Tableau 62: Simulation Exportation huile d'olive/ Importation céréales (2018)

	Exportation huile d'olive				Importation Céréales		Exportation huile d'olive		
	Etat de référence				Etat de référence		Simulation		
	Q (T)	Valeur (MD)	% Q	Prix (1000 DT /T)	Q (1000 T)	Valeur (MD)	Q (T)	Valeur (MD)	% Q
Vrac	184 628	1 804,4	91,6%	9,8	3 530	2 150,7	145 134	1 422,3	72%
Conditionné	16 948	218,6	8,4%	12,9			56 441	728	28%
Total	201 576	2 023					201 576	2 150	

***Source** : STUDI International, GKW*

La même simulation a été effectuée pour les exportations en huiles d'olive et les importations en céréales pour 2017. En effet, Pour 2017 les exportations en huile d'olive sont de 95 288 tonnes (environ la moitié des exportations en 2018) contre 3 601 665 tonnes d'importation de céréales. La simulation montre que même si les exportations en huile d'olive conditionnées passent à 100% cela ne permettra pas de couvrir la totalité des importations en céréales mais permettra de diminuer le déficit engendré par l'importation des céréales par rapport à l'exportation de l'huile d'olive de 855 MDT à 590 MDT.

Ces simulations démontrent l'importance de prêter une attention particulière aux cultures conduites en sec notamment l'oléiculture. S'orienter vers les produits agricoles ayant une grande valeur ajoutée, de qualité et labellisés est également une nécessité. En particulier, nous devons augmenter leur valeur à travers le développement de l'industrie agroalimentaire. Parallèlement à la poursuite de la croissance des exportations agricoles, la Tunisie doit développer, rénover et moderniser son industrie agroalimentaire, exploiter les produits qui sont des spécialités locales, mais connues mondialement et qui apportent une grande valeur ajoutée aux exportations. Sans oublier de renforcer la labellisation pour ces types de produits. Néanmoins, pour que cela soit efficace, il est nécessaire d'organiser des formations aux techniques de production en faveur des agriculteurs, en parallèle à la labellisation commerciale.

L'importance également de conquérir d'autres marchés, encore inexploités tels que les plantes ornementales, aromatiques, médicinales, cosmétiques, diététiques, homéopathiques, thérapeutiques, etc. Les atouts de la filière biotechnologique sont également évidents, d'énormes potentialités de la biotechnologie (en plein essor mondialement) demeurent encore peu exploitées et le secteur des produits biologiques représente aujourd'hui un secteur en plein développement grâce à une prise de conscience au niveau de la consommation de plus en plus marquée par un penchant vers le naturel. Au regard des potentialités sur les marchés internationaux et des atouts de la Tunisie (en termes de biodiversité, de savoir-faire, etc.), l'exportation des produits biologiques et biotechnologiques se confirme comme un pilier de la croissance pour les prochaines années.

En optant pour l'agriculture biologique, l'agriculteur vise en premier lieu à augmenter son revenu notamment si ces produits sont exportés vers les marchés extérieurs. Les agriculteurs bio travaillent en étroite collaboration avec les industriels chargés de traiter et de conditionner les produits à vendre comme c'est le cas, par exemple, pour l'huile d'olive et les dattes.

Généralement, les produits bio sont vendus plus cher que les produits conventionnels compte tenu du coût de production. Les produits agricoles biologiques contribuent à concurrence de 14% dans la valeur globale des exportations agroalimentaire en 2018, assurant ainsi une progression nettement remarquable par rapport au taux de 4% enregistré en 2010[39].

Le tableau ci-dessous montre l'évolution de la contribution des produits bio dans la valeur des exportations. La Tunisie peut donc très bien se positionner sur ce marché vu la longue expérience acquise par certains producteurs et industriels qui ont su s'intégrer dans les grandes chaînes de distribution en Europe et ailleurs. Les perspectives s'annoncent prometteuses à condition de savoir diversifier les produits exportés pour ne pas se limiter essentiellement à l'huile d'olive et aux dattes. Il est possible d'exporter d'autres produits à valeur ajoutée, en grandes quantités, comme le miel, les conserves alimentaires et autres.

Tableau 63: Evolution de la contribution des produits bio dans la valeur des exportations

Année	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Contribution des produits BIO dans la valeur des exportations	4%	4%	4%	5%	5%	9%	11%	13%	14%

***Source** : ONAGRI*

[39] http://www.onagri.tn/uploads/images/filieres/bio/mai2019/Fiche-indicateur-BIO-MAi2019.pdf

III.12.5.13 L'adoption de l'ICD (Irrigation Complémentaire Déficitaire)

L'autosuffisance alimentaire a été abandonnée en Tunisie au profit de la sécurité alimentaire, où la valeur des exportations agricoles doit permettre d'équilibrer l'importation et de fait la balance commerciale alimentaire. On veut donc développer les avantages comparatifs de l'agriculture tunisienne traditionnelle (dattes, olives, agrumes, etc.) ou revisitée (fleurs coupées, primeurs, plantes médicinales et cosmétiques, etc.) qui sont parfois des cultures pluviales, où le retour à des variétés indigènes permettrait de produire en mode pluvial et de recentrer l'usage de l'eau vers des cultures à haute valeur ajoutée, en cohérence avec le principe de la valorisation de l'eau verte au maximum du mètre cube utilisé.

Ali Mhiri[40] préconise une irrigation complémentaire pour assurer la sécurité d'approvisionnement minimum des productions stratégiques comme les céréales. L'objectif est que les cultures irriguées à forte valeur ajoutée permettent de hisser durablement la valeur de la production irriguée par rapport à la valeur de la production agricole totale. Il s'agit d'optimiser les superficies irriguées par rapport aux ressources en eau effectivement disponibles.

Ali Mhiri mise sur la mutation de notre agriculture actuelle en une autre beaucoup plus performante, inclusive et durable, diversifiée, intégrée, propre, en mesure de rétribuer équitablement les différents acteurs des chaînes de valeurs, dont en premier lieu l'exploitant agricole et ses salariés, valorisant au mieux nos ressources naturelles et nos avantages comparatifs pour en faire la colonne vertébrale du développement rural intégré. Elle est basée sur un nouveau paradigme de rupture et de transformation des systèmes pluviaux.

Cette transformation consiste en une rupture avec la contrainte de l'aléa pluviométrique avec pour objectif l'augmentation des rendements mais aussi et surtout leur stabilisation à un niveau de référence (production annuelle garantie : céréales stratégiques, résilience climatique de la production oléicole, etc.), celui considéré comme un bon rendement du système pluvial au niveau local. Ainsi, il n'y aura plus de mauvaises récoltes pour cause de déficit pluviométrique.

Ce découplage des systèmes pluviaux de l'aléa pluviométrique sera assuré par le comblement du déficit pluviométrique mensuel par rapport à la pluviométrie moyenne locale par des Irrigations complémentaires déficitaires (ICD) qui, très économes en eau, auraient en conséquence une efficacité hydrique supérieure, qui se traduirait par un gain de productivité physique et d'efficience économique.

III.12.5.14 L'Assurance Climatique

Les agriculteurs sont les premiers à subir les conséquences des changements climatique notamment liées aux événements extrêmes tels que les inondations et la sècheresse. Les risques climatiques revêtent une importance considérable pour les agriculteurs. Cette situation concerne non seulement les exploitants dont le revenu et la consommation dépendent directement de l'agriculture, mais aussi les habitants des régions rurales dont les revenus du travail, salarié ou non, sont indirectement fonction de la propagation de résultats agricoles favorables dans la chaîne de valeur et les relations locales. Les chocs climatiques non assurés affectent donc aussi les ouvriers agricoles, les fournisseurs d'intrants, les chefs d'entreprise et les travailleurs de l'agro-alimentaire ainsi que les fournisseurs de biens et de services non marchands de l'économie rurale non agricole.

Les agriculteurs doivent ainsi faire face à l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements climatiques défavorables. La réalité est telle qu'aujourd'hui, les agriculteurs seuls ne peuvent pas faire face à ces risques.

A cet effet, la CTAMA a été chargée de gérer le fonds d'indemnisation des agriculteurs et pêcheurs victimes de calamités naturelles. Le fond, institué par la loi de finances de l'année 2018 est activé. Sa gestion est confiée à la CTAMA (Caisse Tunisienne d'Assurance et de Mutuelles Agricoles). Les ressources proviendront d'une dotation annuelle de 30 MD allouée par le budget de l'Etat, d'une cotisation de 2.5% sur la valeur des produits et des frais de production à payer par les assurés eux-mêmes et d'une taxe de 1% sur les produits agricoles.

[40] Ali Mhiri. L'agriculture tunisienne à la croisée des chemins. Quelle vision pour une agriculture durable?», 2018.

Si la souscription à cette assurance est facultative, l'accès à la couverture des risques sera limité aux assurés. Un grand effort pédagogique est nécessaire afin d'en expliquer les modalités opérationnelles.

Il faut par ailleurs développer une protection sociale de la paysannerie rurale, avec notamment la création d'un fonds national d'adaptation et de résilience climatique et d'un nouveau concept de compensation des prix des denrées alimentaires de base, mais ciblé uniquement pour les populations vulnérables et en majorité rurales.

III.12.5.15 Une CES de Terroir, Inclusive, Productive, Ecologique et Résiliente

La production agricole sur terres non irriguées exige une utilisation optimale de l'environnement physique de chaque écosystème sol-culture-climat. Dans les zones pluviales, les mesures de première importance sont celles de la conservation des ressources en eau et en sol, et de l'amélioration des pratiques agricoles susceptibles de contrôler le ruissellement avec la récupération de l'eau et du sol.

A cela, il faut conjuguer la sélection de variétés résilientes aux effets des changements climatiques, ces variétés doivent être à valeur ajoutée, résilientes à la sécheresse et capables de mieux valoriser les réserves en eau du sol.

Un plan d'adaptation des populations vulnérables au climat doit être mis en œuvre pour réduire les impacts climatiques sur les populations, notamment les plus précaires Le rôle social de l'eau prendra toute son importance dans la conservation des eaux et du sol et dans le maintien des conditions de subsistance des populations rurales les plus vulnérables[41]. Une inclusion sociale et solidaire des régions menacées par les risques climatiques futurs sera nécessaire pour éviter la désertification et l'abandon par les populations de leurs terres et de leurs moyens de survie, pour un exode rural vers les grandes villes ou une immigration incertaine.

Le Programme d'Adaptation au Changement Climatique des Territoires vulnérables de Tunisie (PACTE)[42] est sensé contribuer au développement durable et à l'adaptation aux changements climatiques des territoires ruraux vulnérables, avec comme objectif de définir et mettre en œuvre des politiques, stratégies et projets structurants de gestion intégrée des ressources naturelles dans les zones prioritaires d'intervention par les acteurs locaux et nationaux. Cet objectif s'articule autour de :

(i) La gestion rationnelle et durable des ressources naturelles vulnérables ;

(ii) Le développement économique des territoires ruraux et ;

(iii) L'amélioration de la gouvernance du développement territorial.

Les allocations d'eau des zones humides doivent également faire partie de la vision CES[43] : La Tunisie est parmi les pays dont le rapport « superficie zone humide /superficie totale du territoire » est la plus élevée. Sur l'ensemble des 42 types de zones humides couverts par la classification Ramsar, 34 sont présents en Tunisie[44].

La valeur économique de ces zones humides est très variée, allant de la pêche, l'aquaculture, l'irrigation, la production du sel, le pâturage aux intérêts paysagers et récréatifs. Force est de constater que les barrages ne remplissent pas une fonction écologique en faveur des zones humides (le débit écologique défini théoriquement par les études, n'est pas respecté par les gestionnaires, du fait d'une forte tension de la demande en eau des barrages). Garantir des allocations en eaux régulières à ces zones sensibles aux CC leur permettra de conserver leurs fonctions hydrologiques et écologiques : gestion intégrée des eaux par la rétention des eaux dans le bassin versant, l'écrêtement des crues, le soutien d'étiage et la recharge des nappes.

[41] Aménagement et conservation des terres agricoles pour une gestion durable des ressources naturelles dans un contexte du changement climatique. DGACTA. COP21, Paris.
[42] Le Programme d'Adaptation au Changement Climatique des Territoires Ruraux Vulnérables de la Tunisie (PACTE). DGACTA/AFD.
[43] Elaboration de la nouvelle stratégie d'aménagement et de conservation des terres agricoles. DGACTA. BRLi/STUDI : 2017.
[44] L'Observatoire Tunisien de l'Environnement et du Développement Durable (OTEDD) (2018), Guide pour la Gestion Durable des Zones Humides en Tunisie

Une CES écologique et résiliente au climat des zones humides, consiste donc en l'aménagement des bassins versants et des voies d'eau pour conduire l'eau de ruissellement des cours d'eau secondaires (non barrés) jusqu'aux zones humides. Ces aménagements peuvent être des endiguements des cours d'eau des affluents, et des dérivations des eaux de ruissellement vers les principales zones humides généralement en aval des versants et des réseaux hydrographiques.

La mise en œuvre des aménagements CES dans le futur doit passer de l'échelle du bassin versant à l'échelle de la parcelle et doit s'appuyer sur les agriculteurs pour qu'ils s'approprient les aménagements afin de les pérenniser. Le travail des aménagements CES doit être un travail intégré ou l'Etat doit intervenir en tant qu'acteur principal entre les différents acteurs nationaux, régionaux et locaux concernés.

III.12.5.16 L'Adaptation Climatique de l'Equipement et de l'Habitat Rural (Voir également le Levier « Développement et Aménagement du Territoire »)

Dans la ruralité profonde du pays (à l'exception des zones rurales périurbaines et assimilées à l'urbain), le constat est sensiblement le même au Nord, au Centre et au Sud :

- Une infrastructure de logements ruraux rustiques, dispersés et sous équipés ;
- Une infrastructure routière (routes secondaires et pistes rurales) plutôt dégradée, en manque d'ouvrages hydrauliques et d'entretien ;
- Une desserte en eau potable généralement par puits ou bornes fontaines, mais pas ou peu de raccordement à un système d'assainissement ;
- Une infrastructure commerciale de base limitée au strict service de base (épiceries, boulangeries, etc.) ;
- Un dispensaire de soins de base à faibles encadrement médical et moyens médicaux (première intervention, urgence, accouchement, etc.) ;
- Un établissement scolaire plutôt éloigné des logements, et des enfants parcourant des kilomètres en bordures de routes ou en zones forestières, avec tous les risques que cela comporte, et souvent un abandon scolaire précoce ;
- Un faible encadrement institutionnel ;
- Une quasi-absence de petites unités industrielles ;
- Les banques sont également quasi-absentes et n'offrent de toute façon pas de services adaptés aux sollicitations locales tournées essentiellement vers l'agriculture, l'élevage, l'apiculture, l'exploitation forestière et l'artisanat.

La présentation succincte de l'état des lieux du rural dénote de conditions de vie particulièrement difficiles et d'un développement économique et social très insuffisant. Cette situation est exacerbée par la manière de procéder des multiples intervenants et services administratifs centraux, régionaux et locaux, qui demeurent dans l'insuffisante capacité de prise en charge éloignées des problèmes ruraux[45]. La population se plaint d'être livrée à son sort par insuffisance ou absence des services administratifs, sociaux et sanitaires essentiels de la qualité et l'efficacité qui conviennent. Le code des collectivités locales adopté et les structures représentatives élues, mais les moyens manquent, en général, aux collectivités territoriales, pour réaliser les objectifs du développement local et répondre aux attentes des citoyens[46].

Il s'agit du même constat quasi généralisé des logements et des équipements précaires et en dégradation, avec la nécessité durement ressentie mais non satisfaite de les améliorer. La vision de la ruralité dans les prochaines décennies doit se pencher sur :

- Réhabilitation ou renforcement de l'habitat précaire et vulnérable aux futurs extrêmes climatiques (pluies torrentielles, crues sporadiques, pluies intenses et plus récurrentes, etc.) ;

[45] Un nouveau découpage territorial et communal a vu le jour en 2016, sans renforcement des capacités locales, et avant même la création des conseils régionaux.

[46] Journal officiel de la République tunisienne (JORT) N° 43 du 27 mai 2016. Il intervient suite à la création de 85 nouvelles municipalités (350 au total) complétant la couverture intégrale du territoire tunisien, conformément aux nouvelles dispositions constitutionnelles. Ainsi, l'ensemble des Tunisiens seront considérés effectivement en milieu communal, quel que soit leur lieu de résidence.

- Renforcement de l'habitat vernaculaire et/ou rustique par des équipements durables et de préservation des ressources naturelles (eau, énergie) : Collecte des eaux pluviales pour une plus grande résilience des besoins domestiques aux pénuries d'eau (plus aléatoires et plus fréquentes), et équipement de certains logements par des panneaux solaires domestiques (éclairage LED des logements pur atténuer la facture énergétique : résilience financière) ;
- Renforcement de la résilience au CC de l'infrastructure routière rurale (routes et pistes) par des travaux complémentaires d'ouvrages de drainage routier (buses, dalots, fossés latéraux, etc.). Ces travaux seront à même de mieux résister aux averses-crues sporadiques (plus intenses et/ou plus récurrentes du fait des changements attendus du climat) et de pérenniser les usages routiers au quotidien dans les passages difficiles (traversée des cours d'eau, etc.) ;
- Renforcement de l'infrastructure sociale de base et particulièrement les établissements scolaires par :
    - ✓ Des systèmes de collecte des eaux pluviales, traditionnels, avec traitement à la chaux des toitures des salles de classe doublés en bas de citernes (en plastique alimentaire) et de conservation de l'eau avec robinet d'usage pour les élèves) ;
    - ✓ Equipement des toilettes par un système d'assainissement des eaux usées (fosses septiques, etc.) ou raccordement à un système collectif (préservation des ressources en eau en raréfaction contre la pollution) ;
    - ✓ Panneaux solaires et d'éclairage LED des salles de classes, des bureaux et des espaces collectifs de l'établissement (résilience financière des coûts de fonctionnement des établissements) ;
    - ✓ Renforcement de l'infrastructure de transformation et d'accès au marché (centre de collecte et de commercialisation des produits du terroir, marché hebdomadaire de produits agricoles à encourager, tels que le miel, les figues de barbarie, etc.).

III.12.5.17 L'Inclusion Sociale par la Connectivité Territoriale et la Résilience aux DC (*Voir également le Levier « Développement et Aménagement du Territoire »*)

Les approches par « *CES terroir* » et « *identité hydrique* » ne sont possibles que si les agro-ruraux trouvent un espace de partage des vision et d'intérêt commun avec les acteurs institutionnels régionaux et nationaux. L'approche participative est encore plus nécessaire dans un contexte de changement climatique étant donné que les agriculteurs, les femmes rurales et les enfants en âge scolaire représentent la population la plus vulnérable aux aléas naturels. La solution n'est pas seulement dans l'octroi d'incitations fiscales et financières. Il est plutôt essentiel d'améliorer les conditions de vie, l'accès aux services de base, et la connectivité des régions de l'intérieur.

Ceci doit s'accompagner par un programme de développement régional et rural comprenant un plan d'investissement ambitieux dans l'infrastructure et les équipements nécessaires (routes, pistes et bâtiments et équipements ruraux, dispensaires, écoles, services publics et administratifs, proximité des services postaux et financiers, réseaux divers et connexion numérique, engins et machines agricoles, etc.). A ce jour la fracture sociale est manifeste lorsqu'on s'éloigne du littoral. La carte ci-dessous illustre la densité du réseau routier dans les régions et l'accès aux marchés des différentes régions de la Tunisie, avec les deux sortes de contraste : est-ouest et nord-sud

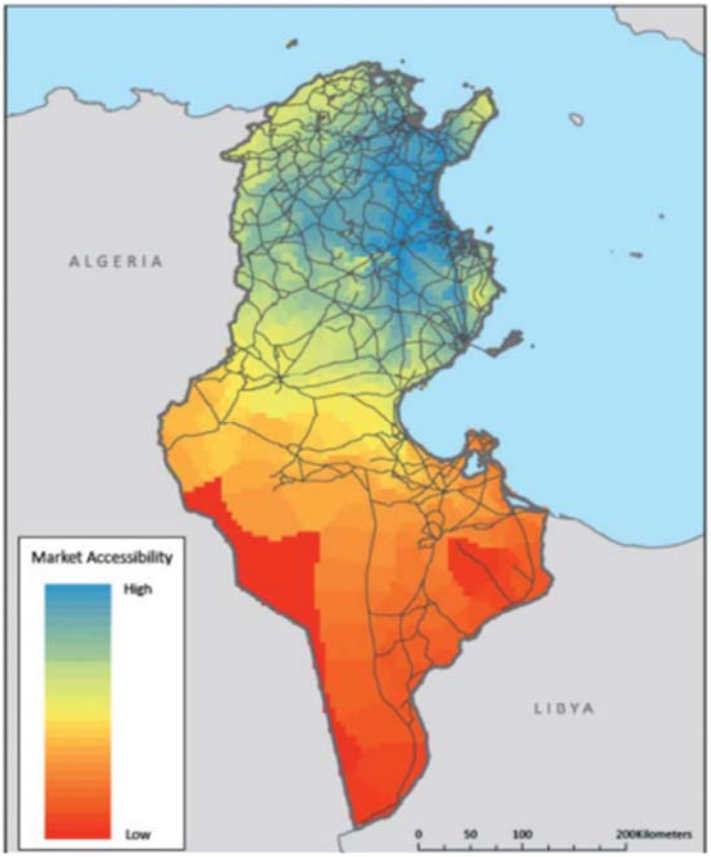


Figure 34 : Accessibilité d'échange à travers la Tunisie[47]

***Source** : BM*

L'accessibilité d'échange semble être bonne pour la plupart des zones au nord-est et au centre-est du pays mais décline rapidement pour le reste du pays. Globalement la connectivité est telle que seulement la moitié des localités se trouve à une heure de route d'une ville comptant plus de 100 000 habitants. Ces villes abritent 62% de la population totale du pays, et 71% de la population urbaine.

Le réseau routier assure la majorité des déplacements des personnes et environ 80% du transport de marchandises. Les risques conséquents au changement climatique sont liés à la dégradation des infrastructures, aux coupures de routes et la baisse de la performance en logistique. Ce réseau routier est constitué dans sa totalité d'environ 585 km d'autoroutes, 19 597 km de routes[48] dont, 13 099 km revêtues et 6 273 km non revêtues qui se décomposent comme suit :

Tableau 64: Décomposition du réseau routier en Tunisie

Autoroutes	Route Nationale	Route Régionale	Route Locale	En cours de classification
585 km	4079 km	6522 km	5849 km	2563 km

***Source** : MEH*

Les projets autoroutiers structurants une fois complétés (Tunis-Bousalem-frontière Algérienne, Tunis- Le Kef, Tunis - Jelma, Gabès – Medenine – Ras Jedir) sont appelés à contribuer à une meilleure connectivité interrégionale.

Ils seront également des axes favorables à la réduction de la fracture régionale, par un meilleur accès aux biens, services, soins, alimentation, marchés, etc. pour les populations des régions « défavorisées », à condition qu'il y ait par ailleurs un développent endogène permettant l'échange équitable et durable entre régions

[47] World Bank : the_unfinished_revolution_fre_chap10 S'attaquer aux disparités régionales. 21 pages.
[48] S. HOSNI (2011) : L'assainissement des routes. Direction Générale des Ponts et Chaussées.

La carte ci-contre illustre le déploiement actuel et futur du réseau autoroutier.



Figure 35 : Axes autoroutiers existants et projetés de la Tunisie

***Source** : MEH*

Le réseau ferré s'est développé durant la période coloniale selon une logique de drainage de l'arrière-pays vers les ports.

L'activité du transport de voyageurs et de marchandises de tout genre couvre une longueur totale de 2165 km répartis sur 23 lignes.

La ligne Sousse-Jelma a été abandonnée suite aux inondations catastrophiques de 1969



Figure 36 : Réseaux ferrés de la Tunisie

***Source** : SNCFT*

Le réseau ferré ainsi que le réseau routier ne sont pas adaptés à la résiliente climatique future.

Les infrastructures et ouvrages se développant linéairement sur le terrain au relief duquel elles apportent, par les déblais et remblais, des modifications qui perturbent les écoulements naturels ou préexistants. Toute submersion d'une route ou une voie ferrée par des eaux a des conséquences dommageables. D'une part parce que cela constitue une gêne, voir un obstacle à la circulation des véhicules, d'autre part, parce que la submersion de la chaussée et des accotements entraîne des dégradations par l'érosion hydrique, des imbibitions des sols et des couches de chaussées qui en réduisent la portance.

Pour garantir le déplacement des personnes et des marchandises (notamment les corridors alimentaires), les ouvrages hydrauliques routiers et ferroviaires sont appelés à être revus et redimensionnés. Le gabarit et le coût des ouvrages hydrauliques (fossé, buse, dalot, pont, etc.) seront comparés selon deux scénarios climatiques (avec et sans CC). Il sera ainsi déterminé un coût de l'inaction (sans CC) et comparé à une mesure non-regret (coût avec CC). Le coût de la résilience aux CC sera ainsi déterminant dans l'adaptation proactive des ouvrages hydrauliques les plus vulnérables aux CC, qu'il s'agira de rehausser, recalibrer, voire reconstruire.

III.12.5.18 L'approche Nexus « Eau/Energie/Alimentation » (Voir également les Leviers « Mise à niveau des Equipements » et « EP/RNC/ENR »)

A l'avenir, il s'agit de développer l'approche NEXUS (eau, énergie alimentation) par une démarche climato-vigilante et pour une agriculture intelligente, faite d'indicateurs quantifiables concernant l'empreinte eau, l'empreinte énergétique, l'empreinte carbone, et probablement l'empreinte « solaire » ou plus généralement l'énergie renouvelable.

Les restrictions de ressources dans tous les secteurs exigent un recentrage vers une efficacité accrue de leur utilisation, une meilleure gestion de la demande et des schémas de consommation plus durables. Sans ces changements, les trajectoires actuelles de développement pourraient menacer de pousser les systèmes socio-écologiques, toutes échelles confondues, vers des seuils critiques et des ruptures.

Il est important d'aborder la façon dont les politiques peuvent être améliorées par une perspective du Nexus de l'eau afin de créer des opportunités pour la croissance économique verte et atteindre les ODD.

Ainsi, pour accroitre l'efficacité énergétique, les autorités doivent travailler sur plusieurs volets, notamment l'introduction de nouvelles activités, à travers la création d'un tissu d'entreprises industrielles et de services autour de l'efficacité énergétique. Ceci permettra la création de toute une dynamique à l'intérieur du pays, le potentiel solaire et éolien se trouvant au cœur d'une telle stratégie.

D'autres mesures sont également à mettre en place, tel que :

- La réduction des fuites d'eau dans le réseau de distribution de l'eau potable, cet objectif lié a priori à l'économie d'eau génère également des économies d'énergie consommée par le pompage ;
- La politique de transfert des eaux est à revoir selon les objectifs du Nexus. La recherche de l'équilibre entre l'offre et la demande dans l'espace et dans le temps donne une place de choix à la politique de transfert des ressources en eau entre les régions du Nord-Ouest vers le Nord-Est et le Centre-Est. Toutefois cette stratégie a atteint ses limites du fait que c'est une stratégie basée sur l'offre et que les capacités hydrauliques sont en voie d'être dépassées. A terme, le transfert peut être à l'origine de conflit d'intérêts entre régions. Une simulation sur le modèle hydro-économique et une analyse socioéconomique comparatives entre le transfert depuis le Nord-Ouest et le dessalement pourraient dégager des enseignements fort utiles, tenant compte de l'énergie consommée pour le transfert ou le dessalement et prise en compte dans les coûts comparatifs de production ;
- Introduire l'efficacité énergétique dans les productions agricoles : systèmes d'irrigation, machines agricoles, etc. ;
- Promouvoir davantage l'autoconsommation de l'énergie photovoltaïque dans les secteurs agricole et agroalimentaire. Les promoteurs et entreprises des secteurs devraient être sensibilisés davantage concernant l'avantage de ce régime et son potentiel de l'économie des coûts électriques ;
- Valorisation énergétique des déchets des industries agroalimentaires. Une analyse du potentiel de valorisation des rejets des industries agroalimentaires est nécessaire pour définir des options économiques de valorisation des déchets dans toute la chaine d'approvisionnement ;
- Simplifier les procédures d'octroi des aides aux investisseurs pour installer ou renouveler des systèmes d'économies d'eau.

III.12.5.19 Le Découplage (Voir également l'Enjeu-2 de la croissance équitable, inclusive et durable (CEID))

Le découplage permet d'atteindre un deuxième stade de la gestion de la demande qui s'intéresse à augmenter l'efficacité sectorielle de l'utilisation de l'eau. Il s'agit de « la gestion de la demande au sens fort » qui vise à déconnecter la courbe de la demande en eau de celle de la croissance économique et de la croissance démographique. Cette déconnexion suppose essentiellement des mesures qui jouent sur la réallocation de l'eau entre différents secteurs d'usage.

Dans un contexte de raréfaction des ressources liée au changement climatique, il est opportun d'envisager un modèle de croissance économique à faible empreinte eau en misant sur des activités pas ou peu consommatrices en eau, notamment pour celles destinés à l'export. Ceci consiste à miser davantage sur l'exportation des technologies, du digital et de l'intelligence artificielle, des services autres que le tourisme, etc. D'autant qu'en Tunisie, le secteur des TIC connaît une hausse rapide avec un taux de croissance annuel moyen de 11 % en valeur réelle entre 2009 et 2014[49]. Ces activités doivent être davantage encouragées en ciblant en particulier l'offshoring.

En effet, la contribution de l'agriculture reste autour de 10% de la valeur ajoutée totale de l'économie (figure ci-dessous) pourtant 80% des prélèvements d'eau sont destinés à l'agriculture, d'où l'oléiculture est parmi le secteur à développer en chaine de valeur.

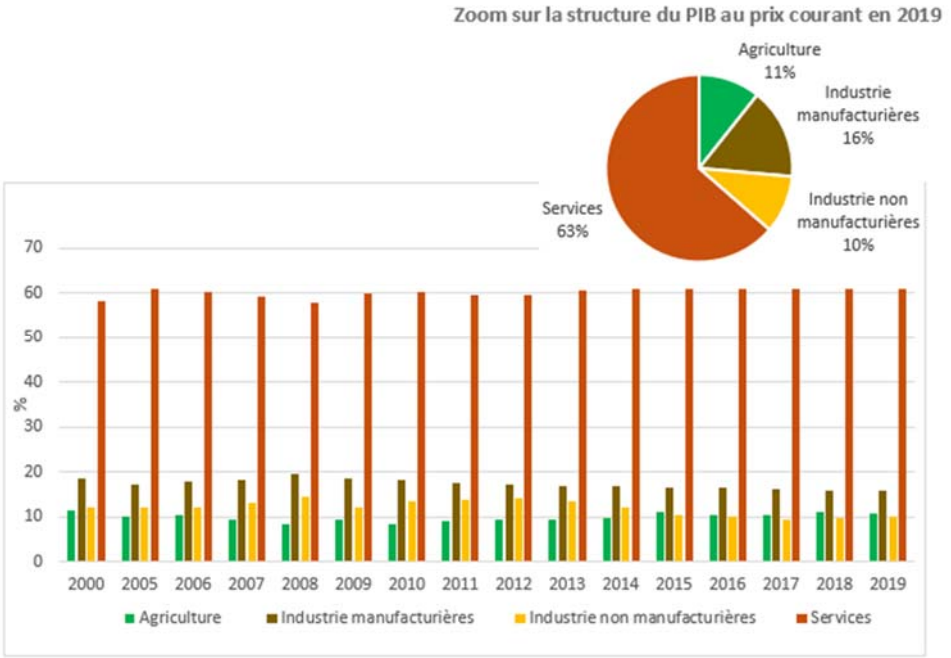


Figure 37 : Structure du PIB aux prix courants de 2000 à 2019

***Source** : l ITCEQ, Tableau de bord sur la compétitivité de l'économie Tunisienne. Traitement STUDI International, GKW*

La répartition des emplois selon les secteurs d'activités (RGPH 2014) se présente comme suit : 55% dans le secteur des services, 18.3% dans le secteur des industries manufacturières, 10,5% dans le secteur agriculture et pêche et 16,2% dans le secteur des industries non manufacturières (y c le BTP).

Le découplage en Industrie s'opère ces dernières années, par le changement de structure intra-sectorielles : le secteur des IME (industries mécaniques et électriques) se positionne comme premier secteur exportateur avec une part de 28% de l'ensemble des produits exportés devançant le secteur des ITH (industries du textile et de l'habillement), avec une part de 24%.

[49] https://oxfordbusinessgroup.com/news/tunisie-des-exportations-tic-accrues-et-une-meilleure-connectivit%C3%A9

D'autres filières à haute valeur ajoutée, sont potentiellement en croissance et/ou prometteuses pour assurer la croissance et l'employabilité des cadres, des diplômés et de la main d'œuvre. Les secteurs tels que la biotechnologie, la pharmacologie, la télémédecine, les technologies du numérique, le service et conseil (finance, ingénierie) constituent les filières d'avenir notamment dans un contexte de changement climatique et de raréfaction des ressources naturelles, mais également par leurs forts potentiels à l'export, notamment de l'économie immatérielle et du savoir. Toutefois, la structure des exportations ne laisse la place actuellement qu'à une part seulement de 25% pour les produits à « contenu technologique ».

III.12.5.20 Mode de Gestion du Risques Alimentaire Aggravé par le DC (Voir également le Levier de la « Synergie Eau Bleue/Eau Verte/eau Virtuelle »)

Le déficit pluviométrique de la Tunisie fait qu'en moyenne 47% des importations agroalimentaires sont des céréales. Sur les quinze dernières années, il n'y a eu que 4 années où les recettes d'exportation ont couvert les dépenses d'importations : 2004 (118%), 2005 (112%), 2006 (120%) et 2009 (102%). La demande alimentaire en eau a plus que triplé au cours des quatre dernières décennies. Elle se monte à 16,4 milliards m^3 en 2010 (sachant que les ressources en eau de la Tunisie sont en moyenne de 4,9 milliards m^3). Pour compléter ses besoins, la Tunisie importe en équivalent-eau (eau virtuelle) un total de 8,3 milliards m^3/an sous forme de produits agroalimentaires (céréales, fourrages, huile végétale, sucre, etc.) et exporte en équivalent-eau 2,5 milliards m^3/an sous forme de produits agricoles (huile d'olive, dattes, agrumes, primeurs). Il en résulte un apport net d'eau virtuelle de 5,8 milliards m^3/an. Ces chiffres démontrent que la sécurité alimentaire est fortement tributaire des ressources en eau, du climat et de l'eau virtuelle.

Une compétition nord-africaine aux importations de céréales, et une forte dépendance aux approvisionnements extérieurs, compliquent encore davantage l'accès de la Tunisie à ce produit alimentaire de première nécessité. En Afrique du Nord (du Maroc à l'Egypte) 2% de la population mondiale consomme 16-19% des exportations mondiales de blé par année50. Les besoins mondiaux vont s'amplifier (+40% entre 2000 et 2030) suite à la croissance démographique. Les prix alimentaires mondiaux vont subir de fortes pressions à la hausse dans les prochaines années. La volatilité des prix mondiaux, la spéculation sur les denrées alimentaires de base et une production nationale très fluctuante au climat seront à l'origine de difficultés dans les prochaines années sous la menace des changements climatiques.

Les mesures non regret pour l'atteinte de l'équilibre de la balance commerciale et alimentaire seront dans les productions « *solaires* » (produits dérivés du fort rayonnement solaire du pays), tels que l'huile d'olive (exportation en 2014 pour 490 MDT), dattes (388 MDT), produits de la mer (232 MDT), et agrumes (22 MDT) contre l'importation des eaux virtuelles sous forme de produits de première nécessité ; céréales, sucre, huile végétale, orge, semences, etc. (importation en 2014 pour 3429 MDT).

De meilleures négociations et optimisation des accords privilégiés avec l'UE sont nécessaires. Les exportations de l'huile d'olive vers les continents asiatique et africain restent faibles (seulement 3%)[51], ce qui nécessite des efforts et des renforcements de capacité des représentations diplomatiques et commerciales afin d'accéder à ces marchés qui ont un potentiel d'importation considérable, à l'instar des pays BRICS (Brésil, Russie, Inde, Chine et Sud Afrique) mais également le continent Africain, les pays du Golf, le Japon, etc.

Il est donc plus qu'urgent de promouvoir et d'assoir une politique et une diplomatie économique proactive, basée sur le co-développement et le commerce équitable : « *eau virtuelle* » contre « *produits et services dérivés solaires tunisiens* » : huile d'olive, agrumes, dattes, produits de la mer, produits agro-alimentaires - Agriculture bio – mais également tourisme et énergie solaire pour améliorer et équilibrer la balance commerciale par l'export.

Il s'agit de former et de nommer au sein des représentations diplomatiques un diplomate de haut rang rompu aux enjeux et défis économiques, sociaux et environnementaux, et qui a les prérogatives de promouvoir et de développer les exportations des dérivés solaires dans l'objectif d'équilibrer les balances alimentaire, commerciale, économique et financière du pays. Elles sont actuellement déficitaires et dépendantes de l'importation considérable et croissante de l'eau virtuelle et de l'énergie fossile. Ces deux défis (l'eau et l'énergie) sont, et seront de plus en plus cruciaux et au centre des décisions en matière de développement, de résilience climatique, de sécurité alimentaire, de croissance économique, et de souveraineté nationale.

[50] Forum de l'ATUGE 2009 : Une introduction à la problématique du développement durable en méditerranée du sud et de l'est. Roger Goudiard – AFD.
[51] ONAGRI 2018

IV Cohérence Enjeux/Défis de la Vision : Cadre Logique

La Vision de la « politique publique de l'eau », qui constitue la substance de la mission Eau 2050 confiée par le MARHP au Bureau d'études, est d'une extrême importance, car cela conditionne la « Stratégie » et les « Plans d'action ».

Cela revêt également un caractère particulier, parce que pour la première fois depuis des décennies il y a lieu et nécessité, ceci ayant été souligné dès la proposition méthodologique ainsi que son recadrage participatif par les acteurs concernés, d'opter pour un « changement de paradigme » en matière hydrique, parce que toutes les conditions à l'origine des politiques publiques ayant été mises en œuvre jusque-là sont en train de changer de fond en comble, et cela pour les dix (10) principales raisons suivantes :

i. La montée inexorable du niveau de la demande en eau alors que la mobilisation de l'eau bleue est presqu'à la limite, avec ainsi l'entrée dans une nouvelle phase de risque de pénurie, s'aggravant davantage tous les ans ;

ii. L'extrême fragilité du milieu écologique tunisien, le cadre aride de son climat, les grandes faiblesses d'organisation de son système d'irrigation et l'insuffisante maitrise des rejets de toutes natures et milieux, ont exacerbé la question de la qualité de l'eau et l'acuité des dispositions nécessaires pour sa maitrise ;

iii. L'établissement, par le biais du Diagnostic de la 2ème Etape, du fait que la conduite de la politique publique de l'eau se fait dans son ensemble avec une faible prise en compte de la rationalité économique, rendant ainsi difficile toute tentative d'évaluation de sa pertinence, son efficacité et son efficience, et posant de la sorte la séreuse question de sa durabilité ;

iv. L'une des conséquences de la non prise en compte de l'économique de l'eau se trouve dans la tarification, dont l'extrême inadéquation avec les coûts d'investissement et de fonctionnement est à l'origine de dysfonctionnements graves affectant les réseaux d'eau potable et des systèmes d'irrigation ;

v. Le passage de la question du « changement climatique » d'une période d'appréhension à une phase de certitude, est à l'origine de plus en plus de nouveaux engagements nationaux d'adhésion à la coordination internationale de volonté de maitrise des phénomènes de plus en plus ravageurs du climat ;

vi. Le constat que la politique hydrique tout le long des décennies précédentes, en ayant fait la part belle à la construction de barrages, ce qui constitue un acquis indéniable, n'a pas suffisamment intégré le concept d'« unité hydrique » entre « eaux de surface » et « eaux souterraines », ce qui a été à la base d'une stratégie plus apparentée à des zones tempérées, alors que l'aridité tunisienne met les eaux souterraines au cœur de la « problématique eau » ;

vii. La relative déconnexion entre les objectifs « du domaine de l'eau » et ceux de l'« agriculture-agroalimentaire » dans sa dimension « préservation de la souveraineté nationale » a été à l'origine d'une certaine indétermination concernant le nexus eau-agriculture-agroalimentaire et une navigation presqu'à l'aveugle en matière de stratégie d'irrigation ; par ailleurs, la faible prise en compte de l'apport réel, social et économique de l'eau verte et la non intégration de l'eau virtuelle dans le décompte de l'équilibre hydrique en matière d'échanges ont constitués des éléments manquants importants dans les politiques publiques de l'eau ;

viii. L'émergence d'une nouvelle donne « énergies renouvelables », en passe de reléguer l'énergie fossile au 2ème rang, constitue un facteur capable de changer de fond en comble la donnée énergétique, en particulier celle d'origine solaire et ouvrir ainsi une opportunité stratégique pour le dessalement en tant que composante importante des « Ressources Non Conventionnelles » d'eau ;

ix. Des options en faveur du transfert, qui ont été incontournables en matière d'eau potable mais qui sont restées sujet à évaluation de leur rationalité quand il s'agit d'irrigation, restent à l'origine de beaucoup d'interrogations lorsque cela est examiné sous l'angle de la territorialité et la territorialisation et le souci d'une vision d'aménagement du territoire et du développement régional cohérente et équitable ;

x. L'objectivisation du système décisionnel de l'hydrique et l'obligatoire prise en compte de tous les impératifs sociaux, territoriaux et économiques du développement, l'enjeu climat, la fragilité écosystémique et la nécessité d'y faire face, la tendance vers un nouveau concept hydrique basé essentiellement sur les eaux souterraines, la nécessité d'expliciter l'enjeu territorial dans le développement et son rapport au facteur eau, les changements politiques et institutionnels en cours,… ont fait qu'un nouveau mode de gouvernance participatif et responsabilisant s'impose.

A partir, à la fois, des tendances lourdes et des germes du changement, la Phase Prospective de la 3ème Etape a permis dans un premier temps d'identifier des scénarios où ce serait à chaque fois pour une grande variable du « système-eau » à en assurer le commandement et en entrainer la dynamique, à savoir : un « scénario écologique » où à c'est l'écosystème et le changement climatique qu'est accordée la prépondérance ; un « scénario territorial » où c'est à la dimension développement régional de primer sur l'ensemble du système ; un « scénario économique » où la question de la productivité, la compétitivité et la croissance sont prépondérantes et, un « scénario institutionnel », où c'est la dimension gouvernance qui imprime sa rationalité à l'ensemble du processus de maitrise de l'hydrique.

Au terme d'une évaluation des effets de chacun des 4 scénarios précités c'est vers un scénario « composite », le scénario « Eau DD : Eau et Développement Durable », de combinaison et d'articulation entre les quatre scénarios précédents, qu'il a été choisi de s'orienter, en raison de sa capacité à maximiser de la durabilité. C'est ce scénario qui a servi de base à l'élaboration de la Vision

Par ailleurs, le délai de 30 ans de mise en œuvre d'Eau 2050, appelée à être déployée sur la période 2021-2050, constitue le temps long suffisant pour faire aboutir les objectifs de la vision ainsi identifiée ; toutefois, il s'agit d'une « construction d'accumulation », dont les composantes s'articulent de manière aussi bien « circulaire », liée à la cyclicité des phénomènes, qu'« ascendante », en tant que marque attendue d'aspiration au progrès, de façon à conduire le système hydrique, progressivement mais avec assurance, du point « A » actuel, caractérisé par la prépondérance du risque social, économique, écologique et territorial, vers le point « B » ciblé par le Maitre d'ouvrage et pris en compte par la Mission Eau de 2050, d'une desserte en eau : sécurisée, à la quantité optimale et la qualité requise, socialement inclusive et territorialement équitable, économiquement efficiente et écologiquement durable, avec une gouvernance participative.

Cette construction articulée, circulairement itérative et à perspective ascendante d'Eau 2050, se fera sur la base d'une Stratégie faisant clairement apparaitre les objectifs, les moyens, les acteurs, le cadre institutionnel et la modalité de la gouvernance nécessaires à son aboutissement cohérent et durable, ainsi que par le biais de 4 Plans d'action couvrant les périodes : 2021-2025, 2026-2030, 2030-2040 et 2040-2050.

C'est ainsi que la Vision a été élaborée sur la base :

- D'un côté, l'identification les « Leviers » sur lesquels il s'agira de s'appuyer pour le déploiement de la Stratégie et la Mise en Œuvre des Plans d'Action ;
- D'un autre côté, la construction de la « combinaison » qui convient entre les différents leviers, afin que cela se mette dans la synergie idoine pour l'aboutissement harmonieux de l'ensemble.

Cela devrait partir d'un ciblage raisonné de la mise en œuvre et des effets des différents leviers, permettant de pouvoir établir que l'ensemble des dispositifs qui auront ainsi été activés contribueront à l'atteinte des objectifs d'Eau 2050.

A ce titre il y a lieu de rappeler une mise au point importante concernant la « scénarisation ». Pour Eau 2050 c'est le scénario « Eau DD » qui a été retenu et il n'y en a pas d'autre, sauf que la mise en œuvre en sera progressive et cumulative. Mais il ne s'agit pas dans ce cas de différents scénarios minimaliste, médian ou maximaliste, mais simplement du « phasage de mise en œuvre » du scénario retenu, sur la base d'une périodisation qui correspond, pour le plus de cohérence possible avec la stratégie, à celles des 4 Plans d'action.

C'est ainsi que l'on peut retenir l'ordonnancement suivant de déroulement d'Eau 2050, avec :

i. **Une Etape A pour l'Horizon 2025** : d'« d'Implémentation d'Eau 2050 », dont en particulier la prise en compte des « Coups partis », des « Coups partants » et l'« engagement des Mesures d'Urgence » ;

ii. **Etape B pour l'Horizon Horizon 2030** : « Forte Réduction des Dysfonctionnements Hérités et Engagement Complet d'Eau 2050 »

i. **Etape C pour l'Horizon 2040** : « Dépassement des Dysfonctionnements antérieurs et Déploiement intégral d'Eau 2050 »

ii. **Etape D d'Eau 2050/Horizon 2050** : « Nouvelles Mesures d'Actualisation et de Rénovation d'Eau 2050 ».

La structure du cadre logique est que cela a été conçu pour constituer une Synthèse Opérationnelle de la Vision, avec ses 2 grands blocs :

- Un 1er Grand Bloc fait de la Perspective Nationale en matière de Développement et d'Aménagement, devant servir de Cadre de Référence pour la Refondation du Système-Eau de Tunisie et avec laquelle ledit système aura à composer

- Un 2ème Grand Bloc fait des Huit (8) Leviers à activer pour que précisément non seulement le Système-Eau puisse relever les dédis posés mais pour qu'également le Système Référentiel de Développement et d'Aménagement puisse être en mesure d'intégrer les conditionnalités du Système-Eau découlant à la fois du reste de potentiel à valoriser mais également des contraintes à l'œuvre et en perspective dont le Changement Climatique n'est pas la moindre.

C'est ainsi que pour chacun des Sept (7) Enjeux (Amont) et des Huit (8) Leviers (des Défis Aval) il a été procédé à l'identification des Sept (7) paramètres structurants suivants :

i. L'identifiant du paramètre et les Objectifs Stratégiques (OS) qui lui sont liés
ii. Les Indicateurs de qualification et de suivi des OS
iii. Les Orientations/Options/Types d'action à engager dans le cadre de l'Enjeu ou du Levier/Défi
iv. Les Opportunités favorables dont il s'agirait de tirer profit dans le sens du déploiement d'Eau 2050
v. Les Dividendes de la Mise en Œuvre englobant les avantages attendus
vi. Les Risques dont il s'agit de mitigeur les effets
vii. Les Coûts de la Non-Mise-En-Œuvre

Par ailleurs, les 7 Enjeux et les 8 Leviers renvoient suffisamment els uns vers les autres pour qu'Eau 2050 soir considéré comme un Système Solidaire dont la dynamique globale est non seulement fortement impactée par chacune de ses composantes mais aussi le fonctionnement harmonieux, cohérent et intégré de ses différents sous-systèmes.

A ce titre, le Modèle Hydro-Economique de simulation et d'accompagnement décisionnel exprime le souci d'inscrire tout Eau 2050 dans un cadre de rationalité prenant en compte les principales variables de comportement et d'intervention dans leurs évolutions propres et leurs interactions afin de refléter ainsi l'extrême complexité du système écologique, anthropique et territorial de l'eau et éviter le simplisme du tâtonnement non raisonné qui peut être, trop souvent, source d'inefficacité multidimensionnelle.

Composante : Vision
Enjeux de Développement et d'Aménagement et Défis par type de Levier

Enjeux (Amont) de la Vision :

Les Enjeux Nationaux de Développement et d'Aménagement en tant que Cadre d'Orientation pour la Vision Eau 2050

Intitulé de l'Enjeu et Objectifs Stratégiques (OS)	Indicateurs (IDICAT) d'OS	Orientations / Options / Types d'action	Opportunités	Dividendes de la Mise en Œuvre	Risques	Coûts de la Non-Mise en Œuvre
1. **Enjeu-1 :** Démographique d'évolution des populations urbaines et rurales et OS d'équilibre Rural/urbain au moyen notamment de l'appui au développement agro-rural	i. Accroisst pop tot : + 0,5% ii. Accroisst pop urb : + 0,9% iii. Accroisst pop rur : - 0,6% iv. Population totale 2050 : 13,8 M (+2 M entre 2020 et 250) iv.Populat urbaine 2050 : 10,8 M (+2,6 M entre 2020 et 250) iv. Population rurale 2050 : 3,0 M (- 0,6 M entre 2020 et 250)	a. Equipement des territoires et plus particulièrement les zones rurales b. Appui économique et social au développement agricole c. Articulation ville-campagne par l'échange et la complémentarité d. Renforcement des capacités et plus particulièrement celui de la femme rurale	i. Nouvelles tendances pour plus d'intérêt au développement agro-rural de la part des jeunes ii. Développement de l'économie verte, la bio-agriculture, la permaculture et le souci d'inclusivité et de durabilité	a. Promotion de la vie rurale et réduction de la pauvreté a. Réduction de la pression sur les villes sous la firme d'habitat et de quartiers non structurés b. Bonne occupation du territoire y compris pour des objectifs de sécurité c. Plus grande synergie inter-secteurs notamment au moyen du développement des chaines de valeurs	i. Réduction de l'effort orienté vers la promotion-développent du monde rural au niveau notamment des équipements et services publics ii. Accélération de l'exode rural et de la baisse des populations des campagnes iii. Apparition de phénomène de friche agricole et de désertification par abandon	a. Accentuation des déséquilibres entre zones et populations urbaines et rurales b. Irréversibilité de la dégradation des sols et des milieux c. Baisse de la productivité et la production agroalimentaires et risques d'aggravation des déséquilibres commerciaux et économiques d. Pression sur les villes en termes de demande d'emploi et de conditions de vie décentes
2. **Enjeu-2 :** De la croissance équitable, inclusive et durable (CEID) et ce qui en découle comme (OS) au niveau de l'équilibre de la structure du PIB exprimée en agrégats économiques	i. Croissance globale du PIB de 4% par an au cours de 2021-2050 (dont 4%, 5%, 4% et 3,5% pour les périodes : 2021-2025, 2026-2030, 2031-2040 et 2041-2050) ii. Accroissement de la Consommation de 3,5% par an au cours de la période 2021-2050 iii. Augmentation de l'Epargne de 6,5% par an au cours de la période 2021-2050 iv. Accroissement de l'Investissement de 4,8% au cours de la période 2021-2050 v. Croissance de l'Export de 4,7% au cours de la période 2021-2050 vi. Evolution de l'Import à raison de 3,9% par an.	a. Mettre au point une stratégie de développement basée sur des principes d'équité et d'efficacité et négociée avec ls acteurs b. Respecter les indicateurs d'OS tel que déclinés précédemment afin de sauvegarder durablement ls gnafres équilibres macroéconomiques c. Le schéma de croissance tel que décliné suppose un modèle basé sur l'efficacité, la montée en gamme dans la chaine de valeurs et l'équité en matière de distribution	i. Beaucoup d'enseignements tirés de l'expérience d'avant-14, d'apr-s14 et de la Covid-19 ii. L'économie tunisienne a à plusieurs reprises montré de la résilience iii. Il existe des poches de productivité inexploitées qui restent mobilisables iv. Des domaines d'activité tel que le numérique, le biotique, les ENR, présentent des perspectives prometteuses	a. Mettre fin aux incertitudes de la mal gouvernance économique b. Rétablir la confiance intérieure et extérieure c. Assurer une croissance permettant aussi bien le progrès social que l'investissement d. Prendre compte les exigences d'équilibre extérieur et réduire progressivement la toxicité de l'endettement excessif	i. Absence de consensus national sur la manière de rétablir les équilibres macroéconomiques ii. Absence de bonnes conditions de partenariat international iii.Non adoption de règles de rationalisation économique, capables de développer de la productivité, l'efficacité, l'intégration inter et intra filières et la montée en gamme technologique.	a. Aggravation des déséquilibres macroéconomiques b. Accentuation des dysfonctionnements c. Dégradation du social d. Blocage des Projets d'investissement public e. Détérioration des rapports de partenariat international f. Aggravation du déséquilibre du commerce extérieur et de la balance des paiements
3. **Enjeu-3 :** De la CEID en termes de viabilité de la structure sectorielle du PIB	i. Evolution de la part de des Industries Manufacturières de 20% en 2010 et 15% en 2020 à 25% en 2050 ; ii. Evolution de la part de de l'Agriculture de 10% en 2010 et 11% en 2020 à 7,5% en 2050 ;	a. Rationalisation et optimisation renforcées de l'Agriculture afin de la maintenir à un seuil minimal de base en termes de poids dans le PIB ; b. plus grande prise en compte des chaines de valeur ; b. Changement de paradigme en matière Industrielle, par la modernisation numérique, la productivité et la recherche appliquée et l'intégration de chaines de valeur afin de pouvoir face aux besoins : en emploi, exportation, croissance résiliente et développement des territoires.	i. Pour l'agriculture, il existe des possibilités de progrès encore inexploitées, mais cela passe par le réforme foncière, l'organisation associative, le crédit et l'appui ; ii. Pour l'industrie, il s'agirait de passer à une nouvelle génération de sous-traitance internationale plus intégratrice et plus porteuse en matière de technologie ;	a. Pour l'agriculture, génération de meilleures revenus agricole, moins de dépendance alimentaire, plus grande intégration intersectorielle, meilleur développement des territoires ; b. Pour l'industrie, plus de valeur ajoutée, contribution à de meilleurs équilibres commerciaux et de paiements extérieurs ; plus de possibilités d'emploi des jeunes et des diplômés, participation à l'équilibre de développent des territoires ;	i. Au niveau de l'agriculture, dégradation des ressources, trop de dépendance vis-à-vis des intrants importés, désorganisation des circuits de commercialisation, non-performance des structures associatives, mauvaise conduite des travaux agricoles, faiblesse de l'encadrement ; ii. Pour l'industrie, persistance des stratégies de compétitivité par les bas salaires, faible contenu technologique, dualisme marché extérieur/marché intérieur, dualisme informel/structuré.	a. Pour l'agriculture, dégradation des ressources, baise des rendements aggravation de la dépendance alimentaire, baise des revenus des ruraux, exode rural ; b. Pour l'industrie, faible intégration intersectorielle et inter et intra branche, moindre contribution au PIB,, à l'export et à l'emploi, non-participation à la promotion-développement des territoires.

Composante : Vision
Enjeux de Développement et d'Aménagement et Défis par type de Levier

Enjeux (Amont) de la Vision :

Les Enjeux Nationaux de Développement et d'Aménagement en tant que Cadre d'Orientation pour la Vision Eau 2050

Intitulé de l'Enjeu et Objectifs Stratégiques (OS)	Indicateurs (IDICAT) d'OS	Orientations / Options / Types d'action	Opportunités	Dividendes de la Mise en Œuvre	Risques	Coûts de la Non-Mise en Œuvre
4. Enjeu-4 : Du rapport Agriculture Pluviale / Agriculture Irriguée en termes de Complémentarité / Harmonie / Cohérence	i. Croissance Globale du secteur agricole de 3%, 4%, 3% et 2,5% en moyennes annuelles pour les périodes respectives de 2021-2025, 2026-2030, 2031-2040 et 2041-2050 ; ii. Croissance Spécifique du secteur agricole en « Irrigué » de 4%, 5%, 4% et 3,5% en moyennes annuelles pour les périodes respectives de 2021-2025, 2026-2030, 2031-2040 et 2041-2050 ; iii. Croissance Spécifique du secteur agricole en mode « Pluvial » de 2%, 3%, 2% et 1,5% en moyennes annuelles pour les périodes respectives de 2021-2025, 2026-2030, 2031-2040 et 2041-2050.	a. Pour le mode « Pluvial » ou encore « Eaux Vertes » le « minimum » de croissance de la production à assurer, 2% par an en moyenne, ne devrait être obtenu qu'essentiellement au moyen de la sauvegarde des ressources et des écosystèmes, particulièrement par la mitigation des effets du changement climatique, en plus de tes les autres instruments présentés dans partie (Agriculture + Industrie) ; b. Pour le mode « en Irrigué », ou encore « Eaux Bleues + Eaux Vertes », étant donné les investissements qui y sont consacrés, il s'agira de la rationalisation des processus par les meilleures conduites culturales, l'économie de l'eau, l'entretien des équipements, le bon choix d'assolement, le développement des chaines de valeur, le renforcement des capacités, le développement de l'associatif et l'appui.	i. Prise de conscience à plusieurs niveaux de l'importance des « Eaux Vertes » dans l'équilibre hydrique, la valorisation agroéconomique et la sauvegarde des écosystèmes ; ii. Prise de conscience des limites en matière de mobilisation des « Eaux Bleues » et la nécessité de « changement de paradigme » ; iii. Effet attendu de l'intégration de l'économique de l'eau et ce que cela est appelé à révéler en termes de « coûts » des Eaux Bleues et d'avantages des Eaux Vertes	a. Meilleur viabilisation de l'agriculture pluviale et effets socioéconomiques et territoriaux majeurs découlant d'une telle viabilisation ; b. effet positif sur des spéculations stratégiques tel que l'olivier, les céréales, les fourrages et l'élevage, décisifs pour la balance commerciale agricole et la souveraineté alimentaire ; c. Réduction de la pression sur la composante irriguée de l'agriculture dans des conditions de changement climatique appelée à réduire la marge de manœuvre en matière hydrique.	i. Absence d'une nouvelle politique en faveur du pluvial au moyen notamment d'investissements de CES et de sauvegarde des ressources ; ii. Non limitation des politiques des prix à la production administrés ou alignés sur les prix internationaux tenant trop peu compte des coûts et des rendements des PM-Exploitations et provoquant la paupérisation et l'abandon ; iii. Insuffisance/absence de politiques d'appui multidimensionnelles pour intégrer le secteur pluvial dans des chaines de valeur d'amélioration de la maitrise des processus et d'augmentation des revenus.	a. Régression de la composante agricole et agroalimentaire en rapport avec le pluvial ; b. Trop forte pression sur la composante « irrigué » dans des conditions difficiles de changement climatique ; c. Effets négatifs sur les écosystèmes en raison de la faiblesse/absence de politique de CES de promotion de l'agriculture pluviale ; d. Effets négatifs sur les conditions de vie de l'immense majorité de petits et moyens exploitants ne vivant que du pluvial.
5. Enjeux-5 : Du volet Social de l'Esquisse du Schéma de Développement à l'Horizon 2050 : la Composante Emploi OS : Impulser une politique d'emploi d'éradication du chômage à l'Horizon 2050 et de cohérence intersectorielle de la structure d'emploi.	i. En conséquence de l'évolution démographique : accroissement annuel moyen de la population active, soit de la demande d'emploi, de : + 1,43% par an, soit + 79.000 emplois en moyenne sur les 30 prochaines années ; ii. En tant que résultat de la croissance et sur la base d'une « élasticité Emploi/PIB de 0,54, il s'agira d'un accroissement annuel moyen de la population active, l'offre d'emploi, de +2,16% par an, soit 103.000 emplis en moyenne sur les 30 prochaines années ; iii. Avec une telle perspective et un volume de chômage de 725.000 personnes en 2020, le taux de chômage actuellement de 17,4% passera juste en-dessous de 15% en 2025, juste en-dessous de 10% en 2030, en-dessous de 5% en 2040 et sera réduit à ce qu'on appelle le « chômage de friction » (le temps minimal nécessaire d'adéquation entre demande et offre d'emploi) en 2050.	a. Création de 38.000 emplois additionnels par an en moyenne dans les Services Marchands (SM) ; b. Création de 25.000 emplois additionnels par an en moyenne dans les Services Publics et Administratifs (SPA); c. Création de 24.000 emplois additionnels par an en moyenne dans les Industries Manufacturières (IM); d. Création de 19.000 emplois additionnels par an en moyenne dans le BTP ; e. Création de 2.000 emplois additionnels par an en moyenne dans les Mines et Energie ; f. Maintien de l'Emploi Agricole.	i. Espoir de sortie de la transition difficile et de passage vers une croissance durable ; ii. Existence de capacités de résilience de l'économie tunisienne très mises à mal mais pas détruites ; iii. A priori il existe des indicateurs de forte reprise de la croissance mondiale qui peut être une opportunité pour l'export tunisien ; iv. Nécessité de rééquilibrage de la structure sectorielle de l'emploi tunisien après la « déformation » subie par 11 années d'« errance économique ».	a. Satisfaction de la plus importante demande sociale depuis 2011 ; b. Rééquilibrage intersectoriel de l'emploi suite à la « déformation » subie par l'après-2011 ; c. Réalisation d'objectifs sectoriels spécifiques importants tel que le développement des Services Publics, la promotion de l'Emploi Industriel, la sauvegarde de l'emploi agricole, l'accompagnement de la croissance par l'emploi des Services Marchands.	i. Non-exploitation des possibilités sociopolitiques et institutionnelles de sortie du blocage de 11 ans ; ii. Faible appui du partenariat international ; iii. Faibles dynamiques de certains secteurs tel que les Industries Manufacturières dont le rôle dans l'emploi est déterminant.	a. Plus grande inquiétude sociale provoquée par le maintien du chômage à des niveaux élevés ; b. Déséquilibre intersectoriel de l'emploi compromettant la croissance de cohérence et de durabilité ; c. Effet socioéconomique négatif d'une croissance insuffisante de l'emploi des IM et effet social également négatif d'une croissance insuffisante de l'emploi dans les SPA.

Composante : Vision
Enjeux de Développement et d'Aménagement et Défis par type de Levier

Enjeux (Amont) de la Vision :

Les Enjeux Nationaux de Développement et d'Aménagement en tant que Cadre d'Orientation pour la Vision Eau 2050

Intitulé de l'Enjeu et Objectifs Stratégiques (OS)	Indicateurs (IDICAT) d'OS	Orientations / Options / Types d'action	Opportunités	Dividendes de la Mise en Œuvre	Risques	Coûts de la Non-Mise en Œuvre
6. **Enjeu-6 :** Esquisse de SNAT (Schéma National d'Aménagement du Territoire) avec pur finalité (le développement inclusif et durable des territoires OS : Engager une politique d'infrastructures et d'investissement qui limite l'effet déséquilibrant de la littoralisation excessive. Les OS concernant cette composante sont en rapport avec l'emploi par Gouvernorat. Il s'agit en l'occurrence de maintenir un accroissement de l'emploi malgré le déclin démographique afin précisément de pouvoir l'enrayer.	i. Objectifs de parts d'emploi à l'Horizon 2050 de : ➢ 30,3% pour le Grand Tunis ➢ 14,6% pour le Nord-Est ➢ 6,3% pour le Nord-Ouest ➢ 26,2% pour le Centre-Est ➢ 10,2% pour le Centre-Ouest ➢ 8,0% pour le Sud-Est ➢ 4,4% pour le Sud-Ouest Cette projection de l'emploi étant « au service de la tendance démographique » suivante afin que le déclin n'aille pas plus loin. ➢ 30,1% pour le Grand Tunis ➢ 15,2% pour le Nord-Est ➢ 6,9% pour le Nord-Ouest ➢ 26,1% pour le Centre-Est ➢ 11,2% pour le Centre-Ouest ➢ 8,5% pour le Sud-Est ➢ 4,7% pour le Sud-Ouest ii. Exprimé autrement, l'Enjeu emploi territorial revient à ce que le Corridor Bizerte-Sfax accueille 74% de l'emploi additionnel d'ici 2050, soit 2.371.000 emplois, pour permettre ainsi à « tout l'Ouest et le Sud » de disposer des 26% restants, soit 843.000 emplois.	Les orientations principales consistent dans l'appui au développement des territoires au moyen de : a. l'Equipement en infrastructures modernes b. le renforcement de la connectivité c. la mise en place et la promotion de services publics et privé de qualité d. L'octroi d'avantages fiscaux et de bonification d'intérêt pour la promotion de projets e. L'appui multidimensionnel, cohérent et conséquent à l'agriculture et le développement rural f. Le formation professionnelle g. L'implantation de noyaux universitaires de rayonnement et d'innovation h. Le renforcement des capacités et la modernisation de l'Administration régionale et locale i. L'encouragement à l'intégration dans des dynamiques de filières de valorisation et d'accumulation j. La promotion d'approches de développement inclusives et durables intégrant la sauvegarde des écosystèmes et l'appui à la femme rurale k. La résilience économique et sociale par la diversification au moyen notamment du développement industriel des territoires	i. Sensibilisation nationale aux thématiques de développement des territoires ii. Difficultés du modèle de développement du « tout à la littoralisation » iii. Nouvelles tendances mondiales favorables au développement endogène, la production et l'échange de proximité, la limitation des déplacements inutiles gaspilleurs d'énergie iv. Possibilités offertes par les IT et le travail à distance v. Les opportunités pour la bio-agriculture et les produits de terroir vi. La tendance en faveur des énergies renouvelables et les possibilités ainsi offertes d'énergie accessible, écologique et à meilleur marché.	a. Non-aggravation du déclin démographique au-delà de ce qui est déjà constaté et le tendanciellement projeté b. Réaffirmation du rôle de l'agriculture et du poids socioéconomique du rural c. concrétisation des valeurs du développement équitable, inclusif et durable d. Rationalisation du fonctionnement générale du Territoire et de l'articulation National-Régional-Local e. Mobilisation des forces de l'ensemble du territoire en faveur de l'intégration maghrébine et l'insertion avantageuse dans la dynamique mondiale	i. Absence de conception, adoption et mise en œuvre d'un SNAT Horizon 2050 ii. Maintien de l'avantage de la littoralisation à orientation compétitivité-bas-prix aux dépens de l'Ouest et du Sud iii. Dégradation des conditions de l'agro-rural iv. Non émergence de Pôles Compétitifs d'Equilibre dans l'Ouest et le Sud v. Non-densification-maillage des réseaux de connectivité vi. Absence cde politique de décentralisation industrielle et de diversification économique	a. Poursuite du déclin démographique de régions de l'Ouest b. Décrochage des régions de l'Ouest et du Sud de la dynamique de développement c. Menaces de désertification des espaces ruraux par l'abandon et l'exode d. Menace relative à la sauvegarde des écosystèmes par l'occupation de la terre et la pratique d'une agriculture durable.

Composante : Vision
Enjeux de Développement et d'Aménagement et Défis par type de Levier

Enjeux (Amont) de la Vision :

Les Enjeux Nationaux de Développement et d'Aménagement en tant que Cadre d'Orientation pour la Vision Eau 2050

Intitulé de l'Enjeu et Objectifs Stratégiques (OS)	Indicateurs (IDICAT) d'OS	Orientations / Options / Types d'action	Opportunités	Dividendes de la Mise en Œuvre	Risques	Coûts de la Non-Mise en Œuvre
7. **Enjeu-7 :** Prise en compte des contraintes majeures de finances publiques pour la période 2021-2025 et l'effet sur l'« Implémentation » d'Eau 2050	i. Croissance 2020 : -9% ii. Croissance 2021 : +3% iii. Inflation 2021 : 5,7% iv. Part de la MS dans le Budget (Ressources Propres) : 2013 (48,1%) ; 2020 (63,0%) ; v. Part des Dépenses d'Intervention DI (C de Compens + CSS+ Entr Publ) : 2016 (19,8%), 2020 (36,7%) v. Part des Dépenses de Développement DD : 2016 (25,5%), 2020 (13,7%) vi. Part du Service de la Dette SD : 2013 (22,0%), 2020 (36,5%) vii. Dette Publique DP 2020 : 93 Milliards de D ; attendu 2021 : 103 MD viii. Part DP/PIB : 2020 (79,5%, LF 2021 (90,1%) ix. Déficit paiements extérieurs/PIB 2020 -9,5%	a. Elaborer un « Plan Triennal de Développement et de Redressement Finances Publiques (PTDRFP), de la cohérence et du consensus b. Fixer les priorités du Plan Triennal c. Mettre en place un dispositif transparent de suivi et de contrôle d. L'axe majeur du Plan Triennal est la CROISSANCE, qui doit être de 4% par sur les 3 ans e. La Consommation, l'Epargne, l'Investissement et l'Export/Import devraient être dans les ordres de grandeur du Point 3	i. Recherche de consensus national minimal pour éviter l'aggravation des risques ii. Suite au Constat du blocage total concernant les Finances Publiques (au sens large), initiation de solutions de dégagement iii. Après les -9% de croissance de PIB l'année 2021, le retou à une croissance de +3% prévue pour 2021 constitue un certain indicateur d'amélioration au moins par la fiscalité iv. Activation du partenariat « bilatéral » (pays du Golfe essentiellement) pour contourner les difficultés du « multilatéral » (BM/FMI)	a. L'implémentation d'Eau 2050 dès 2021-2025 crédibilise la « Stratégie Eau 2050 » dans son ensemble et participe à l'accélération de sa mise en œuvre b. La Phase d'Implémentation 2021-2025 peut englober des solutions même à court terme qui peuvent d'ores et déjà commencer à contribuer concrètement au desserrage de la contrainte-eau c. Le succès de la Phase d'Implémentation constituera un premier effet démonstratif du succès potentiel de l'ensemble de la Stratégie Eau 2050 d. Le fait que la Phase 2021-2025 englobera à la fois les concepts nouveaux et des dispositifs de concrétisation, cela constituera une phase essentielle à l'initiation au changement de paradigme en tant qu'entrée en matière au changement de comportement à tous les niveaux.	i. Difficultés trop persistantes des Finances Publiques au sens large ii. Baisse des investissements publics	a. Non-démarrage des Actions Eau 2050 dans les conditions souhaitables b. Retards de mise en œuvre d'Eau 2050 et course de rattrapage aux résultats non garantis c. Effets négatifs sur la maitrise du système-Eau tel que ciblé par la Stratégie Eau 2050

Composante : Vision
Enjeux de Développement et d'Aménagement et Défis par type de Levier

Défis (Aval) de La Vision :
Les Huit (8) Leviers d'Intervention pour l'avènement d'un « Système Eau de Développement Inclusif et Durable (SEDID) »

Intitulé de l'Enjeu et Objectifs Stratégiques (OS)	Indicateurs (IDICAT) d'OS	Orientations / Options / Types d'action	Opportunités	Dividendes de la Mise en Œuvre	Risques	Coûts de la Non-Mise en Œuvre
1. **Levier 1 :** Gestion Intégrée des Eaux de Surface / Eaux Souterraines au moyen notamment de l'amélioration du Stockage des Eaux de Surface de Recharge Assistée des Nappes	i. Amélioration du Stockage des Eaux de Surface ➢ Identification des Objectifs du (OSES) ➢ Réalisation de 10% des OSES en 2021-2025 ➢ Réalisation de 30% des OSES en 2026-2030 ➢ Réalisation de 100% des OSES en 2040 ii. Recharge Assistée des Nappes ➢ Identification des Objectifs de Recharge Assistée des Nappes (ORAN) ➢ Réalisation de 10% des OSES en 2021-2025 ➢ Réalisation de 30% des OSES en 2026-2030 ➢ Réalisation de 100% des OSES en 2040	a. Pour le Stockage d'Eaux de Surface ➢ Parachèvement-Validation de l'Identification des Sites ➢ Lancement/Achèvement des Etudes Technico-Economiques ➢ Lancement des projets de Surélévation de barrages ➢ Programmation de la réalisation de nouveaux barrages b. Pour la Recharge Assistée des Nappes ➢ Elaboration de la Stratégie Nationale de la Recharge Assistée des Nappes (SNRAN) ➢ Identification du Plan d'Action et plus particulièrement les Acteurs de la Mise en Œuvre et le Financement ➢ Priorisation de la SRNA par zone hydrologique homogène ➢ Lancement de la Mise en Œuvre	a. Conviction largement partagée qe désormais il s'agit du passage à un « nouveau paradigme » en matière hydrique et dont la GIRE/ESfc/EStr constitue l'un des leviers les plus importants b. Nécessité désormais établie que le climat semi-aride et aride dominant de la Tunisie devrait accorder une importance capitale aau stockage souterrain c. Existence de l'acquis des barrages qu'il s'agit de mieux valoriser dans la transition vers la GIRE hydraulique.	i. Evolution progressive vers la maitrise des risques en matière de disponibilités en ressources hydrauliques ii. Effet positif sur l'approvisionnement en eau potable et eau d'irrigation iii. Meilleure maitrise des aléas économiques et sociaux liés à la ressource en eau iv. Plus grande valorisation des infrastructures de stockage d'eaux de surface qui ont été d'un coûts élevé supporté par ma collectivité v. Effet positif sur la qualité des eaux souterraines vi. Passage d'un « mode de gestion des flux » en matière d'eaux souterraines vers un « mode de gestion des stocks » plus porteur et plus valorisant des ressources vii. Réduction des pertes par évaporation et déversement en mer.	a. Retards dans les investissements en matière de surélévation des barrages existants ou la construction de nouveaux barrages b. Retards dans la mise en œuvre de la Stratégie Nationale de Recharge Assistée des Nappes	a. Difficulté de maitrise des systèmes hydriques intégrés b. Dégradation du pilotage général des équilibres Demande/Offre c. Aggravation du phénomène « pénurie » d'eau » d. Aggravation du risque des « extrêmes : sécheresse-inondations » e. Dégradation de la qualité f. Déstabilisation des écosystèmes f. Effet négatif sur le modèle agroéconomique, alimentaire et des échanges extérieurs
2. **Levier 2 :** Optimisation des Systèmes AEP et Irrigation + ➢ Intensification du secteur irrigué et amélioration des rendements ➢ Meilleure Valorisation Eaux Sidi Barraq ➢ Programme National d'équipement en systèmes RFA (Robinet à Fermeture Automatique) ➢ Accélération du Programme National d'économie de l'eau ➢ MEO de Programme National Qualité de l'Eau (PNQE)	i. Réalisation de la maintenance des réseaux SONEDE avec le rythme suivant : ➢ 5% à l'Horizon 2025 ➢ 15% à l'Horizon 2030 ➢ 50% à l'Horizon 2040 ➢ 100% à l'Horizon 2050 ii. Réalisation des actions d'optimisation et d'intensification des PPI selon la progression suivante : ➢ 10% à l'Horizon 2025 ➢ 30% à l'Horizon 2030 ➢ 80% à l'Horizon 2040 ➢ 100% à l'Horizon 205010% iii. Concrétisation de l'optimisation de l'exploitation de Sidi Al Barraq à l'Horizon 2025 iv. Atteinte des Objectifs d'Economie d'Eau y compris l'Action « RFA » à l'Horizon 2030	a. Elaboration de Plans de modernisation des réseaux SONEDE, SECADENOR et GR/PPI, sur la base notamment, pour le financement, de nouveaux systèmes tarifaires économiquement et financièrement adaptés b. Début de mise en œuvre des plans de modernisation des réseaux	i. Réforme des Organismes publics au moyen notamment du réexamen de la tarification et disponibilités financières attendues ii. Prédisposition, moyennant une sensibilisation approprié, à l'adhésion aux programmes d'économie de l'eau iii. Possibilités de promouvoir l'action en faveur de Sidi Al Barraq dans le cadre de l'orientation « Energies renouvelables et maitrise du changement climatique »	a. Optimisation du fonctionnement des réseaux, réduction des pertes et amélioration des rendements b. Assainissement de la situation financière des organismes publics concernés et réduction de leurs déficits et dettes c. Elévation du niveau des services rendus aux usagers d'eau potable et d'irrigation d. Accroissement de la production et amélioration des revenus par l'intensification e. Préservation de la ressource par la réduction drastique des gaspillages et les déversements en mer.	i. Retards dans la mise en œuvre des réformes organisationnelles et tarifaires des Acteurs du secteur public de l'eau (SONEDE, GDA(s), SECADENORD, DGGRRE, ii. Faible adhésion aux dispositions d'économie de l'eau iii. Retard de la mise en œuvre de l'Action orientée Barrage Sidi Al Barraq	i. Dégradation de l'état des réseaux ii. Accumulation des difficultés financières des acteurs concernés iii. Baisse du niveau des services iv. Plus grand recours à l'informel et l'illicite

Composante : Vision
Enjeux de Développement et d'Aménagement et Défis par type de Levier

Défis (Aval) de La Vision :
Les Huit (8) Leviers d'Intervention pour l'avènement d'un « Système Eau de Développement Inclusif et Durable (SEDID) »

Intitulé de l'Enjeu et Objectifs Stratégiques (OS)	Indicateurs (IDICAT) d'OS	Orientations / Options / Types d'action	Opportunités	Dividendes de la Mise en Œuvre	Risques	Coûts de la Non-Mise en Œuvre
3. Levier-3 : Développement des Ressources Non Conventionnelles (RNC) et promotion des Energies Renouvelables	**i. Indicateurs d'OS relatifs à la REUSE** - Taux de Raccordement d'Assainissement ➢ H 2025 : 68% ➢ H 2040 : 85% ➢ H 2030 : 74% ➢ H 2050 : 95% - Volumes Eaux Usées Collectées en Mm^3 ➢ H 2025 : 341 ➢ H 2040 : 454 ➢ H 2030 : 378 ➢ H 2050 : 529 - Volumes d'Eaux Usées Traitées en Mm^3 ➢ H 2025 : 327 ➢ H 2040 : 436 ➢ H 2030 : 360 ➢ H 2050 : 529 - Coûts Cumulés d'Investissement de la Collecte (en MDT) ➢ H 2025 : 1.413 ➢ H 2040 : 5.162 ➢ H 2030 : 1.871 ➢ H 2050 : 7.344 - Volumes d'Eaux Usées Traitées Valorisées en Mm^3 ➢ H 2025 : 87 ➢ H 2040 : 218 ➢ H 2030 : 119 ➢ H 2050 : 370 - Superficies agricoles irriguées en REUSE en ha ➢ H 2025 : 8.400 ➢ H 2040 : 38.700 ➢ H 2030 : 13.700 ➢ H 2050 : 52.750 - Coûts cumulés d'Investissement en STEP (en MDT) ➢ H 2025 : 1.534 ➢ H 2040 : 4.549 ➢ H 2030 : 1.832 ➢ H 2050 : 5.612 **ii. Indicateurs d'OS pour le Dessalement** - Volumes dessalés en Mm^3/an ➢ H 2025 : 148 ➢ H 2040 : 377 ➢ H 2030 : 230 ➢ H 2050 : 504 - Coûts cumulés de l'Investissement en Dessalement (en MDT) ➢ H 2025 : 1.298 ➢ H 2040 : 3.306 ➢ H 2030 : 2.017 ➢ H 2050 : 4.420 **iii.** Indicateurs **d'OS pour les Energies Renouvelables** ➢ H 2025 : 1.905 MW = 24% du Mix Electrique ➢ H 2030 : 2.935 MW = 30% du Mix Electrique ➢ H 2040 : 6.453 MW = 40% du Mix Electrique ➢ H 2050 : 13.299 MW = 50% du Mix Electrique	**a. Pour les REUSE** - Etablissement des normes de traitement par type d'usage - Mettre en place un système de suivi de la qualité des eaux - Promouvoir la coordination entre acteurs - Sensibilisation des bénéficiaires potentiels - Renforcement des capacités financières des acteurs de la production-distribution de REUSE - Promouvoir les approches filières par type de REUSE et d'usage **b. Pour le Dessalement** - Parachever le Plan Stratégique de Développement du Dessalement - Programmer les actions de réalisation - Renforcement des capacités de maitrise technologique - Développer les méthodes et les techniques de réduction de la pollution induites par le dessalement **c. Pour les EnR(s)** - Renforcement de capacité au niveau des Opérateurs Publics dont la STEG - Mise en place d'une autorité de régulation de l'énergie - Promouvoir le secteur privé dans le domaine des ENR - Amendement de la loi 2015 sur les ER pour la rendre plus d'attractivité -Renforcement du réseau de transport de la STEG pour être en capacité d'absorber l'énergie EnR's projetée -Développer le recours à la technologie « CSP+PV avec stockage dans les sels fondus » -Renforcement de l'interconnexion avec le voisinage maghrébin et celui de l'UE - Adhérer au programme POWER to X avec production de l'hydrogène stocké ou véhiculé dans l'infrastructure gazière (gazoduc existant et/ou Tanker) ; - Développer les réseaux intelligents ; - Recours au stockage type Flow batteries, Lithium-ion.	i. Pression progressive dur les « Ressources Conventionnelles » et besoins de plus accrus de mobilisation des RNC ii. Existence de maitrise technique et opérationnelle importante auprès de l'ONAS et premières expériences de REUT iii. Début prometteur de mis en œuvre de la stratégie de Dessalement iv. Lancement prometteur du programme PST malgré les retards de mise en œuvre	a. Accroissement appréciable des disponibilités de ressources en eau b. Amélioration de la gestion environnementale des eaux usées c. Alimentation en eaux de bonne qualité pour les régions du Sud et de l'Est d. Effet « collatéral » bénéfique : développement des Energies Renouvelables	i. Risque financier de non-disponibilité de fonds pour la réalisation d'investissements indispensables mais très couteux ii. Risque de non-maitrise technologique notamment du processus du Dessalement et effets environnementaux négatifs iii. Risque réglementaire et institutionnel d'inadéquation des dispisitufs en place avec la promotion du solaire	a. Pertes d'opportunités de mobilisation de ressources supplémentaires en eau b. Difficultés supplémentaires en matière de maitrise du système eau

Composante : Vision
Enjeux de Développement et d'Aménagement et Défis par type de Levier

Défis (Aval) de La Vision :
Les Huit (8) Leviers d'Intervention pour l'avènement d'un « Système Eau de Développement Inclusif et Durable (SEDID) »

Intitulé de l'Enjeu et Objectifs Stratégiques (OS)	Indicateurs (IDICAT) d'OS	Orientations / Options / Types d'action	Opportunités	Dividendes de la Mise en Œuvre	Risques	Coûts de la Non-Mise en Œuvre
4. Levier 4 : Une Orientation hydrique favorable à un Aménagement et le Développement des Territoires équitables, inclusifs et durables	i. Obligation d'assurer la desserte en eau potable pour tous les ménages où qu'ils résident ii. Considérer la desserte en eau d'irrigation comme un facteur de développement à la fois économique, social et environnemental et utiliser l'objectivation rationnelle qui rend en compte les coûts et les avantages pour la collectivité pour justifier les choix iii. Mettre en œuvre des choix de politique hydrique contribuant à la réduction de la trop forte différenciation développementaliste inter-Régions (mesurée par l'IAE (Indice d'Attractivité Economique élaboré par STUDI), source de déséquilibres et de perte de maitrise des processus socioéconomiques à l'échelle nationale globale iv. Déployer une politique publique de l'eau permettant l'accroissement des revenus régionaux de l'Ouest et du Sud (mesuré par les Enquêtes Consommation/Revenus réalisées par l'INS) par la productivité et la diversification v. Réduction des taux de chômage particulièrement élevés dans les Régions de l'Ouest et du Sud (les R/OuS) et qui constituent un facteur e trop forte pression sur l'eau faute d'alternative	a. Renforcement de la politique de protection des ressources en eaux et en sols et de sauvegarde des écosystèmes b. Intensification agricole et plus particulièrement celle en mode pluvial b. Impulsion de dynamiques endogènes de développement régional capable d'inverser les tendances de la dérive territoriale au moyen notamment de la diversification c. Equipment des territoires dans le sens de l'intégration spatiale, le développement des villes, la promotion des échanges et la promotion des filières d. Amélioration des dispositifs d'Association/Organisation des petits et moyens exploitants pour une plus grande valorisation de la production te intégration des chaines de valeur e. Renforcement des capacités pour une meilleure assimilation de l'innovation f. Elévation du niveau des services publics pour augmenter l'attractivité économique des territoires du mal-développement g. Rationalisation de l'utilisation territoriale de l'eau sur la base du rapprochement maximal entre ressources et usages et évitement le plus possible des transferts sauf pour le cas potable	i. Plus grande prise de conscience sociopolitique depuis le 14 janvier 2011 de l'enjeu territorial et a priori prédisposition nationale pour pallier aux insuffisances/faiblesses/lacunes des 5 à 6 décennies de développement postindépendance ii. Inscription dans la Constitution de 2014 de l'Objectif Stratégique de la Décentralisation iii. Constats des dégâts du « Développement Territorial Gravitaire » sur la seule base de la compétitivité territoriale qui valorise le littoral du Nord et de l'Est (Corridor Bizerte-Sfax) et pénalise l'Ouest et le Sud iv. Prise de conscience que le concept de Développement Inclusif et Durable passe par celui des territoires te la sauvegarde des écosystèmes	a. Organisation et fonctionnement plus rationalisés des territoires, basés sur le couple spécialisation/complémentarité ; b. Promotion du développement endogène intra-territoires ; c. Synergie intra-filières dans les territoires et accroissement de la résilience d. Augmentation de l'emploi, accroissement des revenus et recul de la pauvreté dans les régions e l'Ouest et du Sud e. Meilleure synergie nationale inter-territoires basée sur l'équité, la solidarité et la compétitivité globale. f. Engagement des actions de développement de régions économiques en capacité de se transformer en véritables partenaires aussi bien à l'échelle nationale qu'internationale	i. Non prisse en compte du « nouveau paradigme territorial » dans les orientations de développement pour les 3 prochaines décennies ii. Retard dans la Conception et la Mise en Œuvre d'un nouveau SNAT de la Tunisie pour l'Horizon 2050 iii. Faiblesse/Absence de politiques partielles de développement territorial équilibré en attendant la mise en œuvre d'une stratégie d'envergure du genre SNAT	a. Aggravation de la concentration sur le littoral et exacerbation de la demande en eau pour une zone qui ne dispose des ressources suffisantes b. Accentuation du transfert avec les coûts inhérents et els pertes c. Faible exploitation du potentiel dans les régions « émettrices » d. Non remise en question des stratégies et politiques qui ont été à l'origine de la révolution du 11 janvier et liées au mal-développement régional de l'Ouest et du Sud.

Composante : Vision
Enjeux de Développement et d'Aménagement et Défis par type de Levier

Défis (Aval) de La Vision :
Les Huit (8) Leviers d'Intervention pour l'avènement d'un « Système Eau de Développement Inclusif et Durable (SEDID) »

Intitulé de l'Enjeu et Objectifs Stratégiques (OS)	Indicateurs (IDICAT) d'OS	Orientations / Options / Types d'action	Opportunités	Dividendes de la Mise en Œuvre	Risques	Coûts de la Non-Mise en Œuvre
5. Levier 5 : Prise en compte de l'articulation « Eaux Bleues/Eaux Vertes/Eaux Virtuelles »	i. Réduire l'écart entre l'intérêt accordé aux Eaux Bleues et celui dédié aux Eaux Vertes par une action vigoureuse de développement socioéconomique et territorial du mode pluvial ii. Développer la CES de manière à obtenir des résultats significatifs en matière de valorisation des ressources et de réduction des aléas iii. Adopter systématiquement le principe de prise en compte de l'emprunte-eau dans tous les processus de Planification-Programmation-Promotion de Prpjets	a. Etablissement de normes basées sur l'évaluation comparative de l'apport socioéconomique du m^3 d'eaux bleues et celui du m^3 d'eaux vertes ainsi que de la prise en compte des coups de mobilisation de l'eau dans chacun des deux cas b. Etablissement de balances physiques et en valeurs d'échanges pour tous les produits agricoles et agro-alimentaires c. Introduction de Réglementation de Cadrage et d'Incitation dans l'objectif d'orientation de la production et les échanges vers là où le bilan Physico-Financier est le plus favorable	a. Accroissement des contraintes « eau » et obligation de passage vers de nouvelles politiques de meilleure valorisation des ressources b. L'objectivation de la gouvernance sur la base de données partagées explicitant les enjeux du développement permettra une plus grande rationalisation des choix de mobilisation et valorisation des ressources c. La plus grande prise en compte de l'« économique de l'eau » par le processus décisionnel à tous les échelons de la de l'institutionnel constituera un facteur favorable à une meilleure prise en compte de la place et du poids des Eaux Vertes et des eaux Virtuelles '	i. Effet socioéconomique et territorial très important appelé à être généré par une meilleure valorisation des Eaux Vertes ii. Rééquilibrage de la Vision de la puissance publique concernant le secteur agricole et agroalimentaire appelée à se traduire au niveau des Programmes et des Plans d'Action de Développement iii. Modernisation des Stratégies en matière d'Echange Commercial en intégrant la variable Eaux Virtuelles dans un sens de meilleure rationalisation de telles stratégies iv. Rationalisation des décisions de promotion de projets aussi publics que privés à la lumière de nouvelles visions	a. Retard dans la conception et la mise en œuvre des approches prenant en compte l'articulation : Eaux Bleues/Eaux Vertes /Eaux Virtuelles b. Lourdeur et ratés dans l'assimilation de l'innovation et résistance au changement c. Déficit de sensibilisation-communication et incompréhension des acteurs concernant les Enjeux et les Défis d. Difficultés d'adaptation par rapport aux nouveaux impératifs de valorisation de l'eau et de changement des comportements en conséquence	i. Déséquilibre de la gestion du système hydrique trop en faveur des eaux bleues ii. Manque à gagner important par le faible intérêt accordé aux cultures pluviales iii. Non prise en compte des déséquilibres physiques et en valeur de la balance des échanges causée par la non prose en compte de l'emprunte-eau
6. Levier 6 : Prise en compte du Dérèglement Climatique et Dispositions d'Atténuation des Effets Pour ce Levier ne seront pris en considération dans le présent « Cadre logique » que les éléments non pris en compte par les autres leviers, à savoir : - « L'ICD (Irrigation Complémentaire Déficitaire) » - « L'Assurance climatique » - « La CES »	i. Pourcentage (%) d'emblavures en céréales bénéficiant de l'irrigation complémentaire : ➢ H 2030 : 10% ➢ H 2040 : 20% ➢ H 2040 : 30% ➢ H 2050 : 40% ii. Pourcentage (%) de Petits et Moyens Exploitants Assurés ➢ H 2030 : 20% ➢ H 2040 : 35% ➢ H 2040 : 50% ➢ H 2050 : 70% iii. Créer les conditions nécessaires pour l'effectivité de l'avancement dans la réalisation des Objectifs du PACTE (Programme d'Adaptation au Changement Climatique des Territoires)	a. Engager une action nationale conséquente en matière d'irrigation complémentaire des céréales b. Lancer une campagne de sensibilisation et d'appui à l'Assurance-climat auprès des PM-Exploitations c. Assurer l'appui et le suivi nécessaires à la mise en œuvre du PACTE	i. Tendance mondiale à l'augmentation des prix de produits alimentaires de base ii. Attente sociale en faveur de l'amélioration des rendements et donc des revenus des PM-Exploitants iii. Prédisposition des pouvoirs publics à améliorer la structure des échanges en diminuant la dépendance de l'import céréalier iv. Opportunité porteuse d'adhésion aux dispositifs d'assurance du genre CTAMA pour se couvrir contre les risques en général et climatiques en particulier v. Existence d'opportunités de coopération et de financement international en faveur de la CES à travers des programmes de type PACTE	a. Maitrise progressive de la Stratégie de Sécurité Alimentaire et réduction majeurs concernant une composante de souveraineté b. Rééquilibrage économiquement, socialement, territorialement et environnementalement profitable de la meilleure valorisation des Eaux Vertes par un apport approprié en Eaux Bleues c. Stabilisation des ruraux sur leurs terres, meilleures perspectives de développement rural, plus grande valorisation des ressources et réduction de la tendance à l'exode rural dans perspectives dans les villes d'accueil d. Réalisation d'un nouveau saut pour la CES participative, productive, durable et inclusive avec des effets positifs certains sur les ressources et un impact conséquent dur les populations agro-rurales	i. Non-disponibilités suffisantes en eaux bleues pur l'irrigation complémentaire ii. Faible adhésion des PM-Exploitants aux programmes d'irrigation complémentaire iii. Faiblesse ou inexistence de l'appui à l'irrigation complémentaire iv. Faible adhésion des PM-Exploitations à l'Assurance Climat (AC) v. Faiblesse/inexistence d'appui à l'adhésion à l'AC v. Faiblesse/Inexistence de la généralisation de Programmes de type PACTE au reste du territoire	a. Aggravation du recul dans la couverture des besoins en céréales par la production locale b. Aggravation du déficit de la balance commerciale alimentaire et celle des paiements c. Recul de la viabilité des PM-Exploitations des grandes cultures d. Accentuation de la baisse des revenus des ruraux et de 'exode rural e. Augmentation de la vulnérabilité de l'agriculture en mode pluvial face au changement climatique f. Non-maitrise des incertitudes en matière de revenus en l'absence d'AC g. Détérioration des écosystèmes en l'absence d'actions intégrées, inclusives, participatives, et durables du type PACTE

Composante : Vision
Enjeux de Développement et d'Aménagement et Défis par type de Levier

Défis (Aval) de La Vision :
Les Huit (8) Leviers d'Intervention pour l'avènement d'un « Système Eau de Développement Inclusif et Durable (SEDID) »

Intitulé de l'Enjeu et Objectifs Stratégiques (OS)	Indicateurs (IDICAT) d'OS	Orientations / Options / Types d'action	Opportunités	Dividendes de la Mise en Œuvre	Risques	Coûts de la Non-Mise en Œuvre
7. Lever 7 : L'Objectivation par l'économique de l'eau	i. Nombre d'initiatives de mise en place de systèmes tarifaires cohérents et de viabilisation de l'économie-eau ii. Nombre d'organismes et d'acteurs structurels adoptant l'objectivisation des données et du calcul économique et conséquence iii. Nombre d'accords intra-branches agricoles et intra-secteurs se basant sur une objectivisation des données permettant d'établir es rapports équitables et durables	a. Enrichissement, généralisation et initiation aux méthodes de calcul économique d'objectivisation b. Développement des systèmes d'information fiables, partagés et pertinents c. Adoption de la généralisation théorique et pratique du principe de l'objectivation/rationalisation en matière de politiques hydriques par la prise en compte de l'économique d. Conduite de politiques d'évaluation ex-post de choix hydriques existants tel que le transfert e. Réalisation d'études de rentabilité comparative entre usages d'Eau Bleue et d'Eau verte f. Prise en compte de l'objectivation par l'économique dans l'établissement des systèmes tarifaires g. Adoption de l'objectivation par l'économique pour tester les alternatives à des choix de solutions en cours : tel que des choix à caractère sectoriel ou territorial h. Intégration de critères, paramètres, indicateurs, coefficients, d'évaluation et de quantification objectivées dans le Modèle Hydro-Economique	i. Enseignements tirés (en faveur de l'intégration de l'économique de l'eau dans ls processus décisionnels) suite aux difficultés de conduite des projets ou d'exploitation des systèmes existants d'AEP, Transfert, Irrigation, Assainissement, etc. ii. Pertinence de l'objectivisation par l'économique de l'eau dans les choix d'alternatives ou la concertation entre acteurs	i. Effets de rationalisation par l'accroissement des avantages collectifs (Etat, Entreprises publiques) et particuliers (usagers économiques, usagers sociaux et collectifs, ménages) ii. Meilleure couverture des dépenses de fonctionnement et d'investissement par les systèmes tarifaires et effets positifs sur l'état des réseaux, la modernisation des compteurs et, en conséquence, le rendement des systèmes d'AEP et d'irrigation iii. Prise en compte des E/BVV pour des choix technicoéconomiques avantageux	a. Incohérence des politiques publiques avdc des préférences pour les tarifs bas pour raison sociale alors que l'impact économique contribue au blocage b. Résistance au changement par la routine en faveur de méthodes élémentaires d'évaluation trop insuffisantes c. Persistance du caractère faussé de certains genres de concertation autour des coûts, des tarifs et des prix en l'absence de méthodes aussi bien objectives que consensuelles	i. Choix décisionnels biaisés par insuffisance ou absence de prise en compte de critères d'objectivation pour justifier les choix ii. Affaiblissement des fonctions d'arbitrage entre choix et options sectoriels ou territoriaux iii. Pour l'AEP et le système d'irrigation difficulté opérationnelle et décisionnelle en dehors d'une objectivisation économique de rationalisation permettant d'aboutir à des systèmes tarifaires de cohérence, d'équilibre, durabilité et dinclusivité.

Composante : Vision
Enjeux de Développement et d'Aménagement et Défis par type de Levier

Défis (Aval) de La Vision :
Les Huit (8) Leviers d'Intervention pour l'avènement d'un « Système Eau de Développement Inclusif et Durable (SEDID) »

Intitulé de l'Enjeu et Objectifs Stratégiques (OS)	Indicateurs (IDICAT) d'OS	Orientations / Options / Types d'action	Opportunités	Dividendes de la Mise en Œuvre	Risques	Coûts de la Non-Mise en Œuvre
8. Levier 8 : Optimisation de la gouvernance, l'institutionnel, l'organisationnel et Pilotage de la régulation pour atténuer l'effet des aléas	i. Acceptation formalisée en termes de contractualisation) d'un mode de gouvernance transparent et objectivé par les différents acteurs nationaux et territoriaux ii. Mise en place du système d'information en conséquence, unifié, intégré, pertinent à orientation décisionnelle iii. Mise en pratique effective de la redevabilité iv. Pilotage global rationalisé, en appui notamment sur le Modèle Hydro-Economique v. Pilotage plus ciblé, renforcé, affiné et contrôlé pour la gestion des extrêmes sécheresses-inondations	a. Mettre à la disposition des acteurs les résultats des investigations de l'« objectivation » et des critères et normes partagés de choix décisionnels b. Généraliser et consolider l'approche participative de maitrise de l'eau aux différents niveaux territoriaux, sectoriels et d'usages c. Prises de décision soustraites aux subjectivismes et, bien au contraire, construites sur les bases les plus objectivées d. Adoption et généralisation des approches de type » Contrats-Plans, « Contrats-Programmes », « Contrats-pays », etc. dans le but d'organiser et structurer le caractère partagé du domaine de de l'eau d. Structuration les GDA aux échelles régionales et nationale afin de faire évoluer ce dispositif vers un statut de partenariat e. Renforcement de capacités des déconcentrations régionales des Ministères et des Organismes publics concernés afin de faire évoluer l'échelon régional du Système-eau vers une structure de concertation et d'action effective f. Parachèvement et Perfectionnement en Continu du Modèle Hydro-Economique de Simulation et de Suivi du Système Hydrique g. Sensibilisation/Formation au Modèle f. Organisation de l'alimentation du Modèle en données vives et pertinentes g. Partage des Résultats de Mise en Œuvre du Modèle ente Acteurs	i. Prise ne de conscience d'amélioration de la gouvernance en tant que condition à la gestion optimale des systèmes ii. Longue expérience de déconcentration (formule CRDA) en plus de celles des anciens Offices de Mis en Valeur iii. Accumulation d'une masse de connaissance et d'évaluation des GDA et maturation du passage à une étape plus avancée dans le fonctionnement de ce dispositif iv. Résultat acquis en termes d'évaluation concernant les faux « Contrats-Programmes » mort-nés pour non-application de clauses importantes tel que la révision tarifaire v. Progrès importants dans la construction du Modèle Hydro-Economique et sortie satisfaisante des premiers résultats tel que le « Forçage Changement Climatique » vi. Préexistence de systèmes d'information tel que SINEAU vii. Préexistence de système de gestion des aléas qu'il s'agirait désormais de mieux rationaliser	a. Meilleure rationalisation de la gouvernance b. Plus grande pertinence dans les choix d'investissement et de gestion c. Accroissement du gain pour les différents acteurs et la collectivité dans son ensemble d. Plus d'harmonie dans la coordination e. Plus de responsabilisation sur une base de données objectivées et partagées f. Être en capacité de disposer d'un Modèle de Planification capable de prendre en compte des éléments de demande, d'impératifs de gestion de l'offre, de paramètres écologiques tel que le risque climatique, de données prévisionnelles sur la qualité des eaux, ou encore d'effets de comportement de paramètres tel que les coûts et les prix g. Permettre aux différents décideurs à différents échelons territoriaux, sectoriels et d'usages, d4'avoir accès à des 'éléments de « Tableau de Bord du Système Hydrique » h. Contribuer à une meilleure rationalisation de la gestion du système-eau par une plus grande articulation/harmonisation entre ses différentes composantes : spatiales, sectorielles et par usage i. Permettre, par le biais du MHE, la simulation de scénarios « nouveaux », résultant de changements importants dans le paramétrage du Modèle.	i. Absence de Stratégie pertinente et Plans d'Action Effectifs, Efficients et Efficaces de Mise en Œuvre de la nouvelle gouvernance ii. Poids de la routine t résistance au changement iii. Faiblesse/Absence de mesures d'accompagnement essentiellement sous la forme de Renforcement des Capacités iv. Ecarts par rapport à la norme au niveau de l'alimentation du Système d'Information v. Perte de maitrise du Modèle Hydro-Economique	a. Fonctionnement institutionnel et organisationnel peu pertinent et faiblement performant b. Perte d'efficacité, d'efficience et de durabilité c. Incompréhension des modalités du pilotage d. Frustration par la faible participation e. Faible cohérence interacteurs f.Déresponsabilisation et fuite dans l'illicite et l'informel g. Absence de vision intégrée et partagée du système hydrique h. Incapacité de simulation décisionnelle de pilotage i. Faiblesse, ou absence, de la prise en compte de phénomène écologiques majeurs dont le changement climatique j. Manque d'outils de simulation d'instruments de management décisionnels tel que la tarification k. Manque d'outils d'analyse et d'anticipation pour la prise en compte du développement de pratiques tel que le dessalement et les eaux non conventionnels de manière générale l. Absence d'outils scientifiques pertinents de suivi d'importants facteurs tel de la qualité des eaux

Composante Stratégie

I Objectif Directeur, Objectifs Spécifiques, Leviers d'Intervention

I.1 Préambule

En passant à la composante « Stratégue » de l'Etape 4 (Vision et Stratégie), la mission Eau 2050 entre dans le tournant qui permet d'aller des éléments préparatifs, faits de l'Analyse Documentaire et le Recadrage Méthodologique, le Diagnostic, la Prospective et la Vision, vers les options qui vont constituer le volet « décisionnel » d'Eau 2050, cette composante (la Stratégie) permettant alors de pouvoir s'engager dans le contenu programmatique d'Eau 2050, celui qui va déboucher sur les 4 Plans d'action : 2021-2025, 2026-2030, 2031-2041 et 2041-2050.

Le fait que l'ensemble du processus d'investigation et d'élaboration d'Eau 2050 ait été conduit avec toutes la progressivité méthodologique nécessaire et sur la base d'une conduite hautement et éminemment participative, cela constitue un garant pour que le domaine très complexe et très sensible de l'eau, qui se trouve à la croisée d''un ensemble d'usages, de secteurs et de territoires, soit envisagé sous l'angle du plus grand soin de complémentarité, d'intégration et de synergie, pour que le « Nouveau Système Hydrique de Tunisie » soit à la hauteur des ambitions nationales, des aspirations sociales et des attentes territoriales.

La Stratégie, en tant qu'« antichambre des Plans d'action », ne doit rien laisser dans l'ombre et doit constituer la phase où l'on s'assure préalablement de la « pertinence » des actions envisagées, leur « impact », leur « cohérence », leur « efficacité », leur « efficience » et leur « durabilité ».

Au bout du long processus d'investigation et d'élaboration conduit jusque-là en matière de réalisation de la mission d'Eau 2050, il a été possible de baliser les cheminements nécessaires à l'aboutissement final de l'étude de manière conforme aux attentes du MARHP tel que cela est exprimé dans les TDR.

Il ressort des précédentes Etapes de l'étude une explicitation participative des « Objectifs » et une identification également participative des « Leviers » qu'il s'agira d'activer pour l'atteinte des Objectifs.

Si l'« Objectif directeur » est clair, visant une « Eau sécurisée, de bonne qualité, inclusive et durable », cela se décompose en une dizaine (10) d'Objectifs spécifiques, qui constituent ainsi la manière de décliner le contenu global en autant de préoccupations que celles qui couvrent les différents usages, territoires, champs économiques, catégories sociales et acteurs institutionnels.

Ainsi, entre les Huit (8) Leviers d'intervention, tel qu'identifiés au cours de la Composante « Vision » de la présente Etape 4 (« Vision » et « Stratégie »), et les Dix (10) Objectifs spécifiques (Os) tel que cela ressort de l'explicitation de l'Objectif Directeur (OD), s'établit une « Matrice de la Mise en Œuvre (MMŒ) », appelée, après son entière élaboration, à indiquer la manière avec laquelle chacun des 8 Leviers d'Intervention va contribuer à la réalisation de chacun des 10 Objectifs spécifiques.

I.2 La matrice des (10 Objectifs Spécifiques d'Eau 2050) croisés avec les (8 Leviers d'intervention)

Les Objectifs Spécifiques de la Stratégie Eau 2050

	1. Gestion des Extrêmes et Maitrise des Risques (GEMR)	2. Maitrise de la Qualité de l'Eau (MQE)	3. Mitigation de l'Effet du Dérèglement Climatique (MEDC)	4.Satisfaction Prioritaire des Besoins en Eau Potable (SPBEP)	5. Satisfaction Raisonnée de la Demande en Eaux d'Irrigation (SRDEI)	6.Sauvegard des Ecosystèmes (SES)	7. Viabilité Eco-financière des Organismes Publics (VEFOP)	8. Accès Social à l'Eau Potable et Irriguée (ASEPI)	9. Développement Inclusif et Durable des Territoires (DIDT)	10 Gouvernance Participative, Pilotage Rationalisé et Innovation (G2PRI)	
Déclinaison du Contenu des différents Objectifs Spécifiques de la Stratégie	Le Système Hydrique est l'objet d'aléas qui vont être aggravés par le DC et à l'origine de risques sociaux et économiques. Il s'agit pour cet OS d'atteindre les « Seuils de Risque Générables Tendanciellement Améliorés (SRGTA)»	La Qualité de l'Eau (QE) se décline : - à la Sortie des Ressources - à l'Entrée des Usages, et - à la Sortie des Usages Entrent en jeu dans la QE des Facteurs : Ecologies, Techniques et Socio-Economiques La MQE a pour objet d'identifier les niveaux de qualité ciblés et les dispositifs capables de les assurer	Le Dérèglement Climatique va constituer le facteur majeur d'impact hydrique La mitigation va constituer à en saisir les effets écologiques et socioéconomiques, identifier les dispositifs d'atténuation et les activer	L'Eau Potable est un facteur social prioritaire et représente l'essentiel de ce qui est signifié par le « droit à l'eau» la satisfaction urbaine et rurale en AEP constitue une priorité qu'il s'agit d'assurer.	L'Eau d'Irrigation est un facteur économique de valorisation, de stabilisation, d'intensification et d'efficacité, mettant en équilibre ressources et emplois, par produits, par système de culture et par région. En plus l'Irrigué contribue aux objectifs agricoles de sécurité alimentaire. Dans le cadre de cet OS il s'agit de la réponse à ces attentes.	Les écosystèmes ont subi beaucoup d'impacts négatifs appelés à s'accentuer sous le double effet du DC et de l'anthropique. L'équilibre du Système Hydrique en est tributaire et l'Objectif Spécifique de Sauvegarde des Ecosystèmes couvre le champ des actions permettant son atteinte.	Le Système Hydrique est en partie géré par des Organismes Publics régis par des dispositifs de management d'entreprise sans avoir de latitude d'adapter leurs systèmes tarifaires avec pour conséquences un manque de moyens d'investissement et de fonctionnement influant la qualité du service. L'atteinte de cet OS contribuera à une meilleure maitrise du SH dans son ensemble.	L'Eau est un facteur de développement social, économique et territorial et obéit ainsi à des «politiques de ciblage» pour aboutir aux équilibres globaux désirés. Le présent OS par son atteinte se réalise l'Objectif Directeur d'Eau DD.	Le rapport de l'eau aux territoires est un rapport organique à travers la territorialité du social et l'économique et le fait qu'ainsi l'hydrique en tant que ressources/emplois se déploie territorialement et le territoire conditionne la manière avec laquelle se mettent en place les réseaux.	L'Eau DD entant qu'Objectif Directeur dépend de l'OS « Gouvernance » dans son acceptation la plus large c'est à dire le pilotage et la gestion de la ressource car cet OS couvre la mise en œuvre, le contrôle et l'optimisation et le pilotage de l'ensemble du Système Hydrique	
Identification de la Contribution de chaque Axe d'Intervention aux différents Objectifs Stratégiques											
Contribution des Axes d'Intervention à la Réalisation des Objectifs de la Stratégie											
A. La Gestion Intégrée des Eaux de Surface / Eaux Souterraines GI2ES	A.1. Un des axes majeurs du SH si situe au niveau de la GEMR. Cette fonction va devenir plus prégnante avec le DR. La contribution de l'Axe d'Intervention GI2ES est appelé à se situer au cœur de cette fonction en participant à la maitrise de l'aléa via un meilleur stockage souterrain.	A.2. Toute modification des Ressources en eau en faveur du souterrain constitue une contribution substantielle à la MQE en raison du « filtrage » opéré par la recharge assistée des nappes.	A.3. Le Dérèglement Climatique se traduit par plus de température et surtout par une grande variété pluviométrique entrainant notamment plus de sécheresse. L'amélioration du stockage d'eaux superficielle et souterraine par la GI2ES contribuera à mieux faire face à la sécheresse.	A.4.	A.5. L'Axe l'Intervention GI2ES par ce qu'il va permettre comme réduction des pertes des ressources que ce soit par évaporation ou ruissellement, va constituer un axe majeur dans la régulation des ressources aussi bien de surface que souterraines et offrir ainsi plus d'opportunités de réponde à la demande en eau d'irrigation.	A.6. Les Ecosystèmes risquent d'être davantage fragilisés que ce soit sous l'effet de phénomènes climatiques ou en rapport avec les rejets agricoles, urbains ou industriels. L'Axe d'Intervention GI2ES englobe une composante importante CES appelées à contribuer substantiellement à la SES.	A.7.	A.8.	A.9. Le rapport entre eau et développement des territoires déjà présent avant 2011 est devenu, après, un plus grand point de préoccupation par le lien établi ente « Transfert » et « Equité Territoriale ». La meilleure maitrise des ressources par le GI2ES mettra les différents acteurs publics dans de meilleures conditions de satisfaction de la demande régionale.	A.10.	6/10
B. Rationalisation des Systèmes d'Irrigation et Intensification Agricole (RS2IA)	B.1. L'Axe d'Intervention RS2IA contribue particulièrement à la maitrise du risque agricole agroalimentaire très lié au SH au moyen des dispositifs d'optimisation et d'intensification.	B.2. L'Intervention de rationalisation et d'intensification englobe la maitrise des effets dur la qualité de l'eau et intègre ainsi une dimension contributive à la MQE.	B.3. L'effet du DR non mitigé impacteait directement les systèmes d'irrigation et l'intensification agricole.la Mise en œuvre de l'Axe RS2IA constitue une contribution à la mitigation et au MEDC.	B.4.	B.5. La vocation même de la RS2IA est de contribuer à la réalisation de la SRBEI. Et c'est ainsi que le concept de « Rationalisation » dans la RS2IA correspond aux attentes en termes de « Raisonnée » de l'OS-SRDEI.	B.6. La finalité de la RS2IA est d'améliorer le système d'irrigation et d'intensifier l'agriculture. L'une des conditions à satisfaire par cet Axe d'Intervention st intimement liée à la Sauvegarde des Ecosystèmes	B.7. Une des causes du dysfonctionnement aussi bien du système d'irrigation que celui de l'intensification se trouve dans l'insuffisance des moyens des Opérateurs. Ainsi l'Intervention conséquente de l'Axe RS2IA passe nécessairement par la satisfaction des besoins économiques et financiers des Opérateurs.	B.8. L'un des moyens d'intervention de la rationalisation et l'intensification consiste dans la facilitation de l'accès à l'eau d'irrigation pour les petits exploitants soit le passage par des tarifs aménagés.	B.9. L'atteinte de l'OS-DIDT sera l'une des contributions majeures de la RS2IA par les opportunités d'amélioration et de stabilisation des revenus engendrées.	B.10.	8/10
C. Eau Potable, RNC, Energies Renouvelables et Qualité de l'Eau (EPRNC-ERQE)	C.1. L'axe d'Intervention ayant pour objet L'innovation, optimisation et rationalisation en EP, RNC, ER, et QE ne peut que contribuer substantiellement à l'OS-GEMR au mot=yen notamment de la régularisation de la ressource.	C.2. Le déploiement spécifique de la Composante « Qualité de l'Eau » dans l'Axe d'Intervention EPRNC-ERQE contribuera de manière particulièrement ciblée à la réalisation de l'OS-MQE	C.3. Le DC est appelé à introduire plus d'aléa, d'incertitude et de risque dans la conduite du Système hydrique. Le recours aux ressources de l'Extrême-Nord-Ouest et au Dessalement est appelé à contribuer à une meilleure gestion des extrêmes et maitrise des risques.	C.4. Il s'agit d'une contribution primordiale aussi bien du point de vue de l'OS à atteindre que du Levier mobilisé. Les voies d'innovation et de diversification concernant les ressources pour l'eau potable constitue le gage pour la sécurisation de l'approvisionnement	C.5. Pour le volet Eau Potable il s'agira des dispositions prises aussi bien en termes de péréquation tarifaire que de correcte prise en charge de l'adduction du milieu rural.	C.6.	C.7.	C.8.	C.9. Il s'agit spécifiquement de la composante « eau potable pour le milieu rural ». Ce genre de dysfonctionnement, s'il persiste tend à alimenter une vision négative vis-à-vis du « transfert » qui peut être considéré comme « inéquitable » lorsque les régions-ressources souffrent de pénurie d'eau potable.	C.10.	6/10
D. Politiques d'Aménagement du Territoire et de Développement Régional et Local (PAT-DRL)	D.1. Une politique conséquente d'AT et de DRL contribuera à la mise en place de mesures de valorisation des ressources et de sauvegarde des écosystèmes ne pouvant qu'être d'une contribution importante à l'OS-GEMR	D.2.	D.3. L'importance des « Territoires » dans la MEDC constitue désormais une orientation dont la pertinence est largement établie et reconnue. Cela se justifie par la « proximité » permettant ainsi d'intervenir à la « source du mal » causé par DC, avec la prise en compte de la spécificité qu'il faut traduisible en efficience et efficacité.	D.4. Le fait d'accoler l'attribut « Besoin » à l'Eau potable sert à rappeler le caractère social de ce genre de service public ainsi que la «Priorisation» dont elle doit faire l'objet. Croisé avec la dimension « territoire » cela recouvre une préoccupation importante celle de répondre au besoin vital de l'eau potable pour toutes les catégories socio-territoriales et plus particulièrement le milieu rural.	D.5. Le Levier PAT-DRL a pour vocation d'intervenir au niveau des facteurs capables d'impulser le développement et de le stabiliser. Pour les régions à dominante agro-rurale et à faible diversification économique, conjuguées aux modestes performances du pluvial, répondre à la demande d'irrigation peut revêtir un caractère primordial en matière de développement. Il s'en suit qu'une PAT-DRL conséquente se peut se présenter que comme un Levier hautement contributif à la réalisation de l'OS-SRDEI.	D.6. Une politique conséquente en matière d'aménagement et de développement tel que le Levier PAT-DRL est appelé à le concrétiser au niveau d'Eau 2050 ne pourra pas se soustraire à l'obligation de sauvegarde des écosystèmes en tant qu'option fondamentale de durabilité.	D.7.	D.8. L'aménagement du territoire et le développement régional et local englobent un contenu social parce que ce dont il s'agit essentiellement c'est d'une politique d'équilibre en faveur de milieux moins favorisés ruraux et urbains, dont notamment l'accès à l'eau potable et irriguée. Ainsi une PAT-DRL en harmonie avec ce genre d'objectif se donne les moyens pour permettre un tel accès, dont dépend la pertinence et la viabilité des politiques des territoires et qui constitue ainsi un facteur favorable à l'atteinte de l'OS-ASEPI.	D.9.	D.10. Pour la gouvernance du Système hydrique, il y aura lieu, en partant des constats de dysfonctionnement, d'améliorer toutes les interfaces, dans le but d'une meilleure « Synergie, Coordination et Harmonisation (SCH) ». La PAT-DRL sera à ce titre d'un apport irremplaçable pour que la SCH soit effective, contribuant ainsi à l'atteinte de l'un des plus importants Objectifs Spécifiques d'Eau 2050.	7/10
E. Complémentarité et Intégration Eaux Bleues/E. Vertes/E. Virtuelles (CIEB-2EV)	E.1. L'ensemble des dispositions résultant de l'activation du Levier CIEB2EV contribue à la réduction de l'effet des extrêmes appelés à s'accentuer par le DC et ainsi diminuer les risques aussi bien au niveau de l'exploitation qu'à l'échelle de l'ensemble du secteur agricole ainsi que pour ce qui relève de la balance alimentaire et la balance eaux dans le rapport à l'international.	E.2.	E.3.	E.4.	E.5.	E.6.	E.7.	E.8.	E.9. Le Levier CIEB2EV, en partant de l'unité de l'hydrique et la nécessité de l'Intégration et la Complémentarité entre E. Bleues aux E. Vertes et E. Virtuelles, va contribuer structurellement et durablement à la stabilisation des activités et de la vie sociale à la fois par l'augmentation des rendements et la diminution des aléas, avec un impact direct sur le DIDT.	E.10.	2/10
F. Politiques d'Atténuation des Effets du Dérèglement Climatique (PAEDC)	F.1. Le volet énergétique constitue un axe privilégié d'intervention du PAEDC, l'agriculture et le domaine de l'hydraulique étant consommateurs d'une énergie pouvant faire l'objet d'une politique spécifique de rationalisation au moyen notamment du plus grand recours aux énergies renouvelables. L'effet attendu du DC va également nécessiter des dispositions de changement de vocation agricole, choix de filières, et aménagements de sauvegarde et de protection qui vont contribuer à l'atteinte de l'OS-GERR).	F.2.	F.3.	F.4.	F.5.	F.6. Etant donné ce qui est attendu en tant qu'effets de DC, l'ensemble des dispositions d'atténuation qui vont être activées dans le cadre de ce Levier vont contribuer à la réalisation de l'OS-SES.	F.7.	F.8.	F.9. Le Levier PAEDC va constituer un axe majeur de contribution à l'atteinte de l'OS-DIDT au moyen de ce qui cela va générer comme conditions plus favorables à la stabilisation de la production, l'accroissement des revenus et l'amélioration des conditions de vie, particulièrement au niveau de l'agro-rural et les régions ayant besoin de la consolidation de leurs schémas de développement.	F.10.	3/10
G. Objectivation des Systèmes Décisionnels par l'Economique de l'Eau (OSDEE)	G.1.	G.2.	G.3.	G.4.	G.5. Avec l'accroissement de la complexification des choix, en rapport avec les enjeux socioéconomiques et climatiques, le recours à l'« objectivation par l'économique de l'eau » est appelé à être systématisé. Cela permettra entre autres de contribuer à l'OS-SRDEI en explicitant les conséquences des choix d'options et préparer ainsi les arbitrages sur des bases de choix partagées par les différents acteurs engagés.	G.6.	G.7. L'activation du Levier OSDEE aura pour effet de faire clairement apparaitre les conséquences socioéconomiques des choix pour ne pas recourir à des options à l'apparence sociale mais dont le contenu réel est un camouflage artificiel qui ne conduit qu'à plus de déconvenues de gestion et de développement. Il en résultera ainsi une contribution à l'OS-VEFOP.	G.8.	G.9. L'exemple de la décentralisation industrielle, malgré les insuffisances, montre qu'un processus décisionnel rationnel est capable d'être à l'origine d'options spécifiques d'ordre fiscal ou de subvention à l'investissement, non justifiables au canon du calcul économique ordinaire, s'avèrent d'une utilité indéniable, parce que des paramètres d'effets sociaux, territoriaux et écologiques ont été pris en compte jusqu'à la justification aussi bien théorique que pratique des approches retenues et mises en application. L'application enrichie et approfondie de ce genre d'approche décisionnelle pour le domine de l'eau contribuera à la réalisation de l'OS-DIDT.	G.10. En vue de l'OS-G2PI un Modèle Hydro-Economique a été construit, non seulement pour accompagner l'élaboration de l'étude Eau 2050 mais également pour pouvoir en faire un instrument de pilotage qui présente l'immense intérêt de « mettre l'ensemble du système eau en équation » et offrir ainsi la possibilité de simuler tous le cas événementiels ou décisionnels et leurs multiples implications afin que chaque acteur puisse « agir en connaissance de cause », y compris en sachant à l'avance le coût de l'inaction.	4/10
H. Gouvernance Participative, Pilotage Rationalisé et Innovation (PG2PRGRI)	H.1. Aussi le Levier PG2PR aura-t-il à contribuer substantiellement à la réalisation de l'OS-GERR au moyen des éléments suivants : L'harmonisation entre stratégies d'acteurs pour réduire le risque d'incohérence et de perte de rationalité par manque de coordination et de correcte prise en compte des paramètres du système-eau dans leur globalité ; L'utilisation des résultats de l'objectivation par l'économique pour faciliter la concertation transparente et la prise en compte des vrais enjeux La référence au Modèle Hydro Economique en tant que dispositif de simulation de comportement du système-eau et de recherche constante d'optimisation décisionnelle Le rapprochement de la gestion le plus possible du domaine effectif du fonctionnement afin de maximiser l'efficacité et limiter l'effet déformant de l'excès d'intermédiation	H.2.	H.3.	H.4.	H.5. La part de l'irrigué dans l'agriculture est non seulement importante, autour de 35%, mais également participe à la stabilisation de la production en comparaison avec ce qui est régi par l'aléa du pluvial. Toutefois l'agriculture irriguée consomme 80% des eaux bleues et se trouve ainsi au cœur des questions de régulation de l'adduction en eau dans les conditions requises de sécurité, durabilité, efficience et « quité. Il s'ensuit que l'OS-SRDEI est un objectif de complexité nécessitant une conception idoine et une gestion appropriée. C'est par ce biais que le Levier PG2PR est appelé à contribuer à cet objectif impliquant beaucoup d'acteurs et nécessitant le plus d'optimisation possible des processus concernés.	H.6. Le Levier G2PRI est appelé à renforcer sa capacité d'intervention y compris en «légiférant », afin que l'obligation de protection des écosystèmes puisse devenir exigible de tous les acteurs « propriétaires de ressource » incluant les exploitants agricoles, les ménages, les communes, les organismes publics et privés et l'Etat.	H.7.	H.8.	H.9. Il a été explicité tout le long de l'élaboration de la Vision & Stratégie d'Eau 2050 la complexité du Système Hydrique au cœur d'enjeux écologiques, sociaux, économiques et territoriaux. Il en découle une obligation d'optimisation de la gouvernance et du pilotage ainsi qu'une dimension innovation, sont autant de facteurs de contribution à la rationalité de l'AT et le DRL.	H.10.	4/10
	7/8	3/8	4/8	2/8	6/8	5/8	2/8	2/8	7/8	2/8	

Il s'agit de la Matrice qui met en colonnes les 10 Objectifs Spécifiques à atteindre et en Lignes les 8 Leviers qui vont contribuer en les activant à l'atteinte des Objectifs.

Les Dix (10) Objectifs spécifiques (Os), déclinés à partir de l'« Objectif Directeur » (OD) d'Eau 2050, sont les suivants :

i. Os1 : Gestion des Extrêmes et Maitrise des Risques (GEMR)
ii. Os2 : Maitrise de la Qualité de l'Eau (MQE)
iii. Os3 : Mitigation de l'Effet du Dérèglement Climatique (MEDC)
iv. Os4 : Satisfaction Prioritaire des Besoins en Eau Potable (SPBEP)
v. Os5 : Satisfaction Raisonnée de la Demande en Eaux d'Irrigation (SRDEI)
vi. Os6 : Sauvegarde des Ecosystèmes (SES)
vii. Os7 : Viabilité Eco-Financière des Organismes Publics (VEFOP)
viii. Os8 : Accès Social à l'Eau Potable et Irriguée (ASEPI)
ix. Os9 : Développement Inclusif et Durable des Territoires (DIDT)
x. Os10 : Gouvernance Participative et Pilotage Rationalisé (GPPR)

Au niveau de la Vision Eau 2050 il a été identifié les Huit (8) Leviers d'Intervention dont l'activation va permettre l'atteinte des 10 Objectifs spécifiques et, partant, l'Objectif directeur d'Eau 2050, à savoir :

i. La Gestion Intégrée Eaux de Surface - Eaux Souterraines ou en encore (GH-2ES)
ii. La Rationalisation des Systèmes « Eaux d'Irrigation » et l'Intensification Agricole (RSE2IA)
iii. La Synergie Eau Potable Ressources Non Conventionnelles et Energies Renouvelables (SEP-RNC-EN)
iv. Les Politiques d'Aménagement du Territoire et de Développement Régional et Local (PAT-DRL)
v. La Complémentarité-Intégration entre Eaux Bleues, Eaux Vertes et Eaux Virtuelles (CI-E-BVV)
vi. Les Politiques d'Atténuation des Effets du Dérèglement Climatique (PAEDC)
vii. L'Objectivation des Processus Décisionnels par l'Economique de l'Eau (OPDEE)
viii. La Promotion de la Gouvernance Participative et du Pilotage Rationalisé et de l'Innovation Hydrique (PG2PRIH)

Afin d'identifier la manière avec laquelle chacun des 8 différents leviers va pouvoir contribuer à l'atteinte de chacun des 10 objectifs spécifiques, il s'agit, préalablement, de définir le contenu de chacun des objectifs spécifiques.

I.3 Contenu des 10 Objectifs Spécifiques

I.3.1 Contenu de la GEMR (Gestion des Extrêmes et Maitrise des Risques)

La GEMR constitue l'un des objectifs spécifiques d'Eau 2050 les plus ciblés. Cela est non seulement en raison de la nature aride du climat mais également dû aux effets attendus du Dérèglement Climatique, qui vont élever les températures, accentuer l'irrégularité des précipitations et en diminuer les volumes.

La GEMR est au cœur des objectifs d'Eau 2050 et représente une préoccupation majeure des acteurs en charge du domaine de l'eau. La préoccupation concerne aussi bien le déficit pluviométrique, à l'origine de grandes difficultés pour satisfaire la demande et couvrir les besoins, que l'excès, sous la forme d'inondations, qui peuvent être à l'origine de dégâts de tout ordre.

Toutefois, ce qui est considéré comme relevant d'un « changement de paradigme » adopté par Eau 2050 consiste dans le fait de ne plus considérer les précipitations supérieures à la moyenne comme étant seulement source de risque mais également comme opportunité si les dispositions sont prises non seulement pour collecter et stocker les quantités d'eaux de surface au moyen des barrages mais également

pour favoriser le stockage souterrain dans les aquifères au moyen de l'infiltration assistée ou la recharge artificielle des nappes.

Ainsi la GEMR revêt une double approche, selon qu'il s'agisse de phénomènes de sécheresse ou d'inondation, pour qu'au bout d'un certain processus de développement du Nouveau Système Hydrique de la Tunisie, la sécheresse devienne la solution aux inondations par les capacités de stockage « libérées » et devenues prêts à accueillir les surplus d'eau, et l'excès hydrique devient une solution de la sécheresse, pour combler les besoins.

Il s'agirait ainsi d'évoluer vers un système hydrique inter-annuellement dynamique qui, sur les trente années de l'Horizon de 2050, tend vers un « Dispositif d'Amortissement des Chocs Hydriques », permettant de sortir des considérations sur les « moyennes annuelles », qui ne peuvent ne correspondre qu'à des unités statistiques sans signification réelle, vers une « Gestion Basée sur la Variabilité » en mesure de dépasser le caractère contraignant de l'aléatoire appelé à s'accentuer avec le Dérèglement Climatique, vers l'objectif de la « Gestion Sécurisée du Domaine de l'Eau ».

Afin d'avancer dans le sens de l'identification de l'Objectif spécifique (Os) de GEMR il s'agirait d'identifier un « Indicateur de Risques d'Extrêmes (IndRiEx) » dont il s'agirait alors d'identifier les Objectifs temporels de sa réduction.

Cet indicateur devrait alors être aussi bien un « Indicateur de Risque Sécheresse (IndRiSec) » qu'un « Indicateur Risque Inondation (IndRisIn) », de manière à ce que l'on ait :

$$IndRiEx = IndRiSec + IndRisIn$$

Si, par convention, on retient la valeur 100 l'IndRiEx de l'année 2021, qui correspondrait au Risque des 30 années 1980-2010 qui ont servi notamment au calage du Modèle Hydro-Economique, les Objectifs Spécifiques de GEMR pour les années 2025, 2030, 2040 et 2050 pourraient alors être fixés à :

- IndRiEc 2025 = 95
- IndRiEx 2030 = 85
- IndRiEx 2040 = 65
- IndRiEx 2050 = 35

Signifiant qu'à l'Horizon 2050 on serait capable de gérer environ 2/3 aussi bien les Risques de sécheresse que d'Inondations au moyen des barrages et des stockages souterrains.

Dans ce qui suit on identifiera la Contribution de chaque Levier à la réalisation des sous-objectifs temporels de GEMR ainsi arrêtés.

I.3.2 Contenu de la MQE

La qualité de l'eau constitue une importante préoccupation dans le domaine de l'eau. Les origines de l'altération de la qualité de l'eau sont de plusieurs ordres, dont :

- L'effet des rejets agricoles
- L'effet des rejets urbains, industriels et touristiques
- La salinité en rapport avec le niveau d'exploitation des nappes
- La salinité d'origine marine pour les nappes côtières

Aussi, la MQE (Maitrise de la Qualité de l'Eau) fait-elle l'objet d'un suivi rigoureux non seulement pour l'eau potable, pour des raisons de santé publique, mais également concernant l'eau d'irrigation, que ce soit directement pour ce qui relève du souci agricole ou, indirectement, en rapport avec la préoccupation alimentaire.

La MQE englobe également un volet écologique vu l'impact des eaux polluées sur le milieu naturel.

Là également il s'agirait de procéder par un Indicateur synthétique englobant l'état général de la qualité de l'eau qui peut être un IGQE (Indicateur Global de Qualité de l'Eau), auquel on accorderait également une valeur conventionnelle 100 qui représenterait la « valeur d'entrée » de l'état de la QE à l'année 2020, et dont il s'agira de fixer les objectifs de réduction pour atteindre la valeur cible considérée comme acceptable par le système décisionnel national.

L'on pourrait ainsi identifier le Δ_{QE} comme étant le « gradient QE » à réduire à zéro le plus rapidement possible.

On peut alors retenir l'objectif spécifique suivant pour la MQE :

- 2025 : Passer de Δ_{QE} à 0,5 Δ_{QE}
- 2030 : Passer de 0,5 Δ_{QE} à 0 Δ_{QE}.

Dans la suite il s'agira d'identifier la Contribution de chaque Levier à la réalisation des sous-objectifs temporels de MQE ainsi arrêtés.

I.3.3 Contenu de la MEDC (Mitigation de l'Effet du Dérèglement Climatique)

En plus du caractère irrégulier des précipitations et de l'ensemble des fragilités écologiques induites par la nature aride de son climat, le Dérèglement Climatique qui classerait la Tunisie parmi les 10 pays les affectés, va constituer un véritable défi, dont la Mitigation de ses Effets va représenter un aspect fondamental de la stratégie de développement pour les décennies à venir.

Bien que les effets ciblés par la MEDC vont rejoindre pour beaucoup d'aspects ceux visés par la GEMR, il reste fort utile de garder distincts ls deux objectifs spécifiques, parce que même si les objectifs de la GEMR concernent les risques, ceux plus spécifiquement lés à l'eau en termes de sécheresses/inondations sont les plus concernés.

En raison de la complexité des effets du DC, il devrait être plus judicieux, pour le MEDC, de considérer une « Grappe de Sous-Objectifs Spécifiques (SOS) » pouvant englober :

i. Les conséquences de la transition énergétique
ii. L'effet du DC sur le mode de vie et de production et plus particulièrement les préférences sectorielles et les systèmes de prix nationaux et internationaux
iii. Les perspectives de la production agricole à l'échelle mondiale et les prix internationaux des produits agroalimentaires
iv. L'effet combiné précipitations-températures sur les systèmes culturaux régionaux et la viabilité socioéconomique des exploitations
v. L'effet de l'élévation du niveau de la mer sur les régions littorales et les nappes côtières
vi. La prise en compte plus active de la complémentarité EB/EV/EV et ce que cela peut induire en termes de choix de cultures et de filières.

L'identification des SOS de la MEDC nécessitera un approfondissement de la connaissance des « Effets » au moyen notamment de la Modélisation Hydro-Economique pour que la stratégie d'atténuation soit la plus ciblée possible.

Toutefois, on peut d'ores et déjà retenir la Grappe des 4 SOS suivants :

a) Assurer l'adaptation agroécologique au DC
b) Assurer l'adaptation éco-territoriale au DC
c) Assurer un développement des filières en harmonie avec le DC et l'évolution du marché mondial de l'agroalimentaire
d) Promouvoir l'Assurance Agricole Climatique

Ainsi il s'agira de se fixer la grappe de SOS temporels suivants de la MEDC :

1) Pour 2025 :
    a. Réaliser 10% du SOS de l'adaptation agroécologique (calculée en superficie d'exploitations ou en nombre d'exploitants)
    b. Réaliser 10% du SOS de l'adaptation éco-territoriale (calculée en nombre de Délégations)
    c. Réaliser 20% du SOS de développement des filières en harmonie avec le DC et le marché mondial agroalimentaire (calculé en taux de progression dans les actions de MEO du SOS)
    d. Réaliser 20% du SOS de promotion de l'assurance DC (en nombre d'exploitants assurés)
2) Pour 2030 :
    a. Réaliser 30% du SOS de l'adaptation agroécologique (calculée en superficie ou en nombre d'exploitants)
    b. Réaliser 30% du SOS de l'adaptation éco-territoriale (calculée en nombre de Délégations)
    c. Réaliser 40% du SOS de développement des filières en harmonie avec le DC et le marché mondial agroalimentaire (calculé en taux de progression dans les actions de MEO du SOS)
    d. Réaliser 40% du SOS de promotion de l'assurance DC (en nombre d'exploitants assurés)
3) Pour 2040 :
    a. Réaliser 60% du SOS de l'adaptation agroécologique (calculée en superficie ou en nombre d'exploitants)
    b. Réaliser 60% du SOS de l'adaptation éco-territoriale (calculée en nombre de Délégations)
    c. Réaliser 80% du SOS de développement des filières en harmonie avec le DC et le marché mondial agroalimentaire (calculé en taux de progression dans les actions de MEO du SOS)
    d. Réaliser 80% du SOS de promotion de l'assurance DC (en nombre d'exploitants assurés)
4) Pour 2050 :
    a. Réaliser 100% du SOS de l'adaptation agroécologique (calculée en superficie ou en nombre d'exploitants)
    b. Réaliser 100% du SOS de l'adaptation éco-territoriale (calculée en nombre de Délégations)
    c. Réaliser 100% du SOS de développement des filières en harmonie avec le DC et le marché mondial agroalimentaire (calculé en taux de progression dans les actions de MEO du SOS)
    d. Réaliser 100% du SOS de promotion de l'assurance DC (en nombre d'exploitants assurés).

I.3.4 Contenu de la SP-BEP (Satisfaction Prioritaire des Besoins en Eau Potable)

La priorité pour l'eau potable ne peut souffrir d'aucun doute. C'est une obligation régalienne qui fait partie des missions de base de tout Etat normalement constitué. Pour la Tunisie il s'agit d'un droit humain et social inscrit dans la constitution. L'eau d'irrigation constitue un facteur économique de production, fortement souhaitable mais ne relevant pas du même niveau d'obligation de la part des institutions publiques.

Cela a été historiquement à la base de la réalisation d'ouvrages « historiques » de transfert, pour approvisionner en eau potable la métropole-capitale Tunis.

Toutefois, la réalisation de l'objectif spécifique SPBEP aura à être envisagée dans le cadre d'une démarche d'optimisation maximale, aussi bien au niveau de la demande que celle de l'offre.

Pour la demande, il s'agirait d'intervenir au niveau de la consommation spécifique, qui se situe pour la Tunisie à des niveaux très élevés, équivalents à ceux de pays très développés de zones tempérées comme l'Allemagne.

Toutes les dispositions devraient être prises pour maitriser la consommation d'eau potable, dont l'un des aspects le plus antiéconomiques consiste dans l'utilisation d'une eau couteusement purifiée pour des usages n'exigeant pas un niveau « eau de boisson » tel que le nettoyage domestique ou pour les WC.

D'autres actions d'« économie de l'eau », tel que la généralisation de l'usage des RFA (Robinets à Fermeture Automatique), doivent également faire partie des objectifs spécifiques de la SPBEP, avec des moyens d'incitations comme ceux qui ont été mobilisés pour généraliser l'usage des « ampoules économiques » dans le cas de l'énergie électrique.

Au niveau de l'offre, il s'agit également d'optimiser, en identifiant le moyen d'approvisionnement le plus avantageux, pour les zones structurellement déficitaires de l'Est et du Sud, à travers le choix entre le « transfert » et le « dessalement », y compris avec la prise en compte des effets de baisse de coût et écologiquement bénéfique des Energies Renouvelables.

Aussi l'objectif spécifique de la SPBEP couvre-t-il deux domaines :

- Objectif Spécifique de Maitrise de la Demande en Eau Potable (OS-MDEP)
- Objectif Spécifique d'Optimisation de l'Offre d'Eau Potable (OS-OOEP)

❖ Pour l'OS-MDEP il s'agirait d'identifier le rythme de réduction des volumes tendanciels de « prélèvement » d'eau, avec un accroissement constaté de 4% par an, soit un volume prévisionnel de 2,5 Mm^3 à l'Horizon 2050 si la même tendance était maintenue.

Pour cet OS, en combinant deux améliorations progressives, l'une au niveau de la consommation spécifique et l'autre à l'échelle du rendement des réseaux, les Objectifs temporels en matière de « prélèvements » d'eau devraient être plafonnés aux valeurs suivantes :

- 2025 : 707 Millions de m^3
- 2030 : 724 Millions de m^3
- 2040 : 762 Millions de m^3
- 2050 : 800 Millions de m^3

❖ Pour l'OS-OOEP, il s'agira de dérouler le calcul économique afin d'identifier où mettre le curseur entre les deux modes « Transfert » et « Dessalement » afin que le choix global soit optimal.

Dans ce qui suit seront identifiées les Contributions de chaque Levier à la réalisation de l'objectif spécifique de la SP-BEP.

I.3.5 Contenu de la SR-DEI (Satisfaction Raisonnée de la Demande en Eau d'Irrigation)

La demande en eau d'irrigation se trouve à la confluence de plusieurs domaines de préoccupation englobant :

- L'économique, en rapport avec la valorisation de potentiels de production agricole
- Le social, en liaison avec l'aspiration à accroitre leurs revenus pour les petits et moyens exploitants
- Le territorial, en tant que facteur de développement de l'économie locale et régionale et de stabilisation des populations
- L'écologique, en termes de mobilisation contrôlée et durable de ressources de surface et souterraines.

Aussi, la SR-DEI se pose-t-elle en des termes d'une grande complexité autour des questions suivantes :

- Comment, dans des conditions d'aridité et de risque de DC, assurer un approvisionnement suffisamment régulier en eaux d'irrigation, permettant de ne pas affecter la viabilité économique et sociale des exploitations ?
- Comment viabiliser les opérateurs impliqués dans la gestion des systèmes d'eau collectifs tels tel que les CRDA et les GDA, afin que le système eau d'irrigation puisse satisfaire la demande dans des conditions de sécurité, de durabilité et d'inclusivité ?
- Comment assurer des ressources en eaux de surface et souterraines à même de couvrir la demande en eau selon les conditions spécificités des territoires ?
- Par quels moyens peut-on intervenir pour rationaliser les choix agroéconomiques en tenant compte des différents intérêts en jeu ?
- Quelle politique publique mettre en œuvre pour améliorer les conditions de maintenance des systèmes d'irrigation et de drainage, relever les niveaux de rendement des réseaux et intensifier les modes d'exploitation agricole des PPI ?
- Quelle politique publique pour préserver les ressources souterraines contre la surexploitation et la dégradation de la qualité de l'eau dans les périmètres irrigués privés (PIP) ?
- Quelle politique publique à l'échelle de l'ensemble du système d'irrigation pour harmoniser entre les impératifs économiques et sociaux et les potentiels de mobilisation hydrique ?
- Comment assurer la complémentarité Eaux Bleues/Eaux Vertes dans un objectif à la fois de meilleure valorisation du mode pluvial et de maitrise de la pression les ressources en provenance des activités d'irrigation ?

En plus, pour arriver à identifier l'objectif spécifique à la SR-DEI il aurait fallu disposer de la Stratégie Nationale de Développement Agricole (la SNDA), qui aurait pu fournir l'indication nécessaire relative à la place du secteur irrigué dans cette stratégie, non seulement en rapport avec l'évolution du mode pluvial mais également des sollicitations et des objectifs aussi bien des filières que des territoires et en rapport également avec les objectifs nationaux en matière d'agroalimentaire.

En l'absence de ces orientations, les OS de la SR-DEI devraient englober les éléments suivants :

- ✓ Maitriser les aléas pour pouvoir sécuriser l'approvisionnement en eau du secteur irrigué
- ✓ Mettre à niveau les infrastructures et équipements collectifs et en améliorer le rendement
- ✓ Appuyer les choix et les méthodes d'intensification agricole
- ✓ Renforcer les capacités des structures publiques et des acteurs des structures déconcentrées et des institutions associatives en vue d'améliorer la gestion de l'eau
- ✓ Engagement de politiques ciblées à caractère technique, économique et institutionnelle pour la préservation et la valorisation de la ressource hydrique à l'échelle des exploitations agricoles.

Ainsi, en plus de ce qui peut bénéficier à la SR-DEI de l'atteinte des OS de la GERR, de la MQE et de la MEDC, il s'agirait de retenir les OS suivants :

- Pour la Mise à Niveau des Infrastructures et Equipements (MANIE) :
  - 2025 : Atteinte de 20% des objectifs de MANIE
  - 2030 : Atteinte de 500% des objectifs de MANIE
  - 2040 : Atteinte de 80% des objectifs de MANIE
  - 2050 : Atteinte de 100% des objectifs de MANIE
- Pour l'Intensification de l'Agriculture en Irrigué (IAI) :
  - 2025 : Réaliser un taux d'intensification de 85%
  - 2030 : Réaliser un taux d'intensification de 100%
  - 2040 : Réaliser un taux d'intensification de 115%
  - 2050 : Réaliser un taux d'intensification de 130%

I.3.6 Contenu de la SES (Sauvegarde des Ecosystèmes)

Il s'agit d'un Objectif Spécifique de très grande importance que l'on pourrait tendance à minorer, en oubliant que la politique publique de l'eau a non seulement un triple objectif économique, social et territorial mais également une composante écologique qui est au cœur de la durabilité, puisqu'il s'agit de sauvegarder les équilibres qui permettent la pérennisation et évitent la dégradation avec effet d'irréversibilité.

Ce qui est ciblé par un tel OS concerne les « milieux aquatiques » et la manière de protéger leurs équilibres sur la base d'opérations d'aménagement et de règles de gestion hydrique qui permettant l'atteinte desdits objectifs.

Si l'on arrive à estimer l'« Etat Actuel de Déséquilibre des Ecosystèmes » par une coefficient fixé par convention à 100, on devrait pouvoir retenir les objectifs temporels suivants :

- 2025 : Ramener l'« Etat de Déséquilibre des Ecosystèmes » à un Coefficient 90
- 2030 : Ramener l'« Etat de Déséquilibre des Ecosystèmes » à un Coefficient 70
- 2040 : Ramener l'« Etat de Déséquilibre des Ecosystèmes » à un Coefficient 40
- 2050 : Ramener l'« Etat de Déséquilibre des Ecosystèmes » à un Coefficient 10

I.3.7 Contenu de la VEFOP (Viabilisation Eco-Financière des Organismes Publics)

L'un des obstacles à la rationalisation de la politique publique de l'eau réside au niveau des capacités des Opérateurs publics et leur aptitude à maintenir des infrastructures, équipements et réseaux d'eau potable et irriguée en bon état de fonctionnement.

Une des principales de cette situation se trouve au niveau de l'inadéquation du système tarifaire aux besoins en matière d'investissement de renouvellement/extension/maintenance, ainsi que ceux relatifs au fonctionnement. Cela se pose également en termes de systèmes de gestion et de capital humain.

La persistance de ces dysfonctionnements explique la détérioration de l'état des réseaux et la baisse des rendements, ce qui est à même de créer un cercle vicieux, la baisse des rendements affectant les quantités d'eau livrées, leur facturation et le recouvrement.

Etant entendu par ailleurs que la tarification est censée tenir compte de contextes économiques et sociaux qui n'en rendent pas aisées les politiques d'adaptation.

Sans vouloir se substituer au système décisionnel en vigueur relativement aux questions tarifaires, d'organisation et de renforcement des capacités des opérateurs publics, il demeure évident que tout avancement dans le déblocage de ce volet du domaine de l'eau constituera un facteur favorable à la réalisation des objectifs d'Eau 2050.

A ce titre il s'agira de prendre connaissance des plans d'action des acteurs concernés et d'établir une double-évaluation des réformes à venir, en faisant apparaitre l'avantage de la mise en œuvre, l'effet positif sur les autres objectifs spécifiques de la Stratégie et, inversement, le coût de la non-mise en-œuvre des réformes et l'impact négatif sur les autres objectifs spécifiques.

I.3.8 Contenu de l'ASEPI (Accès Social à l'Eau Potable et Irriguée)

Cela devrait faire partie des « Objectifs Sociaux » de la « Politique Publique de l'Eau (PPE) » et le fait que l'Etat, au moyen d'un certain nombre de dispositifs de tarification et/ou de transferts sociaux, mette en œuvre ladite politique sociale.

Il s'agirait juste de garder à l'esprit que la PPE prend en compte - en plus de ce qui relève de la sécurité alimentaire, l'équilibre de la balance des paiements et la gestion des approvisionnements en produits de première nécessité - des objectifs de cohésion sociale et d'équité territoriale pouvant se traduire en orientations particulières pour assurer l'ASEPI.

I.3.9 Contenu de la DIDT (Développement Inclusif et Durable des Territoires)

La dimension territoriale de l'eau est structurelle dans le sens où aussi bien au niveau de la ressource que de l'usage l'eau est marquée par la territorialité et la territorialisation.

Il s'ensuit que toute politique d'aménagement et de développement des territoires implique une PPE spécifique et qu'inversement toute PPE porte en elle une option sous-jacente d'aménagement et de développement des territoires.

C'est à ce titre qu'il s'agira d'identifier le « point initial », qui correspond à la situation actuelle de la PPE, la caractériser en termes de Coûts/Avantages au sens du développement des territoires, et de se fixer des objectifs spécifiques temporels (OST) de réductions des « coûts » de PPE et de maximisation de ses avantages, pour les différents horizons d'Eau 2050.

Pour cela un certain nombre d'indicateurs simplifiés et pouvant refléter l'effet de la PPE sont identifiés et suivis, tel que :

- Indicateurs d'« Avantages » de la PPE
  - Taux d'accès à l'Irrigation par unité territoriale
  - Revenus par unité territoriale de l'agriculture irriguée (Agr-Irr)
  - Régularité des revenus de l'Agr-Irr par unité territoriale
  - Revenus par unité territoriale de l'agriculture pluviale valorisante
  - Emplois générés par l'agriculture I&P par unité territoriale
  - Taux d'accès à l'eau potable de qualité et à approvisionnement sécurisé unité territoriale
- Indicateurs de « Coûts » de la PPE
  - Demande non satisfaite en eau d'irrigation, par unité territoriale
  - Demande non satisfaite en eau potable, par unité territoriale
  - « Manque à gagner » en termes d'emploi ayant pour cause le dysfonctionnement agricole, par unité territoriale

Le suivi de la réalisation de cet Objectif Spécifique de la Stratégie d'Eau 2050 se fera sur la base d'« Indicateurs de progrès » à affecter à chacun des 4 Horizons d'Eau 2050.

I.3.10 Contenu de l'OS-G2PRI (Gouvernance Participative, Pilotage Rationalisé et Innovation)

Par ses usages, ses ressources, ses territoires et ses acteurs la PPE reste l'objet d'un dispositif de gouvernance complexe qui pose des questions d'efficacité et d'efficience, en plus de ce que cela put soulever de besoin de plus de participation.

L'état de la gouvernance de l'eau soulève quelques questions, tel que :

- La cohérence entre les différents domaines d'intervention pris en charge par le MARH et la persistance de problèmes de cohérence et d'harmonisation
- L'état du rapport entre Ministère et Organismes publics sous tutelle et notamment ce qui survit de la politique de Contrats Etats-Organismes Publics
- L'inadéquation des ressources humaines avec les exigences du développement et plus spécifiquement au niveau des CRDA
- La faiblesse des moyens d'encadrement de l'activité agricole avec ses deux volets « pluvial » et « irrigué »
- La situation des GDA

- La disparition de chambres agricoles qui pourraient disposer de moyens plus que ce n'est le cas pour les sections de l'UTAP
- L'insuffisance du cadre censé promouvoir les approches filières tels que sont censés l'assurer les « Groupements Professionnels »
- L'absence de coordination autour d'unités hydriques telles que les « nappes »
- La trop faible adhésion à l'assurance agricole
- Le trop faible accès au crédit agricole
- L'inexistence de structures d'organisation et d'encadrement de « jeunes agriculteurs »

Cet état des lieux de l'institutionnel en rapport avec l'eau et l'agriculture, présenté sous forme de simple de rappel, n'est pas favorable à l'initiation d'une « Nouvelle Politique Publique de l'Eau » qui a besoin de la participation à son élaboration, sa conception, sa mise en œuvre et son suivi, avec tous les prérequis de l'efficacité et de l'équité.

Il s'agirait là également d'identifier un « Indicateur Composite », exprimant le ciblage visé par une « Grappe d'Objectifs » relatifs à la GEPPR, dont il s'agirait de fixer les différentes modalités temporelles relatives aux différents Horizons d'Eau 2050.

II Contribution de chacun des Huit (8) Leviers à la Réalisation de chacun des Dix (10) Objectifs Spécifiques (OS)

II.1 Contribution de la GI2ES (Gestion Intégrée Eaux de Surfaces/Eaux Souterraines) aux OS

II.1.1 Contribution à l'OS-GERR (Objectif Spécifique de Gestion des Extrêmes et Réduction des Risques)

Il a été affirmé à plusieurs reprises tout le long des Etapes de la mission Eau 2050 que la GH2(ES) va constituer un vecteur de changement qualitatif majeur dans la conduite du domaine hydrique.

En effet, il a été établi, dès le Diagnostic, qu'au cours des trente dernières années près de dix (10) Milliards de m^3 ont été déversés en mer sans que cela soit le résultat d'une politique explicite de déversement tel que pour des raisons écologiques, mais seulement par un effet « eaux fatales » non maitrisées par le système hydrique dans son ensemble.

Cette caractéristique est spécifique aux pays au climat aride, avec un régime de précipitations d'une irrégularité et d'une intensité qui favorisent trop le ruissellement et trop peu l'infiltration. Cette caractéristique hydrique va en plus prédominer et s'accentuer avec le Dérèglement Climatique.

C'est pour cette raison qu'il s'agit pour la Tunisie de trouver une solution au déversement irrécupérable qui grève la balance eaux et prive le pays d'une ressource non seulement se raréfiant mais également appelée à perdre davantage en régularité.

Or, l'OS-GERR constitue un objectif spécifique primordial par ce que cela apporte à la planification rationalisée, la sécurisation des approvisionnements, la stabilisation de l'activité économique et l'amélioration du confort de vie des ménages.

Le concept de la GH2(ES) provient de l'unicité hydrique entre eaux de surface et eaux souterraines, par le biais de l'infiltration qui constitue le mode d'alimentation des aquifères en ressources en eau.

La GH2(ES) se propose d'améliorer les processus d'infiltration au moyen de dispositifs dits d'« Infiltration Assistée » ou encore de « Recharge Artificielle des Nappes ».

Le principe de base de cette approche consiste à « Ralentir le plus possible le ruissellent » afin de « Laisser le plus de temps possible à l'absorption par les sols ».

La simplicité de l'énoncé du principe de base de la GH2(ES) ne doit pas occulter la complexité de sa traduction en actions et dispositions pouvant conduire à une gestion sécurisée des ressources permettant de faire face aux extrêmes et réduire les risques.

La complexité tient aux facteurs suivants :

i. L'optimisation des calculs pour l'identification des quantités d'eau ciblées par l'amélioration du stockage d'eaux de surfaces dans le cadre de la réduction du déversement fatal, en fonction aussi bien des apports « naturels » de ressources que des prélèvements pour les deux grands usages « eau potable » et « eaux d'irrigation »

ii. La répartition rationnelle du stockage entre la surélévation de barrages existants et la création de nouveaux ouvrages

iii. L'identification et la caractérisation des « aquifères d'accueil » destinés à l'absorption progressive des eaux collectées et dédiées à l'infiltration assistée

iv. Les études de sol nécessaires en termes d'aptitude à l'infiltration et de capacités de rétention

v. Le positionnement spatial des aquifères par rapport aux ouvrages de stockage

vi. La capacité de modélisation pour arriver à estimer les quantitatifs d'eaux en jeu

vii. Les choix d'aménagement aussi bien pour l'augmentation de la capacité de stockage que l'amélioration de l'infiltration

viii. Les coûts à engager rapportés aux avantages, calculés non seulement en rapport avec l'accroissement quantitatif des eaux maitrisées mais également en termes de régularité et de réduction des risques de rupture.

La présentation finale de cette « Contribution » se fera au moyen de :

a. L'identification des actions d'accroissement des capacités de stockage

b. L'identification des caractéristiques de sol et d'aquifères en rapport avec l'infiltration assistée à engager

c. L'évaluation des processus temporels d'infiltration et des quantitatifs probables attendus par type d'aquifère, par grande région et à l'échelle globale.

II.1.2 Contribution à l'OS-MQE (Objectif Spécifique de Maitrise de la Qualité de l'Eau)

La qualité de l'eau se détériore sous l'effet de deux grands impacts, le premier provenant des rejets qu'il soient agricoles ou urbains, industriels et touristiques, et le deuxième en provenance soit des structures des sols et des aquifères, soit de l'infiltration à partir de sebkhas ou de milieux maritimes.

Actuellement la part des eaux souterraines dans les « eaux bleues » est de 45%. Si la GA2(ES) permet de doubler les ressources en provenance des aquifères, la part des eaux souterraines passera à 62%, pour devenir dominantes dans le bilan des eaux bleues.

Le fait que les eaux d'aquifères passe préalablement par le filtrage-sol, cela est à même de contribuer de manière importante à l'amélioration de la qualité de l'eau dans des proportions que l'on peut déterminer au moyen du dispositif de modélisation élaboré en accompagnement à l'étude Eau 2050.

Toutefois, il reste évident que le Levier GA2(ES) accordera l'attention qu'il faut à la dynamique des aquifères notamment pour e qui est de la salinité et adoptera les mesures nécessaires pour l'atténuation de cet effet.

II.1.3 Contribution à l'OS-MEDC (Objectif Spécifique de Mitigation de l'Effet du Dérèglement Climatique)

Le dérèglement climatique va constituer le facteur écologique majeur qui modifier profondément le contexte « naturel » pour les décennies à venir et se présente pour un pays comme la Tunisie avec le plus de contraintes probables.

En affectant aussi bien les températures que les précipitations, dans leurs valeurs moyennes et leurs fréquences, l'impact climatique va non seulement avoir un « effet structure » mais également une « conséquence irrégularité », le premier débouchant sur des changements de « vocation » pour des régions ou des spéculations, alors que la deuxième augmentant exponentiellement l'effet aléas et risques.

C'est en cela que la GA2(ES) devient non seulement un facteur d'amélioration des disponibilités en eau pour la sécurisation des approvisionnements mais également un moyen irremplaçable de mitigation des effets du dérèglement climatique.

L'estimation de la contribution de la GA2(ES) à la MEDC se fera en deux temps, avec :

i. Un premier temps relatif à l'identification des effets attendus du DC en termes de températures et de précipitations, à l'échelle spatiale et temporelle ainsi que l'impact probable sur les usages notamment agricoles, sans prise en compte des mesures de mitigation induites par la GA2(ES)

ii. Un deuxième temps dédié à l'estimation de l'effet de la GA2(ES) en termes de réduction de l'impact du DC. Cela concernera l'effet sur les précipitations et la contribution de la GA2(ES) à combler, dans des proportions à déterminer, l'effet du DC sut les disponibilités en eau.

II.1.4 Contribution à l'OS-SRBEI (Objectif Spécifique de Satisfaction Raisonnée des Besoins en Eaux d'Irrigation)

Les ressources en eaux bleues actuellement mobilisées sont orientées prioritairement à l'eau potable dans une proportion de 20%, alors que la part plus importante, de 80%, est dédiée à l'agriculture irriguée.

La participation de l'agriculture irriguée à 35% de la production agricole globale en fait un sous-secteur stratégique et sa part dans l'export agricole de 25% consolide son poids économique.

Par ailleurs, avec la relative régularité de sa production en raison de la soustraction relative de l'activité à l'aléa pluviométrique, cela contribue à l'approvisionnement des marchés en produits frais, la satisfaction de la demande des ménages avec le moins de chocs possibles de rupture dans les chaines de distribution, tout en offrant aux ménages d'exploitants agricoles de l'irrigué des opportunités de revenus favorables à la stabilisation sociale.

C'est à ce titre qu'un effort national conséquent en termes d'investissement a été orienté vers l'irrigation, dans une optique de meilleure valorisation des ressources en sols et en eaux et de plus grande contribution agricole au développement socioéconomique et territorial.

Toutefois, avec l'augmentation de la demande du marché intérieur et de l'exportation pour les spéculations en irrigué, l'expansion des superficies en irrigué, la moindre maitrise de l'accès aux ressources souterraines par le phénomène des forages illicites, en plus des changements attendus par la DC, la réponse à la demande en eau d'irrigation connait déjà des difficultés, appelées à s'aggraver.

La GA2(ES) en mettant au cœur de sa préoccupation la récupération d'eaux perdues par le ruissellement et/ou l'évaporation au moyen de dispositifs de rationalisation de l'unicité hydrique Eaux de Surface/Eaux Souterraines pour un meilleur stockage global complémentaire.

Ainsi l'effet attendu d'amélioration des niveaux de ressources dans les aquifères sera suivi et communiqué à l'échelle des territoires en vue d'une gestion améliorée des besoins en eaux d'irrigation grâce à l'amélioration quantitative et qualitative des ressources souterraines.

II.1.5 Contribution à l'OS-SES (Objectif Spécifique de Sauvegarde des écosystèmes)

La GA2(ES) est un dispositif éminemment écologique, avec un effet de conservation eaux et sols important, en plus de l'impact de l'infiltration assistée sur la qualité des eaux.

La GA2(ES) sera couplée à la CES, vu l'intégration unificatrice ente Eaux Bleues et Eaux Vertes à la base de la GA2(ES) et l'impératif de sauvegarde du capital sol induit par cette approche.

Ainsi, l'approche GA2(ES) est appelée à intégrer dans son champ d'intérêt l'ensemble de l'agro-rural, avec ses deux composantes pluviale et irriguée, dans un but de rationalisation qui devrait aller jusqu'au niveau « exploitation », dans le but de promouvoir et mettre en œuvre les méthodes de conduite culturale qui réduisent le plus le ruissellement et favorisent le plus l'infiltration.

Par ailleurs, la GA2(ES) tient compte des objectifs spécifiques à la SES afin de contribuer à leur réalisation, dont en particulier les 42 zones humides RAMSAR actuellement délimités et suivis.

II.1.6 Contribution à l'OS-DIDT (Objectif Spécifique de Développement Intégré et Durable des Territoires)

La GA2(ES) va être au cœur de la perspective du DIDT, vu que l'objectif de la GA2(ES) cible particulièrement les Eaux souterraines avec ainsi un effet attendu prépondérant au niveau de l'agriculture irriguée.

En plus, étant donné la complémentarité très recherchée entre Eaux de surface et Eaux souterraines à travers la GA2(ES), c'est de l'ensemble du potentiel productif agricole qu'il s'agira.

Par ailleurs, les effets du Dérèglement Climatique vont impacter très fortement les territoires et plus particulièrement leurs différentes composantes agro-rurales, avec des modifications qui peuvent affecter aussi bien les conditions de production que de commercialisation.

L'objectif de résilience aura à être traduit, en termes de pertinence, en de la résilience territoriale.

Toutefois, il s'agira également de penser la résilience en termes d'intersectorialité, d'efficience économique globale et d'équité sociale d'ordre national.

La réduction de l'aléa hydrique attendu de la GA2(ES) doit constituer un facteur contributeur au renforcement de la résilience des territoires, notamment lorsque ce Levier est déployé dans sa plénitude en termes aussi bien d'amélioration tendancielle des réserves en eau et de sauvegarde des sols en tant que ressource entièrement et pleinement prise en compte dans la GA2(ES).

II.2 Contribution de la RS2IA (Rationalisation du Système d'Irrigation et Intensification Agricole) aux Objectifs Spécifiques

II.2.1 Contribution à l'OS-GERR (Objectif Spécifique de Gestion des Extrêmes et Réduction des Risques)

La contribution du Levier RSEP2IA à l'OS-GERR est primordiale. Cela engloba deux volets. Un premier volet à caractère hydrique, à propos duquel il s'agit au moyen de la modernisation et rationalisation des systèmes de production, de transport et de distribution, de contribuer, par le biais notamment des capacités de stockage dont peuvent disposer les opérateurs et de toutes les mesures d'adéquation entre la demande et l'offre, à une meilleure régulation du système hydrique en intervenant pour le soustraire le plus possible aux effets négatifs de l'inadéquation Demande/Offre. Le deuxième volet est à caractère socioéconomique concernant plus spécifiquement la composante « irrigation et intensification agricole », dont la rationalisation et l'amélioration de ses performances constitue un facteur de stabilisation économique et sociale fort utile pour l'amortissement des chocs à venir, particulièrement ceux liés au Dérèglement Climatique.

II.2.2 Contribution à l'OS-MQE (Objectif Spécifique de Maitrise de la Qualité de l'eau)

Les méthodes, techniques et les dispositifs de gestion de l'eau par les opérateurs impliqués dans l'AEP, l'Irrigation et l'Intensification agricole, impactent la qualité de l'eau, que cela soit en amont, à l'entrée aux différents usages, ou à l'aval, en sortie, au niveau des différents rejets.

Une veille relative à la qualité de l'eau et le suivi-évaluation pertinent sont à même de contribuer à la MQE qui constitue un OS de premier ordre.

II.2.3 Contribution à l'OS-MEDC (Objectif Spécifique de Mitigation de l'Effet du Dérèglement Climatique)

Le Dérèglement Climatique va se traduire par des effets température et précipitations qui vont profondément changer la donne « contexte naturel » et induire la nécessité de changements importants en termes d'adaptation.

L'effet le plus attendu va se refléter au niveau des disponibilités en ressources, notamment dans le système des barrages tel que le Modèle hydro-économique a déjà permis de l'identifier au niveau de Sidi Salem.

En parallèle à ce qu'Eau 2050 est appelée à adopter en termes de dispositifs innovants de maitrise des ressources, le Levier RSE2IA (Rationalisation du Système d'Eaux d'Irrigation et de l'Intensification Agricole) aura à contribuer par la modernisation et mise à niveau des réseaux, optimisation de l'irrigation et l'intensification agricole afin qu'avec les mêmes niveaux de ressources l'on arrive à augmenter le niveau de satisfaction de la demande et l'efficacité des systèmes de production.

II.2.4 Contribution à l'OS-SRDEI (Objectif Spécifique de Satisfaction Raisonnée de la Demande en Eau d'Irrigation)

Il s'agit de la contribution centrale du Levier RSE2IA. L'OS renvoie à la fois à la « Demande » et sa satisfaction « Raisonnée » afin de faire la différence avec la notion de « Besoin » dont devrait relever m'Eau potable, alors que le qualificatif « Raisonnée » tend à exprimer l'idée qu'il s'agira dans ce cas de procéder par évaluation en Coûts/Avantages aussi bien à l'échelle de l'exploitation que de la collectivité.

L'évaluation en question qui va accompagner la réalisation de l'OS-SRDEI se référera à la prise en compte d'un grand nombre de paramètres, dont ce qui suit :

i. Mettre à niveau et moderniser les infrastructures et équipements des PPI
ii. Généraliser le recours aux énergies renouvelables
iii. Transformer les superficies irrigables en effectivement irriguées
iv. Contribution du produit agricole objet de l'irrigation à la satisfaction des objectifs de la souveraineté alimentaire
v. Application des assolements permettant de maximiser l'intensification
vi. Tarification au coût de l'eau avec si nécessaire subvention par l'Etat des organismes en charge de la production d'eau d'irrigation
vii. Application des normes d'économie de l'eau en matière d'irrigation
viii. Restructurer et réorganiser le système d'irrigation de façon à ce que cela géré à la performance, la flexibilité, la réactivité et proactivité, la rentabilité et la profitabilité
ix. Intégrer les PPI dans les chaines de valeur les plus accomplies
x. Intéresser les jeunes à investir dans l'irrigué
xi. Promouvoir la recherche-développement ciblée à vocation applicative pratique
xii. Intégrer les TIC dans le développement la gestion des PPI

II.2.5 Contribution à l'OS-SES (Objectif Spécifique de Sauvegarde des Ecosystèmes)

Les systèmes d'irrigation impactent les ressources, et le Levier RSE2IA doit contribuer à l'atténuation à la réalisation de l'OS-SES.

Les effets de l'irrigation sur les ressources en eaux et en sols concernent d'un côté les produits phytosanitaires et les engrais utilisés et, d'un autre côté, l'hydromorphie des sols, faute de drainage approprié.

La solution consiste à considérer les PPI comme des systèmes dont la gestion peut être source de nuisance et faire de façon que chaque PPI doit ainsi disposer d'un PGSE (Plan Stratégique de Gestion des Effets) spécifiant les indicateurs de conformité à la norme environnementale et bénéficiant des mesures de suivi et de contrôle pour s'assurer de ladite conformité.

Les structures d'encadrement et d'appui central, déconcentré é et décentralisé et les organismes de représentation participative auront également à contribuer à l'OS-SES par le renforcement des capacités du système de gestion des PPI et son pourvoi en moyens techniques, réglementaires, organisationnels et humains afin que la composante sauvegarde des écosystèmes soit prose en compte.

II.2.6 Contribution à l'OS-VEFOP (Objectif Spécifique de la Viabilité Eco-Financière des Organismes Publics)

La réalisation de l'OS-VEFOP constitue une condition sine qua none de la réalisation de l'objectif directeur du système hydrique en général et de la composante « Irrigation et Intensification » en particulier. Le paramètre ciblé par le Levier RSE2IA en direction de cet OS consiste dans la viabilité économique et financière. Il s'avère, en effet, à cause de l'extrême sous-tarification, que les organismes en charge de l'investissement et du fonctionnement des PPI se sont trop souvent troué dans l'incapacité de mettre à niveau et moderniser les réseaux de manière à les mettre en condition d'assurer la fonction irrigation avec les performances requises.

Associé à une question de gouvernance, résultant notamment de la disparition des « Offices de Mise en Valeur », cela a abouti à ce que la modernisation des réseaux est devenue une fonction censée être assurée par le MARHP et soumise ainsi aux contraintes du Budget de l'Etat.

Il résulte de ce qui précède que la présente « Contribution » va être conditionnée par les paramètres suivants :

i. Réexamen de l'opportunité de revenir aux Offices de Mise en Valeur
ii. Réexamen de la tarification dans le sens d'une meilleure prise en compte des coûts
iii. Amélioration des rendements, des assolements et de l'intensification
iv. Restructuration des circuits de distribution et action au niveau des filières afin que les exploitants puissent améliorer leurs revenus
v. Modernisation des GDA par l'encadrement, l'appui et le renforcement des capacités

II.2.7 Contribution à l'OS-ASEI (Accès Social à l'Eau d'Irrigation)

Il s'agit d'une contribution qui prend en compte la structure socioéconomique des exploitants agricoles, avec des exploitants de moins de 20 ha, considérés comme « économiquement non viables » en régime pluvial, qui représentant 85% de l'ensemble,

Même ce caractère trop inégalitaire caractérise un peu moins l'irrigué, parce qu'ayant bénéficié d'une certaine réforme agraire, il n'en demeure pas moins qu'il y a des exploitants dans cette catégorie avec très peu s'assise foncière.

Cela implique qu'au niveau de la tarification il devrait y avoir un dispositif qui permet de tenir compte du caractère « social » de ce genre d'exploitations appelées à bénéficier de dispositions tarifaires plus accommodantes.

II.2.8 Contribution à l'OS-DIDT (Objectif Spécifique de Développement Territorial Inclusif et Durable)

Dans une grande région comme le Centre-Ouest l'agriculture en général et l'irrigué en particulier constituent un facteur de développement économique, social et territorial structurant, avec la conséquence qu'en raison des risques sur les ressources en eau il y a une double-menace soit, de l'exploitation non rationnelle des ressources jusqu'à la compromission des conditions d'approvisionnement en eaux d'irrigation, soit de l'abandon dans les cas fréquents où le coût de l'exhaure commence à dépasser les capacités de paiement.

Par ailleurs, le niveau d'intensification agricole restant autour de 70%, cela affecte les revenus agricoles et ne contribue ni à l'accroissement de la valeur ajoutée dégagée au niveau de la région, ni la viabilité des exploitations.

Etant donné, en plus, le fait que le mode pluvial et des eaux vertes reste en-deçà des attentes en termes de performance cela ne va pas dans le sens de l'atténuation des contraintes économiques et sociales au niveau des territoires.

Néanmoins, il s'agirait de retenir le fait que le Levier RSE2IA ne pourra contribuer que partiellement à l'OS-DIDT, car le développement régional et local exigera d'autres dimensions d'intervention, dont en particulier l'équipement du territoire en infrastructures de performance, le déploiement de services déconcentrés efficaces et efficients et surtout l'avènement d'un contexte économique favorable par le biais notamment de l'approche filières.

II.3 Contribution du Levier EP-RNC-ER-QE (Eau Potable, Ressources Non Conventionnelles, Energies Renouvelables et Qualité e l'Eau) aux 10 OS de la Stratégie

II.3.1 Contribution du Sous-Levier Reuse

II.3.1.1 Contribution à l'OS-GERR (Objectif Spécifique de la Gestion des Extrêmes et la Réduction des Risques)

Bien que le Levier EP-RNC-ER a à cibler essentiellement l'Eau Potable, on assiste à la promotion de projets viables où le dessalement d'eaux saumâtres est orienté vers l'irrigation.

La contribution du présent Levier à l'OS-GERR est de premier ordre, étant donné d'un côté la primauté de la satisfaction des besoins en eau potable et, d'un autre côté, l'apparition de perturbations importantes, en certains lieux et certaines périodes de l'année, en matière d'AEP.

La contribution est appelée à devenir d'autant plus importante que la perspective du Dérèglement Climatique va devenir plus prégnante et que la composante 3eau Potable Rurale » est loin d'être stabilisée.

La manière avec laquelle va être activé le présent Levier d'Intervention englobe les axes suivants :

i. L'adoption d'un mode tarifaire pouvant refléter le cout économique de l'eau tout en prenant en compte la dimension sociale
ii. La mise en œuvre d'un programme effectif mise à niveau et modernisation des réseaux
iii. L'optimisation du contrôle de la ressource au moyen notamment de la lutte contre l'évaporation et le ruissellement et l'appui à la recharge des nappes
iv. La préférence pour la mobilisation de ressources locales pour la satisfaction des besoins en eau potable
v. La maximisation de l'exploitation des REUSE orientée irrigation et permettant de diminuer la pression sur les ressources
vi. La mise en œuvre de la stratégie du « Dessalement » avec la prise en compte de la réduction de ses effets environnementaux négatifs
vii. La maximisation du recours aux énergies renouvelables et plus particulièrement l'énergie solaire thermodynamique » dont l'effet attendu est la baisse de la facture énergétique de l'eau potable
viii. L'approfondissement et la mise en œuvre de l'orientation qui consiste à affecter les eaux de l'extrême nord-ouest à l'usage eau potable vu la qualité de ces eaux et ce qui va en résulter comme baisse de la salinité et des coûts.

II.3.1.2 Contribution à l'OS-MQE (Objectif Spécifique de Maitrise de la Qualité de l'Eau)

Les principaux obstacles à la qualité de l'eau potable proviennent de deux causes : l'état des eaux de surface du BV de la Medjerda et celui des ressources souterraines ailleurs.

Les deux options en faveur de :

a. L'affectation des ressources de l'Extrême-Nord-Ouest à l'AEP, et
b. La mise en œuvre du Dessalement

sont appelées à favoriser la maitrise de la qualité de l'eau.

II.3.1.3 Contribution à l'OS-MEDC (Objectif Spécifique de Mitigation de d'Effet du Dérèglement Climatique)

Le DC est appelé à introduire plus d'aléa, d'incertitude et de risque dans la conduite du Système Hydrique.

Le recours aux ressources de l'Extrême-Nord-Ouest et au Dessalement est appelé à contribuer à une meilleure gestion des extrêmes et maitrise des risques.

La RESUE aura également à contribuer à la mitigation d'effet du DC par la valorisation d'une ressource disponible. La recharge de nappes côtières par les eaux usées traitées pourra aussi constituer une barrière à toute intrusion de l'eau de mer favorisée ou provoquée par le DC.

II.3.1.4 Contribution à l'OS-SPBEP (Satisfaction Prioritaire des Besoins en Eau Potable)

Il s'agit d'une contribution primordiale aussi bien du point de vue de l'OS à atteindre que du Levier mobilisé.

Le fait d'accoler l'attribut « Besoin » à l'Eau potable sert à rappeler le caractère social de ce genre de service public ainsi que la « Priorisation » dont elle doit faire l'objet.

Le fait de proposer les voies d'innovation et de diversification concernant les ressources pour l'eau potable constitue le gage pour que la sécurisation de l'approvisionnement et la qualité de l'eau soit les deux piliers sur lequel s'appuiera le Levier EP-RNC-ER pour la réalisation de l'OS-SPBEP.

Le remplacement des ressources conventionnelles par des RNC pour les usages autres de l'AEP, contribue à l'atteinte de l'Objectif Spécifique de Maitrise de la Demande en Eau Potable (OS-MDEP).

La contribution du dessalement contribue pleinement à la réalisation de l'OS-SBPEP.

II.3.1.5 Contribution à l'OS-SES (Objectif Spécifique de Sauvegarde des Ecosystèmes)

La Reuse écologique peut contribuer à la Sauvegarde des Ecosystèmes en répondantn même partiellement, aux déficits en eaux des lacs et des lagunes menacées (l'Ichkeul, Sabkhet el Kalbia, Etc.).

L'évacuation des eaux épurées en aval des stations d'épuration contribuera également à l'amélioration de la situation des milieux récepteurs naturels (oueds, ravins, sebkhas, etc.).

II.3.1.6 Contribution à la VEFOP (Viabilisation Eco-Financière des Organismes Publics)

L'Ajustement du tarif du service assainissement est un outil qui pourra contribuer à la viabilisation éco-financière de l'ONAS. De même, la vente des EUT pourra constituer une source de revenu complémentaire.

II.3.1.7 Contribution à l'OS-ASEPI (Accès Social à l'Eau Potable et Irriguée)

Le Système Hydrique est par excellence un système à vocation à la fois « sociale » et « économique ». La composante sociale concerne aussi bien l'eau potable que celle de l'irrigation. Pour l'eau potable le volet social englobe le « rural » et l'eau potable urbaine destinée aux couches sociales à faible revenu. La prise en compte de ce volet dans l'eau potable urbaine passe par la péréquation tarifaire qui fait que les ménages à faible consommation paient des tarifs presque symboliques. En revanche, l'adduction en eau potable du milieu rural est actuellement assurée dans une proportion de 50% par la SONEDE et le reste par le biais des GDA avec une qualité d'eau et de service sans commune mesure avec celle de la SONEDE. Néanmoins, la compagnie tunisienne d'eau potable n'est pas particulièrement en demande pour prendre en charge les besoins en AEP des populations rurales, parce que les coûts d'adduction sont plus élevés alors que les tarifs sont presque en globalité de type « social ». Malgré ces contraintes la SONEDE, en application des directives politiques relatives à ce volet sensible, s'oriente vers la satisfaction jusqu'à 80% des besoins ruraux, les 20% restants, en raison de l'habitat isolé, deviennent trop couteux à « brancher ».

Pour la composante « irrigation » il s'agit de trois modes d'irrigation : à partir des barrages, au moyen des forages et par le biais des puits de surface. Pour ce dernier mode l'exploitant est en maitrise individuelle et autonome de son propre système. Pour l'adduction au moyen des forages le coût de fonctionnement est lié à l'énergie électrique et les GDA procèdent par une sorte de « prépaiement » de la facture STEG qui donne ainsi droit à l'accès à l'eau, alors que pour les systèmes d'irrigation à partir des barrages ce sont les CRDA qui en sont en charge, en rapport directement avec la STEG. Dans ce dernier cas cela engendre un endettement lourd contribuant à l'accumulation des contreperformances. Cela devrait inciter à la réhabilitation des OMV ou ce qui ressemble à cela à savoir les idées d'« Agences Régionales de l'Irrigation » actuellement à l'étude pour le Nord-Ouest + Bizerte.

La REUSE pourra contribuer à l'accès social à l'irrigué par la mise à disposition d'une eau épurée à un prix acceptable.

II.3.1.8 Contribution à l'OS-DIDT (Objectif Spécifique du Développement Territorial Inclusif et Durable)

Il s'agit spécifiquement de la composante « eau potable pour le milieu rural » dont le reflet dans les médias reste très prégnant lorsque cette ressource vient à manquer, notamment dans les zones du Nord-Ouest considérées comme château d'eau mais manquant de ressources pour approvisionner leurs propres populations. Ce genre de dysfonctionnement tend à alimenter une vision négative vis-à-vis du « transfert » qui peut être considéré comme « inéquitable » lorsque les régions-ressources souffrent de pénurie d'eau potable.

L'assainissement en eau usées est un service public indispensable, devant être assuré aussi bien en milieu urbain qu'en milieu rural et géré d'une manière durable. Actuellement, le service Assainissement accuse un retard important en milieu rural qui devra être rattrapé dans les années à venir, ce qui pourra alors contribuer à un développement territorial inclusif et durable.

II.3.2 Contribuer du Sous-Levier QRE-IPE (Qualité des Ressources en Eau et Impératifs de la Protection de l'Environnement)

II.3.2.1 Contribution à l'OS-MQE (Objectif Spécifique de Maitrise de la Qualité de l'Eau)

La qualité de l'eau constitue une importante préoccupation dans le domaine de l'eau. La qualité des ressources en eau se détériore sous l'effet de plusieurs impacts, dont les plus importants provenant des rejets hydriques et solides qu'ils soient urbains, industriels et touristiques.

Le levier QRE-IPE va constituer un axe majeur de contribution à l'atteinte de l'OS-MQE au moyen de la préservation et la restauration de la qualité de l'eau à travers le traitement et la réduction de la pollution.

Actuellement, les rejets industriels polluent de vastes zones et leurs effets atteignent souvent les cours d'eau et dans certains cas les nappes phréatiques. D'autre part, l'enfouissement des déchets solides dans des décharges contrôlées comme mode de traitement a atteint ses limites et leurs impacts sont de plus en plus visibles et incontrôlables sur la qualité des ressources en eaux.

La lutte contre la pollution par les eaux usées industrielles à travers le traitement des rejets industrielles selon les normes tunisiennes, la réalisation des stations grappées pour les zones industrielles, la dépollution des hot-spots industriels, le suivi et le contrôle de la qualité des rejets industriels et l'incitation des industries à opter les technologies propres et le traitement de leurs rejets, permet d'atteindre un taux de traitement de ces eaux usées de 80% (en 2030) et de 100% (en 2050).

En parallèle, la lutte contre la pollution par les déchets solides par la valorisation au maximum des déchets et la mise en œuvre des projets de réalisation des unités de traitement et de valorisation (UTV) va permettre d'atteindre 57% des déchets traités en 2030 et 100% des déchets traités en 2050.

Ainsi, le fait de lutter contre la pollution par les eaux usées industrielles et par les déchets solides va contribuer de manière très importante à l'amélioration de la qualité des ressources en eaux.

II.3.2.2 Contribution à l'OS-MEDC (Objectif Spécifique de Mitigation de l'Effet du Dérèglement Climatique)

La pollution des ressources en eaux par les eaux usées industrielles et par les déchets solides aggrave les effets du dérèglement climatique, affectant les ressources en eaux au niveau de la disponibilité et de la qualité.

L'un des vecteurs de la lutte contre la pollution par les eaux usées industrielles est l'incitation des industries à opter pour les technologies propres dans l'objectif de promouvoir une production propre et économe en ressources, notamment pour les industries qui présentent des taux élevés en matière d'utilisation d'eau.

C'est en cela que la préservation de la qualité de ressources en eaux à travers le traitement et la réduction de la pollution devient un facteur très important de mitigation des effets du dérèglement climatique. Il s'agit de la valorisation d'une ressource disponible au temps du dérèglement climatique.

II.3.2.3 Contribution à l'OS-SRDEI (Objectif Spécifique de Satisfaction Raisonnée de la Demande en Eaux d'Irrigation)

La lutte contre la pollution par les eaux usées industrielles, notamment par la réalisation des stations grappées pour les zones industrielles, va permettre leur séparation des eaux usées ménagères. Ceci va permettre de préserver les infrastructures d'assainissement et la qualité des eaux usées épurées destinées à la valorisation, en particulier dans le secteur agricole.

C'est en cela que le « sous-levier » QRE-IPE va contribuer, indirectement, à la réalisation de l'objectif spécifique de satisfaction raisonnée de la demande en eaux d'Irrigation.

II.3.2.4 Contribution à l'OS-SES (Objectif Spécifique de Sauvegarde des Ecosystèmes)

Les zones humides sont actuellement soumises à de fortes pressions, en rapport avec la pollution, la carence d'apport d'eau douce (notamment en tant que de la construction de barrages) et les aléas climatiques.

Ces perturbations vont engendrer la dégradation de ces écosystèmes, ce qui se reflète sur leurs particularités écologiques, leurs capacités d'accueil envers les taxons surtout aquatiques et finalement sur leur importance dans le maintien de la biodiversité.

Le levier QRE-IPE, avec ses différents axes d'interventions, constitue un dispositif éminemment écologique, avec un effet de préservation et de restauration des écosystèmes :

a. D'une part, à travers le traitement et la réduction de la pollution de l'eau (lutte contre la pollution par les eaux usées industrielles et lutte contre la pollution par les déchets solides), ce qui permet de garantir un apport d'eau de bon état ;

b. D'autre part, à travers la protection des zones humides par le garanti d'une quantité suffisante d'eau douce (à partir des barrages) que doit avoir l'écosystème.

La garantie d'un apport d'eau suffisant et de bon état va permet d'assurer un bon fonctionnement et un équilibre écologique de ces écosystèmes. Aussi, le levier QRE-IPE va-t-il constituer un axe majeur de contribution à l'atteinte de l'OS-SES, dont en particulier les 41 zones humides RAMSAR.

II.3.2.5 Contribution à l'OS-GPPR (Objectif Spécifique de Gouvernance Participative et Pilotage Rationalisé)

La qualité de l'eau constitue une importante préoccupation dans le domaine de l'eau, et l'ensemble des dispositions du levier de la Qualité des Ressources en Eau et Impératifs de la Protection de l'Environnement nécessite l'implication de beaucoup d'acteurs et le plus d'optimisation et d'harmonisation possible des processus concernés.

C'est par ce biais que le Levier QRE-IPE est appelé à contribuer à l'objectif spécifique de Gouvernance Participative et Pilotage Rationalisé.

II.4 Contribution du Levier PAT-DRL (Politiques d'Aménagement du Territoire et de Développement Régional et Local)

II.4.1 Contribution à l'OS-GERR (Objectif Spécifique de Gestion des Extrêmes et Réduction des Risques)

Le Levier PAT-DRL constitue un instrument important de contribution à l'OS-GERR, au moyen de ce qu'auront à développer les territoires en termes de résilience, qui ne renvoie pas uniquement au risque provenant de la composante climatique mais également à tout ce qui peut par ailleurs affecter le Système hydrique et sa capacité à assure la sécurisation les approvisionnements en eau pour les différents usages.

La contribution du Levier PAT-DRL à cet objectif spécifique englobera les volets suivants :

i. La résilience économique par la diversification de l'activité extra-agricole et l'intégration des filières agro-industrielles et commerciales

ii. La résilience sociale par la réduction de la pauvreté et l'élévation du niveau des infrastructures et services publics

iii. La résilience institutionnelle par la consolidation de la participation et la décentralisation et le renforcement des capacités de ma déconcentration

iv. La résilience territoriale par des mesures d'AT et e DRL permettant l'émergence de Pôles de compétitivité et l'intégration interne par la modernisation et le maillage des voies de communication

v. La résilience hydrique par l'intensification de la CES et sa focalisation sur l'exploitation.

II.4.2 Contribution à l'OS-MEDC (Objectif Spécifique de Mitigation de l'Effet du Dérèglement Climatique)

Les Territoires, régionaux et locaux, urbains et ruraux, sont appelés à subir de plein fouet les effets du Dérèglement Climatique qui vont se traduire par des changements profonds en termes écologiques, se répercutant aussi bien sur les activités que les conditions de vie des ménages.

S'il est certain qu'une stratégie nationale de réduction des effets du DC va de plus en plus être mise en œuvre dans ses composantes conceptuelle et transversale, le plus déterminant va se trouver à des niveaux plus déconcentrés et décentralisés, jusqu'au ménage pour le volet social et le lieu de l'activité pour la composante économique, dont en particulier l'exploitation agricole.

Ainsi les stratégies résilientes de l'aménagement du territoire et du développement régional et local vont constituer des atouts de MEDC par le biais des choix de développement en faveur de la durabilité écologique et l'inclusion sociale.

II.4.3 Contribution à l'OS-SPBEP (Objectif Spécifique de Satisfaction Prioritaire des Besoins en Eau Potable)

Le diagnostic territorial réalisé dans le cadre d'Eau 2050 a révélé la vulnérabilité sociale notamment en milieu rural en raison des insuffisances en AEP et des capacités limitées des GDA en charge de l'eau potable pour répond aux besoins des populations. Cela confère un caractère d'autant plus aigu à celte question lorsque l'eau potable rurale n'est pas disponible pour des zones à partir desquelles se fait le transfert d'eau vers d'autres régions du littoral.

Ainsi le Levier PAT-DRL est appelé à devenir un contributeur à l'OS-SPDEP en tant qu'objectif primordial d'un Système Hydrique conçu et mis en œuvre pour permettre d'accorder le premier ordre de priorité à un adduction en eau potable sécurisée, de qualité et pour tous les milieux et catégories sociales.

II.4.4 Contribution à l'OS-SRDEI (Objectif Spécifique de Satisfaction Raisonnée de la Demande en Eau d'Irrigation)

Le Levier PAT-DRL a pour vocation d'intervenir au niveau des facteurs capables d'impulser le développement et de le stabiliser. Pour les régions à dominante agro-rurale et à faible diversification économique, conjuguées aux modestes performances du pluvial, répondre à la demande d'irrigation peut revêtir un caractère primordial en matière de développement. Il s'en suit qu'une PAT-DRL conséquente se peut se présenter que comme un Levier hautement contributif à la réalisation de l'OS-SRDEI.

II.4.5 Contribution à l'OS-SES (Objectif Spécifique de Sauvegarde des Ecosystèmes)

Les différents bilans écologiques et particulièrement celui conduite au niveau de la présente mission Eau 2050 concluent à l'aggravation des atteintes aux écosystèmes eaux, sols, faunes et flores, et concluent qu'en l'absence d'une action énergique pur arrêter les dérives les conséquences vont être non seulement trop pesantes en termes d'atteinte aux écosystèmes mais à caractère de plus en plus irréversible.

Ce contexte écologique négatif et inquiétant est appelé à se détériorer non seulement sous l'effet du Dérèglement Climatique mais également en raison de l'insuffisance des politiques de sauvegarde des écosystèmes.

Une politique conséquente en matière d'aménagement et de développement tel que le Levier PAT-DRL est appelé à le concrétiser au niveau d'Eau 2050 ne pourra pas se soustraire à l'obligation de sauvegarde des écosystèmes en tant qu'option fondamentale de durabilité.

II.4.6 Contribution à l'OS-ASEPI (Objectif Spécifique d'Accès Social à l'Eau Potable et d'Irrigation)

L'aménagement du territoire et le développement régional et local englobent un contenu social parce que ce dont il s'agit essentiellement c'est d'une politique d'équilibre en faveur de milieux moins favorisés ruraux et urbains, dont notamment l'accès à l'eau potable et irriguée.

Ainsi une PAT-DRL en harmonie avec ce genre d'objectif se donne les moyens pour permettre un tel accès, dont dépend la pertinence et la viabilité des politiques des territoires et qui constitue ainsi un facteur favorable à l'atteinte de l'OS-ASEPI.

II.4.7 Contribution à l'OS-GPPR (Objectif Spécifique de la Gouvernance Participative et le Pilotage Rationalisé)

Pour tout le trajet de la conduite de la mission Eau 2050, depuis les TDR, en passant par la méthodologie, jusqu'aux Etapes 1, 2, 3 réalisées jusque-là et validées, cela a montré la pertinence de passer de la désignation du domaine de l'eau en tant que « secteur », pour le considérer plutôt comme un « système » impliquant la connaissance des lois qui le commandent, une cohérence interne, une proactivité, une gouvernance et un pilotage sur la base de l'optimisation de ses objectifs et la prise en compte de ses contraintes.

C'est ce qui en plus justifié le recours à l'élaboration d'un Modèle Hydro-Economique construit sur la base de la structure et le fonctionnement du Système Hydrique et appelé à aider aussi bien à la prévision du comportement du système qu'à son pilotage.

Quant à la gouvernance du Système hydrique, il y aura lieu, en partant des constats de dysfonctionnement, d'améliorer toutes les interfaces, dans le but d'une meilleure « Synergie, Coordination et Harmonisation (SCH) ».

La PAT-DRL sera à ce titre d'un apport irremplaçable pour que la SCH soit effective, contribuant ainsi à l'atteinte de l'un des plus importants Objectifs Spécifiques d'Eau 2050.

II.5 Contribution du Levier CIEB2EV (Complémentarité et Intégration Eaux Bleues – E. Vertes – E. Virtuelles)

II.5.1 Contribution à l'OS-GERR (Objectif Spécifique de Gestion des Extrêmes et Réduction des Risques)

Le premier ordre de contribution réside dans la meilleure prise en compte des « Eaux Vertes » dans le cadre d'un changement de vision concernant l'agriculture pluviale.

Le fait que cette agriculture bénéficie de 75% des ressources en eau et de 90% des sols, pour ne déboucher que sur une valeur de production se situant à 65% de l'ensemble, cela constitue un manque à gagner pour les exploitants et pour la collectivité.

Ainsi, la première orientation relative à la contribution de ce levier consistera dans les travaux d'aménagement au niveau de l'exploitation pour diminuer l'évaporation et le ruissellement au moyen particulièrement de l'amélioration des capacités de rétention et d'infiltration des sols.

Le deuxième de contribution à l'effectivité de ce Levier se trouve au niveau d'une meilleure synergie Eux bleues/Eaux vertes au moyen notamment de l'irrigation complémentaire.

La troisième piste de progrès dans la contribution du Levier à l'OS-GERR se trouve au niveau de la prise en compte des Eaux virtuelles dans les échanges, par le biais d'une politique nationale ayant pour objet l'échange commercial et en rapport notamment avec la souveraineté alimentaire.

L'ensemble des dispositions résultant de l'activation du Levier CIEB2EV contribue à la réduction de l'effet des extrêmes appelés à s'accentuer par le DC et ainsi diminuer les risques aussi bien au niveau de l'exploitation qu'à l'échelle de l'ensemble du secteur agricole ainsi que pour ce qui relève de la balance alimentaire et la balance eaux dans le rapport à l'international.

II.5.2 Contribution à l'OS-DIDT (Objectif Spécifique de Développement Inclusif et Durable des Territoires)

Les évaluations ayant pour objet le modèle de développement de la Tunisie et l'aménagement de son territoire, et plus particulièrement ce qui a été élaboré au niveau de la présente mission Eau 2050, mettent en relief la place et le poids de l'agro-rural, les déficits de développement dont cela a été l'objet mais également les opportunités qui peuvent être exploitées pour élever le niveau d'efficience et améliorer en conséquence les conditions de vie sociale.

Le Levier CIEB2EV, en partant de l'unité de l'hydrique et la nécessité de l'Intégration et la Complémentarité entre E. Bleues aux E. Vertes et E. Virtuelles, va contribuer structurellement et durablement à la stabilisation des activités et de la vie sociale à la fois par l'augmentation des rendements et la diminution des aléas.

Il s'agit d'une orientation qui est au cœur du DIDT par la contribution à l'atténuation des contreperformances de l'agro-rural dans le sens de sa viabilisation. Toutefois, il ne s'agit que d'une contribution, étant entendu qu'il restera par ailleurs nécessaire d'activer les autres leviers d'équipement, diversification et développement des filières dans le but de créer des économies locales et régionales résilientes.

II.5.3 Contribution à l'OS-GERR (Objectif Spécifique de Gestion des Extrêmes et Réduction des Risques)

La Tunisie est engagée dans les processus décisionnels mondiaux de réduction du risque climatique en mettant en œuvre à impact positif à ce titre, avec effet local ou à l'échelle du monde.

Le volet énergétique constitue l'une des plus importantes préoccupations du DC et l'agriculture et le domaine de l'hydraulique sont consommateurs d'une énergie pouvant faire l'objet d'une politique spécifique de rationalisation au moyen notamment du plus grand recours aux énergies renouvelables.

L'effet attendu du DC, affectant les températures et les précipitations va également nécessiter des dispositions de changement de vocation agricole, choix de filières, et aménagements de sauvegarde et de protection qui vont contribuer à l'atteinte de l'OS-GERR).

II.5.4 Contribution à l'OS-SES (Objectif Spécifique de Sauvegarde des Ecosystèmes)

Etant donné ce qui est attendu en tant qu'effets de DC, l'ensemble des dispositions d'atténuation qui vont être activées dans le cadre de ce Levier vont contribuer à la réalisation de l'OS-SES.

II.5.5 Contribution à l'OS-DIDT (Objectif Spécifique de Développement Intégré et Durable des Territoires)

Le Levier PAEDC va constituer un axe majeur de contribution à l'atteinte de l'OS-DIDT au moyen de ce qui cela va générer comme conditions plus favorables à la stabilisation de la production, l'accroissement des revenus et l'amélioration des conditions de vie, particulièrement au niveau de l'agro-rural et les régions ayant besoin de la consolidation de leurs schémas de développement.

II.6 Contribution du Levier OSDEE (Objectivation des Systèmes Décisionnels par l'Economique de l'Eau)

II.6.1 Contribution à l'OS-SRDEI (Satisfaction Raisonnée de la Demande en Eau d'Irrigation)

Le Diagnostic Eau 2050 a pu identifier deux catégories de dysfonctionnement qui renvoient à la question de l'objectivation par l'économique de l'eau dont la signification consiste dans le recours à des méthodes de calcul économique qui permettent la mise en place de référentiels communs favorables à la transparence et la rationalisation des processus décisionnels :

- La première catégorie est liée aux évaluations ex-ante des projets qui ne prend pas suffisamment en compte tous les effets d'ordre économique, social, écologique et territorial ;
- La deuxième catégorie concerne très particulièrement les systèmes tarifaires et leur déconnexion notamment des coûts économiques en jeu.

Avec l'accroissement de la complexification des choix, en rapport avec les enjeux socioéconomiques et climatiques, le recours à l'« objectivation par l'économique de l'eau » est appelé à être systématisé.

Cela permettra entre autres de contribuer à l'OS-SRDE en explicitant les conséquences des choix d'options et préparer ainsi les arbitrages sur des bases de choix partagées par les différents acteurs engagés.

Cela concerne l'eau d'irrigation au moyen du bilan coûts/avantages que cela fera apparaitre mais également l'eau potable lorsque des enjeux de recours aux eaux conventionnelles ou non conventionnelles sont examinés et la recherche d'arbitrage engagée.

II.6.2 Contribution à l'OS-VEFOP (Objectif Spécifique de Viabilité Eco-Financière des Organismes Publics)

L'un des handicaps les plus importants expliquant le dysfonctionnement du Système Hydrique réside dans l'incapacité des acteurs en charge de la mise à niveau et la modernisation des réseaux de les mettre à niveau, en résultant ainsi des rendements de réseaux trop faibles de l'ordre de 65% pour l'eau potable.

Pourtant les plans de développement mis en œuvre par lesdits acteurs font l'objet de Contrats-Plans avec l'Etat par lesquels l'organisme public concerné s'engage pour la réalisation des objectifs de performance et l'Etat pour apporter l'appui nécessaire à cela.

Alors que, dans la pratique, on constate que ces « Contrats » achoppent sur les questions tarifaires et le fait que l'Etat fini par sacrifier l'objectif technicoéconomique pour atteindre l'objectif considéré comme social de ne pas changer les tarifs. La conséquence, avec la détérioration de l'état des réseaux est antisocial puisque cela affecte les conditions d'adduction et se trouve à l'origine de pénuries d'eau qui pénalisent plus les couches à faible revenus.

L'activation du Levier OSDEE aura pour effet de faire clairement apparaitre les conséquences socioéconomiques des choix pour ne pas recourir à des options à l'apparence sociale mais dont le contenu réel est un camouflage artificiel qui ne conduit qu'à plus de déconvenues de gestion et de développement.

II.6.3 Contribution à l'OS-DIDT (Objectif Spécifique de Développement Inclusif et Durable des Territoires)

Actuellement des stratégies nationales de développement, tel que celle de la décentralisation industrielle, prennent en compte la dimension territoriale pour orienter l'investissement vers les zones à très faibles indicateurs de développement non seulement en matière d'emploi mais également concernant la pauvreté.

Bien que ce genre de dispositions n'ait pas réussi à sortir ls zones ciblées de la marginalité économique, cela a contribué à leur permettre de bénéficier de quelques milliers d'emploi à effet positif sur le revenu des ménages.

Toutefois, l'exemple de la décentralisation industrielle, malgré les insuffisances, montre qu'un processus décisionnel rationnel est capable d'être à l'origine d'options spécifiques d'ordre fiscal ou de subvention à l'investissement, non justifiables au canon du calcul économique ordinaire, s'avèrent d'une utilité indéniable, parce que des paramètres d'effets sociaux, territoriaux et écologiques ont été pris en compte jusqu'à la justification aussi bien théorique que pratique des approches retenues et mises en application.

L'application enrichie et approfondie de ce genre d'approche décisionnelle pour le domine de l'eau contribuera à la réalisation de l'OS-DIDT.

II.6.4 Contribution à l'OS-G2PRI (Objectif Spécifique de la Gouvernance Participative, le Pilotage Rationalisé et l'Innovation)

L'OS-GPPR est intimement lié au Levier OSDEE. En effet, l'objectivation par l'économique présente l'immense intérêt de disposer de données, calculs et indicateurs d'arbitrage partagés, par le biais d'échanges d'informations et de méthodes et de confrontations des résultats d'investigation. Cela a pour conséquence de promouvoir une gouvernance participative multilatéralement construite acceptée, source de stabilisation des processus décisionnels concertés et de confiance dans le co-développement au moyen d'institutions aux intérêts indépendants mais se retrouvant dans des processus de coopération et d'approches du genre gagnant-gagnant.

Toutefois comme tout système complexe le Système Hydrique a besoin d'un pilotage unifié même si cela implique beaucoup d'acteurs ayant chacun ses préoccupations, contraintes et objectifs.

C'est en vue de ce « pilotage rationalisé » qu'un Modèle Hydro-Economique a été construit, non seulement pour accompagner l'élaboration de 'étude Eau 2050 mais également pour pouvoir en faire un instrument de pilotage qui présente l'immense intérêt de « mettre l'ensemble du système eau en équation » et offrir ainsi la possibilité de simuler tous ls cas événementiels ou décisionnels et leurs multiples implications afin que chaque acteur puisse « agir en connaissance de cause », y compris en sachant à l'avance le coût de l'inaction.

II.7 Contribution du Levier G2PRI (Gouvernance Participative, Pilotage Rationalisé et Innovation)

II.7.1 Contribution à l'OS-GERR (Objectif Spécifique de Gestion des Extrêmes et Réduction des Risques)

Le Levier PG2PR concerne deux composantes :

- ✓ La Gouvernance et
- ✓ Le Pilotage

La Gouvernance renvoie à l'institutionnel et réglementaire en charge du système-eau, englobant les ressources, usages, les territoires et les acteurs, alors que le pilotage concerne la fonction spécifique de l'harmonisation-coordination et conduite de la politique publique en matière hydrique.

Le caractère aléatoire caractérisant les ressources et l'obligation de le transformer en dispositif sécurisé et régularisé va être accentué sous l'effet essentiellement climatique mais sans omettre la prise en compte de la conjoncture économique mondiale et plus particulièrement ce qui est en rapport avec l'agroalimentaire.

Aussi le Levier PG2PR aura-t-il à contribuer substantiellement à la réalisation de l'OS-GERR au moyen des éléments suivants :

- ➢ L'harmonisation entre stratégies d'acteurs pour réduire le risque d'incohérence et de perte de rationalité par manque de coordination et de correcte prise en compte des paramètres du système-eau dans leur globalité ;
- ➢ L'utilisation des résultats de l'objectivation par l'économique pour faciliter la concertation transparente et la prise en compte des vrais enjeux
- ➢ La référence au Modèle Hydro Economique en tant que dispositif de simulation de comportement du système-eau et de recherche constante d'optimisation décisionnelle
- ➢ Le rapprochement de la gestion le plus possible du domaine effectif du fonctionnement afin de maximiser l'efficacité et limiter l'effet déformant de l'excès d'intermédiation.

II.7.2 Contribution à l'OS-SRDEI (Objectif Spécifique de Satisfaction Raisonnée de la Demande en Eau d'Irrigation)

La part de l'irrigué dans l'agriculture est non seulement importante, autour de 35%, mais également participe à la stabilisation de la production en comparaison avec ce qui est régi par l'aléa du pluvial.

Toutefois l'agriculture irriguée consomme 80% des eaux bleues et se trouve ainsi au cœur des questions de régulation de l'adduction en eau dans les conditions requises de sécurité, durabilité, efficience et « quitté.

Il s'ensuit que l'OS-SRDEI est un objectif de complexité nécessitant une conception idoine et une gestion appropriée.

C'est par ce biais que le Levier PG2PR est appelé à contribuer à cet objectif impliquant beaucoup d'acteurs et nécessitant le plus d'optimisation possible des processus concernés.

II.7.3 Contribution à l'OS-SES (Objectif Spécifique de Sauvegarde des Ecosystèmes)

Le climat aride de la Tunisie et la nature de ses sols, conjugués aux diverses insuffisances des politiques de protection et de sauvegarde écologiques et aux différentes conduites culturales sont abouti à un bilan écosystèmes assez compromis avant la prise de conscience du DC et appelé à se dégrader dangereusement dans l'avenir si les dispositions nécessaires ne sont pas prises.

A ce titre il s'agit de relever les deux principaux éléments suivants :

a. Dans la stratégie globale de l'Etat l'agriculture n'es pas considérée comme un secteur social, économique et territorial très complexe, stratégique mais moins compétitif, nécessitant d'être appuyé par l'ensemble de la collectivité et les autres secteurs pour continuer à remplir des fonctions vitales de souveraineté alimentaire, d'occupation et peuplement du territoire et d'équilibre écologique, mais plutôt un secteur devant produire à très bas prix afin que l'industrie puisse pouvoir tenir avec les trop bas salaires ;

b. Alors que tout se joue, du point de vue de la sauvegarde des écosystèmes, au plus près de l'activité et de la vie et l'habitat des ménages, l'exploitation, qui constitue le lieu privilégié du choix de l'aménagement des sols et du mode de conduite des cultures, l'aspect écosystémique est n'est régi que par la tendance à l'« exploitation minière », la terre n'étant pas considérée comme un capital s'érodant et nécessitant un dispositif ressemblant à de l'« amortissement » et dédié à maintenir les capacités de renouvellement par l'exploitation de son capital écosystémique.

Le Levier G2PRI est ainsi appelé à renforcer sa capacité d'intervention y compris en « légiférant » afin que l'obligation de protection des écosystèmes puisse devenir exigible de tous les acteurs « propriétaires de ressource » incluant les exploitants agricoles, les ménages, les communes, les organismes publics et privés et l'Etat.

II.7.4 Contribution à l'OS-DIDT (Objectif Spécifique de Développement Intégré et Durable des Territoires)

A l'origine des dysfonctionnements en matière de DIDT se trouvent deux grands facteurs :

i. Le premier est constitué de la manière avec laquelle a été conçu le développement en général et sa composante territoriale en particulier

ii. Le deuxième est relatif à la gouvernance territoriale et le rapport Etat-Régions.

Les deux approches de développement et de gouvernance tel que conçues et mises en œuvre ont débouché sur les conséquences suivantes :

a. L'objectif de sous-traitance mondiale sur la base de la compétitivité-prix et les trop bas salaires a abouti à la littoralisation excessive comme seule option viable pour cette stratégie ;

b. De là a découlé une marginalisation rampante de l'extra-littoral en tant que « Tunisie inutile » très grosso modo circonscrite au pourvoi en main-d'œuvre déqualifiée tout en continuant à accumuler le chômage des diplômés produits par un système de formation totalement déconnecté ;

c. Pour certaines régions comme le Centre-Ouest il a résulté de ce qui précède une surpression sur le secteur irrigué comme principal exutoire à l'aspiration des ménages à disposer d'une activité soustraite au trop grand aléa du pluvial dans cette région, alors que pour le Nord-Ouest la solution a résidé dans la migration à tel point que la population de cette région représentera 7% de la population tunisienne totale en 2050, c'est-à-dire l'équivalent d'un gouvernorat ;

d. La gouvernance excessivement centralisée a été à l'origine non seulement au déploiement intégral de la stratégie de développent tel que présentée précédemment, sans prise en compte de la demande socioéconomique régionale, mais également de la non-apparition de processus régionaux endogènes d'appropriation du développement capables de passer à des dispositifs du genre Contrats-Etat-Région (CER) capables d'asseoir le développement sur la « partenariat ».

C'est à ce titre qu'une revue approfondie de la gouvernance va constituer une contribution décisive à la réalisation de l'OS-DIDT.

III L'Opérationnalisation des Huit (8) Leviers d'Intervention

III.1 Opérationnalisation du Levier 1 de la Gestion Intégrée Eaux de Surface/Eaux Souterraines (GI2ES)

III.1.1 Conceptualisation générale du Levier

III.1.1.1 Principes de Base d'Intervention du Levier

Parmi les enjeux relevés par la « Vision Eau 2050 » (dans la perspective du scénario « Eau et Développement Durable » retenu afin d'assurer, à cet horizon, « une eau sécurisée aux quantité et qualité requises, socialement inclusive, territorialement équitable, économiquement efficiente, écologiquement durable avec une gouvernance participative ») le plus significatif sera certainement celui qui concerne :

i. Le poids relatif à accorder, dans le futur, à l'agriculture pluviale et à l'agriculture irriguée ;

ii. Les mesures à prendre pour assurer la conservation, la complémentarité, la gouvernance et la gestion de la ressource en eau dont dépend l'agriculture en général.

A cet enjeu de développement doit répondre le défi, devenu incontournable, de la « gestion harmonisée des eaux de surface et des eaux souterraines au moyen, notamment, de l'amélioration du stockage des eaux de surface et de la recharge assistée des nappes », l'objectif final étant la valorisation maximale de l'ensemble des écoulements résultant des précipitations par la maitrise des aléas (sècheresses – inondations) et des risques, au service du développement équitable des territoires et de la sauvegarde des écosystèmes.

III.1.1.2 Problématisation

La problématique objet de cet axe stratégique se présente comme suit :

- Les « Eaux Bleues », qui correspondent à l'« écoulement total annuel moyen », constituent l'ensemble des ressources en eau superficielles et en eau souterraines, respectivement : Qs = 2.700 Mm3/an et Qw = 2.100 Mm3/an.
  Soit au total : Q_T = 4800 Mm3/an (équivalent à la « pluie efficace » PE) ;
- L'« Eau verte», au sens restreint, correspond à la composante utile de l'évapotranspiration réelle qui entretient toutes les cultures en sec (13.000 Mm3/an) en moyenne ;
- Ainsi, les « eaux bleues ne représentent, en fait, que 27 % de la ressource utile de 17.800 Mm3/an, ne considérant que la ressource en eau théoriquement mobilisable pour une utilisation ex-situ (pour l'irrigation, l'eau potable et l'industrie) ;
- Cette ressource est affectée d'un « indice de régularité » de l'ordre de 62,5 % (flux moyen de ressources régulières par rapport au flux moyen de ressources totales) qui exprime que seuls 3.000 Mm3/an sont maitrisables et accessibles sans aménagement de régularisation.
- Le ratio complémentaire, qui regarderait ainsi « l'indice d'irrégularité », serait plus significatif à considérer, car il donnerait la mesure de la nécessité de régularisation par les barrages, la capacité utile de ces derniers étant limitée.
- De ce fait, l'« indice de capacité régulatrice », rapportant la capacité utile des réservoirs de la Tunisie à une date donnée au flux moyen annuel irrégulier, constitue un indicateur d'aménagement utile à considérer pour envisager le stockage souterrain par recharge artificielle visant une véritable régularisation pluriannuelle.

- Les « Eaux Bleues » sont ainsi, en général, les « ressources en eau potentielles » offertes aux utilisations captrices ex-situ mais qui tiennent compte des contraintes de l'utilisation in-situ (sauvegarde des systèmes naturels) et des contraintes géopolitiques (apports extérieurs). Leur exploitabilité est liée à la faisabilité de mobilisation, d'aménagement, de traitement et à l'acceptabilité socio-économique des efforts à consentir, jugée en fonction des objectifs d'utilisation. Ces critères sont variables. La qualité de l'eau en sera un facteur important.
- Seraient donc, a priori, inexploitables les ressources en eau techniquement non maitrisables et économiquement non utilisables.
- La ressource renouvelable exploitable équivaut, en général, au maximum de production moyenne annuelle possible sans rupture d'équilibre à long terme, compte tenu de toutes les contraintes.
- Cependant, dans la réalité, la moyenne n'est que théorique. Ce sont les apports d'eau, sous la forme de « pluie brute », très variables dans le temps et localisés dans l'espace qui donnent lieu à la « pluie efficace », laquelle a la signification d'un « potentiel d'écoulement » immédiat (ruissellement → eau de surface) ou différé (infiltration → flux souterrain).
- C'est ainsi que, pour une pluviométrie moyenne annuelle, à l'échelle du pays, de 220 mm c.à.d. de 36000 Mm3/an, les écarts, à l'échelle interannuelle, peuvent être dans un rapport de 1 à 8, générant 11.000 Mm3/an, seulement, en année sèche généralisée et jusqu'à 90.000 Mm3/an en année fortement pluvieuse. Ce rapport est, cependant, de 4,4 dans le Nord du pays et de 15,8 dans le Sud. De plus, la pluviométrie moyenne annuelle varie, en réalité, de 100 mm dans l'extrême Sud à 1500 mm dans l'extrême Nord. Elle est en moyenne de 594 mm dans le Nord, de 289 mm dans le Centre et de 156 mm dans le Sud. De ce fait, il est évident que les 3 grandes régions naturelles considérées, le Nord « exoréique », le Centre « endoréique » et le Sud « aréique » n'obéissent guère au même type d'écoulement ni au même régime d'échange eau de surface-eau souterraine.
- C'est dire que l'écoulement total annuel moyen perdra beaucoup de sa pertinence comme indicateur d'apports d'eau et n'aura pas de signification réelle d'une année à l'autre et d'une région à une autre vu les aléas pluviométriques qui prévaudront. L'évaluation de l'écoulement total, durant un cycle pluriannuel (plus ou moins décennal) excédentaire ou déficitaire pluviométriquement, en sera ainsi particulièrement différenciée. C'est la part variable et aléatoire de la ressource qui est à l'origine de la « pénurie conjoncturelle ».
- Des sècheresses plus ou moins prolongées peuvent survenir, marquées par des probabilités d'occurrence déficitaires : écarts négatifs accusés des variables hydrologiques par rapport à leur état présumé moyen, créant un risque de défaillance. C'est dans les zones semi-aride, aride, hyperaride que ces défaillances sont les plus fréquentes.
- Les « pénuries chroniques » constituent alors un facteur limitant vis-à-vis du développement économique et imposent de gérer au mieux les ressources pour des objectifs jugés prioritaires.
- C'est à cette problématique, liée au degré élevé d'incertitude induite par la composante aléatoire des apports, qu'il s'agit de faire face. Une partie seulement de l'écoulement total annuel moyen QT constitue des « ressources régulières ». Elle est, comme précédemment indiqué, de l'ordre de 3.000 Mm3/an.
- La capacité utile des barrages est cependant limitée. Cela n'excèdera vraisemblablement pas les 1.500 Mm3 (1365 actuellement). L'« indice de capacité régulatrice » des réservoirs du pays, de l'ordre de 75%, permet d'envisager les possibilités d'une gestion réellement efficace des crues exceptionnelles en particulier.
- Il est certain que l'écoulement total moyen résultant d'une décennie excédentaire est bien plus conséquent que celui résultant d'une décennie déficitaire. Cela se traduit, dans le premier cas, par un excédent d'apports dépassant la capacité de régulation des barrages et provoquant des inondations catastrophiques, et, dans le second cas, par des sècheresses sévères préjudiciables au développement économique.

III.1.1.3 L'objectif de régulation pluriannuelle de la ressource en eau

Lorsque durant les périodes de sècheresse le déficit des apports minimise l'importance de la « réserve régulatrice » annuelle Wr de la nappe phréatique (quantité d'eau gravitaire contenue dans la zone de fluctuation), l'exploitation peut se poursuivre en puisant dans la « réserve permanente » Wp, qui représente la part supposée non renouvelée de la « réserve totale » Wt de la nappe (quantité d'eau gravitaire contenue entre le substratum et la surface piézométrique maximale moyenne = Wr + Wp).

Ainsi, lorsque la réserve régulatrice annuelle, équivalente au débit d'écoulement annuel, s'avère momentanément insuffisante, la sollicitation du stock d'eau que représente la réserve permanente est légitime si elle ne dure qu'un temps, dans la mesure où, généralement, cette réserve est d'un tout autre ordre de grandeur que celle de la réserve régulatrice et qu'elle peut se reconstituer durant les périodes d'excédent pluviométrique à venir.

C'est en l'occurrence le « taux de renouvellement » de la nappe exploitée qui permet d'appréhender la relation entre la réserve totale moyenne et le flux moyen qui la traverse, permettant de définir la durée moyenne du renouvellement (temps théoriquement nécessaire pour que le volume cumulé de l'alimentation soit égal à la réserve totale moyenne en années).

Ce prélèvement temporaire contrôlé, qui consiste à « amplifier » volontairement le jeu régulateur naturel des variations de stock des nappes, n'est pas à proprement parler une « surexploitation ».

En effet, les aquifères sont, à la fois, des conducteurs et des réservoirs. Les réserves sont de dizaines de fois supérieures aux volumes moyens annuels de leur alimentation.

La mise en œuvre d'une utilisation, plus dynamique et volontaire, des réservoirs aquifères est possible, ce qui peut impliquer certains préjudices locaux (abaissement de niveaux), mais constitue un bénéfice global en termes de production d'eau plus ample et modulée. Cela est de nature à pallier les défaillances d'apport, en année sèche, la compensation de cette « surexploitation temporaire » se faisant durant les années humides.

La vraie « surexploitation », non contrôlée, correspond à toute surexploitation avérée, considérée comme gestion défectueuse à proscrire, dans la mesure où elle excède le captage de la partie du flux global moyen des nappes, partie dont le maximum a été défini par souci de ne pas rompre l'équilibre dynamique afin de préserver les productivités initiales des ouvrages d'exploitation et de conserver les débits des émergences naturelles.

III.1.1.4 L'objectif de « gestion intégrée eau de surface-eau souterraine » valorisant les fortes crues

La « hauteur de fluctuation » des nappes, différence entre les niveaux extrêmes d'une période définie (« cycle de fluctuation »), n'est réellement significative qu'à l'échelle pluriannuelle. Les fluctuations de niveau font, en effet, varier la « capacité » de l'aquifère, c.à.d. sa contenance en « eau gravitaire », en fonction du volume total de sédiments saturés. Et, pour tenir compte des périodes d'excèdent pluviométrique et des périodes de sècheresse, la hauteur de fluctuation doit se rapporter à un cycle de fluctuation de durée suffisante, soit une vingtaine d'années au minimum.

La rareté et l'irrégularité des apports consécutifs à des épisodes pluvieux confèrent une importance fondamentale à la capacité régulatrice pluriannuelle des réservoirs, permettant une exploitation entretenue durant de longues périodes de sècheresse entre deux apports.

En zone aride, c'est sur les ressources régulières constituées par les eaux souterraines que repose la sécurité de l'approvisionnement.

Les crues sont des ressources irrégulières. Leur transit par un aquifère, dont elles renforceraient le potentiel, leur confèrerait le caractère de permanence qui leur manque.

Ainsi, le rôle essentiel des barrages serait de rendre possible le travail régulateur des nappes et non pas uniquement de se substituer à elles.

Les barrages n'en restent pas moins absolument nécessaires, d'une part parce qu'ils apportent la sécurité indispensable à la mise en valeur des zones sujettes aux inondations brutales, mais aussi parce que l'eau maitrisée est beaucoup plus facile à gérer que l'eau de crue et économique à transférer par gravité.

A l'échelle pluriannuelle, durant les périodes excédentaires, les barrages devraient avoir comme premier objectif de retenir les crues en vue de la recharge des nappes par infiltration planifiée dans le lit des oueds, au droit de « secteurs infiltrants » identifiés.

Une telle approche a le grand avantage de renforcer le stockage souterrain durant les périodes d'excédent pluviométrique.

Le principe d'une gestion intégrée eau de surface-eau souterraine permettrait, si l'infrastructure existe, d'accéder à un haut degré de valorisation des investissements déjà faits en augmentant les ressources régularisées mobilisables, au détriment des eaux de crues perdues en mer ou dans les dépressions endoréiques.

Le renforcement de l'infiltration, au bénéfice des nappes, permet de reporter l'excédent pluviométrique des périodes humides vers les périodes sèches à venir afin de pouvoir atténuer l'impact du déficit pluviométrique en ayant recours au pompage de nappes préalablement suralimentées.

Lorsque l'écoulement de surface dépasse de beaucoup la capacité des retenues de barrage permettant l'utilisation gravitaire de l'eau ainsi stockée, il y a manifestement intérêt à augmenter l'infiltration de l'eau afin d'accroitre la RFU du sol et au-delà l'infiltration efficace qui renforce l'alimentation des nappes.

La principale difficulté à l'infiltration est l'incompatibilité, trop fréquente, de l'intensité pluviométrique de l'averse avec la capacité d'infiltration locale du sol. Le « ruissellement d'intensité » qui en résulte nécessitera pour s'infiltrer la maitrise de l'écoulement généré afin de lui donner le temps indispensable pour surmonter cette difficulté.

La recharge artificielle des nappes, par les tronçons infiltrants des lits d'oueds, présente les plus grandes garanties de succès à grande échelle, l'eau à infiltrer y étant directement amenée gravitairement à partir d'un barrage, à un débit compatible avec la capacité d'infiltration du lit, les seules variables conditionnant le rendement étant le linéaire disponible et le temps imparti. C'est la seule alternative aussi qui minimise, si elle n'annule, le colmatage éventuel par les MES.

Afin de donner toutes ses chances à cet instrument de régénération des nappes surexploitées et de régularisation pluriannuelle des eaux de surface excédentaires par les nappes souterraines, il serait pertinent d'approfondir les conditions optimales de sa mise en œuvre en fonction des opportunités qui se présentent et des contraintes objectives à prendre en considération afin de maximiser les bénéfices à en attendre.

III.1.1.5 L'objectif de renforcement maitrisé de l'infiltration

C'est l'« infiltration efficace » qui alimente les aquifères. Celle-ci n'a cependant lieu que lorsque la « teneur en eau » du sol dépasse sa « capacité de rétention spécifique », laquelle est tributaire de la capacité d'infiltration de la surface du sol (son « coefficient d'infiltration).

La capacité d'infiltration du sol dépend de différents facteurs tels que la pente du terrain, sa perméabilité, son couvert végétal, ses aménagements de surface. Mais elle dépend aussi, surtout dans la zone aride, de l'intensité de la pluie.

Si, durant une averse, cette intensité demeure supérieure à la capacité d'infiltration du sol, le taux effectif d'infiltration ira en diminuant jusqu'à s'annuler.

Il en résulte un « ruissellement d'intensité » en tant que flux d'eau de surface générant, lors des grosses pluies, des crues dévastatrices. Dans de telles conditions, le ruissellement contribue bien plus que l'infiltration au « potentiel d'écoulement » et l'excèdent, par rapport à la capacité des retenues de barrage, est évacué en mer ou dans les sebkhas, sans aucun bénéfice ni pour le sol ni pour les aquifères. Cela n'est cependant pas une fatalité.

Au-delà de la réalisation de grands barrages, sur les meilleurs sites du territoire, et de l'utilisation du ruissellement local par des « retenues collinaires », divers aménagements hydrauliques de surface n'ont pas comme finalité le stockage en surface, tels les ouvrages à pertuis ouvert qui visent à étaler dans le temps le passage des crues, renforçant ainsi la recharge naturelle d'un aquifère sollicité en aval. Tels aussi, le traitement des talwegs et des bassins versants par les travaux de CES qui augmentent l'infiltration et donc le stockage souterrain, l'aménagement des reliefs en terrasses, les enclos « tabias », les levées de terre formant cuvettes, les « meskats », les « jessours » et les épandages de crues. C'est, cependant, au niveau de la RFU du sol, mobilisable par la plante, que doit se concentrer l'effort car c'est le réservoir d'eau le plus directement accessible à la pluie. Elle est évaluée à 13000 Mm3/an, en moyenne, sur les seules terres cultivées.

L'aménagement de surface de ces terres agricoles gagnerait à être planifié, à grande échelle, en vue d'une gestion améliorée du stock d'eau dans le sol, dans la perspective d'un renforcement de la ressource pluviale et de l'écoulement souterrain.

Un effort législatif, en faveur d'un stockage de l'eau de pluie dans le sol par « infiltration assistée » au droit et dans les limites de chaque parcelle cultivée, aurait un impact positif sur l'alimentation des nappes sous-jacentes.

III.1.1.6 L'objectif de la résilience entretenue du système hydrique

Les risques liés au changement climatique à long terme sont, certes, à prendre en considération du fait d'une augmentation de la température de 1,5 °C, sur l'ensemble de la Tunisie, se traduisant par une diminution des fréquences des précipitations sur les 2/3 de son territoire et par un accroissement de l'évaporation qui donneraient lieu à une perte de ressources en eau de l'ordre de 25 %. C'est, cependant, plutôt à un changement de régime marqué par une augmentation de l'intensité des averses ainsi que par la violence des crues que l'on assiste et le manque de recul laisse le débat ouvert.

Quoiqu'il en soit, l'on peut considérer qu'en 2050, pour des apports pluviométriques moyens annuels de 36.000 Mm3/an (variant en réalité entre 11.000 et 90.000 Mm3/an), les « eaux bleues » mobilisables et économiquement exploitables ex situ n'excèderont certainement pas les 4800 Mm3/an en moyenne.

Cela ne prend cependant pas en compte :

- ✓ L'eau des crues exceptionnelles provoquant des inondations et évacuée en mer ou dans les sebkhas ;
- ✓ L'éventuel recours aux réserves permanentes des nappes qui peuvent jouer un rôle régulateur considérable.

Il a été estimé qu'en 2050, (ITES « Tunisie eau 2050 » juillet 2019) la récupération possible des eaux exceptionnelles par barrages et recharge artificielle serait de l'ordre de 700 Mm3/an (respectivement 500 et 200 Mm3/an).

Cependant, les réserves permanentes des nappes souterraines, phréatiques notamment, constituent un stock susceptible d'être sollicité dans le cadre d'une « surexploitation temporaire contrôlée » consistant à « amplifier » volontairement leurs variations intra annuelles.

Ces réserves sont des dizaines de fois supérieures aux volumes moyens annuels de leur alimentation. (C'est ainsi par exemple qu'un rabattement de 5 m dans la réserve permanente d'une nappe de surface dotée d'un coefficient d'emmagasinement de 10% serait à même de déstocker 0,5 Mm3 par km2).

Au total une potentialité théoriquement mobilisable existe qui serait de l'ordre de 5500 Mm3/an (« eau bleue » : 4800 + 700), à laquelle en réalité il y a lieu d'ajouter l' « eau verte » de l'agriculture pluviale qui assure en moyenne 13.000 Mm3/an sur une superficie de terre cultivable de l'ordre de 5 millions d'ha.

De ce fait le potentiel hydrique d'ensemble atteindrait 18500 Mm3/an

III.1.1.7 L'importance cruciale de la régulation pluriannuelle en zone aride

C'est par la variation de la réserve que se fait la régulation entre l'alimentation irrégulière Qa et l'exhaure continu Qs. Compte tenu de la lenteur des propagations d'influence, c.à.d. de l'inertie du réservoir, à l'irrégularité de Qa correspond toujours une variation plus ou moins amortie de Qs.

L'exploitation temporaire de la réserve permanente d'un aquifère à ressource renouvelable est toujours possible en utilisant, à bon escient, sa capacité régulatrice moyennant un déstockage. C'est seulement à moyen et long terme, si le déséquilibre se prolonge, qu'il y a « surexploitation ». Dans ce cas, c'est la somme des prélèvements et des flux sortants spontanés qui excèdent durablement les apports. C'est seulement cette surexploitation qui est à proscrire car considérée comme gestion défectueuse de la nappe.

Une gestion bien comprise, à l'échelle pluriannuelle, de la réserve permanente des nappes, au-delà de leur réserve régulatrice, gagnerait à être accompagnée d'une amélioration conséquente de leur alimentation par une politique d'« infiltration assistée » visant l'amélioration de la « capacité d'infiltration du sol ».

L'alimentation potentielle, c.à.d. maximale possible, des nappes est fonction de cette capacité d'infiltration mais surtout de l'intensité des précipitations.

Une stratégie adéquate, d'aménagement systématique des bassins versants en travaux de CES pour ralentir le ruissellement et de travail en surface des terres cultivées pour améliorer l'infiltration de l'eau dans le sol en lui garantissant le temps nécessaire pour cela, gagnerait à faire l'objet d'un texte règlementaire contraignant.

Cependant, la perméabilité verticale du sol étant une dizaine de fois inférieure à sa perméabilité horizontale, l'alimentation naturelle des nappes phréatiques en zone aride (contrairement à la zone tempérée) est indirecte, par le réseau hydrographique davantage que par la surface du sol.

C'est pourquoi l'infiltration « assistée » se doit de privilégier cette infiltration linéaire, au droit des tronçons infiltrant des oueds, grâce à des barrages collinaires à pertuis ouvert, en amont, et à la recharge artificielle, en aval. Le secteur le plus rentable pour cela est à la rupture de pente entre le bassin amont et le bassin aval, là où la surface piézométrique de la nappe est la plus profonde par rapport au terrain naturel et où la perméabilité du terrain est la plus grande, au droit de la sédimentation la plus grossière.

Par ailleurs, il y a lieu de prendre conscience que si, en termes d'écoulement, le flux d'eau de surface (2.700 Mm3/an) semble en moyenne supérieur à celui de l'eau souterraine dans les nappes (2.100 Mm3/an), il n'en est point de même concernant le stockage de l'eau. En effet, si la capacité utile des barrages n'excèdera vraisemblablement pas les 1.500 Mm3/an, celle des réserves permanentes des nappes phréatiques, en particulier, est plus grande de beaucoup, sans commune mesure, leur donnant, en termes de gestion pluriannuelle de la ressource en eau, un avantage comparatif important, en fonction inverse de leur taux de renouvellement.

Ainsi, lorsque le taux de renouvellement d'une nappe phréatique est relativement petit (inférieur à 0,1) avec une alimentation faible par rapport à une réserve nettement plus grande, la régulation s'avère importante, et, pour peu que l'infiltration soit renforcée, les réserves peuvent être davantage sollicitées dans le cadre d'une gestion pluriannuelle par une « surexploitation temporaire contrôlée », en amplifiant volontairement les variations intra annuelles des réserves permanentes sans dommage pour l'équilibre à long terme du système. Cela justifierait d'autant une politique volontariste d'envergure visant l'amélioration de l'infiltration utile à l'augmentation des réserves au détriment du ruissellement sauvage dévastateur.

III.1.1.8 L'amélioration du stockage des eaux de surface

Les 2732 Mm3 d'eau de surface, estimés pour 2020, année de référence, sont très inégalement répartis sur l'ensemble du territoire, soit : 1357 pour le NO, 984 pour le NE, 196 pour le CO, 91 pour le CE, 36 pour le SO et 68 pour le SE.

33 grands barrages, totalisant une capacité de 2253 Mm3, sont exploités pour la régulation et le transfert. 4 autres, plus récents (Harka, Kébir Gafsa, Tine et Serrat) mais non encore intégrés au système, ont une capacité de 110 Mm3.

258 barrages collinaires et 913 lacs collinaires complètent le dispositif avec une capacité de 360 Mm3 au service d'une utilisation locale.

Les travaux de mobilisation en cours de réalisation sont :

- Le barrage du Mellègue amont à 40%, le barrage du Douimis à 85%.
- Le barrage du Raghay est à l'étude.
- La surélévation du barrage de Bouhertma (augmentation de la capacité de 33 Mm3) est en cours et celle du barrage de Sidi Saad à l'étude.

Sont également envisagés les barrages collinaires de Sidi Soltane (Bizerte), Skifa (Le Kef), Halloufa et Demayeur (Siliana), Khol (Le Kef) et Hinita (Sidi Bouzid).

Pour toutes capacités confondues, les barrages perdent, chaque année, 22 Mm3, soit une perte théorique moyenne de volume utile par barrage de l'ordre de 0.6 Mm3 / an.

Le maximum d'envasement concerne le barrage de Sidi Salem (6.3 Mm3/an) et celui du Mellègue (2.18 Mm3/an). C'est ainsi que le premier a perdu, depuis sa construction en 1981, 234 Mm3 et le second, depuis 1954, 131 Mm3 de leur capacité.

Les 10 barrages (Sidi Salem, Mellègue, Sidi Saad, Siliana, Nebhena, El Houareb, Bir Mcherga, Joumine, Barbara, Lebna) qui présentent un risque majeur d'envasement ont déjà perdu 562 Mm3 de volume utile, c.à.d. 32% du volume initial.

A ce rythme, la réduction de la retenue de Sidi Salem sera de 200 Mm3 à l'horizon 2050.

Dotées, comme signalé plus haut, d'un indice de régularité de 62.5, les 4.800 Mm3/an de ressources en eau potentielles moyennes ne sont constituées que de 3.000 Mm3/an naturellement régularisées (soit : les 2.100 Mm3 représentant l'intégralité des eaux souterraines annuelles moyennes et 900 Mm3 représentant le débit de base annuel moyen des oueds barrés). Les 1.800 Mm3/an, en moyenne, restants sont des eaux de crues irrégulières.

Certes, la capacité totale des 33 grands barrages réalisés est de 2253 Mm3 (2363 Mm3 avec les 4 barrages encore non intégrés au système). Cependant, la capacité utile actuelle n'est que de 1.365 Mm3 qui maitrise : 900 Mm3/an de débit de base des oueds barrés et 465 Mm3/an seulement d'eau de crue irrégulière.

Il est possible d'améliorer cette capacité utile, mais du fait de l'envasement il semble peu probable qu'elle excède les 1500 Mm3.

En effet, en supposant une amélioration de cette capacité utile de 500 Mm3 par de nouveaux barrages (ITES : eau 2050. Juillet 2019) à l'horizon 2050, il y aurait lieu de tenir compte de l'envasement qui fait actuellement perdre chaque année 1% de la capacité totale des barrages (Rapport national du secteur de l'eau. MARHP 2019). Soit, au bout de 30 ans, à l'horizon 2050, une perte de l'ordre de 409 Mm3, réduisant la capacité utile à : 1365 + 500 – 409 = 1456 Mm3.

Les retenues de barrages sont, de plus, très exposées à l'évaporation qui consomme une tranche d'eau annuelle laquelle, souvent, excède les 2 m.

La nécessité de surdimensionner les ouvrages ainsi que la discontinuité et 'irrégularité des apports diminuent leurs rendements et augmentent les coûts de l'unité de débit régularisée.

De plus, est indispensable la connaissance précise des particularités de ces eaux, ce qui impose des données statistiques plus nombreuses et des durées d'étude plus longues pour obtenir les informations voulues par les projeteurs. Une corrélation étroite avec les données pluviométriques est nécessaire pour combler les lacunes. La variabilité des hauteurs d'eau écoulées en fonction de l'étendue des bassins versants entrave aussi les extrapolations dans l'espace.

Tous ces facteurs font que la maitrise et la mobilisation des eaux de surface sont difficiles.

C'est dans le Nord que se trouve l'essentiel du potentiel d'eau de surface. Au-delà des sites présentant le maximum d'avantages techniques et économiques, il est devenu nécessaire de renforcer l'infrastructure de mobilisation, durant les prochaines décennies, et d'identifier, sur les affluents importants des principaux

oueds, les sites de moindre capacité à même d'améliorer la capacité utile du système existant, dans les limites des 500 Mm3 supplémentaires évoqués.

L'aménagement des bassins supérieurs, par la création de barrages collinaires complémentaires, en amont des ouvrages principaux, est une alternative intéressante, d'une part pour réduire les apports solides à ces derniers et d'autre part pour réserver une partie de la ressource aux besoins du développement local. L'infrastructure hydraulique étant, en effet, un élément majeur de structuration de l'espace, il serait, à long terme, inacceptable que de vastes zones marginalisées dans les bassins amont voient s'éloigner, aujourd'hui, la ressource qui pourrait être le levier de leur développement et soient, de ce fait, contraintes à la surexploitation et à la dégradation de l'environnement.

III.1.1.9 La recharge assistée des nappes.

En zone aride, ce sont les eaux souterraines qui constituent la composante stable prédominante dans le cycle de l'eau.

La rareté et l'irrégularité des apports, consécutifs à des épisodes pluvieux, confèrent une importance fondamentale à la capacité régulatrice pluriannuelle des réservoirs permettant une exploitation soutenue, durant de longues périodes de sècheresse, entre deux apports.

En se référant à une longue période, les stocks d'eau naturels présents dans le territoire, considérés indépendamment des flux qui les renouvellent plus ou moins rapidement, sont les réserves totales d'eau souterraine jusqu'à une profondeur donnée.

En ne considérant que les 210 nappes phréatiques, avec une extension estimée, très approximativement, à 56.000 km2 et un coefficient d'emmagasinement de l'ordre de 7.5% (moyenne entre 5 et 10%), l'on serait à même de totaliser une capacité de l'ordre de 126 km3 sur une trentaine de mètres (entre 10 et 50 m en moyenne).

La relation entre cette capacité et le flux annuel moyen de 2.1 km3/an qui la traverse exprime un taux de renouvellement qui trahit une alimentation relativement faible et une régulation importante.

Les eaux souterraines, qui bénéficient d'une certaine indépendance par rapport aux eaux de surface, constituent souvent la seule ressource permanente.

Leur faible renouvellement, par des apports aléatoires espacés dans le temps (10 à 100 mm/an en moyenne), est pénalisant.

C'est pourquoi, à l'échelle pluriannuelle, durant les périodes excédentaires, les grands barrages devraient retenir les crues pour, entre autres objectifs (stockage et protection contre les inondations), assurer la recharge des nappes par infiltration planifiée au droit de certains secteurs infiltrants des cours d'eau.

En période excédentaire les grands barrages ne peuvent retenir qu'une partie des crues et non toutes les crues (pour des questions évidentes de coût/avantage des excédents de crue). Néanmoins, la stratégie EAU 2050 œuvrera à maximiser les infiltrations des eaux de crues. Les travaux de l'Etape 4 objet du présent rapport se sont basés sur ces principes et ont abouti à des résultats probants par simulations (chapitre III.9).

Les expérimentations de recharge artificielle, réalisées en Tunisie, ont montré sa faisabilité technique du fait de l'indépendance du réseau hydrographique vis-à-vis de la nappe sous-jacente et du net avantage comparatif de cette technique par rapport aux autres.

Une telle approche a le grand avantage de renforcer le stockage souterrain durant les périodes d'excédent pluviométrique.

Les crues (exceptionnelles en particulier) sont des ressources irrégulières. Leur transit par les aquifères, dont elles renforceraient le potentiel, leur confèrerait le caractère de permanence qui leur manque.

En zone aride, la distinction eau de surface - eau souterraine devrait, d'ailleurs, être remplacée par une distinction, plus utile, entre ressources régulières, objet de captage (écoulement souterrain, débit de base des cours d'eau) et ressources irrégulières, objet de régularisation (débits de crues).

C'est sur les ressources régulières, essentiellement, que repose la sécurité de l'approvisionnement.

Par ailleurs, dans le Nord pluvieux, la ressource est surtout constituée d'eau de surface, la faible capacité relative des réservoirs souterrains y étant un facteur limitant, alors que dans le Centre, plus aride mais où les réservoirs sont grands, ce sont le manque de pluie ou sa trop forte intensité qui sont les facteurs limitants.

Le transfert inter-régional pourrait, de ce fait, s'avérer nécessaire au report, à l'échelle décennale, des excédents d'eau de surface des périodes humides vers les périodes sèches à venir, dans la perspective d'une régulation, à long terme, par les aquifères.

Le rôle des grands barrages serait, alors, de prévenir les grandes inondations et de favoriser le stockage et la régularisation souterraine par les nappes, là où les conditions hydrogéologiques le permettent.

De nombreux sites ont, d'ores et déjà, été préconisés pour la recharge, dans les aquifères des plaines de Mateur, Mornag, Grombalia, Haouaria, Oued Guéniche, Manouba, Ras Djebel, côte orientale du Cap Bon, Kairouan, Sidi Bouzid, Nadhour, Sisseb, Foussana.

En fonction de l'excédent réellement disponible, chaque année moyenne, la recharge pourrait viser 100 Mm3/an en 2025, 200 Mm 3/an à l'horizon 2030, 300 Mm3/an à l'horizon 2040, et 500 Mm3/an à l'horizon 2050.

Cela est ainsi à même de générer un apport global supplémentaire en ressources souterraines de 7,1 Milliards de m^3 au cours des 30 prochaines années.

Ces ordres de grandeur sont très en-deçà des possibilités de stockage souterrain, car la capacité de régularisation des nappes est considérable à l'échelle pluriannuelle.

Ainsi, pour le seul Nord-Est de la Tunisie, alors que les réserves régulatrices des huit principales nappes phréatiques sont en moyenne de 424 Mm3/an, leurs réserves régulatrices pluriannuelles atteignent 1.610 Mm3/an et donnent la véritable mesure de leur pouvoir régulateur entre le minimum de la période pluviométrique déficitaire et le maximum de la période excédentaire qui la suit.

La capacité de régulation du Centre est encore plus considérable.

Dans les cas où les bassins versants sont plus modestes (bassins côtiers en particulier), des barrages collinaires, à pertuis ouvert, seraient à même de maitriser les apports brutaux résultant d'averses de forte intensité et de les restituer intégralement, durant un temps plus long, à la nappe d'under-flow de l'oued et/ou à la nappe alluviale en aval.

La fonction des lacs collinaires doit être aussi, quasi exclusivement, le contrôle du ruissellement local et la recharge des nappes. Ils gagneraient à être implantés en conséquence, car le déficit climatique chronique, en dehors de la zone subhumide du pays, ne permet pas d'assigner à ce type d'ouvrage la fonction de réservoir de surface.

Les bassins versants sont des systèmes dynamiques. Leur aménagement se justifie toujours par des raisons économiques car il concourt à la production, directement ou indirectement. Les différentes techniques d'aménagement doivent se compléter les unes les autres et permettre l'amélioration des ressources au plan de la qualité, de la quantité comme à celui de leur mise à la disposition des usagers. Seul un aménagement intégré serait à même de réaliser de tels objectifs.

D'une manière générale, la régularisation des écoulements est un facteur favorable.

Cela permet d'accroitre les débits d'étiage qui coïncident toujours avec les périodes de besoins maximums.

La protection des installations, de plus en plus nombreuses le long des cours d'eau, est rendue d'autant plus difficile et couteuse que l'irrégularité du régime est plus grande.

La présence d'une bonne couverture végétale, dans le bassin versant, est un facteur favorable car elle augmente la part de l'infiltration et étale les crues.

La consommation de la couverture végétale diminue, certes, l'abondance moyenne, mais celle-ci n'a qu'un intérêt limité, en pratique, car l'eau est surabondante lors des crues. Au contraire, c'est l'eau des périodes de basses eaux qui est précieuse et la végétation contribue à soutenir les débits d'étiage.

Par ailleurs, le ruissellement associé à l'érosion pluviale est responsable des transports solides en suspension. La dégradation des terres va de pair avec celle des ressources en eau. Cela fait augmenter les frais d'épuration des eaux, oblige à curer les canaux et colmate les retenues. La capacité utile des retenues diminue d'autant plus vite que les apports sont plus abondants.

Une saine gestion oblige à comptabiliser des annuités d'amortissement dont le montant est directement fonction de la vitesse de colmatage. Cet aspect économique important ramène aux problèmes de conservation et aux dispositifs de protection des pentes. Leur végétalisation, relayant éventuellement des structures de correction des torrents, est une pièce maitresse de l'aménagement intégré d'un bassin versant.

Ainsi, l'aménagement des ressources en eau, en zone aride, gagnerait à s'appuyer davantage sur les aquifères souterrains qui offrent plusieurs avantages, dont particulièrement :

i. L'extension, dans l'espace des disponibilités en eau, qui permet de satisfaire des demandes dispersées ;

ii. La disponibilité, dans le temps, de réserves qui amortissent les défaillances conjoncturelles des apports en cas de sècheresse ;

iii. La faible emprise au sol des équipements d'exhaure, comparé aux barrages, et leur dimensionnement plus ajustable aux demandes ;

iv. L'investissement plus facile à étaler dans le temps et rapidement amortissable ;

v. Le moindre coût d'exploitation.

La nécessité de considérer les nappes comme de véritables régulateurs des eaux de surface, à l'échelle pluriannuelle, devrait s'imposer à l'avenir.

Maitrise des crues par barrage et recharge des nappes par lâchures dans les lits d'oueds permettraient d'intégrer complètement les aquifères dans la gestion planifiée des ressources en eau et de définir, d'une façon plus convaincante, leur « exploitabilité » qui dépend de trop de critères pour être définie universellement.

Seule une gestion harmonisée des ressources en eaux de surface et des eaux souterraines est porteuse d'avenir et garante de durabilité en zone aride.

Il y aurait lieu, également, d'évaluer l'impact de l'aménagement des ressources en eau sur le milieu naturel comprenant, à la fois, les effets directs, voulus ou non voulus, et indirects de deuxième ou énième ordre.

L'un des objectifs de la politique de l'eau, conciliant développement et environnement, consiste, en effet, à faire la part entre la ressource en eau et l'« eau non ressource ».

III.1.1.10 La réhabilitation de la « ressource pluviale »

Il s'agit d'une ressource non généralement (et explicitement) prise en compte aussi bien par les gestionnaires de la ressource que par les planificateurs, bien qu'elle soit la plus importante dans les faits.

Pour l'agriculture les eaux de surface aussi bien que les eaux souterraines, mobilisables à partir du réseau hydrographique ou des nappes, ne constituent que des ressources de complément par rapport à la Réserve Facilement Utilisable (RFU), directement mobilisable par la plante dans le sol.

L'eau de la RFU du sol constitue, en fait, une ressource renouvelable évaluée à 23 km3/an en moyenne. Le sol constitue, en principe, le réservoir d'eau le plus directement accessible à la pluie.

Toutefois, en zone aride, les intensités des averses sont peu compatibles avec la capacité d'infiltration de la plupart des sols, sauf conditions lithologiques et topographiques particulières.

Il devient en conséquence urgent que l'aménagement des bassins, par les travaux de C.E.S. et le travail du sol des secteurs cultivés, soit, dans l'avenir, planifié en vue d'une gestion améliorée du stock d'eau dans le sol, dans la perspective d'un renforcement de la ressource pluviale, la plus équitablement répartie à travers le territoire et la seule qui existe dans la plupart des bassins supérieurs.

Sans un tel effort pour stocker l'eau dans le sol, par infiltration « assistée », le risque est grand que l'eau, non maitrisée emporte le manteau superficiel et supprime, à jamais, toute possibilité de rétention locale.

Les objectifs de conservation des eaux rejoignent donc les objectifs de conservation des terres dont les pertes, dues à l'érosion hydrique, atteignent 10000 ha/an. On ne peut conserver les eaux sans conserver le sol qui en est le réservoir le plus directement accessible.

Une tranche de sol de 1 m est susceptible de stocker 100 mm d'eau s'il est sableux, 150 mm s'il est limoneux, 200 mm s'il est argileux.

Une approche rationnelle du problème devra distinguer entre :

a. Les « terres de protection » portant une végétation, généralement naturelle, apte à réduire le ruissellement ;

b. Les « terres de production » livrées aux cultures.

La conservation des « terres de protection » repose, essentiellement, sur la permanence du couvert végétal. Il importe donc :

i. De défendre la végétation existante contre les dommages causés par l'homme et les animaux ;

ii. De reconstituer et, au besoin, compléter, le manteau végétal. Une politique rationnelle de reboisement devrait avoir pour objectif aussi bien la protection contre le ruissellement que la production de bois et de matières fourragères. Les essences à utiliser seront dans la mesure du possible : de faibles consommatrices d'eau, productrices de feuilles et de gousses nutritives et appétentes pour le bétail, non concurrentes pour les cultures ;

iii. De permettre aux plantations d'utiliser au mieux l'eau de pluie, grâce à des mesures anti érosives appropriées : disposition des plantations en ligne de niveau, fosse d'absorption totale ou relative.

La conservation des eaux, dans les « terres de production », fait appel à trois grands types de procédés :

- Les banquètes et autres ouvrages susceptibles de limiter les phénomènes de ruissellement diffus, en nappes, en rigoles, en griffons et en torrents.
- Les façons culturales qui peuvent améliorer la structure du sol ainsi que son effet conservateur :
  - ✓ Les labours à plat, en courbes de niveau qui fragmentent le ruissellement, réduisent la vitesse d'écoulement de l'eau et contribuent à la construction progressive de terrasses à partir d'obstacles ou de lignes d'arrêt.
  - ✓ La culture en billons, selon les courbes de niveaux ou faiblement inclinés, qui entraine une retenue d'eau plus importante du fait de la hauteur du billon.
  - ✓ Le sous-solage qui accroit la perméabilité du sol au niveau des banquètes, talus de fosse etc.
- Les procédés biologiques qui permettent le plus possible d'occupation du sol, dans le temps et l'espace, pour protéger le sol des fortes averses et qui accroissent les réserves organiques du sol, fondement de leur conservation biologique.

Les mesures de conservation des eaux et du sol ne vont pas cependant de soi car, si à première vue, cela semble contribuer à prolonger la durée de vie des barrages en diminuant le transport solide, le succès de leur mise en œuvre n'en contribue pas moins à tarir les apports de ruissellement aux retenues des barrages et va donc à l'encontre des objectifs déclarés

Toutefois, cette ambiguïté devrait être levée. Si la politique suivie est basée sur la régulation interannuelle par les retenues des grands barrages, elle ne peut, objectivement, trouver son intérêt dans les travaux de conservation du sol qui favorisent l'infiltration, au détriment du ruissellement. Tout au plus favorisera-elle, le long des lits d'oueds, les travaux susceptibles de piéger le débit solide, arraché au sol, avant qu'il n'atteigne le réservoir et de de retarder son envasement. En tout état de cause, une telle option ne pourra se maintenir qu'au prix d'investissements, de plus en plus lourds, en ouvrages de remplacement de ceux

qui seraient perdus et au prix d'une perte, irréversible et de plus en plus accélérée, du sol par érosion, annulant toute perspective de développement durable.

Une politique, à long terme, de conservation des eaux et du sol visant à fixer sur place, par infiltration « assistée », le plus possible d'eau de ruissellement est, en réalité, peu compatible avec une politique basée, en premier lieu, sur la régularisation des crues par les grands ouvrages, au service, prioritaire et quasi exclusif, des grandes métropoles urbaines et des grands périmètres irrigués.

Une politique de moyens et petits barrages ne contrôlant, uniquement, que de plus petits bassins, mais imperméables et homogènes, et, de ce fait, plus rentables, devrait compléter le dispositif existant pour maitriser le reste du potentiel d'eaux de surface mobilisables.

Partout ailleurs, là où le manteau pédologique existe encore, l'infiltration, au bénéfice de la RFU du sol et/ou de l'alimentation des nappes, gagnerait à être favorisée.

III.1.1.11 En guise de synthèse des principes généraux de la démarche

Concernant l'amélioration du stockage des eaux de surface, il s'agira de parfaire la maitrise des eaux de surface :

a. en augmentant la capacité totale des grands barrages existant, en surélevant ceux qui sont les plus menacés par l'envasement.

b. en programmant la réalisation de nouveaux barrages, plus petits, sur les principaux affluents des grands oueds, en amont des grandes retenues existantes (validation des sites, études technico-économiques, financement, exécution)

c. Il s'agira aussi d'aménager et de reboiser, si nécessaire, les bassins versants de ces ouvrages pour en maitriser l'érosion et allonger la durée de vie des retenues.

d. Il s'agira enfin de promouvoir un programme optimal de dévasement efficace des barrages ainsi que la gestion numérique, en temps réel de leurs retenues.

Concernant la recharge assistée des nappes.

e. Il s'agira, dans une première phase, d'expliciter l'importance des nappes, en zone aride, de par leur fonction de stockage et de leur pouvoir régulateur de la ressource en eau.

f. Il s'agira aussi de démontrer la nécessité absolue, dans le futur, d'opter pour une gestion harmonisée des eaux de surface et des eaux souterraines pour assurer la sécurité hydrique du pays.

g. Il s'agira de même, par ce biais de transformer les apports irréguliers des crues exceptionnelles en ressources en eaux potentielles mobilisables et de maitriser en conséquence les inondations dévastatrices.

h. Il s'agira enfin d'élaborer une Stratégie Nationale de Recharge Assistée des Nappes et de mettre en œuvre un programme cohérent des actions à préconiser visant le renforcement de l'infiltration par les moyens techniques les plus adaptés.

III.1.1.12 Evaluation de l'approche préconisée

L'intervention « recharge assistée des nappes et optimisation de la gestion des réservoirs d'eau de surface » répond globalement aux critères de l'OCDE :

i. **L'approche est pertinente,** car cela répond aux deux volets inhérents à la grande irrégularité des apports dans le temps :

   a. Durant les périodes déficitaires, la sècheresse pénalise l'agriculture et le développement économique.

   b. Durant les périodes excédentaires, les crues exceptionnelles, non maîtrisables par les barrages, créent des inondations préjudiciables aux personnes, aux biens et à l'infrastructure.

   L'approche atténue ainsi les impacts négatifs du défaut et de l'excès des apports d'eau.

ii. **L'approche est cohérente** avec les autres interventions car cela :

   a. Atténue la nécessité de recourir au dessalement ;

   b. Réduit l'impact négatif du changement climatique, renforce la conservation de l'eau et la sauvegarde des écosystèmes ;

   c. Renforce l'alimentation des nappes à la disposition des périmètres irrigués ;

   d. Rationalise la politique de l'eau en récupérant les eaux qui se perdent en mer et dans les sebkhas durant les inondations ;

   e. Accroit le potentiel de l'eau verte à la disposition de l'agriculture pluviale et au bénéfice de la sécurité alimentaire ;

   f. Contribue au développement local des territoires concernés ;

   g. Améliore l'efficacité de la gouvernance par la maitrise totale de l'eau de surface.

iii. **L'approche est efficace**, car cela contribuera à atténuer la crainte des effets dévastateurs des inondations et encouragera le développement. Dans la mesure aussi où cela valorisera davantage l'infrastructure hydraulique déjà réalisée en en augmentant le rendement.

iv. **L'approche est efficiente**, car cela :

   a. Garantit une utilisation efficiente des ressources nécessaires qui seront étalées dans l'espace et dans le temps, ajustables en fonction des besoins et rapidement amortissables ;

   b. Génèrera un impact positif majeur au vu d'un « coût de la non-intervention » de ce levier est énorme en termes de dégâts matériels et de préjudices humains, ainsi qu'en termes de manque à gagner du fait de la perte d'une part importante de l'écoulement de surface.

v. **L'approche est durable**, car cela est appelé à s'inscrire, profondément et durablement, dans la pratique quotidienne de la gestion en temps réel des barrages pour assurer la régulation indispensable et la sécurité dans un contexte de changement climatique inquiétant qui accentue l'occurrence des phénomènes extrêmes.

L'Etape 5 du plan d'actions permettra d'approfondir la faisabilité technique et la rentabilité économique de la recharge artificielle des nappes et à en évaluer l'intérêt en termes de coût/avantage pour la collectivité.

III.1.1.13 Les prérequis de la mise en œuvre

La mise en œuvre de cette intervention, dans le cadre de cohérence de la stratégie, constituera un changement majeur qui devra être géré et suivi, car cela nécessitera de :

i. Intégrer les trois dimensions : économique, sociale et environnementale d'Eau 2050 ;

ii. Développer la mise en œuvre sur les : court, moyen et long terme, selon les quatre pans d'action à préconiser ;

iii. Impliquer les opérateurs et décideurs concernés.

Cela se fera à travers un ensemble d'actions d'analyse, de planification et de réalisation, qui s'appuyant sur le cadre institutionnel existant, et au moyen d'un système de gestion à long terme, visant des objectifs ambitieux et nécessitant un engagement continu, ainsi que des capacités humaines et des ressources financières à la hauteur des nouveaux challenges.

L'approche suppose un ensemble de processus intégrés et articulés pour :

a. Garantir une politique d'intégration et de convergence,

b. Impliquer tous les décideurs,

c. Renforcer la base de connaissance.

Ainsi que la combinaison entre différents mécanismes de coordination et de participation et divers outils de gestion et d'évaluation.

L'intégration et articulation des actions à mener avec les objectifs économiques, sociaux et environnementaux sera primordiale.

Dans un souci de cohérence, il y aurait lieu de lier les priorités locales à celles régionales et nationales.

De même, sera indispensable l'obtention d'un consensus sur les responsabilités différenciées dans la mise en œuvre, en termes de partenariat entre le gouvernement et les parties prenantes en charge du processus, dans le cadre de la vision partagée et de l'agenda agréé.

Le plus important sera, cependant, de focaliser sur les résultats et les moyens adéquats de la mise en œuvre en se basant sur :

i. Des analyses sociales environnementales et économiques complètes et fiables ;
ii. Des objectifs réalistes liés à la vision ;
iii. Des mécanismes de suivi et d'évaluation ;
iv. Un processus d'investissement à la hauteur de l'enjeu.

III.1.1.14 Etapes de Mise en Œuvre du Levier d'Intervention

i. A l'horizon 2025 : Renforcer l'engagement politique en faveur du nouveau paradigme et du processus de sa mise en œuvre au plus haut niveau de l'Etat :
    a. En explicitant la démarche à travers l'élaboration de la Stratégie Nationale de la Recharge Assistée des Nappes ;
    b. En identifiant les décideurs et en définissant leurs responsabilités en relation avec le processus (institutions publiques, secteur privé, autorités et communautés locales, bailleurs de fonds) ;
    c. En inventoriant les sites d'intervention et en les validant par les études préliminaires.
ii. A l'horizon 2030 :
    a. Achever les travaux de surélévation programmés des grands barrages ;
    b. Programmer les nouveaux barrages en amont, de moindre capacité ;
    c. Protéger leurs bassins versants par un programme ad hoc de travaux de CES.
iii. A l'horizon 2040 :
    a. Compléter la maitrise du ruissellement sauvage par la multiplication des barrages collinaires à pertuis ouvert et des lacs collinaires ;
    b. Renforcer l'infiltration du sol sur l'ensemble des terres cultivées.
iv. A l'horizon 2050 : Organiser la gestion intégrée eau de surface – eau souterraine par la mise en œuvre effective des chantiers de recharge assistée :
    a. En assurant l'appropriation du processus par les décideurs sur la base de la vision, du principe de gestion intégrée et des priorités retenues ;
    b. En mettant en place un « comité de pilotage » multi-décideurs, équilibré dans sa représentation entre : gouvernement, secteur privé, société civile, avec suffisamment d'autorité et de ressources pour coordonner et gérer le processus ;
    c. En développant la cohérence entre les cadres stratégiques du niveau national au niveau local et entre les secteurs ;
    d. En assurant la promotion de la stratégie comme concept unitaire d'avenir.

III.1.2 Caractérisation et Modélisation-Simulation de la « Gestion Intégrée des Eaux de Surface / Eaux Souterraines (GI2ES) »

III.1.2.1 Introduction

La présente composante du Document de Vision-Stratégie Eau 2050 constitue une « contribution à part ». Il s'agit de l'« innovation qualitative avancée » qui consiste à « changer de paradigme » en matière d'« hydraulique de l'aridité », en prenant surtout acte de l'« extrême variabilité pluviométrique » dont il résulte une « perte à jamais de l'essentiel des ressources » par évaporation et déversement en mer. Cette donnée structurelle a été ignorée et les principes de base la gestion des eaux en Tunisie ont globalement revêtu un caractère de « gestion hydrique en zone tempérée ».

Dans ce qui suit, il ne s'agit plus seulement d'annoncer les principes généraux de justification de la GI2ES mais d'établir via modélisation et simulation le bienfondé de l'approche et les résultats quantifiés de ses effets bénéfiques attendus.

III.1.2.2 Typologie des réseaux hydrographiques, des infrastructures de stockage et des aquifères

L'ensemble du pays est découpé en sept régions hydrographiques incluant plusieurs secteurs hydrographiques présentant une certaine homogénéité. Les grands bassins versants assurent au réseau hydrographique les apports suivants en termes d'écoulement moyen annuel :

Tableau 65: Les régions hydrographiques de la Tunisie (DGRE)

Bassin		Domaine	Ecoulement moyen annuel (Mm^3/an)
3. Extrême Nord et Ichkeul		Tous les oueds côtiers de l'extrême Nord de la Tunisie ainsi que les oueds drainant les bassins versants des lacs Ichkeul et Bizerte	1 180
4. Cap-Bon, oued Miliane et Sahel Nord		Le bassin versant de l'oued Miliane, les petits oueds du Golfe de Tunis ainsi que les bassins versants du Cap Bon et du Sahel Nord	205
5. Medjerdah et Ghar el Melh:		L'ensemble du bassin de la Medjerda	1 017
6. Sebkhas Kelbia et Sidi El Hani		Tous les bassins des oueds du Centre qui se déversent dans les Sebkhas Kelbia et Sidi El Hani	221
7. Sahel et Leben		Les oueds drainant le littoral de Sousse et de Sfax et ceux qui se déversent dans les sebkhas de la région ainsi que le bassin de l'oued Leben	
8. Chott Gharsa et Sebkhas Noual-Sidi Mansour		Les oueds se déversant dans le Chott El Gharsa et dans les grandes sebkhas intérieures de la région	156
9. Sud	Bassins sahariens	L'ensemble des oueds drainant le Sud Est et l'extrême Sud	
	Jeffara		

Source : *DGRE-Traitement STUDI International, GKW*

De ce fait, le régime d'écoulement a un caractère exoréique dans le Nord, endoréique dans le Centre et aréique dans le Sud. Cette grande variabilité affecte les ressources en eau car le nombre d'années déficitaires est supérieur à celui des années excédentaires, avec une année moyenne tous les 3 ans au Nord et tous les 7 à 8 ans au Centre et au Sud.

Des apports exceptionnels ont cependant lieu tel qu'en 1969 – 1970 et en 1972 – 1973, générant des inondations dévastatrices.

Pour les crues complexes de septembre-octobre 1969 (6 crues remarquables entre le 30 août et le 30 octobre), l'oued Zeroud (8.650 km²) a débité 2.500 millions de m^3 d'eau en deux mois, soit plus que l'apport annuel moyen des eaux de surface de l'ensemble des cours d'eau tunisiens. Le débit de pointe a atteint 17.050 m3/s (le 27 septembre) contre un débit moyen interannuel à peine égal à 3m^3/s. Ces crues se sont accompagnées d'une turbidité souvent supérieure à 80g/l, soit une estimation de 275 millions de m3 pour les transports solides de l'oued Zeroud [52].

L'événement de mars 1973, constitue également une illustration de l'ampleur des crues extrêmes : du 27 mars au 1er avril 1973 la basse vallée de la Medjerda a été affectée par 6 jours de crues, qui ont charrié 940 millions de m3 d'eau, soit l'équivalent de l'apport annuel moyen de la Medjerda. Le débit de pointe est atteint le 28 mars (3.500 m3/s). Cette crue a transporté des matériaux en suspension de concentration moyenne estimée entre 80 à 100g/l et engendré 100 millions de tonnes environ de transport de sédiments. On estime que 75% des sédiments se sont déposés dans la basse vallée de la Medjerda, et 25% ont été charriés jusqu'à la mer. Les matériaux déposés ont inondé 47.000 hectares de terres et laissé des dépôts de sédiments, après le retrait des eaux, d'épaisseur moyenne égale à 10 cm, mais qui ont atteint par endroit jusqu'à 2 m de profondeur [53].

Concernant l'infrastructure de stockage, outre les retenues de barrage en surface, ce sont principalement les nappes phréatiques existant dans la couverture Mio-Plio-Quaternaire qui constitueraient les aquifères les plus favorables à une gestion harmonisée eau de surface/eau souterraine, car généralement formés de dépôts sédimentaires faits d'argiles plus ou moins sableuses, de sables plus ou moins grossiers, d'alluvions diverses, de dépôts de pentes et de formations dunaires.

III.1.2.3 Typologie des sols et des conditions générales de ruissellement et d'infiltration

Ce sont les sédiments meubles qui sont concernés en premier pour la recharge artificielle : formations quaternaires et alluvions récentes non encroutées, mais aussi, sur la côte, les accumulations dunaires, remaniées et localement consolidées. Ces sédiments meubles sont, dans les hauteurs, juxtaposées souvent à des roches cohérentes.

Pour la recharge des nappes il s'agit de distinguer deux types de nappes :

i. Les grandes nappes alluviales, qui sont de puissants aquifères sédimentaires, occupant de vastes surfaces, ayant déjà fait l'objet d'études et disposant de mécanismes de suivi de leur piézométrie ;

ii. Les nappes d'accompagnement d'oueds qui suivent le lit de l'oued, avec une capacité de stockage généralement réduite[54].

L'intensité de la pluie et la nature plus ou moins perméable du sol ainsi que l'importance de la pente du terrain conditionnent l'érosion hydrique, laquelle affecte plus de 8 millions d'hectares de terres, représentant près de 51.8 % de la superficie totale du pays[55], dont plus d'un million d'hectares cultivés.

Les travaux de CES sont censés englober tous les sols où le ruissellement diffus se traduit par des actions hydriques préjudiciables tel que le décapage et le ravinement.

Le tableau ci-dessous représente une classification des techniques CES selon l'adaptation au climat et la typologie des sols :

[52] CRUETTE & RODIER, 1971, Cahiers ORSTOM. Série Hydrologie, 8 (1), p. 35-641971, Mesures de débits de l'oued Zéroud pendant les crues exceptionnelles de l'automne 1969
[53] Claude, J., Francillon, G., Loyer, J.Y. (1976). Les alluvions déposées par l'oued Medjerda lors des crues exceptionnelles de Mars 1973. Office de la recherche scientifique et technique outre-Mer. Convention DRES-ORSTOM action de type A., 162 p.
[54] 3ème stratégie ACTA
[55] Ministère des affaires locales et de l'environnement, 2018 : Synthèse sur la désertification en Tunisie

Tableau 66: Classification des techniques CES selon l'adaptation au climat et à la typologie des sols (EAU 2050)

Technique	Utilisation des terres	Etage bioclimatique	Pratique	Principales fonctions techniques	Précipitation	Altitude	Topographie	Pente	Profondeur sol alluvionnaire retenu	Texture sol	Capacité de rétention du sol	Acceptation de la population	Difficulté	Rentabilité économique
Jessours	Arboriculture (Oliviers, Figuiers, pêchers, palmiers, etc.) Céréaliculture s	Aride, Semi aride à sub humide	Plantation arboriculture pour la fixation des sols + aménagement des talwegs pour retenir et valoriser les eaux de ruissellement	Protection des sols contre l'érosion hydrique + CES + amélioration des propriétés physiques et chimiques	< 250 mm	200-(matmata) m	Zones Montagneuses et collinaires des Matmata (Dhaher)	10 à 30 %	> 120	Grossière	8% (RU 5%)	Forte	Manque de formation	Agriculture familiale (stabilisation de la population pour auto-suffisance alimentaire)
Banquettes, Tabias et Rbati	Arboriculture (Oliviers, Figuiers, pêchers, etc.) Céréaliculture s	Aride, Semi aride à sub humide	Plantation arboriculture pour la fixation des sols + aménagement des piedmonts pour valoriser les eaux de ruissellement	Protection des sols contre l'érosion hydrique + CES + amélioration des propriétés physiques et chimiques	< 600 mm	200-1000 m	Compartiments montagneux et de piedmont	Modéré (3-8%)	> 120	Fine à moyenne	15 % (RU ENTRE 6 ET 8%)	Sous condition d'adaptation à la parcelle	Manque d'entreprises spécialisées	Conservation des ressources (DD)
Mgoud	Arboriculture (Oliviers, Figuiers, pêchers, etc.) Céréaliculture s et cultures maraichères en intercalaire	aride et semi aride inférieur	Plantation arboriculture pour la fixation des sols + aménagement des piedmonts pour valoriser les eaux de ruissellement	Protection des sols contre l'érosion hydrique + CES + amélioration des propriétés physiques et chimiques et infiltration (drainage)	< 400 mm	500-1000 m	Plaines alluviales	Faible (1-3%)	> 120	Fine à moyenne	12 % (RU 6%)	Assurée	Maintenance des ouvrages	Bonne rentabilité (efficience de l'eau élevée)
Meskat	Olivier	Aride et semi-aride inférieur	Aménagement des sols pour retenir et valoriser les eaux de ruissellement	Protection des sols contre l'érosion hydrique + CES + amélioration des propriétés physiques et chimiques	Entre 250 et 400 mm	50 à 300 m	Piémonts / glacis	Modéré (5-8%) et moins favorable onduleux (8-16%°	> 120	Fine à moyenne	12 % (RU 6%)	De moins en moins	Moyenne	Variable
Cuvette	Arboriculture	Partout	Collecte des eaux de ruissellement	Protection des sols contre l'érosion hydrique + CES + amélioration du profil hydrique	200-600		Plateau et plaine	3 à 5%	Tous types de sol	Variable	Variable en fonction de la texture	Assurée	Réalisation (main d'œuvre)	Rentable
Techniques douces : labour à l'échelle de parcelle	Céréaliculture	Partout	Maitrise du ruissellement et augmentation de l'infiltration en début de saison agricole	Protection des sols contre l'érosion hydrique + CES + amélioration du profil hydrique	200-600		Plateau et plaine	3 à 5%	Tous types de sol	Variable	Variable en fonction de la texture	Selon système de production (grande ou petite exploitation)	Réalisation (main d'œuvre)	Rentable

Source : *STUDI International, GKW*

La DGACTA a identifié les zones prioritaires en termes d'intervention CES, en tant que synthèse de deux approches : (i) la concertation régionale et (ii) une analyse multicritère sous SIG.

Selon les résultats obtenus la superficie de la zone prioritaire d'intervention est de 2.717.508 ha, qui représente 17.5 % de la superficie du territoire tunisien.

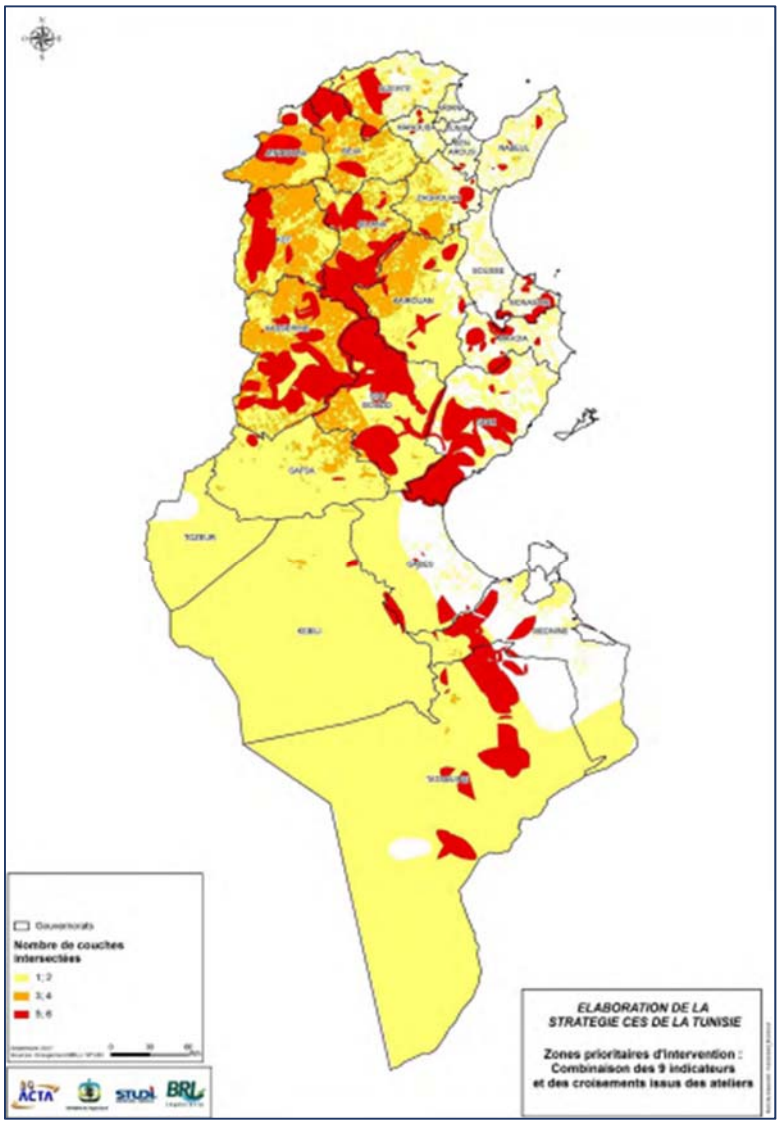


Figure 38 : Carte des zones prioritaires d'intervention

***Source** : DGACTA, 2017*

Les deux défis majeurs seraient à relever en matière de lutte contre la dégradation des sols concernent :

a. La dégradation du couvert végétal, nécessitant une protection des sols des bassins versants par des travaux de CES pour plus d'infiltration et moins d'évaporation et de ruissellement ;

b. L'amélioration des bilans hydriques saisonniers et de la réduction du stress hydrique par une amélioration de l'état structural des sols grâce au labour, l'amélioration de la fertilisation organique et la lutte contre les adventices.

III.1.2.4 Identification des actions d'élévation des niveaux de stockages d'eau

III.1.2.4.1 Grands ouvrages hydrauliques

La DGBGTH dispose d'une identification de 40 sites de nouveaux barrages. Sur la base de cette identification 32 sites potentiels ont été maintenus, les autres sites présentant des contraintes topographiques et géographiques fortes, notamment d'inondation de villes.

Le Bureau d'Etudes d'Eau 2050 a réalisé des investigations sur terrain pour identifier l'emplacement potentiel des sites.

Les principaux paramètres pris en compte dans le choix des sites de barrages potentiels proposés ont été :

a. La topographie de la cuvette et les apports du bassin versant et les apports hydrologiques ;
b. La morphologie de la vallée,
c. Les conditions géologiques et géotechniques.

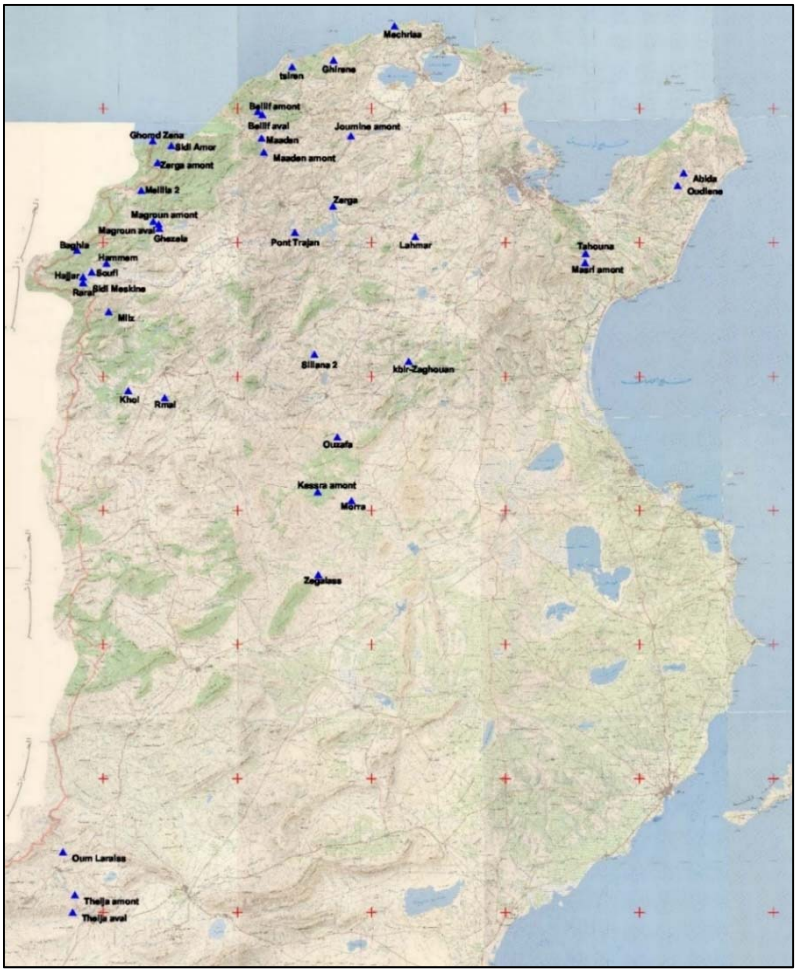


Figure 39 : Carte des nouveaux barrages identifiés

***Source** : STUDI International, GKW*

Les éléments de préfaisabilité de ces ouvrages ont pris en considération le contexte de l'aridité dominante du pays, conduisant à la maximisation de la retenue pour intercepter les apports et les crues.

La caractérisation des sites a été faite sur la base des paramètres suivants :

i. Délimitation des bassins versants ;
ii. Définition de la longueur en crête du barrage, Courbes HVS, Cote PHE et Cote RN ;
iii. Délimitation de la retenue ;
iv. Définition de la capacité de retenue topographique
v. Charge et de la charge d'eau ;
vi. Les entraves aux projets des nouveaux sites barrages : autoroute, routes, villages, terres agricoles, etc. ;
vii. Esquisse de la digue du barrage ;
viii. Etablissement de fiches synoptiques.

Toutefois, des études d'Avant-Projet doivent permettre d'affiner le design de ces barrages, sachant que, pour les barrages potentiels proposés, l'orientation n'est pas pour les grands aménagements mais plutôt en faveur de la petite et moyenne hydraulique (PMH), en raison du manque de sites de construction de grands barrages et également compte tenu du lourd impact social et environnemental.

Ainsi, ce dont il est question, c'est des barrages telliens, en amont des grands bassins versants et situés en zones de relief et dans la moyenne vallée de Medjerda.

Ces barrages serviront au remplacement des grands barrages qui seront en fin de service. Autant les barrages telliens que les barrages en cascade en moyenne vallée seront caractérisés par de la proximité des agriculteurs, en tant que nouvelle approche hydraulique-ruralité-agriculture plus intégrée et plus inclusive.

Les barrages les plus urgents sont les barrages de l'Oued Zarga et Pont de Trajan pour compenser l'envasement rapide de Sidi Salem et prendre le relais de la gestion de l'après-Sidi Salem dont la fin de vie probable se situe à 2110.

Dans ce registre de remplacement des barrages, il s'agit de prendre en compte deux phénomènes : (i) l'aspect sédimentation et (ii) l'apport en eau. Il s'agit bien d'assurer le remplissage optimal du barrage avec le moindre impact sédimentaire. Cet objectif combiné nous appelle à ne pas tenir compte d'un facteur aux dépends d'un autre et exige ainsi à une recherche d'optimisation qui maximise les apports et minimise la sédimentation.

Par ailleurs, l'augmentation de la capacité de stockage des barrages existants par rehaussement permet d'éviter les pertes par des déversements vers la mer lors des grandes crues et à compenser la perte de capacité par envasement.

L'ensemble des grands travaux hydrauliques à l'horizon 2050 se résume comme suit

i. Barrages potentiels proposés dans EAU 2050 : 1,5 Mdm^3
ii. Barrages existants à rehausser proposés dans EAU 2050 : 297 Mm^3
iii. Barrages projetés par la DGBGTH (en cours d'étude ou en cours de travaux au sein du ministère) : 250 Mm^3

III.1.2.4.2 L'Aménagement PMH en Barrages et Lacs collinaires

Les aménagements de petite ou moyenne hydraulique (PMH) complètent la politique de mobilisation des eaux de surface par la grande-hydraulique qui a prioritairement prévalu jusque-là.

Les objectifs assignés à la PMH sont :

a. La mobilisation de points d'eau pouvant servir à l'agriculture et/ou l'abreuvement des animaux,
b. La protection en aval des grands barrages par la rétention des sédiments,
c. La régulation des pluies torrentielle et des crues en réduisant le débit de pointe,
d. La recharge des nappes alluviales des oueds.

Les lacs collinaires couplés à un système d'irrigation (motopompe) doivent être davantage privilégiés notamment dans les régions où les conditions climatiques (pluviométrie favorable et faible évapotranspiration) permettent d'assurer un remplissage de la retenue. Pérenniser ces points et proposer des nouveaux sites de remplacement par optimisation de combinaisons de facteurs d'ordre topographique, géologique, hydrologique et économique permet un apport d'une ressource supplémentaire et entrainera des effets positifs pour les ruraux à proximité de ces points d'eau.

Un projet de Développement Agricole et Rural Autour des Lacs collinaires (DARAL) qui fait partie du « Programme Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) dans le cadre du Développement des Régions Rurales » a été initié en 2016 par la DGACTA. Ce projet prévoit notamment l'utilisation des énergies renouvelables pour le pompage et la mobilisation des eaux de ces lacs, à destination de la

population[56]. En cas de construction d'une nouvelle retenue la DGACTA préconise la réalisation d'une étude d'exécution qui atteste un taux de remplissage régulier de la retenue, tenant compte des transports solides dans le bassin versant (les bassins versant disposant d'une couverture végétale doivent être privilégiés), ainsi que l'accompagnement et la formation des agriculteurs sur l'utilisation du matériel d'irrigation et la gestion des tours d'eau (si plusieurs bénéficiaires)[57].

Pour les barrages collinaires un suivi de l'état d'envasement de chacun des barrages est nécessaire. Ce suivi doit être accompagné d'une classification des fins de vie des barrages collinaires pour programmer par quinquennat leurs rehaussements éventuels, sinon leur remplacement par l'identification d'un nouveau site en amont ou en aval le cas échéant dans le même périmètre rural d'exploitation (pour ne pas affecter les bénéficiaires).

Les projets de barrages collinaires programmés sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau 67: Les projets de barrages collinaires programmés

Projet	Gouvernorat	Capacité (Mm3)	Etat d'avancement
4 Etudes d'exécution de Barrages collinaires (Mekhachbia, Morra, Smar et Rmal)	Béja, Bizerte, Kairouan	6	Etudes achevées
12 Etudes APS et APD de barrages collinaires	Kasserine, Manouba, Jendouba, Zaghouan, Kairouan	12	APS en cours
14 Etudes APS et APD de barrages collinaires	Gafsa, Kébili, Médenine Sidi Bouzid, Sousse	11	APD en cours

***Source** : DGBGTH, 2022*

Ces ouvrages permettront une mobilisation supplémentaire de 29 Mm3/an.

III.1.2.4.3 Identifications des actions d'infiltration assistée

La recharge peut être effectuée par bassin, par puits, par forage, par le lit infiltrant des oueds, par toutes les techniques de la CES, par barrage à pertuis ouvert mais aussi par recharge avec les eaux usées traitées.

➢ Recharge par puits et forages

Les objectifs recherchés par la recharge artificielle sont multiples, dont les plus importants sont l'amélioration de la ressource en eau tant sur les plans quantitatif et qualitatif, la protection des nappes côtières de l'intrusion du biseau salé en créant une sorte de barrière hydraulique, et la résilience anticipée aux dérèglements climatiques à venir par la conservation des ressources en eau en sous-sol, à l'abris de l'évaporation.

Les objectifs de la mise en œuvre de la recharge artificielle des nappes se présentent ainsi de la manière suivante :

i. Restauration d'une nappe surexploitée par excès de pompage et dont le rabattement est préjudiciable ;
ii. Rehaussement et stabilisation des niveaux piézométriques des nappes phréatiques en compensation de l'exploitation ;
iii. Amélioration de la qualité des nappes ;
iv. Protection des aquifères côtiers contre l'intrusion d'eau salée ;
v. Stockage des eaux pour une utilisation différée dans le temps et décalé dans l'espace.

La recharge peut être effectué par les eaux conventionnelles ou non conventionnelles (EUT)

[56] / [55] DGACTA, 2017. Elaboration de la stratégie de conservation des eaux et des sols de la Tunisie. Orientations et Plan d'actions : Nouvelle stratégie d'aménagement et de conservation des terres agricoles.

➢ Recharge par le lit infiltrant des oueds

En général, les cours d'eau saisonniers ou intermittents (oued ou ravins) sont des milieux dynamiques, évoluant en fonction de leurs caractéristiques physiques et saisonnières.

Tous les ouvrages du genre « petite hydraulique », seuils, gabions et épis, destinés aux traitements des cours d'eau, contribuent à la réduction de la vitesse de l'eau de ruissellement.

Les objectifs spécifiques pour le traitement des cours d'eau consistent à :

a. Prévenir la concentration des crues le long des parois par leur déflation vers le milieu du lit,
b. Stabiliser les berges et le fond du lit,
c. Laminer les crues,
d. Protéger les berges des retenues et des lacs en piégeant les sédiments,
e. Contribuer à la recharge la nappe,
f. Réduire la sédimentation et le colmatage des retenues collinaires et des barrages.

Une carte des sites de recharge potentiels a été élaborée à partir des données du SINEAU ainsi que l'inventaire national des sites de recharge.

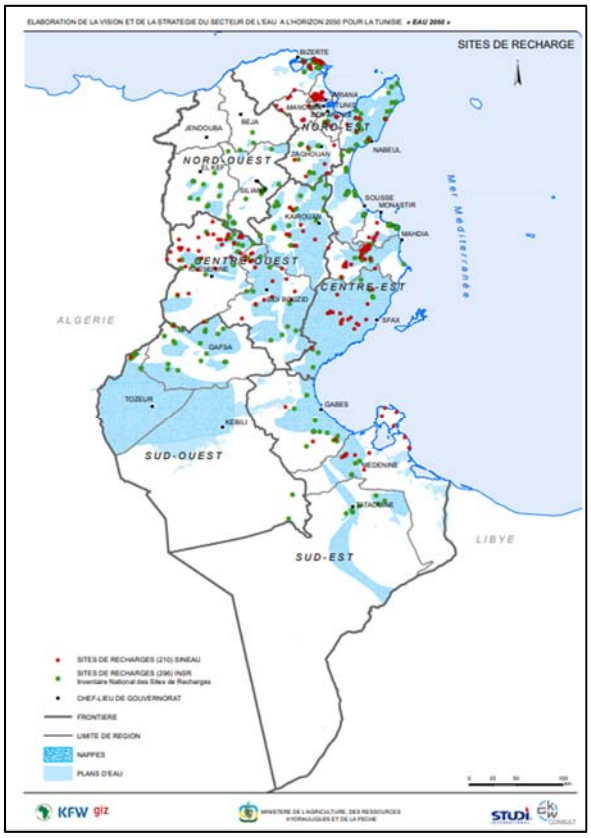


Figure 40 : Carte des sites de recharge potentiels

***Source** : Données SINEAU et l'INSR, traitement STUDI*

III.1.2.4.4 Un des enseignements de l'expérience passée l'infiltration assistée : Cas du SAK (Système Aquifère du Kairouanais)

Il s'agit du Modèle couplé Eau de Surface/Eau Souterraine du Kairouanais, réalisé dans le cadre de l'étude « ETABLISSEMENT D'UN DIAGNOSTIC CONCERTE ET BILANS ACTUALISES DES TROIS BARRAGES DE KAIROUAN DANS UN CONTEXTE DE CHANGEMENT CLIMATIQUE, 2014 »[58]

[58] Etablissement d'un diagnostic concerte et bilans actualises des trois barrages de kairouan dans un contexte de changement climatique, 2014. GIZ/STUDI

➢ Contexte

Le développement du Gouvernorat de Kairouan s'est basé sur la mobilisation des ressources et a permis le développement spectaculaire des périmètres irrigués pour atteindre une superficie de l'ordre de 68 500 ha (données de 2012/2013).

Toutefois, des signes de surexploitation des ressources en eaux souterraines sont apparus, bien qu'une partie non de l'agriculture irriguée ait été assurée par des ressources en eaux de surface, mobilisées au niveau des trois grands barrages de la région : Sidi Saad, Nebhana et El Houareb.

La « surexploitation » des aquifères s'est accompagnée d'une augmentation allant de l'amont vers l'aval de la salinité des eaux souterraines ainsi que la salinité des sols. En dépit du fait que la forte pression exercée sur les ressources souterraines aurait dû accentuer le besoin de recharge des nappes, qui constituait une des trois fonctions initialement attribuées aux trois barrages, les recharges n'ont été que très rarement réalisées, l'eau des trois barrages ayant été allouée presque en totalité aux périmètres irrigués situés en aval.

➢ Problématique

Ce dysfonctionnement dans l'exploitation des eaux du barrage aux dépends de la recharge a engendré une situation très préoccupante voire alarmante de l'état de la nappe de Kairouan et celui de la nappe de Sisseb, au vu des éléments suivants :

i. Entre 1968 et 2012, les prélèvements y sont passés de 34 à 140 Mm^3/an,

ii. La recharge a fortement diminué à l'aval de Sidi Saad, la réalimentation totale du SAK étant passée de 85 à 43 Mm3/an,

iii. Par rapport au régime d'équilibre, les rabattements de niveau ont atteint 15 à 20 m à Kairouan, 30 à 35 m à Sisseb, les rabattements traduisant un épuisement des réserves de la nappe,

iv. Du fait des rabattements on a assisté à une inversion des écoulements naturels, menaçant le devenir de la qualité des eaux du Sisseb.

➢ Scénarios simulés

✓ Scénario 1 de « Tout à la Nappe »

Par une recharge totale des eaux de surface, « tout à la nappe », l'intérêt de ce scénario est de minimiser les pertes par évaporation due à la conservation superficielle des stocks d'eau pour l'irrigation. Chaque année hydrologique sera gérée de façon indépendante de l'année précédente ou suivante (pas de consignes de report annuel de reliquats de stocks d'eau dans les barrages). Ainsi, annuellement, les ressources en eau entrantes aux barrages seront rechargées dans la nappe jusqu'à épuisement du stock (les reports annuels sont sporadiques en cas de crues très exceptionnelles). La minimisation de l'évaporation en fonction des temps de séjour de l'eau en surface permet de meilleurs volumes de recharge. Ce scénario est d'autant plus judicieux que l'aval immédiat des verrous des barrages débouche sur le périmètre d'emprise de la nappe du Kairouanais. L'intérêt du scénario consiste dans le fait que cela permet d'évaluer jusqu'à quelle limite on peut minimiser les pertes par l'arrêt de la fourniture d'eau à l'irrigation, l'irrigation et la recharge étant considérées comme d'exclusion l'une de l'autre. Pour garantir la meilleure sécurité d'approvisionnement de l'irrigation, lorsqu'une crue survient, on doit la garder dans le réservoir pour couvrir les besoins de la saison agricole, alimentant par là-même l'évaporation et minimisant la recharge. Dans le même esprit, on doit garder une certaine réserve de sécurité en fin d'année dans le barrage, qui ira grossir l'évaporation l'année suivante et ainsi de suite. Ainsi, dans cadre du « scénario 100% à la recharge », comme il n'y a plus la contrainte fourniture d'eau d'irrigation : dès qu'une crue arrive, elle est relâchée dans l'oued avec comme seule contrainte de ne pas dépasser le débit de recharge limite de 5 m^3/s. Et comme les crues séjournent beaucoup moins dans le barrage, la décantation est moindre, et on doit moins dévaser.

Cette reconversion des barrages s'effectue par :

i) L'abandon pur et simple par les barrages de la fonction fourniture d'eau d'irrigation aux périmètres Sidi Saad et Haouareb, cette fourniture devant être assurée par la nappe, et

ii) Le renforcement de la vocation recharge des barrages, auxquels sont désormais dévolues deux fonctions exclusives : protection contre les inondations et recharge de la nappe de Kairouan.

Ce scénario, réalisé avec les hypothèses de changement climatique, de fin des retenues CES, et du rehaussement de Sidi Saad, conduit à des pertes nettes de 17 Mm3/an pour un apport total de 94 Mm3/an, soit un taux de perte nette de 19%, à comparer aux 40% existants. Les résultats, en termes d'impacts sur la nappe, se mesurent par l'évolution des niveaux piézométriques par comparaison au scénario zéro. Ce premier résultat, très favorable sur les secteurs amont de la nappe de Kairouan, est de bon augure pour l'alimentation des périmètres de Haouareb et de Sidi Saad sur des forages captant la nappe dans ces secteurs.

✓ **Le Scénario 2 de « Tout à la Nappe + Maitrise des Prélèvements »**

Avec ce 2ème scénario, il a été simulé l'effet conjugué des deux options : 100% recharge et gestion de la demande, avec :

i) Une réduction des prélèvements à 88 Mm^3/an (sur l'ensemble du SAK) devenant « effective de suite » et son effet calculé sur les 30 ans de la simulation ;

ii) Simultanément, l'option 100% recharge est mise en œuvre.

Les résultats en termes d'évolution des rabattements de 2013 à 2042 sont présentés sur les mêmes points de contrôle, avec :

a. Des remontées de niveau générales dans tous les secteurs, y compris à Sisseb,

b. Une stabilisation également générale des niveaux.

Ce dernier scénario constitue le scénario idéal pour garantir sur le long terme une exploitation durable des eaux souterraines dans la région et une reconstitution progressive des réserves de la nappe de Kairouan.

➢ Résultats de la modélisation

La figure ci-dessous montre l'évolution des rabattements au niveau de différents points piézométriques pour 3 scénarios :

1. Scénario Zéro (tendanciel)
2. Scénario 100 % recharge
3. Scénario 100 % recharge conjugué à la réduction des prélèvements à l'équivalent recharge

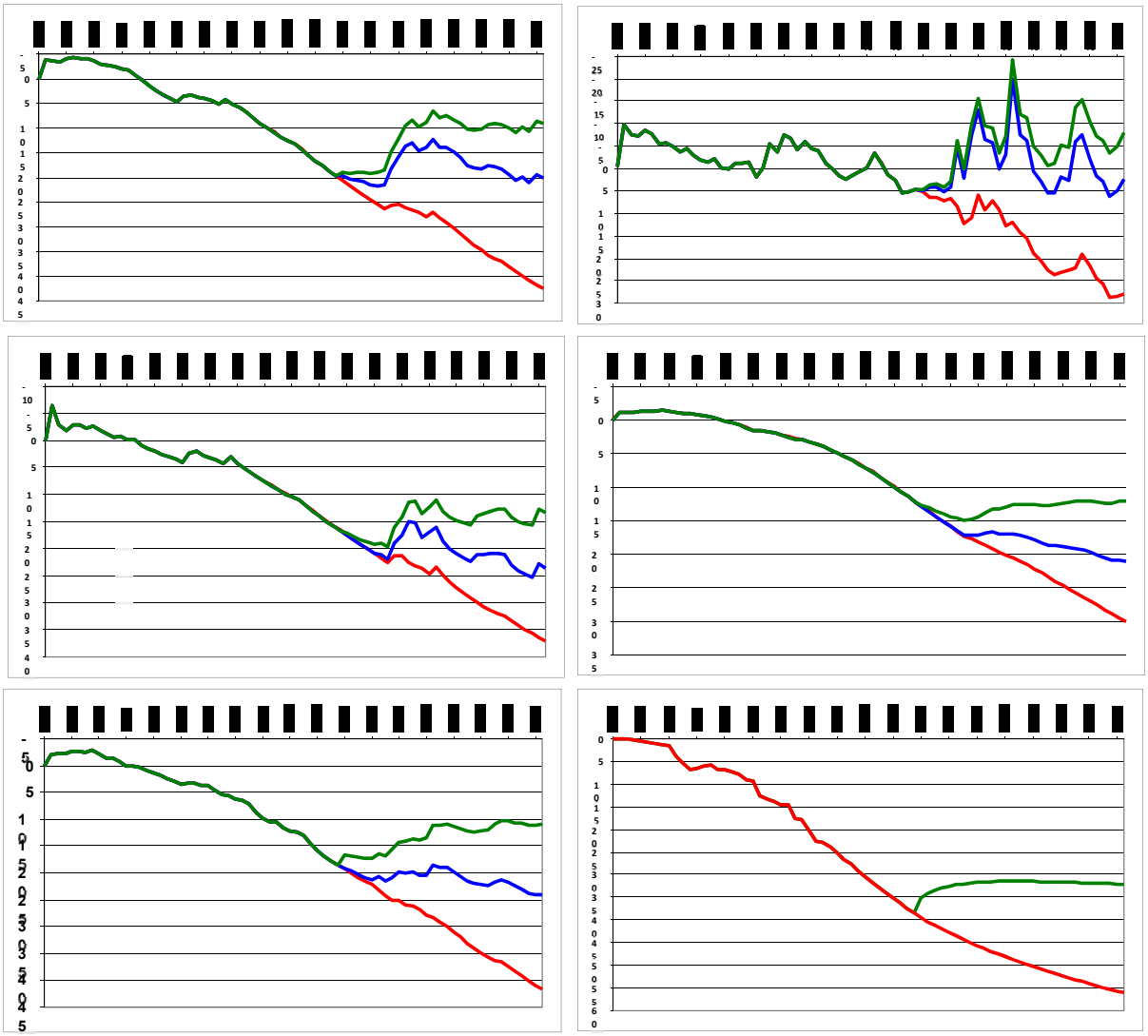


Figure 41 : Evolution des rabattements au niveau des points piézométriques caractéristiques de la zone pour les scénarios zéro (rouge), 100% Recharge (bleu) et 100% recharge conjugué à la réduction des prélèvements à l'équivalent recharge (vert)

***Source** : STUDI International, GKW*

Le scénario 100% recharge s'avère la meilleure solution technique pour recouvrir graduellement un certain équilibre et pour préserver durablement les ressources en eau de la région. Ce scénario nécessite de l'ingéniosité de la volonté et des moyens, mais surtout une décision radicale de gestion future des barrages Sidi Saâd et El Houareb pour la recharge exclusive de la nappe. Cette décision ne peut être prise que dans le cadre d'une approche participative et d'une gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) du Kairouanais, où tous les acteurs gouvernementaux et non gouvernementaux seront impliqués et responsabilisés sur leur avenir et celui de la région.

III.1.2.4.5 Simulation de l'Infiltration Assistée par le Modèle Hydro-Economique d'Eau 2050

➢ Etat de connaissances

L'aquifère ciblé pour la recharge est situé dans la moyenne vallée de la Medjerda en amont de la retenue du barrage Sidi Salem. Il s'agit d'une nappe peu développée située dans une zone alluvionnaire de formation sédimentaire (ancienne zone deltaïque de la Medjerda de formation remontant au début du Quaternaire).

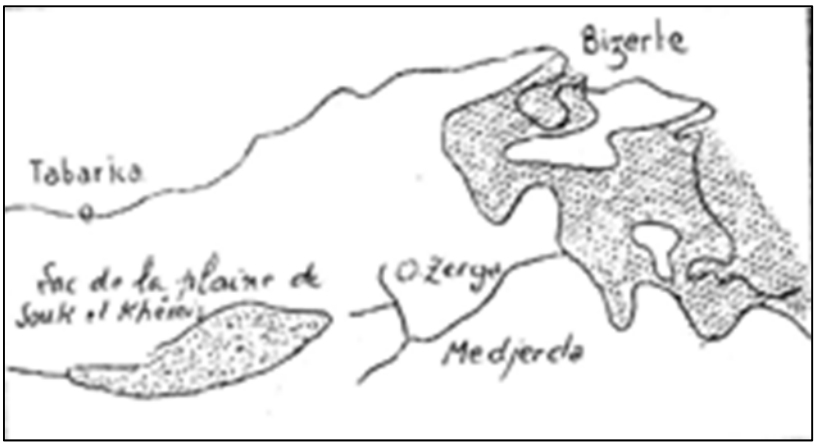


Figure 42 : Carte du bassin de l'oued Medjerda au début de l'ère Quaternaire (Villari R, 1950)[59]
***Source** : Monographie de la Medjerda*

Cet aquifère se trouve situé en aval du barrage Bouhertma et juste en amont de la queue de retenue du barrage Sidi Salem. Ce site est identifié comme un site préférentiel de recharge à partir de la gestion des eaux de crue des barrages.

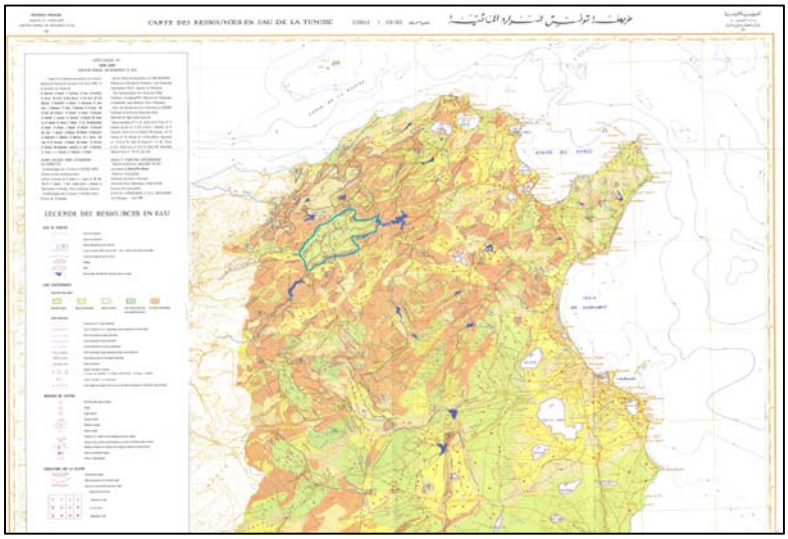


Figure 43 : Localisation de la zone aquifère potentielle sur la carte des ressources en eau de la Tunisie
***Source** : DGRE, H. Zbidi et al.,1991*

[59] Villari R. ,1950 : Exercices de géologie sur la Tunisie.

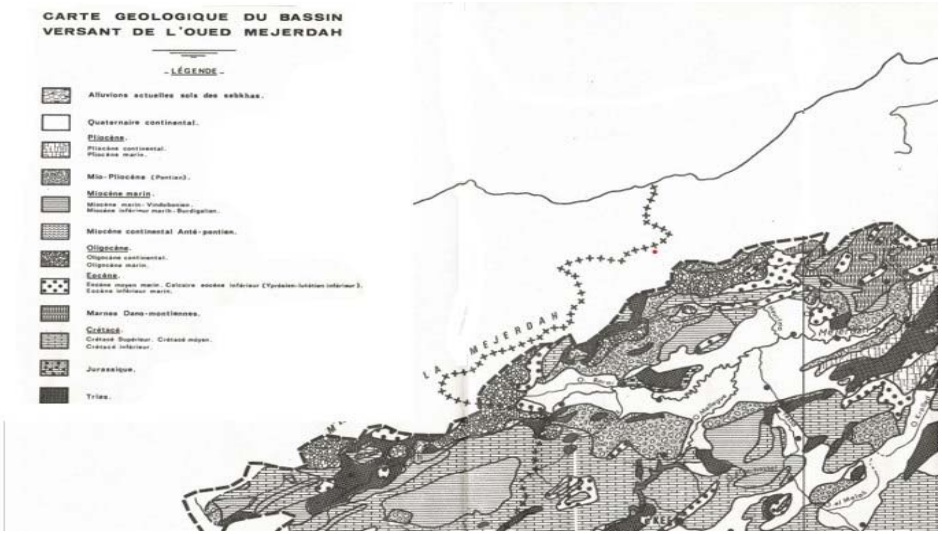


Figure 44 : Carte géologique du bassin versant de l'oued Medjerda

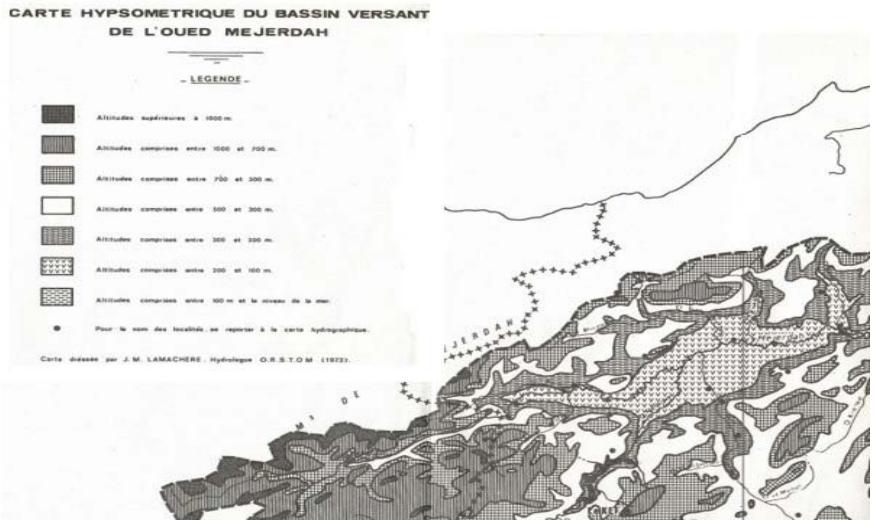


Figure 45 : Carte hypsométrique du bassin versant de l'oued Medjerda

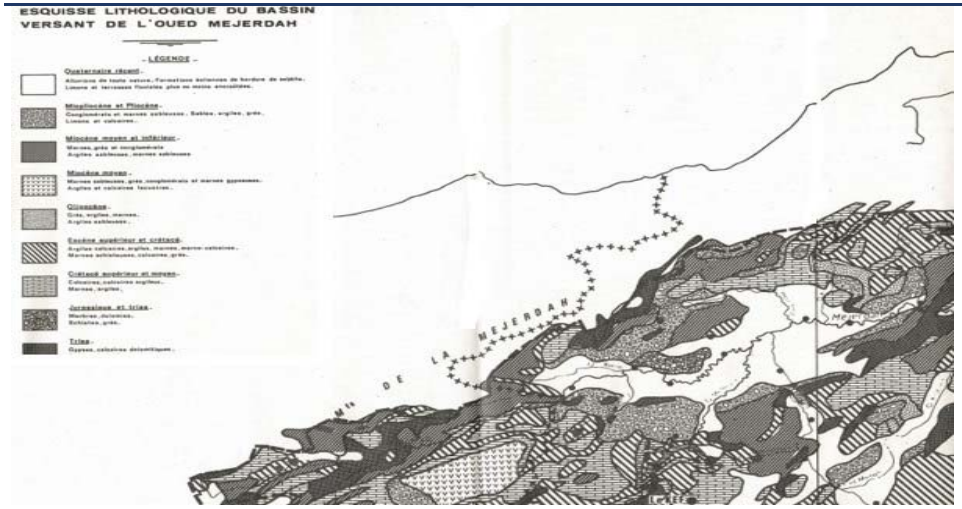


Figure 46 : Carte lithologique du bassin versant de l'oued Medjerda

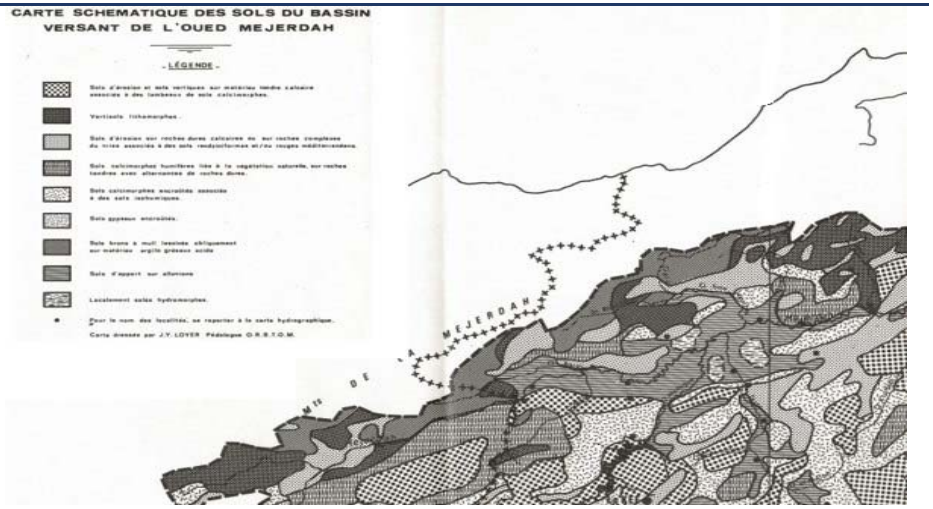


Figure 47 : Carte pédologique du bassin versant de l'oued Medjerda

***Source** : Monographie de ma Medjerda*

Ci-dessous les profils en long des différents affluents de la Medjerda (figure extraite de la Monographie de la Medjerda, ORSTOM 1974). La zone d'étude correspond à la confluence des oueds en amont de Bousalem. C'est une zone de rupture de pente de tous les cours d'eau se trouvant en amont. C'est un bassin sédimentaire de matériaux grossiers et de formation récente.

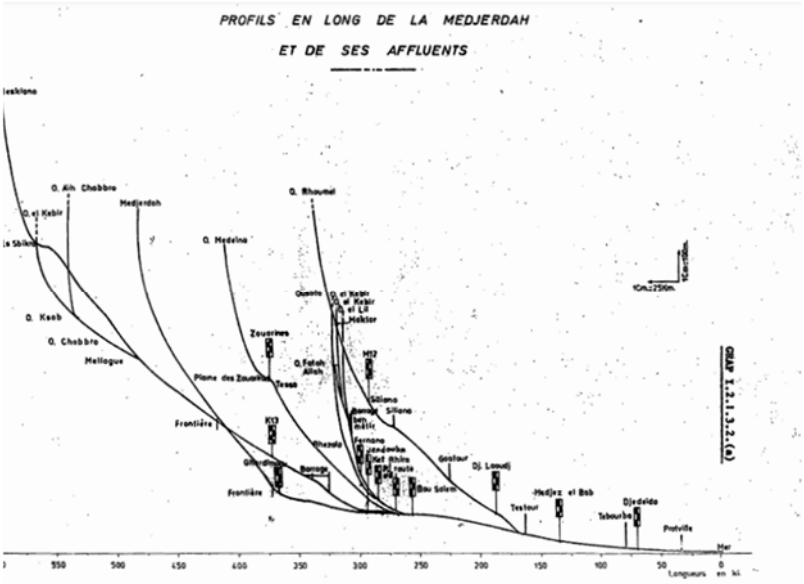


Figure 48 : Profils en long des différents affluents de la Medjerda
***Source** : Monographie de la Medjerda, ORSTOM*

Sa capacité d'emmagasinement est en effet relativement faible mais son avantage se trouve dans l'infiltration et la régulation des écoulements de surface. Par modélisation, potentiellement cet acquière est capable d'emmagasiner annuellement 1800 Mm3.

S'agissant de matériaux grossiers sa dynamique hydrogéologique est favorable à une infiltration rapide. Sa situation géographique en aval du nouveau barrage Mellegue constitue une opportunité pour l'infiltration rapide des eaux de crues. Il s'agit en effet de la nappe phréatique des alluvions superficiels quaternaires de la Medjerda.

L'état de connaissance s'appuie sur la « Prospection géophysique pour la recherche d'eau souterraine dans le Nord-Ouest de la Tunisie » publié par « Hydrological Sciences Journal » en 2016.La plaine de Bou Salem correspond à la partie orientale du bassin de la moyenne vallée de la Medjerda (Fig. 56) qui constitue le secteur agricole le plus important de la Tunisie. L'oued Medjerda et ses affluents sont la principale source d'irrigation dans ce bassin.

Cependant, la multiplication des sécheresses et l'augmentation des prélèvements ont conduit à des situations alarmantes de surexploitation des eaux souterraines pour combler le besoin en eau.

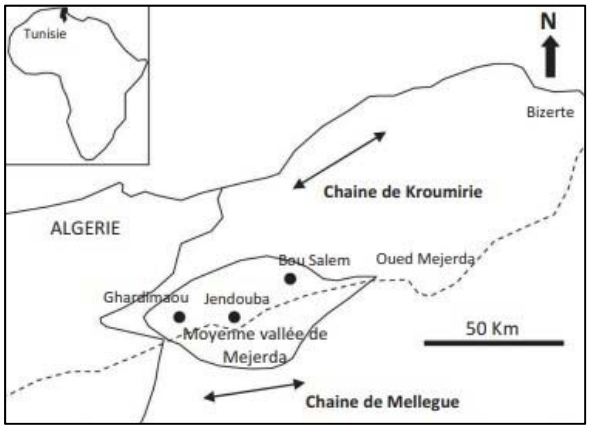


Figure 49 : Localisation du bassin de la Moyenne Vallée de la Medjerda
***Source** : Monographie de la Medjerda*

➢ Structure géologique

La plaine de Bou Salem fait partie du bassin de la Moyenne Vallée de la Medjerda, qui correspond à une avant-fosse molassique néogène périalpine, limitant au Sud une chaîne tellienne ou alpine, allochtone, appelée également zone des nappes de charriage [60 ,61, 62 ,63, 64, 65, 66,67]).

La plaine est recouverte en totalité par des dépôts quaternaires (Fig. 11) provenant de l'érosion de terrains bordiers, essentiellement d'âges Eocène et Mio-pliocène ([68, 69, 70, 71, 72, 73]). La compilation des données de surface et de subsurface dans la plaine et leur corrélation (Fig. 57) montrent que les sédiments quaternaires, formés essentiellement de graviers, de galets et d'argiles, reposent sur un substratum d'âge Crétacé ou Eocène. Ces sédiments sont affectés par des failles subméridiennes le long de l'oued Kasseb et de l'oued Bouhertma [74]. Des failles majeures de même direction ont été décrites ailleurs dans le bassin de la moyenne Medjerda et ses environs. Ils ont joué durant les différentes phases tectoniques néogènes et quaternaires[75,76].

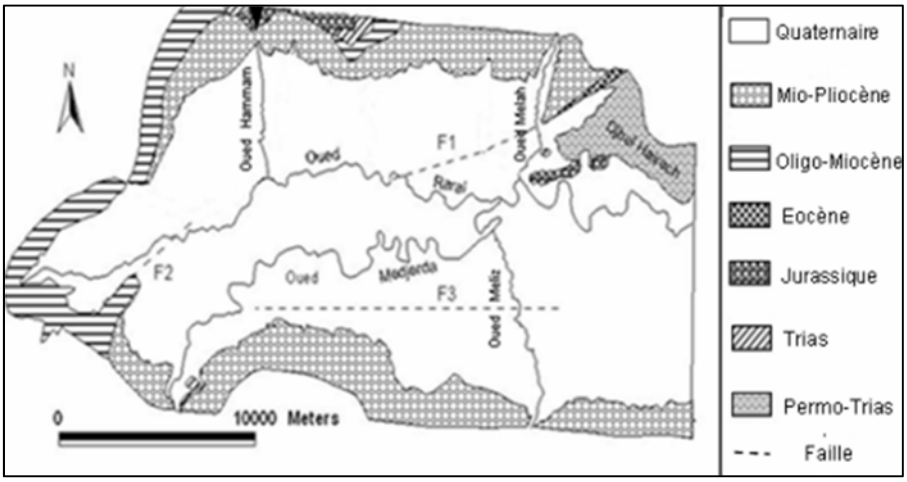


Figure 50 : Géologie du secteur de l'étude

[60] Rouvier, H., 1977. Géologie de l'extrême Nord tunisien : tectonique et paléogéographie superposée à l'extrême orientale la chaîne nord maghrébine. Thèse es Sciences, Univ. Paris VI, 898
[61] Ben Ayed, N., 1986. Evolution tectonique de l'avant-pays de la chaîne alpine de Tunisie du début du Mésozoïque à l'actuel. Thèse ès sciences, Univ. Paris Sud. En ligne https://tel.archives-ouvertes.fr/tel01009784v1
[62] Dlala, M., 1995. Evolution géodynamique et tectonique superposée en Tunisie : implication sur la tectonique récente et la sismicite´. Thèse es Sci., Univ. Tunis II
[63] Gueddiche, M., 1992. Analyse de la sismicité en Tunisie et étude sismique, sismotectonique et néotectonique de la Tunisie septentrionale. Doct. Sci. Géophys., Univ. Paris VI.
[64] Ould Begga, M., Abdeljaoued, S., et Mercier, E., 2006. La zone des nappes de Tunisie ; une marge méso-cénozoique en blocs basculés modérément inversée, (région Taberka-Jendouba, Tunisie nord occidentale). Bulletin de la Société Géologique de France 3, 145–154.
[65] Khomsi, S., et al., 2009. New insights on the structural style of the subsurface of the Tell units in north-western Tunisia issued from seismic imaging: geodynamic implications. Comptes Rendus Geoscience, 341, 347–356.
[66] Boukhalfa, K., et al., 2009. Analyse biostratigraphique et sédimentologique des séries éo-oligocènes et miocènes de la Tunisie septentrionale : implications stratigraphiques et géodynamiques. Comptes Rendus Geoscience, 341, 49–62.
[67] Riahi, S., et al., 2010. Stratigraphy, sedimentology and structure of the Numidian Flysch thrust belt in northern Tunisia. Journal of African Earth Sciences, 57, 109–126.
[68] Biely, A., 1972. Le Néogène en Tunisie septentrionale. Service géologique de la Tunisie. Rapport inédit
[69] Rouvier, H., 1977. Géologie de l'extrême Nord tunisien : tectonique et paléogéographie superposées à l'extrême orientale la chaîne nord maghrébine. Thèse es Sciences, Univ. Paris VI, 898
[70] Ben Salem, H. et M'Hadbi, M., 1995. Carte géologique de Bou Salem (1/ 50 000). Service géologique de la Tunisie
[71] Ould Begga, M., Abdeljaoued, S., et Mercier, E., 2006. La zone des nappes de Tunisie ; une marge méso-cénozoique en blocs basculés modérément inversée, (région Taberka-Jendouba, Tunisie nord occidentale). Bulletin de la Société Géologique de France 3, 145–154.
[72] Masrouhi, A., et al., 2007. Mise en évidence d'une nappe de charriage à deux unités paléogènes au plateau de Lansarine (Tunisie du Nord) : définition d'un nouvel élément structural de l'Atlas tunisien et réévaluation du calendrier des serrages tertiaires. Comptes Rendus Geoscience, 339, 441–448. doi:10.1016/j.crte.2007.03.007
[73] Riahi, S., et al., 2010. Stratigraphy, sedimentology and structure of the Numidian Flysch thrust belt in northern Tunisia. Journal of African Earth Sciences, 57, 109–126. doi:10.1016/j.jafrearsci.2009.07.01
[74] Kadri, A. et Ben Haj Ali, M., 1999. Eléments de réflexion sur les linéaments tectoniques Est–Ouest et Nord–Sud et les grabens associés en Tunisie septentrionale. Notes Service Geologiue de la Tunisie, 65, 131–140.
[75] Mansouri, A., 1980. Gisement de Pb-Zn et karstification en milieu continental : Le district du Djbel Hallouf-Sidi Bou Aouane (Tunisie septentrionale). Thèse de Doct. Univ. Pière et Marie Curie, Paris IV
[76] Amiri, A., et al., 2011. Role of preexisting faults in the geodynamic evolution of Northern Tunisia, insights from gravity data from the Medjerda valley. Tectonophysics, 506, 1–10. doi:10.1016/j. tecto.2011.03.004

***Source** : Monographie de la Medjerda*

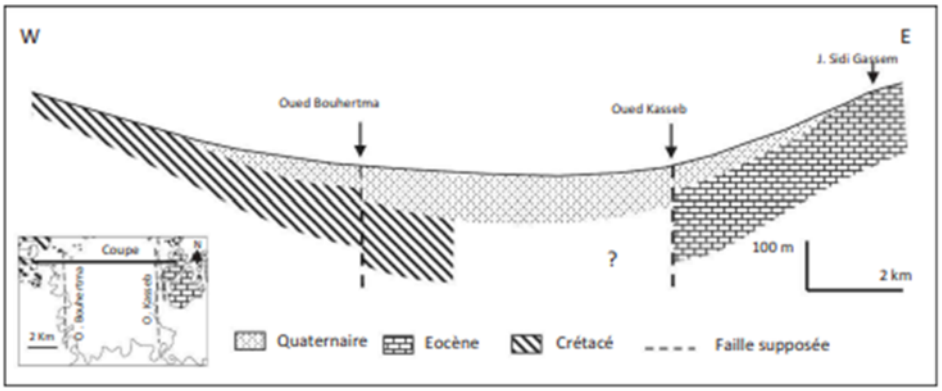


Figure 51 : Coupe géologique montrant le dépôt des alluvions quaternaires sur un substratum d'âge Crétacé et Eocène

***Source** : Monographie de la Medjerda*

➢ Contexte hydrogéologique

Le bassin de la moyenne Medjerda est doté d'un immense système aquifère multicouche renfermé dans les alluvions quaternaires et alimenté par l'oued Medjerda et ses affluents. Ce système est développé dans la plaine de Ghardimaou (Fig. 56) où quatre niveaux aquifères, séparés d'épaisses couches d'argiles, sont reconnus[77], [78], [79].

L'aquifère superficiel et l'aquifère principal, profonds respectivement de 15 et 55 m, couvrent la totalité de la plaine et s'étendent jusqu'à la région de Jendouba (Fig. 56 Le maximum de leurs épaisseurs est enregistré l'extrémité occidentale de la plaine[80]. L'aquifère profond est identifié uniquement dans les parties occidentale et centrale de la plaine à une profondeur variant entre 210 et 280 m. Par endroits, un autre aquifère s'intercale entre les aquifères principal et profond. Il est repéré à environ 150 m et son épaisseur dépasse 50 m. p

L'aquifère profond est caractérisé par une très faible perméabilité inférieure à 1 jour-1 m-2. Les cartes piézométriques élaborées pour les aquifères superficiel et principal (Fig. 59) de la plaine de Ghardimaou montrent une diminution des niveaux de l'Ouest vers l'Est[81]. Les données piézométriques sont insuffisantes pour construire des cartes pour les autres aquifères. Dans la région de Bou Salem, deux aquifères ont été identifiés dans les alluvions quaternaires [82,83,84]) ; le premier est profond de quelques mètres. Le second est reconnu à environ 50 m sous le sol. Ils représentent respectivement la continuité orientale de l'aquifère superficiel et de l'aquifère principal de la plaine de Ghardimaou-Jendouba. Les niveaux piézométriques mesurés pour ces deux aquifères varient de 1,5 à 8,5 m/sol (DGRE 2012). Ils montrent une diminution progressive des valeurs en allant du Nord vers le Sud indiquant un écoulement d'eau souterraine dans cette direction. Les valeurs de salinité de l'eau (DGRE 2012) sont entre 0,5 et 1,9 g/L sol pour l'aquifère superficiel. Elles sont inférieures à 1 g/L (0,59 à 0,75 g/L) pour l'aquifère profond. Elles augmentent graduellement du Nord au Sud avec une parfaite concordance dans le sens d'écoulement.

[77] Parsons Company, 1967. Rapport final sur les recherches des eaux souterraines, vallée de la haute Medjerda. Rapport inédit. Tunisie: DGRE, 200
[78] Andrieu, M. et Talbot, A., 1972. Etude hydrogéologique et prospection électrique de la haute vallée de la Medjerda Tunisie. Rapport inédit. Tunisie: Direction Générale des Ressources en Eau (DGRE).
[79] Guellala, R., et al., 2005b. Contribution à l'étude hydrogéologique de la plaine de Ghardimaou-Oued Meliz (Tunisie). In: Deuxième Congrès "Ressources en Eau dans le bassin Méditerranéen" (WATMED 2, Marrakech, Maroc, 14–17 Novembre 2005)
[80] Guellala, R., Inoubli, M.H., et Amri, F., 2009. Nouveaux éléments sur la structure de l'aquifère superficiel de Ghardimaou, Tunisie: contribution de la géophysique électrique. Hydrological Sciences Journal, 54, 974–983. doi:10.1623/hysj.54.5.974
[81] Guellala, R., 2004. Identification des aquife`res potentiels de la Haute Vallée de la Medjerda. Apport des données électriques et diagraphiques dans l'étude du Plio-Quaternaire continental. Mastère. Univ. Tunis.
[82] Clary, P., 1969. Prospection électrique, Region de Souk El-Khemis. DGRE. Rapport inédit.
[83] Manâa, M., 1986. Cartes de ressources en eau souterraine de la Tunisie à l'échelle du 1/ 200. 000. Feuilles de Tababrka no. 1, Souk el Arba no. 4. Rapport inédit. Direction Générale des Ressources en Eau (DGRE), Tunisie.
[84] Hezzi, H., 1991. Actualisation de la situation d'exploitation des nappes phréatiques du gouvernorat de Jendouba. Tunisie: Rapport inédit. DGRE, Tunisie.

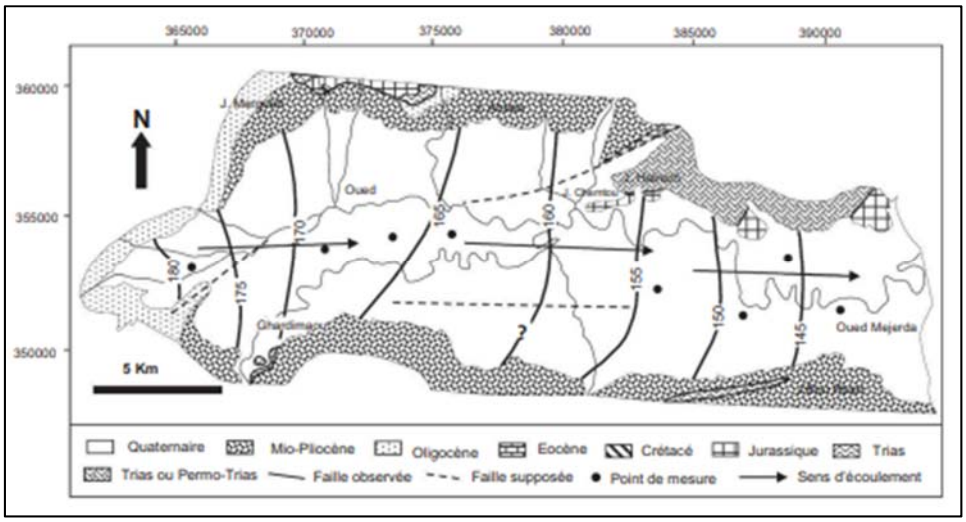


Figure 52 : Carte piézométrique de l'aquifère principal de la plaine de Ghardimaou (niveau de référence : 0 de la mer)

***Source** : Monographie de la Medjerda*

La confrontation des mesures géophysiques représentées sous forme d'enregistrements diagraphiques et des courbes des sondages électriques verticaux aux données géologiques et hydrogéologiques a permis l'identification et la caractérisation des différents aquifères de la plaine de Bou Salem. Les alluvions quaternaires couvrant la plaine logent deux formations perméables.

La première peu profonde correspond à l'aquifère superficiel. La seconde reconnue à une profondeur variant entre 30 et 55 m coïncide avec l'aquifère profond. Les aquifères quaternaires sont identifiés uniquement au voisinage de l'oued Kasseb et de l'oued Bouhertma. Ils sont absents dans la zone centrale de la plaine de Bou Salem, entre les deux oueds.

Cette distribution est conçue par les mécanismes de sédimentation dans les plaines d'inondation et le jeu normal des failles N–S au cours du Quaternaire récent. L'aquifère superficiel et l'aquifère profond, d'une moyenne épaisseur de 20 et 40 m se réunissent en un seul aquifère puissant de 50 m au niveau de l'extrémité méridionale de l'oued Bouhertma. Le long de l'oued Kasseb, l'épaisseur de l'aquifère profond diminue considérablement vers le Sud. Cet aquifère correspond à une structure lenticulaire. Les calcaires éocènes et crétacés qui composent le substratum des alluvions quaternaires dans la plaine de Bou Salem sont caractérisés par des fortes résistivités. Ils peuvent constituer d'intéressants aquifères.

Les résultats obtenus dans cette étude serviront comme bases à l'établissement d'un plan directeur ayant pour objectif l'exploitation optimale des ressources en eau souterraine de la plaine de Bou Salem. Additionnellement, ils peuvent représenter une référence pour d'autres projets qui visent l'amélioration de la gestion des eaux dans la Tunisie. L'intégration d'autres méthodes géophysiques telles que la tomographie électrique qui a été employée avec succès dans les études des aquifères [85,86] ne peut qu'affiner les résultats obtenus dans cette étude et apporter plus des précisions à l'hydrogéologie de la plaine de Bou Salem et du Nord de la Tunisie.

> A ce stade de l'étude de la stratégie du secteur de l'eau de la Tunisie à l'Horizon 2050, ces références scientifiques et techniques corroborent l'approche que nous préconisons pour une infiltration assistée des eaux de surface dans les aquifères potentiellement rechargeables. Il va sans dire que les études techniques qui viendront suite à cette Stratégie permettront de développer les éléments de détails (perméabilité verticale et horizontale des réseaux hydrographiques d'écoulement), les sites préférentiels et techniques de recharge (piedmont, rupture de pente, zone alluvionnaire et d'accumulation, niveaux piézométriques et hydrométriques, etc.), à même de garantir cette recharge et la préservation de l'eau en sous-sol (débit de lâchure vs débit de recharge).

[85] Vanderborght, J., et al., 2005. Potential of electrical resistivity tomography to infer aquifer transport characteristics from tracer studies: a synthetic case study. Water Resources Research.
[86] Zouhri, L. et Lutz, P., 2010. A comparison of peak and plate electrodes in electrical resistivity tomography: application to the chalky groundwater of the Beauvais aquifer (northern part of the Paris basin, France). Hydrological Processes.

➢ Hypothèses de simulations :

Pour appuyer l'hypothèse/ scénario de la recharge assistée, une simulation de la variation du volume de la recharge assistée et des déversements aux verrous de Bouheurtma et Sidi Salem a été effectuée en partant de séries observées de 2002 à 2018 et sur lesquels sont simulées les 15 années à venir sans forçages climatiques (les forçages climatiques apparaitront dans le modèle à partir de 2035). De ce fait la modélisation s'appuie sur la base des statistiques observées (série récente et représentative dont la reproduction avec forçages climatiques permettra de mesurer les impacts des changements climatiques).

Les forçages et sollicitations appliqués à ces observations sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 68: Forçages, sollicitations et pressions appliqués aux données observées

	Simulation rétrospective
Forçages	
1.Forçage climatique	Non
2. Forçage hydrologique	Non
3.Forçage sédimentologique	Oui
4.Forçage limnologique	Non
5.Forçage démographique	Oui
Sollicitations	
1. rendements des réseaux et circuits hydrauliques	Non
2. des besoins, demandes et consommations en eau	Oui
3. superficies irriguées annuellement	Oui
4. les besoins écologiques	Non
Pressions	
1. Usager	Non
2. Gestionnaire	Non

***Source** : STUDI International, GKW*

Dans le secteur du barrage Bouheurtma les nœuds de simulation sont :

a. Les écoulements et barrages,
b. Les nappes,
c. Les centres de demandes : AEP et irrigation,
d. Les STEP,
e. Les liaisons de transmission.

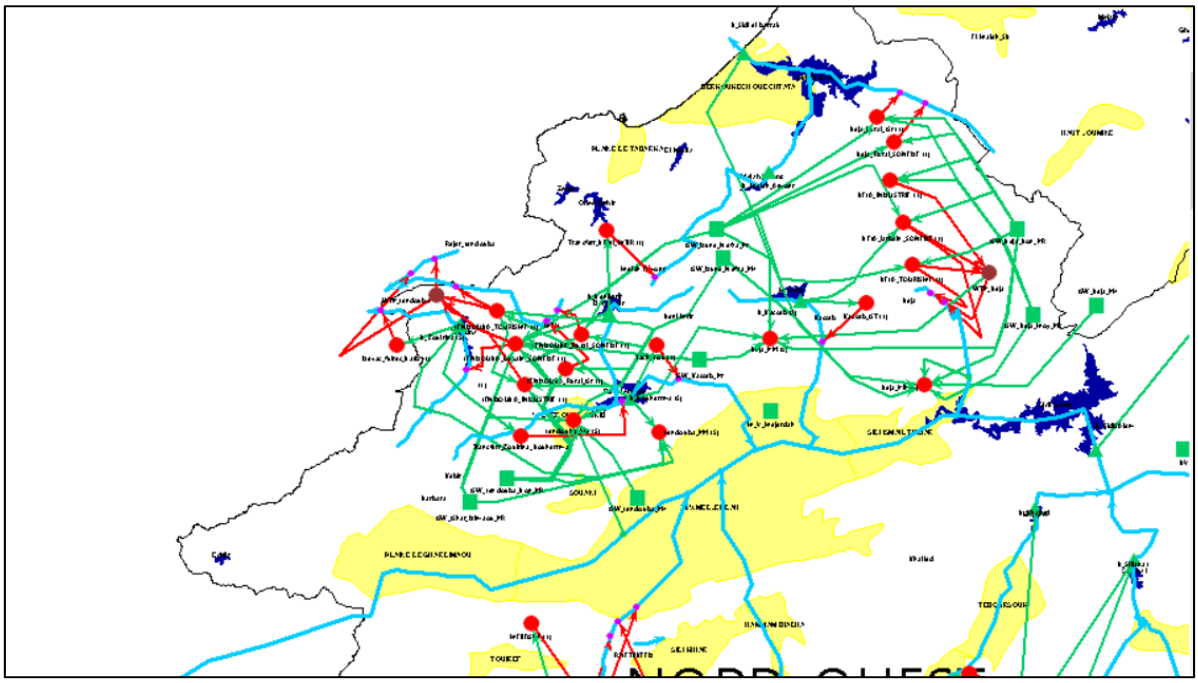


Figure 53 : Schéma de situation de l'aquifère à recharger par les crues (Moyenne Vallée de Medjerda)
***Source** : STUDI International, GKW*

Les données de la nappe sont comme suit :

i. Superficie : 620 km2,
ii. Piézométrie : entre 6 et 10 m,
iii. Recharge naturelle : 9 Mm3/an,
iv. Exploitation actuelle : 4 Mm3/an.

La simulation se fixe une exploitation de 100 Mm^3/an et vise à estimer le volume maximal potentiellement rechargeable à partir de l'infiltration assistée des eaux de crues.

Pour cette simulation il a été considéré les hypothèses suivantes :

a. Tous les usages sont desservis en priorité (irrigation),
b. Tout le volume dépassant le mobilisable sera rechargé dans la nappe,
c. Un rehaussement de Bouheurtma de 33 Mm^3 supplémentaire (tel que projeté par la DGBGTH),
d. Remplacement du barrage Nebbeur par l'entrée en service du « Mellègue Amont »,
e. Le rythme respectif d'envasement des deux barrages est pris en considération (figures 61 et 62),
f. La simulation est faite en distinguant les 15 premières années sans CC, les 15 années suivantes avec CC.

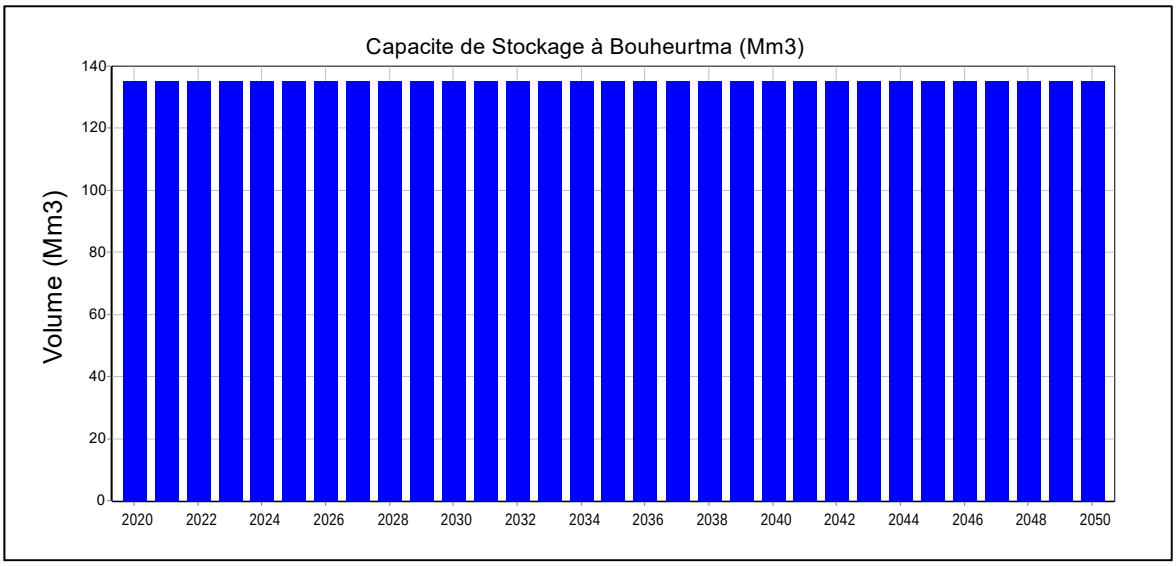


Figure 54 : Evolution de la capacité de stockage à Bouheurtma à l'horizon 2050 (0.2 Mm3/an)
***Source** : STUDI International, GKW*

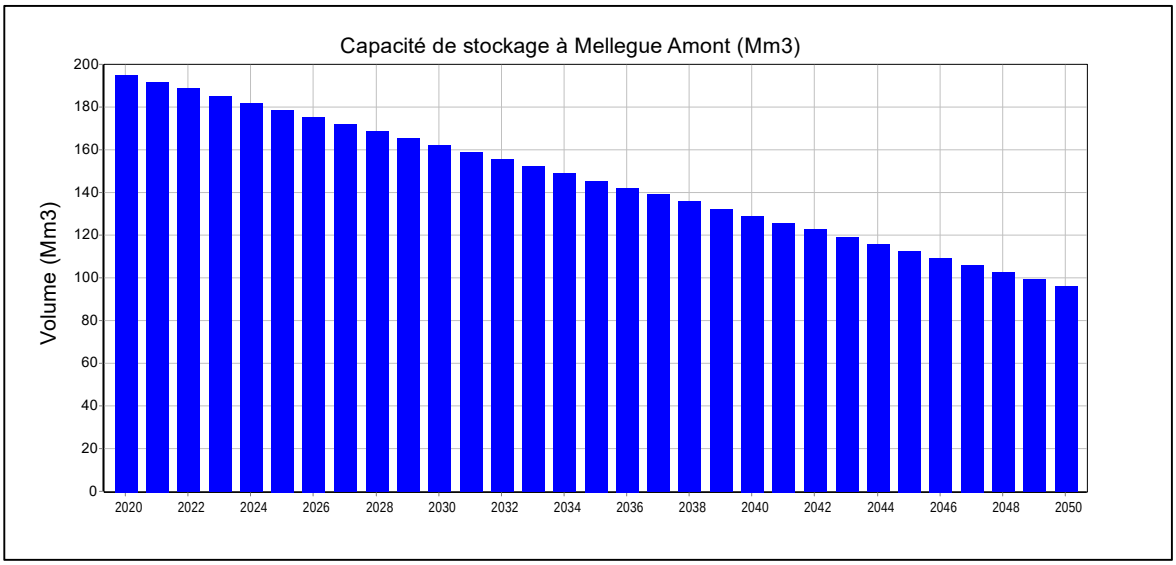


Figure 55 : Evolution de la capacité de stockage de Mellegue amont à l'horizon 2050 (3.3 Mm3/an)
***Source** : STUDI International, GKW*

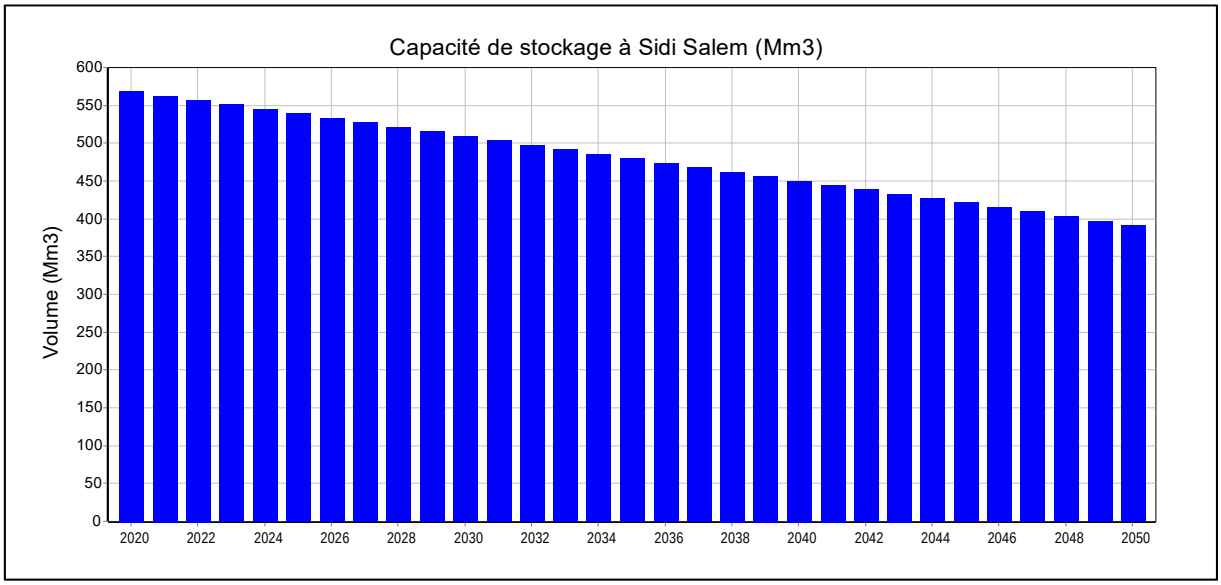


Figure 56 : Evolution de la capacité de stockage de Sidi Salem à l'horizon 2050 (3.3 Mm3/an)
***Source** : STUDI International, GKW*

Pour cette simulation, les volumes mobilisables réservés à l'irrigation sont :

i. Mellegue : 97 Mm3 ;

ii. Bouheurtma : 40 Mm3 ;

iii. Sidi Salem : 425 Mm3 ;

Le surplus sera infiltré à un débit constant de 5 m^3/s dans la moyenne vallée de la Mejerda. Ce débit garantit le temps nécessaire pour l'infiltration maximale des eaux de lâchure (un débit de 50m^3/s a été testé, a priori cela débouche sur 16 % de plus dans la recharge, mais avec plus de sorties d'eau du barrage et de pertes en aval).

La figure ci-dessous montre la variation du stock dans la nappe moyenne vallée de Medjerda suite à l'infiltration assistée à partir de Bouheurtma et de Mellegue amont avec une exploitation de 100 Mm^3/an.

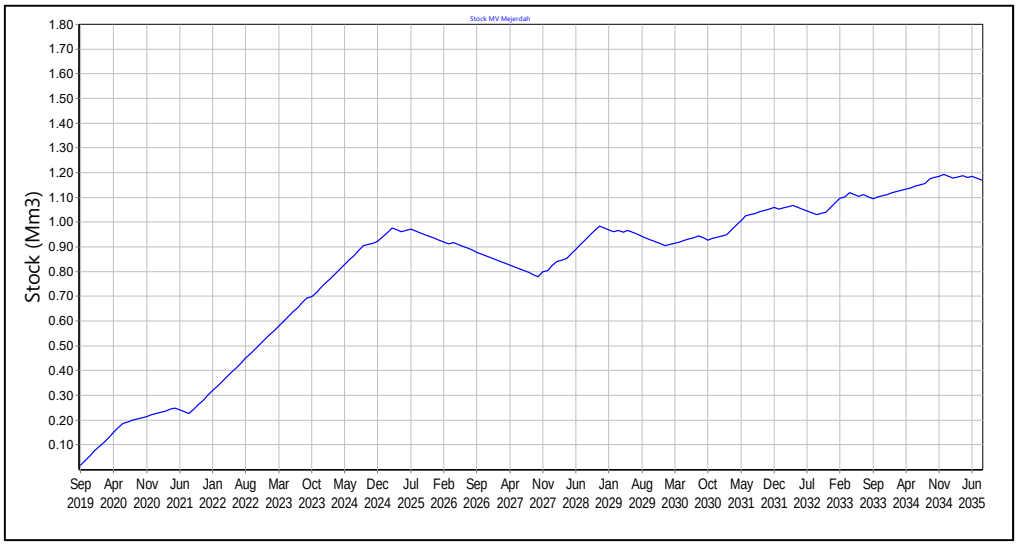


Figure 57 : Evolution du stock dans la nappe moyenne vallée de Medjerda suite à l'infiltration assistée à partir de Bouheurtma et de Mellegue amont avec une exploitation de 100 Mm3/an

***Source** : STUDI International, GKW*

La simulation tient compte des entrées-sorties de la nappe. Les entrées sont aléatoires en fonction des crues. Les sorties sont à débit constant de 100 Mm^3/an. Le stock en 2035 (cumulé sur 15 ans) est de 1.171 Mm^3.

Le bilan entrée sortie de la nappe moyenne vallée de la Medjerda est présenté ci-dessous :

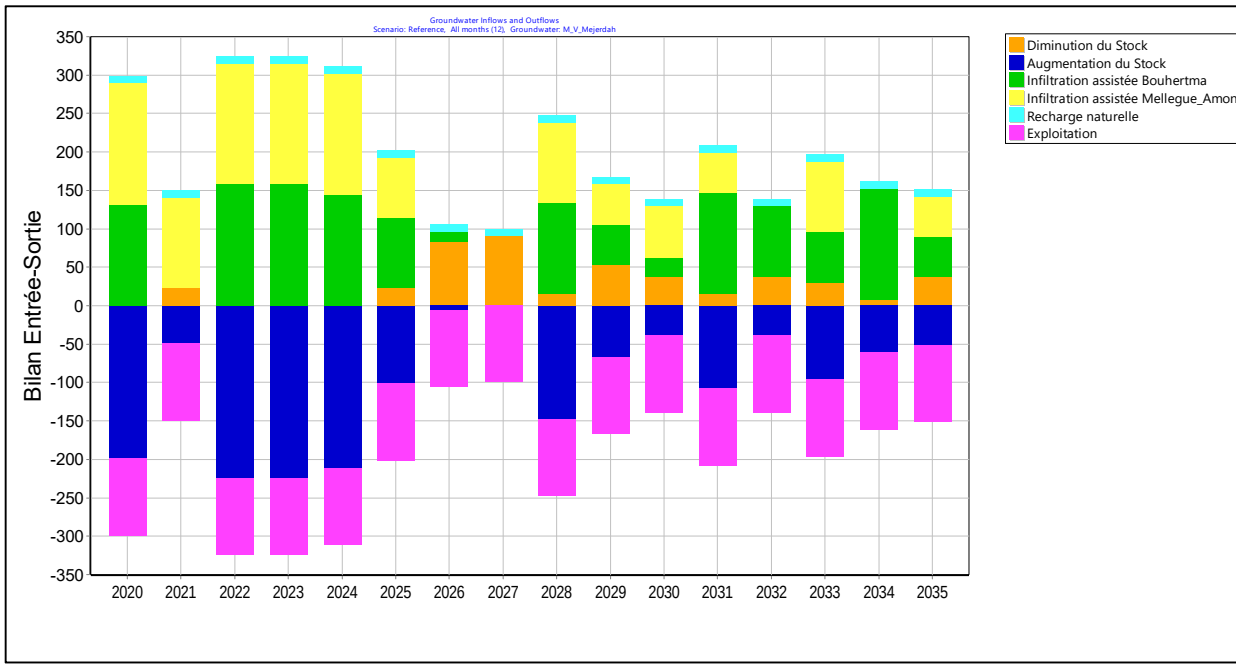


Figure 58 : Bilan entrée sortie de la nappe moyenne vallée de la Medjerda

***Source** : STUDI International, GKW*

Sur un cumul de 15 ans, le volume infiltré à la moyenne vallée de la Medjerda est comme suit :

Tableau 5 :

Tableau 69: Volume infiltré à la moyenne vallée de la Medjerda entre 2020 et 2035

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	Total
Bouheurtma	131	0	158	158	145	92	13	0	118	53	25	131	92	65	145	53	1378
Mellegue Amont	158	118	158	158	158	78	0	0	105	53	66	53	0	92	0	52	1248
Total	289	118	315	315	303	170	13	0	224	105	92	184	92	157	145	105	2627

***Source** : STUDI International, GKW*

➢ Les résultats-Modèle des « Entrées-Sorties » par Barrage

Ci-dessous les sorties modèle qui illustrent la variation des entrées-sorties du barrage Bouheurtma et Mellegue amont selon respectivement les rehaussements du premier et le remplacement du second tel que programmés (débit de lâchure continu : 5m^3/s). Les simulations donnent :

❖ Bilan au niveau de Bouheurtma

1. Un volume de recharge dans la nappe de 1 378.5 Mm^3 cumulés sur 15 ans,
2. Un déversement de 408 Mm^3,
3. Soit 77 % des volumes de crues qui sont rechargés dans la nappe.

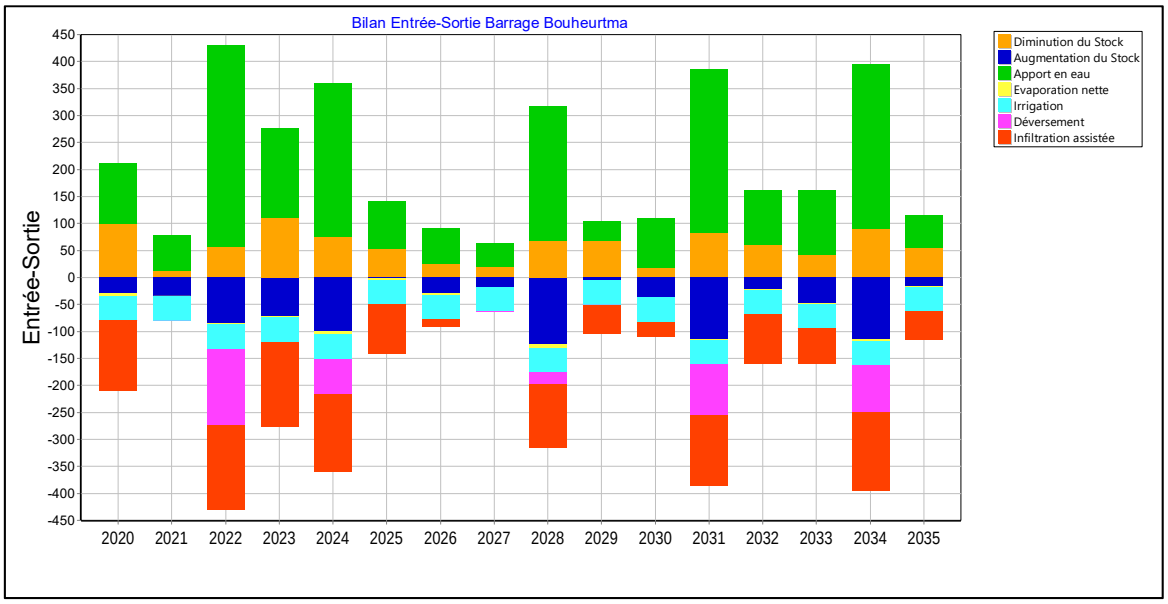


Figure 59 : Bilan entrée -Sortie Bouheurtma (Mm3)

***Source** : STUDI International, GKW*

❖ Bilan au niveau de Mellegue

1. Un volume de recharge dans la nappe de 1248.5 Mm3 cumulés sur 15 ans,
2. Un déversement de 890 Mm3,
3. Soit 58 % des volumes de crues qui sont rechargés dans la nappe.

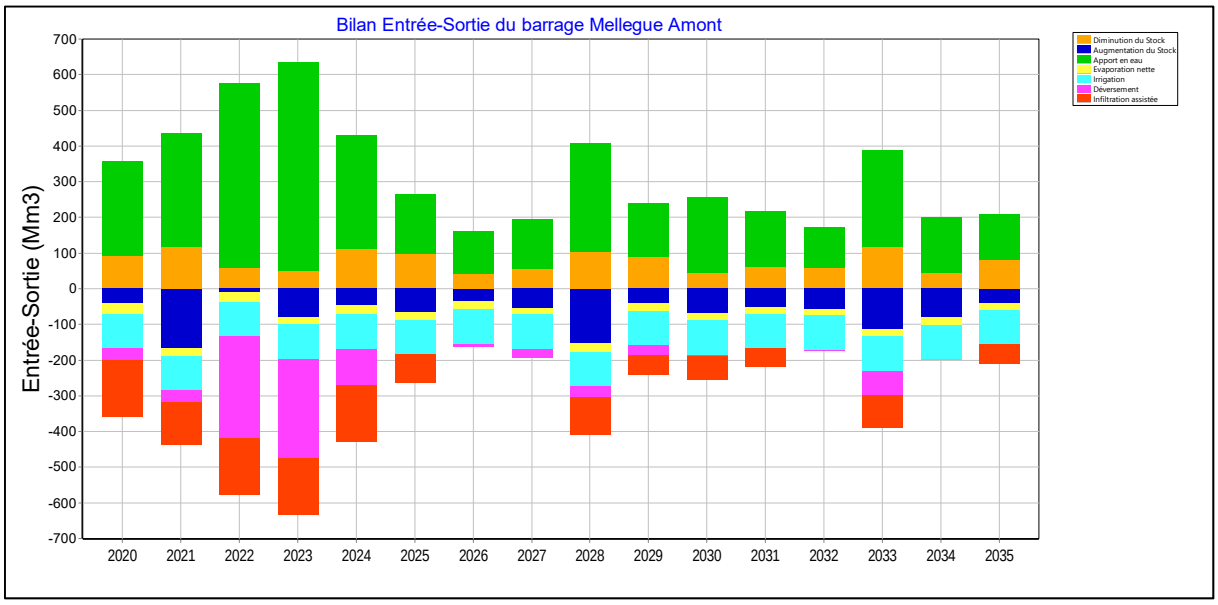


Figure 60 : Bilan entrée -Sortie Mellegue (Mm3)

***Source** : STUDI International, GKW*

La simulation ainsi réalisée par le biais du Modèle Hydro-Economique élaborée dans le cadre d'Eau 2050 constitue une illustration du nouveau paradigme de rupture avec l'approche classique de la « protection contre les inondations », visant à drainer les eaux des crues rapidement vers des exutoires naturels.

Cette nouvelle approche se propose de gérer les extrêmes et maitriser l'excèdent des eaux provenant des crues pour les utiliser dans la réduction des déficits hydriques, en cohérence avec le concept des « Gestion Intégrée Eaux de Surface/Eaux Souterraines ».

En tout état de cause, concernant la question de la recharge des nappes, la simulation la concernant et l'ensemble du modèle EAU 2050 ont été conduits sur la base des données hydriques de la Tunisie tel que compilés dans le Diagnostic (Etape 2), le Modèle Hydro-Economique du BE et tout l'état de l'art en la matière, avec tous les efforts d'implémentation, calage et validation, constituant ainsi un apport novateur indéniable pour l'hydraulique tunisienne, qui reste ouvert à toutes les formes de contribution et d'enrichissement sur les mêmes bases de données de base validées et de méthodologies les plus éprouvées.

En théorie et en pratique (modélisation), il s'agit d'un basculement conceptuel et opérationnel vers la gestion maitrisée des eaux de crue pour les conserver dans le sous-sol moyennant un débit de recharge contrôlé aux verrous des barrages, le débit nominal de recharge ayant été calé suffisamment bas pour garantir le temps d'infiltration de l'eau dans le sous-sol.

Cette approche conservative et de résilience climatique permet de constituer des stocks de réserves d'eau importantes, maintenues sans pertes à l'abri de l'évaporation. L'alimentation des nappes est forcée à chacune des crues. L'exhaure des nappes étant le débit de pompage.

Le cumul des volumes infiltrés sur une période de 15 ans donne par simulation 2 627 Mm^3. Tout ce volume n'est pas stocké.

Une partie est exploitée annuellement pour couvrir les besoins d'irrigation de 50 000 ha de céréales. Le reste est stocké soit l'équivalent de 1 800 Mm^3 en 2050. Ceci en supposant des lâchers avec un débit maitrisé de $5m^3/s$.

La possibilité d'extension de la superficie vers des valeurs supérieures tel que le CRET l'aurait identifié récemment (1045 Km^2), cela ne constitue qu'un facteur plus favorable à notre estimation car permettant d'emmagasiner une quantité d'eau supplémentaire, soit une opportunité de plus pour EAU 2050. Sur cette base et dans ce cas de figure, on devrait s'attendre en première estimation à un plus de capacité d'emmagasinement de 30 % environ.

III.2 Opérationnalisation du Levier 2 de Rationalisation de l'Irrigation et Intensification Agricole (R2IA)

III.2.1 Irrigation, Cycle Hydrologique, Intensification et Efficience

III.2.1.1 Préambule

L'eau est une ressource précieuse et sa disponibilité est et deviendra, en raison essentiellement du changement climatique, un des défis les plus importants pour l'avenir de l'agriculture tunisienne.

Une grande partie de l'eau utilisée par l'agriculture et plus particulièrement l'irrigation ne retourne après usage comme ressource en eau qu'à travers le grand cycle hydrologique. Aussi, dispose-t-on d'une importante large de progrès en termes d'économie d'eau.

Les trois types de réponses ou solutions en matière d'économie d'eau, qui correspondent aux « instruments de gestion de la demande », sont :

i. Les approches technologiques et de gestion pour réduire les pertes d'eau,

ii. L'utilisation de l'eau provenant d'autres sources alternatives (réutilisation, stockage, récolte),

iii. Les réponses socioéconomiques (politiques, tarification, sensibilisation, etc.).

Les économies d'eau dans l'agriculture concernent la réduction de la quantité d'eau utilisée dans ce secteur. Cependant, ce n'est pas le seul moyen pour réduire la pression sur les ressources en eau. La modération de la pression sur les ressources peut être réalisée en employant des technologies appropriées pour l'irrigation et en améliorant la gouvernance par les pratiques de gestion pertinentes, l'utilisation de l'eau provenant d'autres ressources alternatives ou en influençant les paramètres pouvant avoir un impact sur le contexte socioéconomique à même d'entraîner des économies d'eau tel que la sensibilisation des parties prenantes, la diffusion des meilleures pratiques, la réglementation, la tarification et les incitations financières. Cela constitue les « réponses/ solutions » pouvant être utilisées pour alléger la pression sur la ressource, soit en réduisant le prélèvement d'eau, la consommation et / ou l'utilisation d'eau en agriculture, soit en poussant à l'utilisation d'autres ressources en eau alternatives lorsqu'elles sont disponibles.

L'expérience des pays de conditions climatiques similaires à la Tunisie (Pourtour de la Méditerranée, Californie, Australie …) montre que l'innovation et l'adaptation sont les deux éléments-clés qui ont rendu leur agriculture plus productive. Les progrès de la technologie d'irrigation ont été mis à profit à chaque étape du processus. Les exploitations agricoles irriguées et les structures de gestion des infrastructures qui les desservent adoptent des améliorations de la gestion de l'eau à mesure qu'elles deviennent disponibles et abordables sur le plan économique en particulier.

III.2.1.2 Moyens Technologiques d'Amélioration de l'Efficience d'Utilisation de l'Eau

III.2.1.2.1 Approches « Technologiques et de Gestion » de la Réduction des Pertes d'Eau

Il s'agit des approches technologiques et de gestion visant la réduction des pertes d'eau dans les systèmes d'eau en vue d'en augmenter l'efficacité. Tous les systèmes de prélèvement, de transport, de stockage, de distribution et de consommation d'eau sont pris en compte. À chaque étape de la chaîne d'utilisation de l'eau, la pertinence de réduire les pertes d'eau est examinée et les moyens de réduire les pertes sont identifiés.

Il s'agit d'identifier les perspectives de l'irrigation à l'horizon 2050 en rapport notamment la révolution numérique. Le rapport de l'hydrique à l'agriculture n'est sont pas appelé à être fondamentalement modifié : les cultures auront toujours besoin d'engrais, de semences de qualité, de soleil, de terre et d'eau, même si c'est pour réaliser des objectifs d'alimentation appelées à être réévalués.

La numérisation est censée aider à fournir des solutions au moindre coût, plus rapidement et plus efficacement, aux petits agriculteurs et moyens qui constituent la pierre d'achoppement de l'évolution de l'agriculture irriguée pour les trois prochaines décennies de l'horizon d'Eau 2050. Les solutions numériques devraient servir de catalyseur pour accélérer la mise à niveau et l'optimisation-adaptation.

Un des obstacles à la diffusion de l'innovation sont est d'ordre financier. Comme pour le Programme Nationale d'Economie d'Eau en Irrigation. Il appartiendra à l'Etat d'initier dès à présent des incitations conséquentes pour aider les agriculteurs, le secteur privé et la recherche-développement à introduire et développer des solutions numériques tout au long de la chaîne de valeur de l'agriculture irriguée.

Il est présenté dans la figure qui suit un schéma retraçant le cadre de l'économie de l'eau dans l'agriculture. L'eau totale utilisée dans la production végétale est dérivée essentiellement des précipitations (cadre vert) mais également de l'« eau bleue » provenant des ressources de surface ou souterraines.

En général, l'accent mis sur l'économie d'eau cible l'« Eau bleue », laquelle présente le coût d'opportunité le plus élevé, bien que la réduction de l'utilisation de l'eau de pluie puisse également avoir des avantages pour l'environnement (inondation des sols agricoles, hydromorphie etc.) et les ressources en eau (recharge naturelle des nappes, etc.)

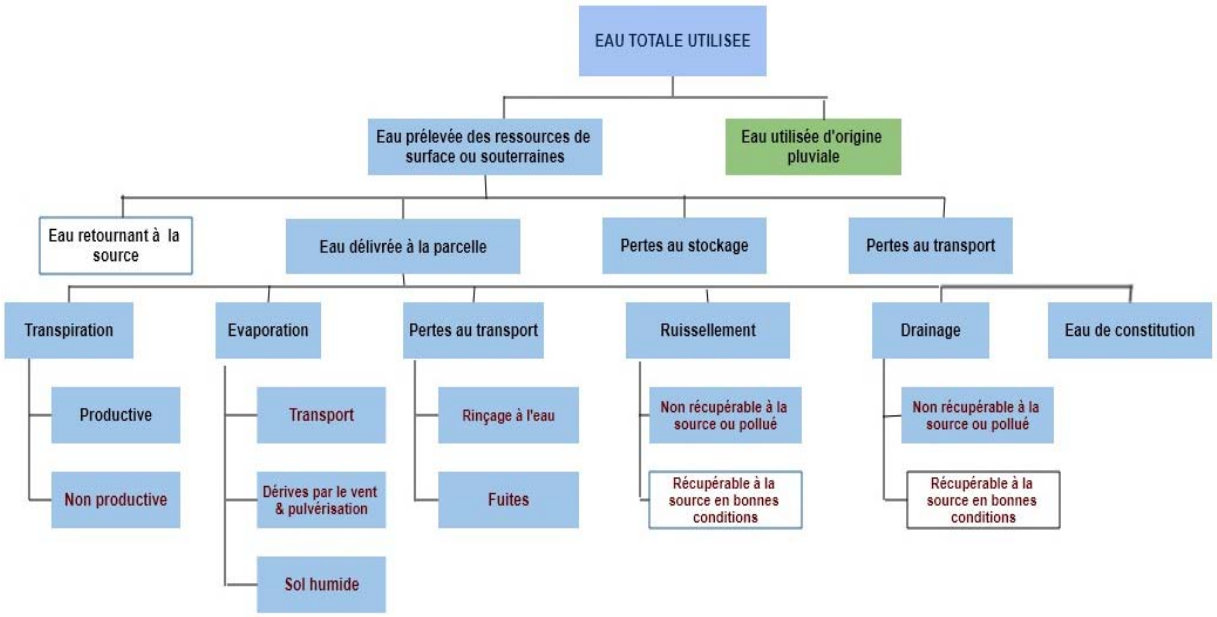


Figure 61 : Issus de l'eau utilisée en irrigation et liens entre les différentes possibilités d'économie d'eau

***Source** : STUDI International, GKW*

Ce sont les technologies et les approches de gestion visant à minimiser les pertes d'eau qui entraîneront des économies d'eau réelles. Le schéma fait figurer l'eau prélevée mais non consommée, qui retourne à la source dans un état plus ou moins favorable. Il n'y a souvent, en milieu aride et semi-aride, aucun avantage à éliminer ou réduire d'une manière drastique ces pertes. Ce sont les analyses technicoéconomiques qui détermineront les choix les plus opportuns et en définitive le niveau d'efficience « optimal » des systèmes d'eau. Une efficience maximale globale proche de 100% est illusoire et ne peut être atteinte en raison de contraintes à la fois technologiques ou économiques.

➢ Réduction de Pertes dans les Réservoirs

Outre les grandes retenues relatives aux grands barrages, aux barrages et lacs collinaires, on estime la capacité des réservoirs de régulation construits au départ des systèmes d'irrigation publics à 1.100 unités et les petits réservoirs de régulation à l'intérieur des exploitations irriguées à 120.000 unités, pour près de 1.5 million de m3. Ces réserves se remplissent et se vident des dizaines de fois pendant la saison d'irrigation.

La perte par évaporation de l'eau stockée dans ces réservoirs est inévitable et peut être significative localement dans les zones arides et semi-arides. L'eau s'évapore relativement beaucoup plus rapidement à partir des petits plans d'eau que des grands plans d'eau sous le même climat, en raison de la turbulence et des effets de bord.

Les moyens d'action pour réduire l'évaporation sont multiples :

- Des couvertures et objets flottants : couvercles ou couvertures flottantes fabriquées généralement en polypropylène renforcé ; housses pour petits réservoirs encapsulant complètement la surface supérieure du réservoir en étant fixées mécaniquement et scellées autour du périmètre. Un taux d'évaporation réduit à 85% a pu être obtenu au sud-est de l'Espagne moyennant des couvertures d'ombrage en toile suspendues.
- Des monocouches : Ce sont des films chimiques à l'interface eau / air qui n'ont qu'une seule molécule d'épaisseur et servent à diminuer l'évaporation de l'ordre de 50 %. Ces films ont généralement une courte durée de vie, ce qui en renchérit l'utilisation.
- Les brise-vents autour des réservoirs réduisent la vitesse et la turbulence du mouvement de l'air à la surface de l'eau et peuvent réduire le taux d'évaporation de 20 à 30% selon la densité, la hauteur et l'orientation des arbres. Les brise-vents ont toujours constitué un des éléments majeurs de l'aménagement des anciens périmètres irrigués de la Tunisie alors que l'on donne de moins en moins d'importance à cette méthode, qui s'apparente sur le plan pratique à l'afforestation ou au boisement.

Les réservoirs d'eau sont construits ou modifiés pour réduire proportionnellement les taux d'évaporation en utilisant des méthodes telles que : (i) le stockage plus profond avec des surfaces à l'air libre plus réduites ; (ii) la construction cellulaire qui divise les grands stockages en plus petits pour réduire l'action du vent et permet de maximiser la profondeur de l'eau en déplaçant l'eau entre les cellules.

Pour les conditions tunisiennes, certaines des techniques précédemment citées peuvent réduire la contamination de l'eau par les éléments solides plus ou moins fins entrainés par le vent risquant d'obstruer les arroseurs à la parcelle irriguée.

➢ Réduction des Pertes dans le Transport et la Distribution

❖ Réduction des Pertes des Réseaux Principaux de Transport

La gestion des principaux réseaux de transport d'eau d'irrigation est confiée à la SECADENORD, pour les systèmes de transfert, et aux CRDA à l'intérieur des grands périmètres publics irrigués.

Pour les systèmes de transfert, le transport de l'eau est assuré par de grands canaux à ciel ouvert bétonnés (Canal Medjerda Cap-Bon) et de plusieurs systèmes de grosses conduites sous pression.

Une bonne partie des réseaux est étanche et peut permettre dans de bonnes conditions d'exploitation et de maintenance des efficacités de 85 à 95 %. Les seuls tronçons posant problèmes de transfert sont constitués par les voies d'eau naturelles de l'Oued Medjerda et de certains de ses affluents, permettant notamment l'écoulement des eaux provenant des barrages, des bassins versants de proximité et des drainages salés des périmètres irrigués environnants. En raison du recyclage des eaux dans ce système, il est difficile d'en apprécier l'efficacité.

Dans l'ensemble les réseaux de transfert sont gérés d'une façon satisfaisante.

Pour les réseaux principaux des grands PPI (Périmètres Publics Irrigués) ou de certains PMH (Petite et moyenne Hydraulique) gérés par les CRDA, ils sont généralement de type étanche, en majorité en conduites sous pression, bien que le canal principal du périmètre de la BVM, construit à partir des années 50 et actuellement en voie de modernisation, soit maintenu à ciel ouvert.

Dans l'ensemble, les réseaux sont d'une efficacité très moyenne variant, entre 50 % et 70%, par défaut de maintenance ou de réhabilitation, non seulement pour les canalisations mais aussi pour les stations de pompage et les appareils de commande et de protection.

En raison de ce qui précède il est impératif de considérer l'objectif d'efficacité de 90 % dans les systèmes de transport sur les périmètres irrigués comme étant non seulement une opportunité de progrès mais une nécessité de durabilité.

❖ Réduction des Pertes des Réseaux de Distribution

Les réseaux de distribution dans les grands PPI et les PMH sont de la responsabilité des GDA. Les réseaux de distribution dans les PI ont pu évoluer technologiquement au cours des dernières décennies grâce à des projets de réhabilitation et de modernisation. Une part très importante des réseaux sont actuellement soit en basse pression, soit en haute pression pour l'irrigation par aspersion en particulier. Le périmètre de la BVM (25 000 ha dans les gouvernorats de l'Ariana, la Manouba et Bizerte) reste encore équipé pour l'essentiel en canaux à ciel ouvert plus ou moins dégradés. Un projet de modernisation en tranches est en train d'être exécuté sur le périmètre en question.

Par manque de données, il est difficile d'avoir Une estimation de l'efficience, en raison entre autres d'une certaine confusion entre l'efficience technique, liée à l'état des réseaux, et l'efficience commerciale en rapport avec les volumes réellement distribués aux irrigants. Par manque de comptage, il reste difficile de faire la part entre les différentes efficiences.

Toutefois vu l'état actuel des réseaux l'on peut évaluer l'efficience technique entre 50% et 60%.

En conséquence aux retards de maintenance et de vieillissement des équipements, de substantiels investissements de remise en état, de remplacement et de modernisation sont nécessaires pour réaliser des gains d'efficacité et réduire les coûts d'exploitation et de production d'eau. Afin que ces investissements soient viables cela devrait s'accompagner d'améliorations de la gestion, de la présence de techniciens compétents ainsi que de la dotation des GDA en moyens financiers appropriés.

❖ Orientations Générales de l'Efficience

Dès les années 1950 la Tunisie a misé sur la construction de systèmes de transport et de distribution d'eau d'irrigation étanches et à forte efficacité potentielle. Cela constitue autant d'acquis à consolider et valoriser pour le futur grâce à des améliorations technologiques ou de gestion capable d'atteindre des niveaux d'efficacité élevés tout en assurant une meilleure qualité de service aux irrigants, condition sine-qua non de l'efficacité aval au niveau de la parcelle.

Par ailleurs, il s'agit de relever que l'aménagement de nouveaux projets de périmètres irrigués va être de plus en plus réduit dans le temps en raison de l'insuffisance des ressources en eau.

En revanche, les projets de réhabilitation et de modernisation des infrastructures collectives sont appelés à être développés en nombre et en superficie et concerneront l'ensemble des régions du pays, l'infrastructure d'irrigation devenant, en effet, de plus en plus âgée et techniquement amortie.

Il s'agit d'une situation qui exige l'adoption de dispositifs d'opérationnalisation de la Stratégie de l'Efficience, par le biais d'un certain nombre d'Axes d'Intervention, dans le but d'appuyer les différents acteurs concernés : CRDA, Irrigants, AFA, Bureaux d'études et Fournisseurs, pour s'inscrire dans cette stratégie agir et sortir ainsi des « errements du passé ».

Les principaux Dispositifs de l'Efficience sont présentés dans ce qui suit.

✓ Renforcement de l'Entretien Courant et de la Maintenance des Ouvrages

L'un des plus grands points faibles de la gestion des systèmes d'eau agricoles en Tunisie concerne l'insuffisance de l'entretien courant et de la maintenance des ouvrages et des équipements hydrauliques.

Cette situation a eu pour conséquences le vieillissement prématuré des infrastructures et le recours à de la maintenance et aux réhabilitations cycliques très onéreuse, des pertes d'eau importantes qui auraient pu aider à satisfaire les besoins de la production agricole, le tout à l'origine d'une qualité de service très faible risquant d'handicaper l'efficacité de gestion de l'eau à la parcelle.

La nécessité de renforcer l'entretien et la maintenance des appareils de commande, de contrôle et de protection sur les différents réseaux collectifs s'impose.

Les appareils de limitation de débits, de régulation de la pression et de comptage sont absolument indispensables pour, d'une part, assurer l'efficience de l'utilisation de l'eau au niveau de la parcelle, à l'aval du réseau collectif et, d'autre part, facturer de manière équitable l'eau distribuée aux irrigants.

Outre le comptage volumétrique de l'eau à la borne, le comptage des volumes devra se situer à plusieurs niveaux des réseaux, afin de pouvoir évaluer l'efficacité à l'échelle des différents tronçons et secteurs

importants. Pour une meilleure fiabilité, les appareils de comptage auront à être adaptés à la qualité chimique et physique des eaux.

✓ Modernisation de la Conception des Systèmes d'Eau

Les conceptions techniques de la modernisation doivent être innovantes. En effet, il y a lieu d'adopter, lorsque cela est possible, de nouveaux réseaux collectifs, pouvant être conçus à la demande, capable d'offrir une plus grande flexibilité et une meilleure adaptabilité au contexte de variabilité climatique, dans l'objectif de répondre aux besoins d'une agriculture plus diversifiée et cela, en étant conformité avec les exigences des techniques modernes d'irrigation à la parcelle, tout en évitant les investissements lourds devant être consentis par les agriculteurs en vue de créer les équipements individuels d'interface (mise en pression, réservoir de régulation, etc. au niveau de l'exploitation agricole), permettant ainsi de se libérer des contraintes du tour d'eau dans les systèmes de conception classique.

✓ Normalisation des Ouvrages et Equipements

L'évaluation et la réactualisation des « normes CRDA » adoptées depuis 1995 pour les équipements électro mécaniques de pompage s'impose et ce, afin de les rendre conformes aux exigences de l'économie d'énergie et à l'utilisation des énergies renouvelables (Voir expériences d'équipement photovoltaïque sur certains points d'eau du Sud). La création d'une normalisation des ouvrages et équipements d'irrigation tiendra compte des divers contextes régionaux, des exigences de la fonctionnalité et des conditions économiques, ainsi que de la nécessité de protection du domaine public hydraulique contre les abus.

✓ L'Automatisation

En Tunisie, l'automatisation des longs canaux à ciel ouvert est un grand acquis et offre de multiples avantages pour l'efficacité de l'utilisation de l'eau en augmentant la fiabilité et la flexibilité de l'approvisionnement des périmètres et secteurs. Cependant, l'automatisme reste à renforcer dans le futur dans toutes les infrastructures principales des grands PPI et PMH, par des systèmes de contrôle et d'acquisition des données. Les systèmes en question permettent aux gestionnaires des PPI de collecter les données, de surveiller et contrôler à distance les paramètres liés à la commande et au pompage à partir d'un emplacement central informatisé pour atteindre les niveaux d'eau, les pressions ou les débits souhaités. Il est important que les CRDA adoptent ce genre de technologies une fois rendues disponibles et économiquement abordables.

✓ L'Audit Hydraulique

L'« audit d'un système d'eau » est défini comme l'examen détaillé et complet des données disponibles sur le fonctionnement de ce système, ainsi que le contrôle de la fiabilité des appareillages de mesure dont sont équipées les installations. Cet audit permet d'identifier, de quantifier et de vérifier les pertes d'eau et de déterminer l'efficacité du système d'eau. L'objectif final est de pouvoir élaborer et mettre en place un programme de réduction des pertes d'eau et des dépenses qui en découlent. Un tel examen est à réaliser périodiquement pour actualiser les résultats des audits antérieurs. Les audits hydrauliques comportent généralement deux volets : l'un relatif au diagnostic des réseaux, l'autre concerne les préconisations pour en améliorer l'efficacité. Sur le plan pratique, les audits sont réalisés soit par les services de l'organisme gestionnaire des réseaux, soit par une entreprise commerciale spécialisée.

L'audit hydraulique dans le domaine de l'eau potable et de l'irrigation a été initié en Tunisie suite au décret 2002-335 du 14 février 2002[87] qui rend obligatoire et périodique le diagnostic des équipements hydrauliques, les travaux et les modes de production liés à l'utilisation de l'eau. L'audit concerne en particulier l'usage de l'eau agricole dans les périmètres publics irrigués dont la consommation excède cinq millions de m3 par an. Un effort important a été déployé par la SONEDE et la DGGREE en termes de méthodes et de formation des auditeurs externes, avant que n'intervienne un certain relâchement nécessitant une relance dans le très court terme.

[87] Décret n° 2002-335 du 14 février 2002, fixant le seuil à partir duquel la consommation des eaux est soumise à un diagnostic technique, périodique et obligatoire des équipements, des travaux et des modes de production liés à l'utilisation des eaux, les conditions de désignation des experts, la nature des diagnostics et leur périodicité. [JORT n°17, 26 février 2002].

Toutefois, le concept d'audit est en train de beaucoup évoluer et des approches d'audit plus élaborées sont en train de se développer. La recherche et le développement sont en cours dans des pays avancés pour créer des technologies et des réseaux de capteurs d'infrastructures hydrauliques ainsi que des systèmes de traitement et d'analyse des signaux et des données pour améliorer la capacité de prise de décision dans la gestion des infrastructures hydrauliques.

L'intégration de ce vecteur d'innovation est essentielle pour la généralisation de l'audit hydraulique d'ici l'Horizon 2050. L'intégration en question suppose l'existence d'experts en systèmes d'eau qui déterminent les données à mesurer et les raisons, d'experts en capteurs et réseaux de capteurs qui maitrisent la manière avec laquelle les signaux et les données sont mesurés, collectés, stockés, transmis et traités et des experts en technologies de l'information capables de transformer les données en input en informations utiles à la prise de décision concernant l'exploitation et la maintenance des systèmes d'infrastructures hydrauliques.

❖ **Objectifs Opérationnels de l'Efficience des Réseaux d'Irrigation**

La mise en place des différentes actions d'amélioration de l'efficience des systèmes d'eau cet de réduction en conséquence des pertes d'eau, ne sera as d'une opérationnalité immédiate. Les efficiences ciblées dépendront de la taille des PPI et de la maîtrise des technologies par les agents en charge du système. Les GPPI disposent d'un encadrement plus consistant et d'un savoir-faire plus avancé que les PMH qui sont éparpillés sur le territoire et disposent de moyens moins importants. Le tableau ci-après présente des objectifs réalisables, pouvant être atteints « en moyenne », pour l'ensemble du pays, en distinguant les PPI et les PIP.

Tableau 70: Valeurs cibles des efficiences aux niveaux des réseaux collectifs et des parcelles dans les PPI et les PIP jusqu'à l'horizon 2050

Objectifs Opérationnels d'Efficience de l'Irrigué				
Nature des PI	**Situation actuelle**	**Cible 2030**	**Cible 2040**	**Cible 2050**
PPI				
Efficience. Réseaux collectifs	70 %	75 %	85 %	95 %
Efficience Parcelles	65 %	70 %	75 %	85 %
Efficience Totale PPI	45,5 %	52,5 %	64 %	81 %
PIP				
Efficience totale (parcelles)	60 %	70 %	75 %	85 %
Efficience Globale	**53 %**	**61%**	**69,5%**	**83%**

***Source** : STUDI International, GKW*

III.2.1.2.2 Efficacité de l'Eau à la Parcelle

➢ **Acquis du PNEE et Perspectives**

Dans le cadre de la politique de gestion de la demande dans le domaine de l'irrigation, la Tunisie a consenti un important volume d'investissement depuis 1995 dans la modernisation de l'irrigation à la parcelle en vue d'améliorer l'efficience de l'eau.

L'essentiel de cette politique a consisté à remplacer les techniques gravitaires à caractère traditionnel par des techniques plus conservatrices de l'eau par l'irrigation gravitaire améliorée, fondée sur l'étanchéisation des réseaux de transport de l'eau à la parcelle, l'irrigation par aspersion et l'irrigation localisée.

La multiplication des techniques visait à offrir aux irrigants des possibilités d'adaptation à leurs conditions financières et à leur capacité de maîtrise des technologies disponibles.

En 25 ans le Programme National de l'Economie d'Eau en irrigation (PNEE) a pu obtenir, au prix d'incitations financières conséquentes, des résultats significatifs en termes d'amélioration de la productivité, du niveau d'intensification agricole et de revenus, de manière ayant modifié particulier le visage de l'irrigation sur la quasi-totalité des périmètres publics et privés.

L'encadré suivant présente les conclusions de l'étude d'évaluation du PNEE réalisée le MARHP en 2017, notamment les acquis principaux du Programme, ses insuffisances et les recommandations pour en assurer la continuité et en améliorer les résultats.

L'objectif assigné aussi PNEE avait été de *« rationaliser l'utilisation de l'eau agricole en vue d'en tirer le meilleur profit économique et de maintenir la demande en eau de l'irrigation à un niveau compatible avec les ressources en eau disponibles à long terme ».*

Le PNEE a permis, jusqu'en 2018, d'équiper par des moyens d'économie d'eau à la parcelle 405.000 ha de superficie irrigable sur un total prévu de 450 000 ha. En dehors des oasis, l'irrigation localisée s'est progressivement substituée aux autres méthodes d'irrigation pour atteindre 49 % du total des superficies équipées, contre 8 % au départ du PNEE. L'irrigation par aspersion a régressé de 47 % à 28 % pour la même période. Le gravitaire amélioré est appliqué actuellement pour l'irrigation de 23% de la superficie des périmètres. La mise en application en 2017 de la nouvelle loi relative à l'encouragement des investissements agricoles a donné un second élan au PNEE avec une nette augmentation d'environ 18 % du nombre de bénéficiaires en 2018.

Encadré N°1

Principaux résultats et recommandations de l'étude d'impact (évaluation) du Programme National d'Economie d'Eau d'irrigation (PAPS-Eau, 2017)

Le PNEE a été lancé en 1995. Il vise principalement à développer les systèmes d'irrigation modernes au niveau des parcelles irriguées et de maintenir la demande en eau d'irrigation dans la limite des ressources en eau disponibles pour le secteur agricole. Les principaux résultats du programme qui se dégagent en 2015 sont les suivantes : (i) L'adoption de l'économie d'eau est acquise dans les différentes régions du pays ; (ii) Les investissements privés pour l'économie d'eau persistent malgré la baisse des incitations financières accordées par l'Etat au profit du programme ; (iii) L'intensification agricole dans les périmètres irrigués a progressé pour la période 1994-2013 ; (vi) Des économies d'eau « relatives » ont été obtenues entre 1994-2015 , notamment 16% de réduction des consommations au niveau de la parcelle ; (vii) Les revenus des agriculteurs et la valorisation de l'eau ont augmenté ; (viii) Le marché local s'est développé et le marché national s'est consolidé pour les équipement d'économie d'eau.

Cependant, plusieurs motifs d'insatisfaction sont enregistrés, notamment : (i) La connaissance est restée fragmentaire pour les usages et les ressources en eau distribuées ; (ii) Certaines nappes phréatiques sont en état de surexploitation et dont l'usage est incontrôlé ; (iii) Les agriculteurs sont parfois livrés à eux -mêmes et des équipements sont mal utilisés ; (iv) Les CRDA sont souvent dans l'incapacité d'encadrer les irrigants ou de planifier les besoins.

Les recommandations de l'étude se résument comme suit : (i) Adapter le dispositif d'aides aux évolutions du PNEE ; (ii) Clarifier les missions des acteurs en matière d'économie d'eau et coordonner davantage les intervenants du PNEE ; (iii) Adapter les outils et mécanismes de gestion informatique aux résultats escomptés à l'échelle nationale ; (iv) Réaliser des évaluations intermédiaires du PNEE plus systématiques et plus fréquentes ; (v) Accorder davantage de moyens aux mesures d'accompagnement des investissements pour l'économie d'eau ; (vi) Encadrer le secteur privé pour une meilleure qualité de services ; (vii) Permettre aux GDA de jouer un rôle plus significatif dans l'économie d'eau ; (viii) Augmenter les performances et garantir le service d'eau dans les PPI ; (ix) Améliorer l'efficience à la parcelle grâce à une meilleure maîtrise des installations et des irrigations ; (x) Augmenter la participation de la profession agricole aux réorientations du PNEE et lui permettre de mieux s'organiser ; (xi) Réduire la surexploitation des ressources en eau souterraines.

Encadré 1 : *Eléments de conclusions de l'étude d'évaluation du programme PNEE*

En termes d'Efficacité de l'Eau Parcelle, le PNEE n'a pas été en mesure d'en établir l'évaluation en raison du manque de données, excepté quelques études en rapport avec la recherche. Toutefois, une estimation approximative situation plus ou admise par l'expertise situe l'efficacité à : 40-50 % pour l'irrigation traditionnelle, 50-60% pour l'irrigation de surface améliorée, 55- 65 % pour l'irrigation par aspersion, et 60-75% pour l'irrigation localisée.

Il en ressort une efficacité encore insuffisante bien que cela reste comparable à quelques systèmes d'irrigation dans certains pays du bassin méditerranéen tel que cela est présenté dans le tableau suivant (CIHEAM, 2005)

Tableau 71: Quelques valeurs moyennes des efficiences d'irrigation dans certains pays du bassin méditerranéen

Catégorie	Efficience transport et distribution (%)	Efficience d'application à la parcelle (%)	Efficience globale du périmètre (%)
1- Grands Périmètres			
-Systèmes traditionnels de canaux à ciel ouvert - Régulation manuelle (Turquie)	60	50	30
- Systèmes de canaux à c.o, régulation hydraulique et irrigation gravitaire (Maroc)	70	60	42
- Systèmes de canaux à ciel ouvert- Régulation manuelle, réservoir à la parcelle &irrigation par aspersion et localisée (Jordanie)	75	70	53
- Systèmes de canaux à ciel ouvert, régulation automatique, réservoir à la parcelle &irrigation par aspersion et localisée.	85	70	60
- Système en de conduites sous pression, irrigation par aspersion et localisée (Chypres)	95	70	67
Petite irrigation eau souterraine			
- Canaux à ciel ouvert étanche et irrigation gravitaire	80	50	40
- Systèmes de conduites, irrigation par aspersion et localisée.	95	70	67

***Source** : CIHEAM, 2005*

Pour la Stratégie Eau 2050 une réduction de l'eau allouée à l'agriculture, à usage égal, peut être obtenue en améliorant les techniques d'irrigation à la parcelle. Cela est censé rendre une plus grande quantité d'eau disponible pour d'autres utilisations en dehors du secteur agricole. Toutefois cela n'est aussi mécanique en raison de l'argumentaire suivant :

- Pour les PPI, les prélèvements d'eau sont « verrouillés » à l'amont du réseau collectif et la capacité du système est normalement fixée en termes de débit ou de volume par des ouvrages de prise ou des stations de pompage conformément aux allocations d'eau décidées en phase de planification des périmètres. A priori tout « gaspillage » d'eau ou utilisation de l'eau avec un rendement peu rationnel est ressenti par l'irrigant en termes d'incapacité pour conduire ses cultures ou atteindre le taux d'intensification souhaité. L'eau économisée grâce aux techniques modernes d'irrigation devrait servir en premier lieu à valoriser des ressources en eau disponibles et à atteindre les objectifs d'intensification agricole au niveau même des exploitations, une intensification arrêtée par le plan de création du projet initial d'aménagement. L'eau économisée dans les PPI va ainsi servir à l'extension des superficies réellement irriguées à l'intérieur des périmètres, sans effet de changement de l'allocation initiale des ressources.

- Pour les PIP, approvisionnés essentiellement à partir des nappes phréatiques, cela se présente différemment. Dans beaucoup de cas ces nappes sont de fait en état d'accès quasi libre, qui permet aux irrigants d'en bénéficier selon leur propre convenance, soit l'une des causes pour les zones côtières ainsi qu'au Centre-Ouest de situations de surexploitation. L'économie d'eau devrait servir dans ce cas, à moyen et long terme, soit à réduire les consommations d'eau et rétablir l'exploitabilité des nappes, soit, au contraire, à accentuer la ponction non rationalisée de la ressource, avec de mauvaises conséquences aussi bien pour l'environnement que le développement socioéconomique des régions concernées.

  Dans ce dernier cas, d'irrigation individuelle à partir des nappes phréatiques, on se trouverait dans une situation de « Paradoxe de Jevons »[88] qui suggère qu'une efficacité accrue peut ne pas conduire nécessairement à des économies d'eau. En effet, plusieurs études ont montré que même si l'augmentation de l'efficacité de l'eau dans l'irrigation peut entraîner une production plus importante et une productivité accrue de l'utilisation de l'eau, ainsi qu'une augmentation des revenus agricoles, cela n'entraîne systématiquement la mise à disposition d'une eau importante pour d'autres utilisations ou pour rétablir des dégâts environnementaux sur les nappes en surexploitation. L'eau économisée est ainsi utilisée pour augmenter la superficie irriguée ou pour augmenter le rendement dans les zones concernées. Cette situation est constatée dans certains périmètres de la Tunisie comme ailleurs en Espagne, Bassin Rio Grande, ou au Bear River aux Etats Unis).

➢ Profil des Tendances Futures

Au vu des tendances constatées au cours des deux dernières décennies il est fort probable que l'adoption des techniques d'irrigation localisée, considérées comme étant plus performantes, aille en se développant sur les terres non encore intensifiées par l'irrigation, et ce dans l'objectif d'une meilleure efficience de l'utilisation de l'eau, cette évolution se faisant en substitution à l'irrigation gravitaire, améliorée ou traditionnelle, et même à l'irrigation par aspersion, fortement consommatrice d'énergie.

Par ailleurs, la mise en œuvre de techniques d'irrigation innovantes, telles que le goutte-à-goutte enterré (subirrigation), est la solution adoptée par la plupart des pays confrontés aux problèmes de pénurie d'eau en raison de sa très bonne efficience. De plus en plus, son utilisation pour irriguer les grandes cultures, tel qu'il en est le cas pour certaines applications en Tunisie, est à l'ordre du jour, supplantant ainsi l'irrigation par aspersion.

Le caractère innovant de l'équipement réside dans le fait que cela empêche l'intrusion dans les goutteurs de particules du sol et des racines. En plus, les goutteurs sont dotés d'un système anti-siphon et la gaine se vidange automatiquement sitôt l'eau coupée. Ces caractéristiques les distinguent des systèmes localisés existants depuis plus de vingt années comme les tuyaux poreux. Enfin, d'après les constructeurs, la durée de vie serait de l'ordre de quinze ans. Dans la mesure où cette durée peut être effectivement atteinte, le système souterrain surpasserait largement, du point de vue économique, certaines techniques d'irrigation par aspersion. Sur un autre plan, l'irrigation souterraine améliore les rendements en réduisant l'évaporation de l'eau à la surface du sol. En outre, les effets sur les caractéristiques d'infiltration du sol, tels que la formation de croûtes et le ruissellement de surface (y compris l'érosion du sol), sont également éliminés lors de l'irrigation. Cette méthode d'irrigation convient particulièrement aux zones arides, semi-arides et les zones venteuses, avec un approvisionnement en eau limité, tout en présentant quelques contraintes qui restent à maîtriser en fonction des exigences climatiques locales et des cultures (levée des céréales en période de manque de précipitations).

Pour le Sud, l'un des problèmes de l'irrigation réside dans le comment faire profiter les oasis, dont l'irrigation à la parcelle est maintenue en gravitaire traditionnel, des évolutions technologiques, compte tenu du caractère fossile et de la qualité chimique des ressources en eau (salinité de 2 à 4 g/l), ainsi que de la spécificité des systèmes culturaux (Trois étages de cultures : phoenicicole, arboricole et annuelle). L'irrigation gravitaire améliorée a été généralisée à toutes les oasis (Cf. Projet APIOS 1ère et 2ème phase), avec des marges d'amélioration de l'efficacité des réseaux collectifs mis en place. Mais il s'agit de s'orienter à court-moyen terme vers des options technologiques plus avancées et innovantes, pour une meilleure efficacité de l'eau à la parcelle. En effet, des solutions adaptées, en goutte-à-goutte ou en micro-aspersion, pour les oasis

[88] Le **paradoxe de Jevons** énonce qu'à mesure que les améliorations technologiques augmentent l'efficacité avec laquelle une ressource est employée, la consommation totale de cette ressource peut augmenter au lieu de diminuer. On parle également d'« **effet rebond** ».

anciennes multi étages peuvent être envisagées nécessitant, toutefois, au préalable de la recherche-développement pour en affiner tous les aspects techniques (interface réseau collectif/parcelle, type de goutteurs, lutte contre l'entartrage, entretien, etc.), économiques (coût et rentabilité) et environnementaux (lessivage des sels, etc.)

Par ailleurs, il reste à signaler que l'un des plus grands défis des programmes de conservation de l'eau agricole reste lié à l'absence de dispositifs techniques au niveau de l'exploitation permettant une gestion optimale de l'eau sur la base du besoin quasi instantané des plantes, dont il résulte le fait que le ruissellement et la percolation profonde peuvent être minimisés ou éliminés.

Des contraintes peuvent subsister, en raison de la qualité des eaux et de l'accumulation de sels sur les bords de la zone mouillée, et entrainer des dommages aux cultures, qui peuvent nécessiter une irrigation supplémentaire rien que pour le lessivage des sels. La gestion de ces contraintes peut être maîtrisée « dans une certaine mesure ».

D'autres facteurs militent pour l'évolution vers l'irrigation localisée tel que la rareté de la main-d'œuvre, la tendance générale vers l'automatisation des opérations agricoles et d'irrigation pour son effet de rationalisation, la prise en compte du flux d'informatisation en input, soit autant d'atouts de nature à assurer une meilleure maitrise de la gestion des grandes exploitations irriguées particulièrement au Nord du pays. Toutefois, il s'agit encore de rappeler que la gestion de l'eau à la parcelle par des systèmes d'irrigation localisée nécessite des compétences avancées en termes d'exploitation et de maintenance des équipements.

➢ Les Actions de Mise à niveau et de Modernisation pour l'Efficience de l'Eau

❖ Mise en place d'un Dispositif Intégré de Services d'Appui

La conduite de l'irrigation moderne et de l'amélioration de l'efficacité de l'eau à la parcelle exige des services spécialisés à mettre à la disposition des irrigants.

Dans la majorité des pays avancés dans le domaine de l'irrigation, ces services sont fournis par les organismes publics chargés de la gestion ou la supervision des périmètres irrigués, lesquels organismes peuvent disposer de moyens importants pour l'encadrement des agriculteurs.

En termes d'utilisation du benchmark en tant que source de formulation de propositions qui auront à être adaptées au contexte tunisien, il est présenté dans ce qui suit des exemples de services d'appui.

❖ Les Laboratoires mobiles

Il s'agit de laboratoires itinérants, visitant des agriculteurs individuels et leurs exploitations, pour effectuer des tests d'efficacité et des évaluations du système d'irrigation. Ce système aide également les agriculteurs à estimer les besoins réels en eau des cultures et à améliorer l'uniformité de distribution de l'eau et des rendements des cultures, etc. (Cf. dans ce qui concernant le Centre des Technologies de l'Irrigation) ;

❖ L'étalonnage des pompes et des compteurs

Permet l'évaluation de l'efficacité des systèmes détenus et exploités directement par les agriculteurs en vue de gains en efficacité.

❖ L'utilisation des données météorologiques et l'application de coefficients de cultures

La météo et le climat constituent des facteurs déterminants pour les besoins en eau des cultures. Certains organismes mettent à la disposition un accès direct sur leur site Web affichant les données météorologiques des stations locales, permettant ainsi d'aider les agriculteurs à déterminer leur calendrier d'irrigation.

❖ La prise en compte des données sur la qualité de l'eau

De nombreuses données permettent de contrôler la qualité physique et chimique de l'eau. Les agriculteurs peuvent adapter leurs pratiques agricoles afin de maîtriser les impacts des sédiments sur le fonctionnement des goutteurs, d'appliquer correctement les fertilisants et les pesticides et d'effectuer le lessivage des sels.

❖ **La vulgarisation-sensibilisation-initiation**

Les Organismes d'Appui peuvent parrainer des spécialistes de la vulgarisation pour faire des démonstrations sur la planification de l'irrigation, les techniques de suivi de l'humidité du sol ou des présentations de nouvelles technologies de performance.

❖ **Le Pilotage de l'Irrigation**

Il s'agit du point le plus faible de la pratique tunisienne en matière d'irrigation à la parcelle, continuant à se faire de manière trop empirique, n'intégrant pas les dispositifs d'irrigation de la performance.

Toutefois, le passage au « pilotage » exige l'existence de structures de recherche- développement et de vulgarisation proactives auprès des irrigants pour lesquelles le pays n'a encore suffisamment investi.

Des investigations à caractère local ont montré que l'efficience de l'eau à la parcelle reste encore faible rapportée aux performances potentielles des dispositifs d'irrigation, bien que ladite efficience ait progressé au cours de la dernière décennie par l'introduction des équipements d'irrigation plus modernes.

La planification de l'irrigation au niveau de la parcelle constitue le moyen d'évaluer et desservir la quantité d'eau optimale (nécessaire et suffisante) pour répondre au moment qu'il faut aux besoins de la culture, en vue d'assurer la croissance optimale désirée pour les plantes. La « programmation scientifique de l'irrigation » adapte le volume d'eau au rendement et la qualité voulus, dont il ressort l'amélioration de l'efficacité de l'eau à parcelle ciblée.

L'estimation des besoins en eau est évaluée par l'évapotranspiration des cultures (ET). A l'échelle de l'expérience mondiale en la matière, les irrigants de la Californie ont accès au CIMIS (California Irrigation Management Information System), géré par le Département des ressources en eau, comprenant plus de 125 stations météorologiques actives et fournissant gratuitement des estimations de ET quotidiennes et horaires pour tout l'État. Ces estimations sont fondées sur des calculs incluant la température, la vitesse du vent, l'humidité relative, le rayonnement solaire en plus d'autres facteurs. Pour l'estimation encore plus rapprochée des conditions d'exploitation, cela dépend, en plus, du type de culture, de la distance de l'agriculteur par rapport à la station météorologique la plus proche ainsi que du type de sol, des dates de plantation, de l'état phytosanitaire des cultures et des effets du microclimat.

Ainsi, arriver à savoir quand et combien irriguer constitue la clé d'une bonne gestion de l'eau, car les besoins en eau des cultures varient tout au long du cycle cultural et dépendent des conditions météorologiques et du sol et son niveau d'humidité estimé au moyen de sondes. Les relevés saisis à différentes profondeurs permettent d'estimer les réserves en eau des parcelles.

III.2.1.2.3 Les Réponses Agronomiques à l'Efficience de l'Eau[89]

➢ **Réduction de la Transpiration**

❖ **Réduction de la Transpiration Non Productive**

Il existe des possibilités de limiter la transpiration non productive, celle de la transpiration de la végétation indésirable comme les mauvaises herbes. En effet, si les mauvaises herbes ont des racines profondes, elles peuvent extraire et transpirer plus d'eau que ce qui serait perdu par la seule évaporation du sol. La présence de mauvaises herbes peut réduire le rendement et la productivité de l'eau des cultures.

Le travail du sol, comme le labour, peut réduire la couverture des mauvaises herbes et réduire ainsi la transpiration non productive. Cependant, cela peut également ramener le sol humide à la surface et augmenter ainsi l'évaporation du sol.

La lutte chimique contre les mauvaises herbes peut aussi minimiser la compétition pour l'eau des mauvaises herbes et réduire l'épuisement de la réserve en eau du sol, mais cela présente d'autres risques d'ordre écologique et pour la santé.

[89] Les éléments contenus dans ce chapitre sont adaptés à l'irrigation mais sont aussi valables dans beaucoup de situations pour l'agriculture pluviale.

La faisabilité pratique de réduction la transpiration non productive reste ainsi assez limitée car l'utilisation d'herbicides peut être nocif à la biodiversité dans les champs et entraîner la pollution des sols et de l'eau.

❖ Optimisation de la Transpiration Productive

Pour la plupart des cultures, il existe une relation linéaire entre la croissance des plantes et la transpiration (sous température et humidité relative constantes), la transpiration ne peut donc pas être réduite sans réduire la croissance des plantes. Cependant, les génotypes peuvent différer dans leur efficacité de transpiration (matière sèche par unité de transpiration) et il est possible de sélectionner les plantes dans ce sens.

Deux autres approches permettent de limiter la consommation d'eau des plantes sans réduire le rendement ou la qualité de la production, à savoir : (i) l'irrigation déficitaire (ID) et (ii) le séchage partiel de la zone racinaire (SPR). Ces méthodes présentent un grand intérêt en période de forte pénurie ou de sècheresse.

❖ Le recours à l'ICD ou Irrigation Complémentaire Déficitaire

Cela consiste à fournir aux plantes des volumes d'eau inférieurs à l'ETP, de sorte qu'un déficit hydrique modéré du sol persiste pendant la saison d'irrigation. Ce genre d'irrigation, qui ne vise pas à remplir complètement la zone racinaire de la plante, s'est révélé, sur le plan pratique, comme une méthode de gestion très performante en cas d'insuffisance de la ressource. Cela permet en particulier de réduire les possibilités de percolation profonde en raison de la non-uniformité de l'application. Pour mette en œuvre cette approche, la flexibilité opérationnelle du système d'irrigation doit s'adapter à des délais plus courts entre les doses d'irrigation. La quantité d'irrigation déficitaire doit être basée sur les régimes locaux de précipitations, la profondeur d'enracinement des cultures et la capacité de rétention d'eau du sol.

Il a été largement établi que la méthode augmente substantiellement l'efficacité de l'utilisation de l'eau, en particulier pour les cultures qui sont plus résistantes tel que la vigne ou l'olivier. Cette pratique s'est également avérée efficace pour les grandes cultures dans les zones tempérées. Il a été aussi démontré que l'irrigation déficitaire peut faire augmenter la matière sèche des racines et tubercules de pommes de terre par rapport aux feuilles et aux tiges. Cependant, l'irrigation déficitaire nécessite une gestion de l'eau très méticuleuse, car un stress hydrique élevé au stade de croissance des plantes peut générer un rendement assez important mais avec une qualité de production inférieure.

❖ Le recours au SRP (Séchage Partiel de la zone Racinaire)

Il s'agit de mouiller et sécher alternativement deux parties spatialement distinctes de la zone racinaire des plantes, avec comme résultat d'augmenter l'efficacité d'utilisation de l'eau d'irrigation sans réduire le rendement des cultures.

Il a été ainsi constaté que lorsque les pommes de terre sont irriguées avec un régime de SRP, 30% de l'eau d'irrigation est économisée tout en maintenant le rendement en tubercules conduisant à une augmentation de 61% de l'efficacité d'utilisation de l'eau d'irrigation. Le SPR constitue ainsi une approche d'irrigation d'économie d'eau prometteuse pour la production de pommes de terre dans les zones aux ressources en eau limitées.

L'ICD et le SPR restent plus aisés à gérer dans des conditions arides ou sous systèmes de cultures protégées (serres ou abris), car des pluies imprévisibles peuvent interrompre le cycle de séchage. D'autre part, les deux procédés en question dépendent de la possibilité d'appliquer des doses d'irrigation assez précises en volume et dans le temps. Par conséquent, ils sont généralement mieux adaptés en irrigation localisée qu'en irrigation gravitaire ou par aspersion

❖ La Réduction de l'Evaporation des Sols Humides

Lorsque les plantes sont encore jeunes l'eau est principalement perdue par évaporation du sol humide, mais une fois que la culture est bien développée et couvre complètement le sol, la transpiration devient le processus principal. D'autre part, lorsque l'intervalle entre les pluies et l'irrigation devient long et la capacité du sol à conduire l'humidité à la surface est faible, la teneur en eau de la couche arable diminue, la surface du sol se dessèche et l'évaporation du sol diminue rapidement. Si l'eau peut être conservée dans le sol pour une utilisation ultérieure, les besoins en eau d'irrigation pourrait être réduits fortement. Des études ont montré que des réductions considérables de l'évaporation du sol peuvent être réalisées, augmentant ainsi la disponibilité de l'eau dans le sol. Dans ce qui suit quelques moyens d'actions.

✓ **Le Paillage**

Le paillage empêche la perte d'eau en recouvrant la couche arable de matériaux perméables tels que le sable, gravier, plastique perforé ou déchets organiques tel que la paille, créant ainsi une barrière qui retient l'eau dans la zone racinaire. Le paillage retient ainsi l'humidité en ralentissant le processus d'évaporation et contribue également à réduire le ruissellement des eaux pluviales. Des résultats de recherche appliquée ont montré que l'évaporation quotidienne moyenne d'un sol nu non ombragé est réduite par un paillis de paille de 0,5 mm / jour dans des conditions sèches, plus de 1 mm / jour dans des conditions limitées d'irrigation et plus de 2 mm / jour sous irrigation complète.

✓ **La culture sans labour**

La culture sans labour, ou semis direct, est une technique culturale simplifiée basée sur l'introduction directe de la graine dans le sol, sans passer par le travail du sol. Cela est censé corriger la méthode traditionnelle de travail du sol brisant les capillaires qui apportent l'humidité à la surface du sol. Il a été démontré que le système de semis direct perd moins d'eau par évaporation que le travail du sol conventionnel. Cela tend à renforcer la structure du sol, favorisant ainsi la rétention d'eau, en particulier dans les couches supérieures du sol. Les sols sous labour zéro peuvent retenir environ 70 pour cent de l'eau disponible pour les plantes à partir de la capacité au champ. En Tunisie, cette technique a été introduite depuis deux décennies dans le Nord pour améliorer l'agriculture pluviale.

III.2.1.2.4 Vers la Création d'un CP2I (Centre de Promotion des Technologies Innovantes de l'Irrigation)

➢ **Intérêt et Cadre Juridique**

Le plus souvent les investissements importants consentis par l'Etat et les agriculteurs en termes d'équipements d'économie d'eau n'atteignent pas complètement leurs objectifs, en raison aussi bien de défauts de fabrication de matériel et de conception des systèmes que d'insuffisances multiples au niveau de la gestion de l'eau à la parcelle. Il s'en suit que les équipements n'atteignent pas l'efficacité d'utilisation ciblée, se dégradent trop rapidement avec pour conséquence le gaspillage d'investissement et de ressources en eau.

L'examen des missions des divers acteurs en charge de la promotion de l'agriculture irriguée montre une lacune institutionnelle, celle de l'absence d'une structure spécialisée dans le domaine des technologies et procédés de l'irrigation moderne. D'où l'opportunité de la création d'une structure en mesure de jouer le rôle de « point focal national pour tous les opérateurs concernés par l'utilisation de l'eau en irrigation », y compris la composante énergétique, dont le champ d'activité soit suffisamment ouvert pour offrir des services techniques à même d'améliorer l'efficience de l'irrigation dans les périmètres irrigués.

Par ailleurs, la formation dans le domaine de l'irrigation peut être considérée comme lacunaire, la formation initiale et surtout continue n'ont pas encore atteint un niveau suffisant, en termes d'effectifs et de qualification, permettant répondre aux besoins. La formation n'occupe la place qui convient au niveau des préoccupations des acteurs concernés, restant trop obnubilés prioritairement par la réalisation d'équipements sans souci suffisant quant aux conditions ultérieures de leur gestion d'exploitation, de maintenance et de performance sociale et économique.

La création d'un CTI, ou « Centre des Technologies de l'irrigation », s'avère nécessaire pour pallier aux nombreuses contraintes de l'« Irrigué » et pour participer à la réalisation de ses objectifs d'ici l'Horizon 2050, les domaines ciblés étant la modernisation et l'efficacité, essentiellement par la numérisation. Les missions du CTI seraient de promouvoir tout ce qui concourt à l'efficacité en termes d'équipements performants, englobant : les stations de pompage, les équipements de production d'énergie renouvelable, les systèmes d'irrigation en amont et, en aval, les systèmes de distribution de l'eau, à l'échelle des exploitations ou pour le compte des GDA, avec l'objectif de gestion optimale du matériel.

Les secteurs de l'agriculture et de l'industrie disposent actuellement d'une large tradition dans la mise en place de « Centres Techniques », qui permettent l'accompagnement du développement sectoriel. Les « Centres Techniques Agricoles » restent à vocation agronomique, chargés notamment de l'expérimentation et de l'adaptation technologique, de l'information et de l'assistance technique aux producteurs, de la formation des techniciens, en rapport avec les activités de production dans le secteur irrigué, dont le « CT de la Pomme-de-Terre et de l'Artichaut », le « CT des Agrumes », le « CT des Dattes », le « CT des Cultures Protégées et Géothermiques », le » CT de l'Agriculture Biologique » et le « CT des céréales ». L'essentiel des activités de ces Centres est en rapport avec productions agricoles irriguées. Leur création a été dans le cadre de la Loi N° 96-04 du 19 janvier 1996, avec des Arrêtés qui permettent de déterminer leurs missions spécifiques et l'approbation de leurs statuts particuliers. Le nouveau CTI peut soIt avoir un statut similaire d'autonomie de gestion, soit être rattaché, en tant unité spécifique, à l'Institut National des Recherches du Génie Rural, des Eaux et des Forêts (INRGREF)

➢ Les Principales Missions du CTI

❖ Domaine de l'eau

✓ Analyse, Essais et Recherche Appliquée

- Le Centre créera, en collaboration avec les services des Ressources en Eau, du Génie Rural, de l'INRGREF et de la Météorologie Nationale, un Système d'Information pouvant permettre la Planification Scientifique et le Pilotage de l'Irrigation à la Parcelle, ainsi qu'un Système de Communication avec les Usagers de l'Eau Agricole, pour la maîtrise de l'arrosage des principales cultures irriguées.
- En outre, le CTI est en charge d'effectuer les essais des équipements d'irrigation produits en Tunisie pour le compte des fabricants locaux, de tester certains équipements importés pour vérifier leurs performances et leurs capacités d'adaptation aux conditions locales ainsi que leur conformité aux directives et normes nationales et/ou internationales.
- Dans le cadre du développement des audits hydrauliques à la parcelle (ou bien l'audit énergétique ou de pompage), le Centre pourra disposer de laboratoires mobiles en vue de diagnostiquer le fonctionnement des systèmes d'irrigation auprès des agriculteurs, en vue d'améliorer l'efficience des systèmes en place et l'uniformité de l'application de l'eau, y compris l'efficacité énergétique des stations de pompage des agriculteurs. L'audit hydraulique des réseaux collectifs sera pratiqué selon la règlementation en vigueur.
- Le Centre œuvrera à la promotion et au développement de technologies innovantes dont la numérisation et la robotisation, capables d'améliorer l'efficience agronomique et économique de l'eau.
- Le CTI proposera aux établissements d'enseignement supérieur et aux organismes de recherche les thèmes de recherches jugés conformes à sa vocation.
- Le CTI assure la normalisation des équipements d'irrigation.

✓ Etudes et Assistance Technique

- Le CTI peut réaliser des études à caractère technique et économique à la demande de l'administration et de la profession pour la promotion de l'efficacité de l'irrigation au niveau des agriculteurs...
- Le CTI peut fournir de l'assistance technique pour accompagner les industriels et les fournisseurs dans leur démarche de développement d'une branche d'activité et d'identification d'opportunités nouvelles pour l'activité.
- Afin de maintenir sa veille technologique et à jour ses compétences le CTI sera appelé à développer des échanges avec les organismes similaires, au niveau national et international.

✓ **Renforcement des Capacités**

- Réalisation de programmes de perfectionnement et de formation continue au profit de l'ensemble des opérateurs : industriels, fournisseurs, bureaux d'études, AVFA et GDA.
- Collaboration avec les autres centres techniques agricoles, l'AVFA et les CRDA pour l'organisation de campagnes de sensibilisation, d'encadrement technique et économique et de vulgarisation de masse au profit des irrigants dans les différents domaines relatifs aux équipements d'économie d'eau et son utilisation rationnelle de l'eau à la parcelle.
- Production de fiches-techniques et de supports audio-visuels en rapport avec la conception, la mise en place, l'exploitation et la maintenance des équipements d'irrigation, ainsi que pour le pilotage de rationalisation de l'utilisation de l'eau d'irrigation, en plus de la collaboration avec l'Administration pour l'Elaboration du Manuel Technique des Bonnes Pratiques en Irrigation.
- Veille technologique de l'irrigation au moyen notamment de la collecte de documentation à caractère scientifique et technique et sa diffusion auprès des utilisateurs.
- L'assainissement /drainage peut être associé souvent à l'irrigation et plus particulièrement l'utilisation de l'eau salée. Le CTI aura à intégrer l'irrigation /drainage, quitte à faire évoluer sa dénomination vers celle de CTID : Centre des Technologies de l'Irrigation et du Drainage.

❖ **Domaine de l'Energie**

En raison du nexus eau-énergie il devrait être préconisé que le CTI (ou CTID) puisse avoir la possibilité de réaliser des actions d'intervention ciblant l'efficacité du pompage agricole (thermique ou électrique), qui intéresse plus de 130 000 unités à l'échelle du territoire, essentiellement dans les périmètres privés, ainsi que sur l'efficacité de l'utilisation des énergies renouvelables dans le domaine de l'irrigation, appelée à un grand développement dans l'avenir. Il s'agirait en l'occurrence d'assurer un test périodique de l'état des pompes. L'amélioration de l'efficacité des équipements de pompage pouvant ainsi permettre de économies d'énergie substantielles, une meilleure de conservation de l'eau et une meilleure qualité de l'eau et de l'air.

Pour la partie énergétique, le Centre assurera de même des missions d'étude et d'assistance technique, et d'amélioration des capacités et de formation comme proposé précédemment pour l'efficacité de l'eau.

III.2.1.3 Usage des Ressources en Eaux Marginales et Irrigation

La deuxième approche de préservation des ressources en eau pour le secteur irrigué consiste à mieux intégrer la prise en compte d'autres ressources en eau à caractère marginal dans l'objectif de réduire la pression sur les ressources en eau dites « conventionnelles » (ressources de surface et souterraines), que ce soit de manière permanente ou à des moments critiques de l'année. Dans tous ces cas l'eau est soit « réutilisée », « stockée » (en utilisant l'eau disponible pendant les saisons où elle est abondante) ou « récoltée » (récupération de l'eau de pluie).

Il est à remarquer que l'augmentation des ressources en eau grâce au recours à des ressources marginales ou non conventionnelles est souvent considérée comme moyen d'augmenter l'offre de l'eau, mais cela peut être aussi classé parmi les instruments de la gestion de la demande en eau, dans la mesure où cela permet dans beaucoup de cas de réduire l'utilisation des eaux naturelles.

III.2.1.3.1 L'Utilisation des Eaux Salées en Irrigation

➢ **Problématique de l'Usage des Eaux Salées**

En Tunisie, les ressources en eau conventionnelles sont « naturellement affectées », à des degrés divers, par la salinité. Environ 74 % des eaux de surface du pays ont une salinité inférieure à 1.5 g/l (82 % des eaux dans le Nord, 43 % des eaux dans le Centre et 38 % des eaux dans le Sud). Pour les nappes phréatiques, seulement 8 % des ressources ont une salinité inférieure à 1.5 g/l et 21% ont 4 g/l et plus. Environ 20 % des ressources souterraines profondes présentent une salinité inférieure à 1.5g/l, 57 % ont une salinité comprise entre 1.5 g/l et 3 g/l, le reste, soit 23 %, est affecté d'une salinité dépassant les 3 g/l.

A long terme ces valeurs relatives risquent de s'aggraver en raison de l'intensification de l'exploitation des ressources et des impacts du changement climatique.

Le « sens des tendances » de la salinité des eaux souterraines est présenté dans le tableau ci-après :

Tableau 72: Les tendances d'évolution de la salinité des eaux souterraines (1998-2008)

Région	Nord-Est	Nord-Ouest	Centre-Est	Centre-Ouest	Sud-Est	Sud-Ouest
Nappes phréatiques	↑	→	↓	↑	↑	↓
Nappes profondes	↑	↑	↑	→	→	↓

***Source** : DGRE*

La salinité des eaux exploitées à des fins d'irrigation se présente comme suit (Cf. Tableau- 73) :

Tableau 73: Salinité des eaux employées en irrigation

Classe de salinité	Volume exploité en Mm^3	Part du volume total en %
S< 1.5 g/l	527	25 %
1.5<S<3 g/l	791	37 %
3 <S < 5 g/l	586	28 %
S> 5g/l	220	10 %
Total	**2 124**	**100 %**

***Source** : DGRE*

Historiquement, du fait de la salinité élevée des ressources en eau, l'irrigation en Tunisie a toujours été dominée par le risque de salinisation des sols. Des variétés de cultures et des pratiques agricoles ont été mises au point empiriquement pour s'adapter à ce phénomène.

Au vu de la longue expérience en la matière, on peut retenir que les eaux de salinité inférieure à 1.5 g/l peuvent être utilisées presque pour toutes les cultures sans risque majeur ; elles sont, néanmoins, les seules adaptées aux cultures maraichères considérées comme étant les plus sensibles aux sels.

Pour les eaux à salinité entre 1.5 et 3 g/l, cela peut être employé pour des cultures arboricoles de type méditerranéen (olivier, grenadier, figuier). Dans cette catégorie, le palmier dattier émerge par son niveau élevé de tolérance au sel.

Quant aux eaux dépassant les 3-4 g/l cela peut être employé pour les cultures céréalières, fourragères et de la betterave à sucre, mais avec des chutes de rendement de l'ordre de 50% pour les cas de plus forte salinité.

Sur le plan agronomique le problème de la tolérance des cultures au sel n'est pas seulement à caractère physiologique, la nature du sol, les pratiques agricoles, le lessivage des sels d'une manière naturelle par les précipitations ou artificielle par les eaux d'irrigation, les méthodes d'irrigation, l'aspect économique lié au niveau de rendement et de rentabilité de la culture, constituent autant de facteurs qui entrent en jeu dans la prise en e compte de la salinité.

On peut, toutefois, estimer, au vu de ce qui précède, qu'un volume de l'ordre de 400 à 500 Mm3 comptabilisé dans les ressources en eau mobilisables du pays ne peut être utilisable directement et d'une manière durable dans le domaine de la production agricole. Ce volume est appelé à augmenter avec l'exploitation non rationalisée de certaines nappes ainsi que l'invasion des eaux marines dans les zones côtières. Le bilan des ressources en eau de la Tunisie doit tenir compte de cette contrainte.

La salinisation des sols irrigués couvre un autre phénomène, connaissant de l'extension en raison de l'utilisation peu rationnelle des eaux salées, avec des risques agronomiques, environnementaux et économiques résultant, entre autres, de la stérilisation des sols et l'abandon des infrastructures hydrauliques.

On recensait dès en 2005 des sols aménagés affectés par la salinisation sur 36% des superficies des PPI et 55 % des PIP. Par ailleurs, l'utilisation de l'eau salée est aggravée par l'« excès d'eau » ou l'« hydromorphie » provoquée par la sur-irrigation et la surélévation du niveau des nappes phréatiques naturelles ou artificielles dans certains PPI, notamment dans les périmètres de la vallée de la Medjerda dans le Nord et les oasis dans le Sud.

On recense actuellement environ 26 % des PPI qui sont affectés par la salinisation associée à l'hydromorphie. Un suivi de la salinisation du sol et un contrôle continu du niveau des nappes s'imposent pour pouvoir engager les travaux de drainage avant la contamination des zones racinaires. Les programmes de suivi de la DGACTA dans ce sens ont besoin d'être renforcés, vu l'ampleur du phénomène surtout avec l'extension illicite des irrigations.

L'écosystème oasien est considéré actuellement comme étant parmi les plus durables et mérite d'être considéré comme un repère. Le palmier-dattier cultivé à des fins économiques est le plus tolérant au sel dans le long terme et dans les conditions suivantes :

i. Valeur limite en sels de l'eau 3-4 g/l,

ii. Sols sableux,

iii. Hydromorphie maitrisée par le drainage.

D'autres cultures sont associées en étages, notamment les fourrages et les céréales qui présentent des niveaux de tolérance au sel assez élevés. Lorsque les conditions de drainage naturel ou artificiel le permettent, le lessivage des sols par emploi d'une quantité supplémentaire d'eau d'irrigation (10 à 15 % des besoins en eau des plantes) est le moyen recommandé actuellement pour éviter la salinisation excessive des sols irrigués.

Des travaux de recherche sur l'impact de la salinité des eaux d'irrigation ont été conduits en Tunisie depuis les années 60. Le Centre de Recherche sur l'Utilisation des Eaux Salées en Irrigation (CRUESI) puis son héritier l'INRGREF ont accumulé une connaissance pratique dans les différentes régions sur l'emploi de l'eau salée en agriculture et accompagné la mise en valeur de plusieurs périmètres publics irrigués.

Ces travaux ont été prolongés, de manière plus ou moins continue, par d'autres services de recherche. Il reste cependant à évaluer, en termes de développement, région par région, les acquis, les insuffisances et les contraintes pour rationaliser davantage l'usage des eaux salées.

Au stade actuel, la tendance à vouloir utiliser des eaux de plus en plus salées en agriculture de se traduisant par de graves problèmes en termes de pérennité. Le tableau ci-après présente des données d'effet de la salinité de l'eau d'irrigation de sur les cultures.

Tableau 74: Estimation des niveaux de rendement en fonction de la salinité de l'eau d'irrigation[90]

Types de cultures	Salinité de l'eau d'irrigation en g/l) pour un niveau de rendement donné (en %)				
	100%	90%	75%	50%	Niveau Sensibilité
Cultures arboricoles					
Abricotier	0.7	0.8	1.1	1.6	S
Amandier	0.6	0.9	1.2	1.8	S
Figuier	1.1	1.7	2.4	4.5	MT
Grenadier	1.1	1.7	2.4	4.5	MT

[90] On tient compte d'une fraction de lessivage de 15-20 % qui conduit à ECe=1.5 ECw (ECe : salinité de l'extrait saturé dans le sol ; ECw : salinité de l'eau d'irrigation).

Tableau 74: Estimation des niveaux de rendement en fonction de la salinité de l'eau d'irrigation[90]

Types de cultures	Salinité de l'eau d'irrigation en g/l) pour un niveau de rendement donné (en %)				
	100%	90%	75%	50%	Niveau Sensibilité
Olivier	1.1	1.7	2.4	4.5	MT
Oranger	0.7	1	1.4	2	S
Palmier-dattier	1.7	2.9	5.8	9.5	T
Pêcher	0.7	1	1.2	1.3	S
Poirier	0.6	1	1.4	2	S
Pommier	0.6	1	1.4	2	S
Vigne	0.6	1.1	1.7	2.9	MS
Cultures maraichères					
Asperge	1.7	5	9	15.5	T
Aubergine	0.6	1	2	4.5	MS
Carotte	0.4	0.7	1.2	1.9	S
Chou	0.8	1.2	1.9	2.9	M
Chou-fleur	1.2	1.7	2.4	3.5	MS
Concombre	1.1	1.4	1.9	2.7	MS
Fraisier	0.4	0.6	0.8	1.1	S
Laitue	0.6	0.9	1.3	2	MS
Oignon	0.5	0.8	1.2	1.9	S
Piment	0.6	1	1.4	2.2	MS
Tomate	1	1.4	1.9	2.7	MS
Grandes cultures					
Betterave à sucre	3	5	6	8	T
Blé	2.5	3	5	7	T
Coton	4	5	6	8	T
Luzerne	0.8	1.5	2.3	4.7	MT
Maïs	0.7	1	1.6	2.5	MT
Orge	4.2	5.4	7	9.5	T

***Source** : D'après Maas & Grattan*

III.2.1.3.2 Choix de Valorisation des Eaux Salées en Irrigation

➢ Gestion des Eaux de drainage

Il s'agit d'eaux qui proviennent des pertes dans les systèmes d'irrigation et de la parcelle, en raison, d'une part, du manque d'efficience dans l'utilisation de l'eau d'irrigation et, d'autre part, du lessivage pratiqué pour lutter contre les sels. Les eaux de drainage peuvent soit s'infiltrer naturellement, soit reprises par les réseaux d'assainissement et de drainage.

Dans le Nord, les rejets rejoignent les systèmes hydrographiques et par là les retenues de barrage, pour être recyclés après dilution dans les différents usages conventionnels de l'eau. Pour le Centre et le Sud, les eaux de drainage rejoignent en grande partie les Sebkhas, pour alimenter les plantes halophytes et participer à la formation des plans d'eau naturels. Il s'agirait a priori d'une fonction écologique, mais qui surpasse le régime l'alimentation naturelle de ces bassins salins.

La salinité des eaux de drainage est élevée et peut dépasser les 8g/l. Elle est cependant très variable, en rapport la salinité de base de l'eau d'irrigation. Les eaux de drainage ne peuvent donc être réutilisées pour la plupart des cultures courantes, ni soutenir aucune agriculture durable. C'est pourquoi une meilleure efficience de l'utilisation de l'eau d'irrigation est à même de se traduire par une réduction des eaux de drainage. Ainsi, la meilleure option reste une gestion de l'eau sur site capable de minimiser la quantité d'effluents à éliminer tout en maintenant un contrôle adéquat de la salinité du sol dans la zone racinaire de la plante car, outre les éléments salins contenus dans l'eau d'irrigation, les eaux de drainage peuvent contenir certes des éléments naturels du sol mais surtout des excédents de fertilisants et d'insecticides à des doses élevées, pouvant être nocives à l'irrigation des cultures et la consommation des animaux.

Toutefois, les eaux de drainage provenant de parcelles soumises à un contrôle rigoureux de la salinité peuvent être utilisées pour l'irrigation de plantes tolérantes au sel tel que l'agroforesterie. Néanmoins, lors de l'irrigation de plantes à haute tolérance au sel, un bon drainage interne et l'élimination de l'excès d'eau utilisée pour le lessivage du sol sont essentiels. Le volume final, plus réduit, d'effluent de drainage, avec une concentration très élevée en sel, est alors rejeté dans un bassin d'évaporation à l'intérieur de l'exploitation agricole, à condition que cela n'entraine pas de risques de contamination des nappes souterraines à proximité. Les sels restants peuvent ensuite être extraits pour d'autres usages extra-agricoles.

➢ Recyclage des Eaux de Drainage

Les quantités d'eau de drainage dans les PPI du Nord sont passées de 92 Mm3 en 2004 à 150 Mm3 en 2015. Ces eaux proviennent de l'excès d'eau d'arrosage et du lessivage naturel ou artificiel des sels. La salinité peut atteindre entre 3 et 4 fois la salinité des eaux d'irrigation dont elle est issue et s'élever à des valeurs de 8 à 12 g/l, soit un niveau salinité non recommandable pour aucun usage agricole direct. Toutefois le recyclage et la réutilisation, indirecte, des eaux de drainage constitue une opportunité voire une réalité, particulièrement dans le grand bassin de la Medjerda. Le mélange, in situ, des eaux de drainage très salées provenant des grands périmètres de la haute vallée (PPI de Jendouba), de la moyenne Vallée (PPI de Testour et Medjez El Bab) et de la basse Vallée de la Medjerda, s'effectue au niveau des retenue de Sidi Salem et Laroussia ainsi que par les tronçons intermédiaires le long de l'Oued. Les eaux salées mélangées aux eaux naturelles sont reprises pour l'irrigation d'autres périmètres ou pour satisfaire les prélèvements des agriculteurs situés sur certains tronçons des deux rives de la Medjerda.

Une étude plus ciblée devrait permettre de mesurer l'étendue du phénomène sur le plan quantitatif et qualitatif et d'optimiser l'usage de ces eaux pour éviter la salinisation des PPI ou leur pollution par les excès de fertilisants et de pesticides.

Dans les oasis du Sud les eaux de drainage sont très fortement salées et ne peuvent être recyclées directement mais pouvant jouer un rôle écologique après déversement dans les zones humides (sebkhas naturelles), tout en remarquant que des projets de recherche dans la valorisation des eaux de drainage des oasis à des fins agricoles n'ont pas abouti à des résultats tangibles.

➢ Le Dessalement des Eaux à des Fins Agricoles

D'importantes ressources d'eau en Tunisie sont de qualité saline médiocre en termes d'usages agricoles, de rendement ou d'impacts sur l'environnement. Ils d'agit des eaux de surface ou souterraines salines « comptabilisées » dans les ressources conventionnelles mobilisables, des eaux souterraines en état de surexploitation ou affectées par l'intrusion marine, des eaux de drainage agricole et des eaux usées traitées très salines.

Ces ressources constituent un enjeu important pour l'agriculture irriguée dans les zones arides et semi-arides du pays. Le dessalement de l'eau est devenu une technologie maitrisée, actuellement dédiée à l'approvisionnement en eau des agglomérations du sud de la Tunisie et constitue également la principale source d'eau potable dans certains pays disposant de l'énergie à bas prix. Les eaux saumâtres et l'eau de mer dessalées sont également employées dans certains pays pour l'irrigation des cultures à fort rapport économique, mais encore dans une dimension réduite.

Pour l'agriculture, l'apport du dessalement consiste soit dans l'accroissement des disponibilités en eau, soit l'amélioration de la capacité productive par une eau de meilleure qualité saline. Quant à l'impact écologique cela découle de la moindre salinisation du sol grâce à une irrigation à base d'eau dessalée, comparée à l'utilisation d'eaux saumâtres.

Néanmoins, il subsiste un effet environnemental négatif, en rapport avec divers facteurs, dont : l'évacuation de la saumure ou des eaux résiduelles produites par le procédé de dessalement, le traitement des additifs chimiques ou anticorrosion, l'impact sur l'esthétique des paysages ruraux, les effets sonores intenses, l'émission de gaz à effet de serre dérivant de la consommation d'énergie, etc. En plus, l'évacuation de la saumure résiduelle dans les zones côtières ou intérieures dans les zones agricoles, n'a pas la même incidence, l'opération étant plus complexe dans le second cas même si les rejets côtiers directs ont des impacts sur l'écosystème marin.

Toutefois, il ne s'agit pas, dans l'ensemble, d'effets plus contraignants que ceux générés par les autres moyens plus « classiques » de mobilisation des ressources hydrauliques. En outre, les procédés du dessalement continuent à s'améliorer en rapport avec les progrès techniques et sous la pression de la réduction des coûts et de la compétition commerciale.

Il s'agit néanmoins de signaler que l'eau dessalée reste trop coûteuse pour beaucoup de cultures et ne serait envisageable que pour les cultures à fort rapport économique. Les eaux saumâtres, moins salines que l'eau de mer et leur dessalement d'un coût moindre, sont préférées pour des fins de production agricole. D'autre part, les installations de dessalement situées à proximité des points d'utilisation sont privilégiées, pour réduire au minimum les coûts de transfert ; en termes de fonctionnement et d'entretien, les petites ou moyennes installations tendent à être moins rentables que les grandes installations (Cf. dans ce qui suit l'Encadré sur l'expérience de la Jordanie).

Encadré N°2

L'expérience Jordanienne en matière de dessalement d'eau saumâtre à des fins d'irrigation.

La rentabilité financière est l'un des principaux facteurs qui influencent la prise de décision concernant l'adoption de la technologie de dessalement en irrigation. Plus de 50 stations de dessalement d'eau saumâtre ont été installées à des fins d'irrigation par les agriculteurs dans la vallée du Jourdain. Dans toutes ces stations la technologie d'osmose inverse est appliquée. Les capacités des stations varient de 360 à 2.400 m³/j. L'eau totale prélevée est de 11,7 Mm3 pour une quantité totale d'eau dessalée de 7,7Mm3 et un rejet de saumures de 4,1 Mm3. L'eau saumâtre est d'une salinité entre 1300 et 7000 ppm, avec une moyenne de 3150 ppm. Les eaux dessalées ont une salinité variant de 50 à 800 ppm avec une moyenne 195 ppm. Les installations fonctionnent généralement 24 h / j en été et 12 h / j en hiver. La seule source d'énergie utilisée pour faire fonctionner ces stations est le réseau électrique. L'eau dessalée est ensuite diluée à une salinité de 700 ppm (400-1000 ppm). L'eau d'irrigation est utilisée, en particulier, pour l'irrigation des bananes, des fraises et des dattes. Ces cultures ont une valeur marchande élevée. Le coût d'investissement moyen par m3/h de capacité installée se situe entre 124 $ / (m³/h) pour les petites stations et 63,5 $/ (m³/h) pour les grandes stations ; la moyenne est de 89 $/ (m³/h). Le coût moyen de dessalement est de 0,38 $ par mètre cube. Les résultats montrent que les grandes stations de dessalement ont un coût de dessalement inférieur à 0,33 $/ m³ par rapport aux petites qui ont un coût moyen de dessalement de 0,48 $ / m³.

(1) Extrait de Qtaishat T. & al, 2017, "Economic Analysis of Brackish-Water Desalination Used for Irrigation in the Jordan Valley".

Encadré 2 : *Expérience jordanienne en matière de dessalement d'eau à des fins d'irrigation*

La Tunisie progresse lentement dans le domaine du dessalement par osmose inverse pour l'usage agricole depuis les années 2000. Quelques dizaines de petits projets de dessalement sont en cours d'exploitation, utilisant pour quelques-uns l'énergie photovoltaïque. On ne dispose pas encore d'une évaluation suffisamment pertinente de ces projets pour en tirer les enseignements nécessaires, mais deux expériences retiennent l'attention : l'irrigation des serres géothermiques à Gabès destinées à la production de primeurs pour l'exportation et la production de plantes condimentaires pour l'exportation en frais dans le Kairouannais.

L'expérience marocaine a été marquée depuis 2015 par une grande ambition dans le dessalement de l'eau de mer en vue d'assurer l'approvisionnement en eau potable de certaines grandes villes ou des agglomérations rurales, ainsi que le renforcement de l'alimentation en eau de certains périmètres irrigués dédiés aux cultures maraîchères à haute valeur ajoutée (Cf. figure II.1). Le projet de la région Souss Massa se distingue par la plus grande station de dessalement de l'eau de mer au niveau mondial. Un dispositif technique et institutionnel assez particulier caractérise ces projets d'irrigation : utilisation des énergies solaires ou éoliennes, participation financière assez consistante des bénéficiaires (de l'ordre de 1000 $ /ha), investissement conçu dans le cadre d'un PPP.

Les pays disposant d'une agriculture irriguée plus développée et dans des conditions méditerranéennes similaires à la Tunisie tel que l'Espagne, la Californie ou l'Australie, ne semblent pas encore engagés de manière approfondie dans le dessalement à des fins agricoles. En termes d'orientations stratégiques pour leurs systèmes hydriques ces pays avancent selon les trois axes suivants : (i) Dessalement complémentaire de l'eau de mer pour les besoins d'eau potable, (ii) Dispositifs d'économie de l'eau tel que les « toilettes à faible débit » ; (ii) Recyclage des eaux usées en utilisant de nouvelles méthodes innovantes de filtration / purification des eaux usées avec réutilisation en agriculture ; (iv) Développement de la micro-irrigation à grande échelle.

Pour Eau 2050 le dessalement des eaux saumâtres va gagner du terrain dans le domaine de l'irrigation, en rapport avec l'amélioration des procédés de dessalement en tant que résultat : des progrès scientifiques et technologiques, de la maîtrise des énergies alternatives et sous l'impulsion des objectifs de réduction ses coûts et de la compétition commerciale.

D'autre part, des agriculteurs performants trouveront dans le dessalement un moyen d'améliorer le rendement et la qualité des produits agricoles de haute valeur ajoutée.

Quant à l'intervention des décideurs publics pour du dessalement à « grande échelle » en faveur de l'agriculture irriguée, cela ne sera pas retenu comme une option stratégique tant que la situation, notamment dans les PPI ou les PIP et les nappes en surrégime d'exploitation, n'ait pas évolué favorablement en termes d'innovation et d'efficacité d'utilisation de l'eau.

Ainsi, le progrès au niveau de l'efficacité sera considéré comme l'objectif primordial. C'est pour cette raison qu'attention particulière aura à être portée concernant l'évolution du contexte de l'irrigation afin d'éviter les dérapages en matière d'installation par les particuliers de nouveaux systèmes de dessalement. Le dessalement ne devrait pas être la solution à la surexploitation des nappes. Cela risque de se transformer en une fuite en avant vers l'exploitation minière de ces nappes. Il y'a lieu de se rappeler à ce niveau le « Paradoxe de Jevons » : avec l'amélioration technologique, la consommation totale de la ressource risque d'augmenter au lieu de diminuer.

Il reste également important d'engager dans les meilleurs délais l'élaboration participative et l'adoption d'une réglementation sous la forme de « cahier des charges » concernant le rejet des saumures produites sur les terres agricoles. Autrement il subsistera le risque de polluer par ruissellement ou infiltration les eaux de surface et les eaux souterraines, parfois de manière irréversible. De plus, les programmes de dessalement devraient être complétés par une bonne gestion des ressources en eau, avec l'application de meilleures pratiques (exigences en matière de lessivage, méthodes d'irrigation améliorées, etc.) et le choix de cultures appropriées. Sur un autre plan, il s'agira de déterminer les tailles optimales des installations et les emplacements les plus appropriés, ainsi que le relèvement du niveau de performance de la gestion opérationnelle des petites installations : connaissances par les exploitants agricoles des processus opérationnels et formation des opérateurs.

Concernant la question relative au fait que « le dessalement devrait en définitive constituer la solution ultime au problème de la rareté de la ressource », la réponse est beaucoup plus nuancée. Le dessalement n'est, en réalité, qu'une pièce de l'énorme « puzzle » de la gestion de l'eau, et la décision pour le choix du dessalement doit ainsi émaner d'une recherche d'optimisation qui tient compte de toutes les autres alternatives d'approvisionnement disponibles.

III.2.1.3.3 La Réutilisation des Eaux Usées en Agriculture

➢ Caractérisation de l'Existant

La réutilisation des eaux usées traitées (REUT, Reuse) a constitué un des axes stratégiques de la politique de l'eau en Tunisie, avec des objectifs de réduire des risques de pollution par les eaux usées urbaines et de valoriser économique de ces eaux, dans un contexte de pénurie d'eau et un but d'allègement de la pression sur les ressources en eau conventionnelles.

Les premières interventions engagées ont concerné la Sauvegarde du Périmètre Agrumicole de La Soukra suite à l'exploitation trop intensive de la nappe souterraine depuis les années 1960. Le résultat a été positif avec le maintien du périmètre en exploitation jusqu'à son déclin causé par l'invasion urbaine.

Cela avait donné beaucoup d'espoir à la maîtrise de ce genre de ressource dans une optique agricole.

En 2017 on compte 122 stations d'épuration (STEP), dont 105, considérées essentielles, ont permis de produire 282 Mm 3 d'eau usée traitée. Ce volume constitue environ 10 % du volume d'eau total disponible pour le pays en année sèche et 6% du volume disponible en année moyenne.

Toutefois, la réutilisation effective des EUT s'est limitée en 2017 à 22 Mm3, soit 0.8 % de la demande totale, estimée à 2.700 Mm3 la même année. Le volume utilisé est destiné essentiellement à l'irrigation agricole (65%), l'irrigation de golfs (31%), l'irrigation des espaces verts (2%) et la recharge des nappes (1%). La superficie aménagée pour les EUT est de 8 500 ha, la superficie irrigable actuellement n'est que de 6 500 ha, dont 2700 ha sont effectivement irrigués.

Ramenée aux investissements consentis pour l'aménagement de PPI de réutilisation la Reuse Tunisienne est restée trop en-deçà des attentes.

L'étude réalisée en 2019-2021 (DGGREE/MARHP) du Plan National Directeur de Réutilisation des Eaux Usées Traitées « Water Reuse 2050 » a eu pour objectif de proposer une stratégie pour le développement de la REUT à l'Horizon 2050, avec 3 phases : (a) Phase 1 : Diagnostic de la REUT ; (b) Phase 2 : Perspectives de la REUT et Stratégie ; (c) Phase 3 : Elaboration du Plan Directeur « Water Reuse 2050 ».

La première phase, achevée en décembre 2019, a identifié les « blocages » entravant le développement de la REUT, présentés sous la forme de quatre défis à relever :

i. *L'approche intégrée* pour le développement et le suivi dans le temps de la REUT ;
ii. *La gouvernance* de la filière *EUT ;*
iii. *La qualité des EUT* produites et distribuées ;
iv. *La maîtrise des risques,* sanitaires et environnementaux.

Pour chacun de ces défis, un objectif a été proposé constituant la cible à atteindre et représentant la déclinaison des attentes.

Le tableau suivant présente les conclusions et les recommandations pour les différents usages des EUT.

Tableau 75: Conclusions et recommandations de l'étude pour les différents usages des EUT

Usages	PRINCIPALES CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS
Irrigation agricole	- **Planifier les projets en impliquant** directement les agriculteurs ; - Analyser la **disponibilité des ressources en eau conventionnelles** qui sont, en règle générale, préférées aux EUT ; - Analyser la **disponibilité quantitative et la compatibilité entre la qualité des EUT et les usages** ; - Vérifier que le contexte socio-économique des exploitations agricoles est cohérent avec la création du périmètre irrigué visé (caractéristiques des exploitants, modèle d'exploitation, etc.) ; - Développer une réglementation adaptée aux différentes cultures ;

Tableau 75: Conclusions et recommandations de l'étude pour les différents usages des EUT

Usages	PRINCIPALES CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS
	- **Améliorer l'évaluation des risques**, en cherchant à réduire le risque à faible coût ; - Renforcer les **capacités des intervenants,** à tous les niveaux ; - Renforcer les campagnes de sensibilisation et de communication ; - **Améliorer les performances techniques sur le long terme**, notamment en termes de technologies complémentaires de traitement, du stockage et la gestion de l'eau dans des grands réservoirs, du mélange des eaux ; - Sur le plan économique et financier, **s'approcher des coûts réels de l'eau et monter des modèles équitables et justes, tout en restant incitatifs.**
Golfs et espaces verts	- **Définir des normes spécifiques pour la REUT** pour les golfs et les espaces verts ; - Créer un **cadre pour le suivi de la REUT** et renforcer les analyses de qualité de l'eau et les contrôles ; - **Améliorer la communication avec l'ONAS**, notamment, en cas de problèmes de qualité ; - **Améliorer la communication avec les services de l'Etat** en charge de la REUT, pour garantir un appui institutionnel aux professionnels en charge de l'irrigation des golfs, et espaces verts ; - **Rédiger un cahier des charges pour garantir les bonnes pratiques pour la REUT des golfs et espaces verts** (règles de sécurité et sensibilisation des professionnels, règles relatives au suivi, etc.).
Recharge de nappes	- Elaborer un **guide pratique décrivant les différentes actions à entreprendre au niveau d'une station de recharge ;** - Définir les **normes de qualité à respecter** pour la recharge de nappe et **développer les traitements nécessaires pour atteindre cette qualité** (en amont de la réutilisation et au niveau de la zone de recharge) ; - **Garantir un suivi de la qualité de l'eau de la nappe régulier** permettant l'utilisation en toute connaissance des risques.
Valorisation écologique des EUT	- Etablir un **état initial du milieu considéré** et fixer des objectifs liés à la réutilisation et établir des indicateurs qui permettront **d'évaluer si les objectifs sont atteints ou non ;** - Assurer un **contrôle régulier, à la fois quantitatif et qualitatif** du rejet de l'ONAS, ainsi qu'une **évaluation des impacts sur le milieu ;** - **Prendre l'ensemble des décisions liées au milieu, en concertation avec toutes les parties prenantes** impliquées/impactées par le projet.
Usage industriel	- **Définir des normes adaptées à l'usage industriel**, pour adapter le traitement des eaux usées en conséquence ; - **Favoriser de bonnes interactions avec les services de l'Etat** en charge de la REUT, pour garantir l'appui institutionnel adéquat aux professionnels des Industries. - **Favoriser de bonnes interactions avec l'ONAS**, notamment en cas de problèmes de qualité.

***Source** : DGGREE/BRLi & al, 2019*

➢ Changement de Paradigme en matière de REUSE

❖ Contraintes Majeures de la REUSE

Les principales contraintes sont bien développées dans le rapport de l'étape 2 (volume 2) de l'étude et se présentent comme suit :

- Emplacement des STEP par rapport aux terres agricoles ;
- L'existence de ressources en eau conventionnelle en particulier dans le pôle du Grand Tunis qui produit 45 % environ des volumes ;
- Les restrictions culturales ;
- La qualité des eaux usées traitées souvent mise en cause ;
- La réticence des agriculteurs ;
- Le manque de diversification.

❖ La REUT et l'Intensification Agricole des PPI

L'intensification agricole dans les périmètres irrigués aux EUT impacte vers la baisse la demande en eau de ces périmètres, d'où la nécessité pour l'ONAS de trouver des alternatives coûteuses en investissement pour le déversement en milieu naturel des volumes excédentaires par rapport à l'utilisation agricole. Par ailleurs, la demande agricole en EUT est saisonnière et fonction du cycle cultural, ce qui est incompatible avec le niveau de production quasi constant des EUT par les STEP.

Dans la Basse Vallée de la Medjerda se côtoient le plus grand périmètre irrigué aux EUT de Henchir Tobias (Ariana - STEP de Cherguia) et le plus grand périmètre irrigué avec des eaux naturelles (Eaux transférés du Nord/ Retenue de Sidi Salem) et, malgré la nature différente des deux types d'eaux, les deux périmètres souffrent des mêmes contraintes d'utilisation des eaux et présentent des taux d'intensification agricole pouvant être considérés comme faibles.

Ainsi, l'approche en matière de Reuse qui a prévalu depuis les années 60 Tunisie a montré ses limites : d'une part, la qualité saline des EUT n'est pas, dans la majorité des cas, compatible avec une utilisation agricole durable ; d'autre part, le Nord où se produit le plus de quantité d'EUT, est dans l'incapacité de valoriser ses EUT dans l'agriculture. D'où l'idée de transfert des EUT sur des longues distances, tel que vers le Centre, ou les recharger dans des nappes en surexploitation (Voir le cas de la STEP de Korba). Entre temps, l'ONAS reste toujours à la recherche de solution pour rejeter ses excédents dans les milieux naturels.

❖ Changement de Paradigme et Economie Circulaire

Nonobstant les préconisations « classiques » de l'étude stratégique « Reuse 2050 », une approche linéaire ou en silo risque de ne pas aboutir aux meilleurs résultats. Une politique de l'eau ambitieuse en matière de REUT devrait adopter le concept économie circulaire, car le modèle économique classique actuel, basé sur le principe de la consommation linéaire « extraire, produire, consommer et jeter », a résolument atteint ses limites.

Beaucoup de pays, sous l'effet d'un côté du dérèglement climatique, l'explosion démographique, la raréfaction des ressources et, d'un autre côté, des nouvelles conquêtes technologiques, des nouvelles chaînes de valeurs et des nouveaux modes de comportement socioéconomique, l'économie circulaire s'affirme de plus en plus comme le nouveau modèle économiquement durable et socialement acceptable.



Figure 62 : Schéma générique de l'Approche circulaire- Cycle économique de l'eau et des eaux usées

L'application de l'économie circulaire demeure pertinente en termes de solutions ou d'alternatives mais suppose une réflexion d'intégration et de cohérence au niveau du « complexe : Eau potable /Eau usée ». Les a politiques d'eau potable et d'eaux usées sont conduites de manière déconnectée et la réutilisation ne reste envisagée qu'à caractère agricole ou assimilé, alors que la perspective d''utilisation des EUT reste ouverte dur toute sorte d'usage : pour l'eau potable après traitement approprié, l'utilisation domestique non potable (piscine, chasse d'eau, arrosage des jardins, lavage des véhicules…), l'usage industriel avec réutilisation sur place, la recharge des nappes aquifères en situation d'exploitation intensive, l'irrigation agricole conventionnelle et la réutilisation environnementale, chaque domaine d'utilisation ayant ses propres exigences et normes de qualité.

Pour le Grand Tunis, principal pourvoyeur en EUT, la situation est paradoxale, la région étant approvisionnée en eau potable essentiellement par le transfert des eaux du Nord alors que l'on cherche à transférer ses EUT à d'autres régions ou à les valoriser dans l'agriculture, mais sans succès, vu les conditions climatiques assez favorable de la région Nord. Le transfert long et le traitement des eaux brutes pour les rende potables sont plus coûteux que des traitements très affinés d'EUT. Ainsi, une approche « économie circulaire » réduira beaucoup les volumes de transfert du Nord, qui seront valorisés à d'autres fins, et constituera une politique de préservation effective d'eau pour l'ensemble du pays.

Enfin, tout comme le cycle de l'eau en général, la chaîne de réutilisation des EUT pour l'agriculture a des dimensions hydrologiques, agronomiques, économiques, sociales et politiques qui ne peuvent être isolées les unes des autres. Dans le même esprit que précédemment, les périmètres irrigués du Grand Tunis (parmi les plus importants du pays) sont approvisionnés en eau grâce au transfert des eaux du Nord et à travers l'axe de l'Oued Medjerda lui-même. Un traitement adéquat des EUT et une dilution de ces eaux à travers l'O. Medjerda ou des retenues appropriées dans la zone concernée permettront d'aboutir à long terme à des résultats économiques plus probants : économiser l'eau des transferts pour un usage plus conséquent dans la région d'origine, une consommation plus importante des EUT par des périmètres irrigués ayant une intensification agricole assez avancée et éviter le recours au rejet en mer des EUT.

III.2.1.4 Politiques d'Intensification par l'Irrigation et de Développement Agricole

Les mécanismes autres que techniques ou en rapport avec le renforcement de l'utilisation des ressources en eau non conventionnelles incluent : la politique agricole pour une meilleure valorisation de l'eau et une sélection raisonnée des cultures, la réglementation, la régulation, la tarification, la sensibilisation, la recherche, etc.

Ces différents mécanismes d'intervention peuvent aussi s'accompagner de l'adoption de technologies innovantes pour une meilleure gestion des ressources conventionnelles ou l'utilisation d'autres ressources dites non conventionnelles.

Ces différents instruments peuvent, dans le cas d'une bonne synergie de cohérence et d'efficacité, aboutir à des résultats satisfaisants si cela est conduit de manière à limiter l'utilisation de l'eau, allouer de l'eau de manière transparente aux usages concurrents et lisser les prélèvements d'eau pour limiter les impacts environnementaux en particulier la salinisation, l'hydromorphie des sols et l'exploitation irrationnelle des nappes.

III.2.1.4.1 Productivité de l'Eau Agricole et Systèmes de Culture

➢ Productivité de l'Eau dans l'Agriculture

La Tunisie peut se trouver confrontée à deux genres de crises ayant un rapport avec la gestion de l'eau agricole : Un premier de crise lié à la rareté des ressources en eau (sécurité hydrique), et un deuxième de type agricole en rapport avec la production de produits agroalimentaires (sécurité alimentaire). Pour un pays aride et semi- aride, les deux genres de crises sont interdépendants (Nexus Eau-Alimentation).

Compte tenu des volumes d'eau impliqués dans l'agriculture et de la croyance largement répandue que l'utilisation de l'eau dans l'agriculture est relativement peu efficace, on pense que des améliorations de la productivité de l'eau agricole pourraient avoir de grandes implications sur à la fois les bilans hydriques et alimentaires.

Ces améliorations permettraient alors :

- Une production agricole supérieure en quantité et en qualité avec le même volume d'eau ou, autrement,
- L'obtention de la même quantité de production agricole avec moins d'eau, conduisant ainsi à des économies d'eau qui pourraient être réaffectées à d'autres usages prioritaires ou de plus grande valeur ajoutée ou à un usage écologique déterminant.

La *« productivité de l'eau dans l'agriculture »* devient ainsi un instrument majeur de pilotage décisionnel, l'amélioration de la productivité se transformant en un objectif stratégique d'orientation des politiques agricoles.

Toutefois, il s'agirait, au préalable, de préciser le contour de la productivité. En effet :

- L'état de l'art reste relativement vague concernant le sens à donner à la « productivité de l'eau agricole », même si l'on admet qu'il s'agirait du « plus de rendement de culture par unité de volume d'eau », en zoomant ainsi sur le facteur « eau », comme si c'était le seul intrant agricole qui comptait alors que les choix culturaux dépendent d'autres facteurs que celui relatif à l'eau ;
- Il y a peu de développements concernant les instruments disponibles pour améliorer la productivité de l'eau agricole et de quel genre d'interventions il s'agit qui soit à la fois appropriée et applicable pour chaque configuration productive spécifique ;
- Peu d'attention est accordé au suivi et à la mesure des résultats des différentes interventions, de telle manière que les mesures faisant apparaitre clairement les résultats positifs des interventions (telles que les économies d'eau, variétés culturales…) sont rares ;

Par ailleurs, il s'agit de relever la « complexité d'amélioration de la productivité et l'efficacité de l'eau agricole », en raison du nombre important d'obstacles, dont le fait que : (i) l'eau est rarement consommée d'une façon complète au cours de son « usage » ; (ii) les externalités (impacts sur les nappes, la salinité des sols, etc.) ne sont pas souvent bien perçues avec comme effet une faible des coûts dans leur complétude, ce qui biaise les décisions des utilisateurs, (iii) la difficulté de tirer des enseignements de ce qui est observé sur le terrain (au niveau de l'exploitation agricole / du système d'irrigation) avec des effets à caractère local et régional, allant jusqu'au bassin versant.

➢ Multidimensionnalité Hydrique, Agronomique et Economique de la Productivité de l'Eau Agricole

La productivité de l'eau agricole est multidimensionnelle englobant : l'irrigation, l'agronomie et l'économie, chaque thématique ayant tendance à accorder des sens termes aux termes « efficience »[91] et « productivité » de l'eau agricole qui demandent de la mise en cohérence. C'est ainsi que :

- Pour les ingénieurs l'efficience » de l'irrigation, exprimée en %, est définie comme étant le rapport entre l'eau « consommée » par les cultures et l'eau « appliquée » (efficience de l'irrigation à la ferme). Cela revient, pour les réseaux d'irrigation, à ce que l'efficience soit le rapport du « volume d'eau distribué à la limite de l'exploitation » au « volume d'eau prélevé à la source au départ du système d'irrigation » ;

- Pour les agronomes l'« efficience d'utilisation de l'eau », exprimée en Kg/m^3, est le rapport entre la biomasse (ou le rendement produit) et l'eau évapotranspirée (ou encore l'eau consommée ou bien appliquée) ; l'efficience ainsi mesurée restant variable en fonction des espèces et des conditions climatiques ;

- Pour les économistes, la productivité de l'eau agricole est le rapport entre la « production agricole » et l'« eau consommée dans le processus de production ». Au niveau de la pratique la productivité, en D/m^3, est mesurée par le rapport de « la marge brute » au « volume d'eau consommée par la culture en tant qu'eau d'irrigation et eau pluviale ». Pour l'agriculteur, la productivité économique de l'eau d'irrigation peut constituer une variable pertinente pour les décisions de production lorsque l'utilisation de l'eau est un facteur limitant, avec des coûts directs impactant la marge.

En raison de la complexité des questions posées, le recours à des mesures de productivité ne s'appuyant que sur un facteur à l'exclusion de tous les autres, tel que le rendement optimal par unité de volume d'eau, en raison de toutes ls formes d'intervention pour le hausser, cela devient peu pertinent de servir d'outil de décision d'efficacité.

Il s'avère ainsi, en raison de ce qui précède, de faire appel au plus large éventail de paramètres d'évaluation à même de mieux tenir compte de la complexité de la production agricole, y compris la prise en compte de facteurs de production extra-hydriques, dont la possibilité de substitution entre intrants et extrants, l'intégration des coûts et des prix, l'incorporation des externalités. La même démarche d'enrichissement de l'approche d'évaluation de l'efficience peut englober : (i) les comportements des agriculteurs en rapport avec les incitations ; (ii) l'intérêt accordé à la productivité du système cultural par l'exploitant, étant entendu que la stratégie de l'agriculteur est mieux saisie à travers l'assolement que pour une culture prise à part ; (iii) le cadre juridique et institutionnel.

En termes d'orientation stratégique, pour accroître la productivité de l'eau, l'un des leviers les plus efficaces se trouve au niveau du « relèvement des bas rendements », tel que par l'amélioration de la pratique agricole par une fertilisation raisonnée. Dans l'hypothèse d'un relèvement des rendements de l'agriculture irriguée à un niveau pouvant être considéré comme satisfaisant, tel qu'un rendement moyen 75 % au lieu des 50% actuels, à production constante l'utilisation de l'eau à l'échelle du pays sera réduite.

Ce genre de performance peut être obtenu grâce à une meilleure couverture du sol par les feuilles, soit une meilleure récupération de l'eau par la plante et une réduction de l'évaporation. Au moyen de ce genre d'approche extra-hydrique le potentiel de gain de productivité devient plus élevé dans des exploitations et des périmètres à bas rendement. Si l'on considère le cas des céréales irriguées dans le Nord-ouest, la productivité, relative, de l'eau augmente plus quand on gagne 10 q/ha en partant des bas rendements (inférieurs à 35 q/ha) que dans les franges de rendements élevés.

Ainsi, il ne s'agirait pas d'oublier que la productivité de l'eau peur renvoyer à une question agronomique tel que : (i) l'amélioration des pratiques agricoles y compris les techniques de préservation de l'eau dans le sol ; (ii) l'amélioration génétique qui utilise les mécanismes naturels pour mieux valoriser l'eau.

[91] On emploie les termes « efficace » et « efficience » dans un sens univoque, cependant, des nuances entre les deux termes existent. L'efficience (effectiveness en anglais), c'est l'aptitude à réaliser de manière rationnelle de bonnes performances pour une activité ou un travail donné, à optimiser le moyen disponible ou alloué pour atteindre un résultat. L'**efficience** ne doit pas être confondue avec l'**efficacité** (*efficiency* en anglais) qui est la capacité à atteindre des objectifs prédéfinis sans considération des moyens utilisés. L'efficience ne garantit pas l'efficacité et inversement.

L'histoire du progrès technologique en agriculture montre que l'amélioration des techniques culturales va toujours en parallèle avec l'amélioration génétique en termes d'utilisation raisonnée des ressources génétiques de chaque espèce (dont notamment les céréales blé et orge) pour exploiter au mieux le contexte cultural, chaque approche profitant des effets positifs de l'autre.

Les encadrés ci-après illustrent la prise de conscience quasi généralisée des organismes internationaux tant scientifiques que du développement au cours de la dernière décennie concernant l'importance de la productivité de l'eau comme moyen de tirer profit des ressources hydriques limitées des régions arides et semi-arides.

Encadré N°3

Efficacité et productivité de l'eau agricole En Méditerranée

De nombreux pays de la région méditerranéenne sont situés dans les régions arides à semi-arides du monde qui sont caractérisés par des ressources en eau limitées et une pénurie d'eau croissante. La gestion durable de ces ressources deviendra dans l'avenir de plus en plus complexe et difficile à, maitriser, à mesure que les changements climatiques, la fréquence et l'intensité des sécheresses et des pénuries d'eau vont en s'amplifiant... Ces conditions risquent de provoquer une pression sans précédent sur la part d'eau douce destinée à l'irrigation, et forceront de nombreux pays à réformer leur politique d'allocation de l'eau pour donner la priorité à la demande en eau domestique et industrielle. En tant que telle, l'agriculture irriguée sera le secteur qui en subira le plus les effets, réclamant ainsi ce qui reste des ressources encore disponibles et utilisant en compensation les eaux usées traitées. Dans de nombreux cas, l'agriculture est invitée à réduire ses allocations d'eau au profit d'autres usages, malgré la demande croissante en produits alimentaires. Cette situation crée un conflit qui devrait être résolu et pourrait être atténué en adoptant différentes options d'utilisation de l'eau pour une agriculture durable. Accroître l'utilisation efficace de l'eau dans l'agriculture serait une option de choix car elle est considérée comme une approche non structurelle clé de la gestion des ressources en eau.

Les questions relatives à l'efficacité de l'utilisation et de la productivité de l'eau agricole sont très importantes, car elles sont encore largement faibles dans de nombreux pays, en raison de divers facteurs tels que le mauvais rendement des systèmes d'adduction et de distribution, l'irrigation excessive et la gestion peu rationnelle de l'eau d'irrigation. Par conséquent, l'amélioration de l'efficacité de l'utilisation et de la productivité de l'eau sur une base durable est un énorme défi pour les pays en situation de stress hydrique dans la région méditerranéenne. Ceux-ci devraient définir des stratégies et planifier la conception et la mise en œuvre de programmes qui aident à accroître l'efficacité de l'utilisation de l'eau par les agriculteurs tout en augmentant leurs revenus agricoles. Cela va nécessiter la mise en œuvre d'une combinaison de services technologiques, éducatifs et de vulgarisation couplée à des programmes de recherche et à un cadre politique adéquat afin de refléter le coût d'opportunité réel de l'eau. L'accent devrait être mis sur la sélection des cultures avec une amélioration des performances de la commercialisation des produits agricoles en vue d'augmenter la valeur ajoutée et le retour sur l'investissement agricole dans le secteur irrigué. Le problème ne se limite pas aux pays du sud de la Méditerranée mais il a atteint parfois d'autres pays humides à fortes précipitations comme la France, l'Espagne, l'Italie et la Grèce, ce qui les oblige à imposer des restrictions temporaires dans l'approvisionnement en eau agricole. La productivité et la compétitivité agricoles dans toute la région sont actuellement affectées par la pénurie d'eau et l'utilisation peu efficiente de l'eau ; l'efficacité moyenne d'utilisation de l'eau pour le secteur varie en général de 40 à 45%. Cette efficacité de l'irrigation se compose de divers éléments prenant en compte les pertes lors du stockage, du transport et de l'application de l'eau à la parcelle, tandis que la productivité optimale de l'eau peut prendre en considération la répartition et la programmation appropriées de l'eau, la sélection de cultures de haute valeur ajoutée, le moment de l'irrigation et d'autres pratiques de gestion de l'eau à la parcelle.

D'après « Options méditerranéennes », Séries B, n°57

Water Use Efficiency and Water Productivity

Encadré 3 : *Efficacité et productivité de l'eau agricole En Méditerranée*

Encadré N°4

Améliorer la productivité de l'eau dans l'agriculture comme objectif politique important

Partenariat mondial pour l'eau : *[Vers la sécurité de l'eau (2000)]* Un objectif mondial important de *la sécurité de l'eau est l'augmentation de 30% de la productivité de l'eau pour la production alimentaire en 2015.*

Conseil Mondial de l'Eau : *[Vision mondiale de l'eau (2000)]* Pour éviter l'intensification de la crise de l'eau, environ la moitié de la demande accrue d'utilisation de l'eau à des fins agricoles en 2025 devrait être satisfaite par une augmentation de la productivité de l'eau.

Groupe de la Banque mondiale : *[Soutenir l'eau pour tous dans un climat en évolution (2010)]* La productivité de l'eau dans l'agriculture est un problème qui est devenu critique.

UNESCO : *[Rapport 3 des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau dans le monde (2009)]* Une augmentation de la productivité de l'eau des cultures est nécessaire dans le but de réduire la pression pour développer de nouvelles sources d'approvisionnement ou augmenter l'allocation d'eau à l'agriculture.

FAO : *[faire face à la pénurie d'eau (2012)]* La gestion de la demande est une option importante pour faire face à la pénurie de l'eau, l'augmentation de la productivité de l'eau agricole étant la voie la plus importante pour gérer la demande en eau dans l'agriculture.

Groupe de la Banque Mondiale : *[Plan d'action agricole (2013)]* En particulier dans les régions où la portée de l'expansion de l'agriculture irriguée est limitée, des efforts supplémentaires sont nécessaires pour mieux utiliser l'eau disponible, augmenter la productivité de l'eau et son utilisation durable.

Encadré 4 : *Efficacité et productivité de l'eau agricole En Méditerranée*

III.2.1.4.2 Indicateurs Technicoéconomiques de la Productivité de l'Eau par Produit et par Zone

Des projets de recherche et d'autres études relatives aux aspects agroéconomiques de l'irrigation ont essayé d'explorer le potentiel d'amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau dans le secteur agricole. Le travail le plus exhaustif qui couvre tous les étages bioclimatiques du pays est réalisé par de l'ESA Mograne en 2017-2018, englobant notamment l'estimation de l'eau virtuelle dans les différentes cultures en plus de la productivité de l'eau agricole.

Parmi les résultats de ces études (voir annexe) il y a lieu de citer les valeurs significatives suivantes :

- ✓ L'oignon présente la meilleure valorisation économique de l'eau d'irrigation avec 2,12 DT/m^3 ;
- ✓ Dans l'étage semi-aride inférieur du Centre-Ouest, la pomme de terre et les agrumes ont les meilleures valeurs d'eau d'irrigation avec respectivement 1,7 et 1,3 DT/m^3 ;
- ✓ Dans certaines zones du Nord-ouest, la pomme de terre et les agrumes occupent toujours les premières places avec respectivement 1.5 et 0.8 DT/m^3 ;
- ✓ Dans le Nord-est, en étage semiaride supérieur, les valeurs la pomme de terre et les agrumes sont respectivement de 1.95 DT/m^3 et de 2 DT/m^3 ;
- ✓ Concernant la productivité économique de l'eau totale utilisée (eau bleue + eau verte), celles de la pomme de terre et des tomates sont les plus élevées au niveau de l'étage humide subhumide (Nord-ouest / est), suivies par le blé en irrigué et en pluvial ;
- ✓ En semi-aride supérieur (Nord-est), on a enregistré les meilleures valeurs de la productivité économique apparente de l'eau. Elle dépasse les 3,4 DT/m^3 pour la pomme de terre et elle est proche de 2DT/m^3 pour les agrumes et les tomates, suivies par l'oignon ;
- ✓ Parmi les cultures étudiées, le blé en pluvial présente la plus faible productivité dans cet étage ;

- ✓ En semi-aride inférieur (Nord-est), la pomme de terre présente toujours une productivité qui dépasse les 3DT/m^3, suivie par les tomates et les agrumes ;
- ✓ En zone aride (Centre-est), également, les cultures maraichères et notamment l'oignon présentent les meilleures productivités de l'eau suivies par l'olivier ;
- ✓ Les dattes dans l'étage saharien du Sud présentent la plus faible productivité économique de l'eau (0,4 DT/m^3) par rapport aux autres cultures étudiées dans l'étage en question.

Ainsi, à une échelle globale, en se basant sur les indicateurs économiques de l'usage de l'eau et sur la quantification des teneurs en eau virtuelle, il est possible d'identifier les cultures les plus valorisantes de l'eau. L'oignon, la pomme de terre, les agrumes et la tomate sont les cultures qui disposent des meilleures valeurs de l'eau d'irrigation et de la productivité économique de l'eau totale utilisée, contre des teneurs en eau virtuelle relativement faibles.

D'un autre côté, les dattes, le blé et l'huile d'olive conduits en irrigué forment un deuxième groupe caractérisé par des teneurs en eau virtuelle élevées et une valeur économique de l'eau relativement faible.

III.2.1.4.3 Productivité de l'Eau, Choix Culturaux et Développement Agricole

Les résultats avancés précédemment, sur la productivité de l'eau, sont relatifs à des « cultures décontextualisées », sans prise en compte des systèmes de cultures, de la taille des exploitations ni des revenus générés. En tant que tel cela ne permet pas d'orienter les options ou choix culturaux, en sec ou en irrigué, pour les différentes régions.

Une vision plus intégrée de la valorisation de l'eau agricole s'impose. En effet, le palmier-dattier pris d'une manière isolée ne semble présenter que l'une des productivités économiques les plus faibles, alors que cette culture offre d'autres utilités agronomiques dans la protection des étages culturaux associés, qui permet même de l'envisager hors de tout objectif de production marchande.

D''autres considérations entrent en jeu dans la stratégie des agriculteurs tel que l'adoption de la diversification des cultures pour se prémunir des accidents climatiques, des attaques de parasites et des maladies ou encore des vicissitudes du marché.

Ainsi, pour l'optimisation des systèmes de cultures en fonction de la disponibilité en eau, des éléments extra-hydriques de stratégie doivent être mobilisés au service des agriculteurs. Les choix de cultures (espèces, variétés) devraient être envisagés en prise en compte de la rareté et la qualité de la ressource, tel que privilégier les cultures d'hiver, les espèces tolérantes au climat et à la qualité de l'eau.

Il demeure ainsi impératif de s'interroger sur la façon d'adapter les systèmes de culture à une disponibilité en eau réduite et variable (rapport entre tipes de sols, précipitations et modes d'irrigation), de diminuer la sensibilité aux déficits hydriques et conditions restrictives (pas ou peu d'irrigation) et en général de réduire les besoins en eau des systèmes irrigués.

Des pratiques agronomiques adaptées et une sélection appropriée des cultures peuvent économiser l'eau et réduire les rejets de drainage.

Les biotechnologies peuvent fournir des semences ayant de meilleurs rendements, une meilleure résistance aux parasites et aux maladies, et une plus grande tolérance aux inondations, sécheresses et eaux salines.

Une technologie idoine – qu'elle soit simple ou sophistiquée - économisant l'eau et augmentant le rendement, accroît la productivité de l'eau.

De meilleurs systèmes de communication peuvent permettre des informations sur le marché, le climat, etc. qui vont améliorer les décisions en matière de production.

L'adoption des meilleures pratiques et technologies améliorent les capacités de management des organismes de gestion de l'irrigation et du drainage, conduisant à des services meilleurs et moins chers.

Les systèmes de cultures en Tunisie sont soumis à des conditions hydriques qui deviendront de plus en plus limites et incertaines (augmentation de l'occurrence d'épisodes de déficit hydrique, tensions croissantes entre les agriculteurs et des conflits entre secteurs d'usage). D'où la nécessité de s'interroger sur la façon d'adapter ces systèmes à une disponibilité en eau réduite et variable (sol, précipitations, irrigation), de diminuer leur sensibilité à des déficits hydriques en conditions restrictives (pas ou peu d'irrigation) et de réduire les besoins en eau des systèmes irrigués.

L'agriculture irriguée est dominée par l'arboriculture et les cultures maraichères qui occupent 56% et 30% des superficies réellement irriguées. L'élan pris par l'arboriculture l'a particulièrement été par l'extension des oliveraies irriguées dans toutes les régions et notamment dans le Centre. Ainsi, les superficies en plantations permanentes ont plus que doublé entre les années 1980 et 2010. Les besoins en eau de ces cultures sont relativement élevés et la demande en eau correspondante se concentre pour la majorité des espèces pendant la saison sèche.

Le changement en matière de modes de culture est le résultat de l'augmentation des revenus tirés des spéculations concernées et de la dynamique de marché, en internes et à l'international. Les cultures permanentes exercent de la pression sur la demande en eau, ce qui explique l'incapacité des réseaux dans certains périmètres de satisfaire la demande en eau en été malgré la disponibilité de la ressource. D'autre part, les exploitants de cultures permanentes n'ont pas la possibilité de mettre en jachère leurs terres afin de pouvoir faire face à leurs besoins en eau en période de pénurie d'eau. Cela a conduit les agriculteurs, lors des situations de sécheresse, à sous-irriguer tel que cela s'est effectivement produit dans de nombreuses régions pendant la réduction de l'approvisionnement en eau ou pendant les sècheresses. Or, des études relatives à ce genre de thématique montrent qu'un stress important sur les cultures permanentes sur plusieurs années peut avoir un impact négatif non seulement sur le rendement à très court terme mais également le moyen et le long terme.

La conversion dans le sens de plus de plantations permanentes modifie le calendrier des livraisons d'eau et remet en question la capacité des systèmes de transport d'eau agricole. La demande d'eau en été a très fortement augmenté avec l'accroissement des superficies en plantations permanentes. Les vergers sont récoltés pendant l'été et au début de l'automne, ce qui nécessite plus d'eau pendant les mois d'été que les cultures annuelles, dont certaines sont cultivées à l'automne et à l'hiver. De nombreuses cultures annuelles sont récoltées à la fin du printemps et au début de l'automne. Ainsi, ce changement de systèmes de culture ajoute à la demande du système d'eau et à sa capacité à fournir de plus grands volumes d'eau pendant les mois d'été.

Les cartes de vocation des cultures ont un aspect très statique si cela n'est pas actualisé en termes à la fois de dynamiques culturales et de prise en compte des innovations pouvant transformer les systèmes culturaux, ainsi que des opportunités de valorisation des différents facteurs de production, dans les territoires à dominante pluviale ou irrigué. Un système de suivi-évaluation dynamique, tel que le dispositif « CARTES AGRICOLES » est en mesure de le permettre, peut être en mesure d'apporter aux agriculteurs des conseils pertinents, dont en particulier la valorisation économique de l'eau.

La sous-intensification de certains grands périmètres irrigués dans les régions du Nord-ouest, du Nord-est et du Centre-ouest appelle à réfléchir sur d'autres opportunités de production, en vue de la valorisation de terres aménagées pour être irriguées alors que cela est maintenu sous production pluviale et que des ressources en eau leur ont été allouées depuis la création des périmètres en question, sur la base d'un taux d'intensification dépassant parfois les 100%.

L'orientation stratégique à retenir pour résoudre ce genre de contrainte serait l'introduction de nouvelles cultures associées à des filières agroindustrielles porteuses. Toutefois, le choix d'améliorer l'intensification des périmètres doit s'appuyer sur des études approfondies concernant l'impact du dérèglement climatiques sur les allocations d'eau, tout en gardant à l'esprit et l'obligée satisfaction des besoins en eau potable.

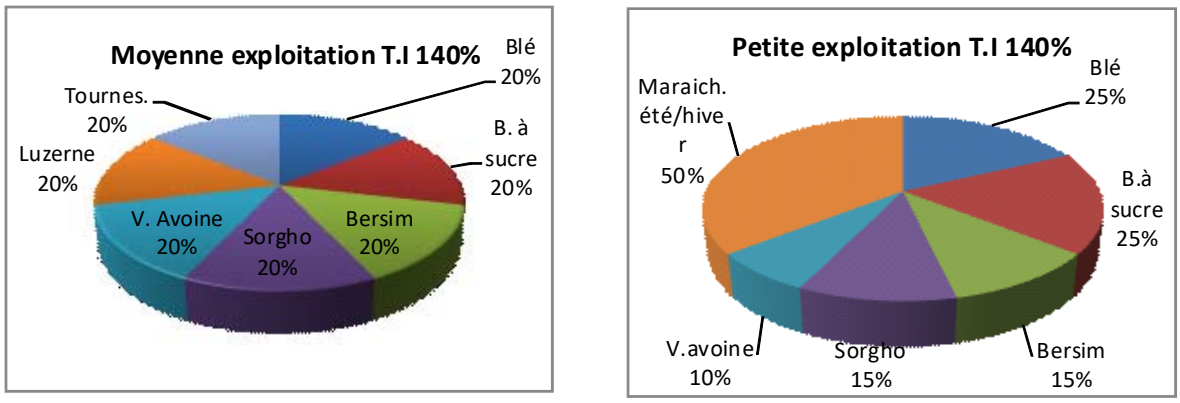


Figure 63 : Assolement potentiel prévu pour les PPI de Medjez El Bab avec un taux d'intensification de 140% dans les petites et moyennes exploitations agricoles

***Source** : STUDI International, GKW*

Dans le passé, des travaux de recherche sur l'introduction de nouvelles espèces et variétés de cultures irriguées, tenant compte des conditions spécifiques des régions du pays tel que la rareté des ressources en eau, la qualité saline de l'eau, en plus des opportunités de de développement des filières industrielles, ont concernés l'artichaut, le riz (résistant à l'eau salée mais consommateur d'eau !), le coton, le tournesol, la betterave à sucre, les cultures florales (à l'exportation), les cultures d'épices (actuellement en déperdition et presque toute importées).

Actuellement, la question récurrente en matière d'irrigation concerne le « Quelle culture irriguer ? » compte tenu des faibles ressources en eau, de la complémentarité nécessaire avec l'agriculture pluviale, des avantages tirés par l'agriculteur irrigant et de l'intérêt de l'économie nationale.

En dehors d'un scénario de modification en profondeur du régime alimentaire des tunisiens, il s'agit de sécuriser les productions qui concourent aujourd'hui à ces régimes ainsi que celles qui permettent de créer de nombreux emplois par quantité d'eau mobilisée, comme le secteur des fruits et légumes et celui des semences, des spéculations, pour ces dernières, à l'origine de graves difficultés financières pour s'en procurer de l'étranger et représente une opportunité pour les produire localement.

Quant à la question des céréales, pour lesquelles le pays est en grande dépendance alimentaire, en raison du rapport « eau verte-eau- bleue- eau virtuelle » ce volet sera spécifiquement traité dans un emplacement dans le rapport qui suivra.

Pour la fraction carnée des protéines dans l'alimentation des Tunisiens, cela reste trop faible en comparaison avec les protéines végétales, en plus du fait que l'élevage de ruminants nécessite tellement trop d'eau et reste à l'origine de gaz à effets de serre que cela ne peut facilement justifier un surcroît d'irrigation. Aussi, l'irrigation sera-t-elle envisagée comme un appui à l'agriculture pluviale pour ce qui concerne l'élevage, dans la mesure où celui-ci peut constituer, par la matière organique produite, un élément important pour la conservation des sols irrigués.

Au vu de ce qui précède le concept de productivité de l'eau d'irrigation se prête bien pour la conception de stratégies de développement permettant d'agir conjointement sur la gestion de l'eau, la mise en œuvre de systèmes de culture productifs et durables et l'intégration des petits producteurs dans les filières agricoles. Dans ce même ordre d'idées l'appui aux organisations professionnelles agricoles comme les coopératives et les GDA agricoles, notamment pour renforcer leurs fonctions économiques, contribue fortement à l'atteinte d ce genre d'objectifs.

Très peu d'études ex-post de PPI / PIP, d'évaluation, longtemps après le début de mise en exploitation de ces périmètres, de l'impact économique général et des impacts socio-économiques locaux, notamment au regard des finalités ex-ante qui ont été fixées pour ces projets et l'explication des écarts constatés.

Il serait ainsi opportun que quelques études pilotes, une par sous-région administrative pour des périmètres d'importance significative, soient réalisées, avec pour objectif :

- L'évaluation de l'impact du système d'irrigation sur l'activité agricole, non seulement pour les surfaces irriguées mais également pour la totalité de la surface équipée et, si nécessaire, pour la totalité de la SAU des communes rurales concernées ;
- Analyse des activités locales liées à l'agriculture des périmètres, incluant les chaînes de production amont et aval, afin d'établir l'impact global de l'irrigation sur les activités locales directement ou indirectement liées au projet, en termes de production, valeur ajoutée et emploi.
- Identification des préconisations d'amélioration des systèmes de cultures, incorporant les meilleures conditions de productivité de l'eau, avec l'objectif de classer les propositions par système agraire.

III.2.1.4.4 La Régulation dans la Gestion de l'Eau

L'eau d'irrigation est un bien économique essentiel, en quantité variable dans le temps et l'espace, et constitue un intrant majeur en agriculture pour les zones arides et semi-arides. Son exploitation durable a été à l'origine, en Tunisie et ailleurs, d'instrument de régulation, faits de mesures administratives et réglementaires, quotas, tarifications, marchés de droits sur des sources ou des volumes d'eau.

L'analyse économique et les expériences empiriques ont montré que le choix de mode de régulation n'était pas neutre tant du point de vue de l'efficacité que de celui de l'équité

➢ Le Système des Quotas

Si le principe de la tarification de l'eau a été une constante dans les périmètres publics irrigués depuis l'Indépendance, souvent avec des objectifs d'incitation à la mise en valeur des terres irrigables, le quota reste un instrument très récent sur le plan juridique, introduit en 2000, au moyen d'une modification du Code des Eaux de 1975.

Il s'agit d'un instrument par nature contraignant et non incitatif, auquel il est fait recours lorsque, en contexte de pénurie structurelle ou de sècheresse, la demande en eau est trop inélastique, l'augmentation du prix de l'eau ne permettant pas à elle seule une diminution significative du volume d'eau consommé.

Son application reste encore limitée à la gestion des pénuries liées à la sècheresse, dans les systèmes de transfert d'eau du Nord et du Nebhana, ou dans certains périmètres irrigués souffrant d'un manque d'eau structurel. Si les mesures de rationnement ou les quotas ont l'avantage de la simplicité, puisqu'elles sont liées à la quantité d'eau disponible, le choix de la règle de rationnement ou de partage (qui définit le quota) n'est pas neutre en termes d'équité. En effet, en période de sècheresse, le rationnement d'eau dans le système de transfert des eaux du Nord ou de Nebhana au Centre n'est pas proportionnel à la consommation passée pour l'eau potable ou les PPI, aux besoins réels ou à la surface cultivée, mais se fait en accordant la priorité presque absolue à l'eau potable, ce qui peut affecter les secteurs agricoles à caractère stratégique ou de haute plus-value économique ou encore provoquer la chute, parfois socialement très contraignante, des revenus dans la petite agriculture irriguée.

Le caractère prioritaire de l'eau potable est un principe consacré par le Code des Eaux[92]. La traduction de cette priorité dans la planification des ouvrages hydrauliques est une constante, toutefois, la mise en pratique de ce principe se pose en termes de complexité lorsqu'il s'agit de la gestion de pénuries ou de sécheresse. Il arrive dans ce cas que l'eau potable urbaine ou les activités agricoles à haute valeur ajoutée peuvent conduire à priver les autres secteurs d'usages des ressources en eau d'une façon momentanée (saison d'irrigation), auquel cas il s'agit de procéder par compensation aux secteurs désavantagés, dans un but de protection des revenus des exploitants concernés. Cette opération peut s'effectuer au niveau de la SECADENORD, grâce à une tarification spécifique des quotas d'eau accordés à la SONEDE et aux secteurs irrigués privilégiés.

[92] Il est à remarquer que la définition de l'eau potable en Tunisie est encore très peu précise : un fourre-tout de tous les besoins en eau du monde urbain. Si l'eau à caractère domestique peut être considérée comme de première priorité, l'eau à caractère commercial, industriel et touristique ne peut se prévaloir du même statut. Cette eau urbaine à caractère économique doit être considérée au même pied d'égalité que l'eau d'irrigation. En période de pénurie d'eau tous les secteurs non domestiques doivent subir le même traitement pour en supporter le poids.

Le système des quotas est également appliqué en période de sècheresse à l'intérieur même des PPI. Un volume d'eau déterminé est alors accordé à chaque agriculteur avec des « privilèges » accordés aux superficies arboricoles, fourragères et de semences, dans un objectif de préservation du patrimoine agricole. Toutefois la détermination de ces quotas n'est pas encore établie, à l'intérieur d'un même PPI, sur des bases suffisamment objectives et transparentes.

A titre seulement d'illustration de la complexité du système de quotas, pendant les sècheresses de 2015-2017, la SONEDE aurait pu être approvisionnée d'une manière exclusive par le barrage de Nebhana, en accordant des compensations de revenus aux agriculteurs des PPI. Ce type d'échange de ressources en eau, avec compensations financières entre secteurs d'usages, pourrait aider à maintenir le développement durable du secteur irrigué et à stabiliser l'approvisionnement en eau de la SONEDE ou de tout autre secteur considéré prioritaire.

Le système de quotas également employé de manière indirecte, en octroyant aux agriculteurs de certains périmètres irrigués privés des débits de pompage limités, à partir des nappes phréatiques ou profondes. Il s'agit d'allocations autorisées par la « Commission du Domaine Public Hydraulique ». La transgression de ces quotas et l'accès non autorisé aux nappes par certains agriculteurs expliquent en grande partie la surexploitation des nappes. Il s'en suit que l'application du système de quotas aux nappes souterraines est considérée comme n'étant pas encore régie par la rigueur nécessaire.

Au vu de l'expérience passée, le système des quotas peut être appelé à s'appliquer à d'autres situations de gestion restrictive de l'approvisionnement en eau, en raison soit du changement climatique et de la raréfaction des ressources en conséquence, ou encore à l'occasion d'extensions de périmètres irrigués ou, au contraire, l'arrêt plus ou moins prolongé du fonctionnement des systèmes d'irrigation. Aussi est-il nécessaire de réglementer les systèmes des quotas dans un sens de plus d'efficacité (l'eau allant à ceux qui la valorisent le plus) et plus d'équité (objectif de maintien en activité de petits agriculteurs).

Des solutions pouvant être plus porteuses tel que la combinaison entre quotas et tarification peuvent être conçues et mise en œuvre. En effet, si la gestion par les quotas présente l'avantage d'offrir des solides garanties quant au résultat final (se limiter aux ressources disponibles). Toutefois, cela reste assez lourd à mettre en place, en plus d'une certaine rigidité tout en restant peu incitatif. L'acceptabilité dépend de l'expérience réelle en matière de gestion de la pénurie d'eau et de la solidarité construite entre les secteurs d'usages ou entre les agriculteurs eux-mêmes.

➢ Le Marché de l'Eau

Un mode traditionnel de gestion de l'eau, s'apparentant au « marché de l'eau », a existé en Tunisie dans les oasis de Tozeur jusqu'au début du siècle dernier. Les droits d'eau existaient séparément de la propriété du sol et des transactions s'effectuaient pour l'achat de ces droits. Le système a cessé d'exister avec l'extinction des droits d'eau suite à la promulgation du Code des Eaux de 1975. Le caractère public des ressources en eau a été ainsi généralisé en Tunisie, ce qui a autorisé par ailleurs l'Etat à sauvegarder et moderniser les infrastructures hydrauliques des oasis, qui étaient en voie de dépérissement par manque d'eau.

Le système « marchés de l'eau » a pris de l'ampleur dans certains pays les 30 dernières années, dans le sillage de la vague libérale. Ce système est particulièrement présent dans les pays où l'eau est soumise au droit privé (notamment dans les pays anglo-saxons). Dans un tel système, le prix de l'eau n'a pas à être fixé par un régulateur mais serait régi par les mécanismes de marché. il s'exprime à la suite de l'équilibre de marché. Toutefois, le « régulateur » définit des droits sur des ressources d'eau (réservoirs, rivières, stations de pompage) et se donne les moyens de contrôler les échanges. Il agit également pour organiser les marchés, définir des règles d'échanges et des droits de propriétés. Les marchés de l'eau se présente avec des caractéristiques différentes des marchés concurrentiels « classiques », avec des caractéristiques très spécifiques : marchés localisés et à taille réduite, transactions contraintes par le réseau, difficulté de suivi des échanges, nécessité d'investir dans des infrastructures pour « fluidifier » le marché et réduire l'exposition au risque. Toutefois, il s'agirait d'un dispositif permettant aux irrigants de mieux se couvrir vis-à-vis du risque au moyen de « marchés à terme » ou de « niveaux de priorité variables sur des quantités d'eau ». Ces instruments permettraient de sécuriser les niveaux d'approvisionnement en eau. Néanmoins, il s'agirait d'un mode de transactions assez difficiles à organiser et gérer.

L'expérience montre que les marchés de l'eau sont complexes à mettre en place. Le régulateur doit définir les droits (permanents ou temporaires, niveaux de sécurité sur les volumes estimés, déchéance des droits si non utilisés), les répartir (sur la base des droits acquis, des consommations passées ou sous forme d'enchère), financer, construire et gérer les infrastructures de distribution de l'eau qui permettront d'exploiter au mieux les gains à l'échange et d'accroître la taille du marché afin d'éviter l'exercice du pouvoir de marché. Le régulateur peut également intervenir pour satisfaire des contraintes environnementales en rachetant de l'eau.

L'expérience internationale en matière de marchés de l'eau est diverse et particulièrement présente aux Etats-Unis : marchés locaux (échanges entre agriculteurs sur un quota fédéral annuel comme à Fort-Collins au Colorado/USA), banques d'eau entre tous usagers (Californie et Idaho / USA), échanges entre villes et agriculteurs (Utah, Arizona, Colorado, Nevada, Californie /USA), transferts de bassins à bassins (USA, Australie).

Trois facteurs influenceraient le fonctionnement de ce genre de mécanismes : le pouvoir de monopole lorsque les offres de droits sont insuffisantes, les externalités exercées par des usagers situés en dehors du marché et l'imperfection des marchés fonciers et du marché du capital. La plupart des études concluent néanmoins à une amélioration de l'efficacité du partage de la ressource et à une atténuation en parallèle des conflits d'usage, dès lors que des règles adaptées ont été mises en place pour pallier les faiblesses du système. Ces conclusions positives concernent 7 pays : l'Australie, le Chili, le Mexique, le Pakistan, l'Inde, l'Espagne et le Canada. Toutefois, l'expérience internationale des marchés formels de l'eau ne concernerait qu'un pourcentage infime des transactions sur l'eau au niveau mondial, malgré un soutien vigoureux de leur instauration par les institutions internationales, notamment la Banque Mondiale.

➢ Les « Incitations » dans la Gestion de l'Eau d'Irrigation

Dans le domaine de l'irrigation les incitations économiques sont des politiques d'aide financière et de tarification destinées à imprimer les tendances désirées à la gestion de l'eau. Les incitations en question pouvant ainsi avoir des effets plus ou moins importantes sur : les volumes d'eau consommés, le moment de l'utilisation de l'eau, les technologies et les procédés employés pour l'approvisionnement et la distribution de l'eau, l'utilisation des EUT, etc.

Les incitations économiques comprennent : les prêts à faible taux d'intérêt, les subventions et les taux avantageux de tarification de l'eau. Les subventions directes ou indirectes du Budget de l'Etat (Budgets d'Investissement et de Fonctionnement) aux organismes de gestion de l'eau agricole (CRDA, SECADENIORD) ont un impact direct sur les niveaux des tarifs d'eau appliqués aux agriculteurs.

A priori, des tarifs d'eau plus élevés auraient pour objectif de réduire la consommation d'eau. Les subventions accordées par l'Etat sont censées orienter les choix des cultures irriguées et les rendements, ce qui influe sur les assolements et le niveau de consommation de l'eau. La politique de l'Etat ne cible pas la récupération des coûts d'approvisionnement en eau au secteur irrigué. Il s'agit ainsi d'un exemple de subvention, censée desservir des objectifs sociaux ou agroéconomiques, avec un effet sur l'utilisation de l'eau et le développement agricole.

Les objectifs des incitations économiques dans le secteur irrigué sont multidimensionnels, dont l'évaluation approfondie de leurs effets et leurs interdépendances en cascade peut dépasser le cadre de l'étude Eau 2050. Toutefois, il s'agit de retenir que l'un des principaux objectifs des incitations économiques dans le secteur de l'eau agricole est de maitriser la gestion de l'eau d'irrigation dans un but de réalisation d'avantages environnementaux et sociaux pour la collectivité.

A titre d'indication, dans le tableau ci-après sont présentés les avantages du Code d'Incitation aux Investissements Agricoles relatifs aux primes spécifiques à l'eau agricole, en fonction des catégories A, B, C des exploitations agricoles.

Tableau 76: Indications succinctes sur les taux d'incitations financières directes accordées au secteur de l'eau agricole

Catégories des exploitations agricoles	Catégorie A	Catégorie B	Catégorie C
Investissements spécifiques à l'aménagement d'irrigation /eau pluviale			
Reconnaissance et prospection de point d'eau • Résultat positif • Résultat négatif	 40 % 70 %	-	-
Irrigation d'appoint des céréales hors PPI	30 %		
Travaux de CES	50 %	50 %	30 %
Investissements spécifiques à l'économie d'eau d'irrigation (EE)			
Investissement Eco. Eau dans le cadre d'un GDA	60 %	-	-
-Installation Eco. Eau ou renouvellement équipements avec amélioration du système. - Maximum accordé aux projets de la catégorie « C » *. Irrigation de surface améliorée* *. Ir. Aspersion* *. Ir. Localisée*	60 % - - -	50 % - - -	40 % 800 DT/ha 600 DT/ha 1 200 DT /ha
- Renouvellement équipements avec maintien du même système - Maximum accordé aux projets de la catégorie « C » *. Irrigation de surface améliorée* *. Ir. Aspersion* *. Ir. Localisée*	30 % - - -	25 % - - -	20 % 400 DT/ha 300 DT/ha 600 DT/ha

***Source** : D'après APIA*

Dans certains cas les incitations économiques peuvent affecter l'équité sociale : si les incitations sont basées sur la taille d'exploitation ou le montant total des investissements, cela peut conduire des montants disproportionnés des incitations et avantages accordés.

Les caractéristiques actuelles du système de subventions accordées à l'irrigation appellent les remarques suivantes :

- Les subventions conçues a priori pour protéger les petits agriculteurs comme groupe vulnérable ou défavorisé il reste essentiel de vérifier que ces subventions ne vont pas vers les plus favorisés ;
- Néanmoins la politique sociale s'appuyant sur les subventions des facteurs de production de l'agriculture irriguée (eau, énergie…) peut ne pas être compatible à long terme avec une utilisation efficace de l'eau ;
- Si certaines subventions ont pu concourir à l'économie de l'eau et ont fait modifier le paysage de l'irrigation dans certaines régions, les tarifs d'eau d'irrigation sont excessivement bas dans certains périmètres et risquent de transmettre le message que « l'eau n'as pas de valeur », ce qui n'encourage pas à sa valorisation !
- La tarification seule de l'eau n'aura pas les effets souhaités si d'autres politiques agricoles ou agroalimentaires tirent dans d'autres directions, tel que le cas de la production de la tomate, très consommatrice d'eau mais maintenue pour faire tourner certaines agro-industries.

- Les bas prix de l'énergie ont longtemps aidé à une exploitation excessive des ressources souterraines et entrainé des dégâts environnementaux parfois irréversibles. Une réorientation des subventions vers les énergies renouvelables peut aider à des transitions plus profitables, énergétique et hydrique, à condition que cela tienne compte d'objectifs de cohérence entre l'eau et l'énergie.
- Par la mise en œuvre d'une « gestion forte de la demande » l'évolution future du système hydrique va aller dans le sens de la modernisation des instruments de pilotage du système, l'efficience de l'utilisation de l'eau et l'amélioration de la productivité des cultures irriguées. Ainsi, la question des subventions doit être traitée avec soin avec que l'effet ne se réduise pas une charge budgétaire lourde à supporter par les finances publiques.
- Néanmoins, il s'agit de reconnaitre l'utilité de ce genre d'instrument pour encourager l'adoption de technologies non conventionnelles (économie circulatoire, méthodes d'irrigation plus efficientes, énergie alternatives…) ou pour stimuler des projets pilotes qui peuvent conduire à une plus grande acceptation de pratiques souhaitées.
- Sans oublier que ce genre de subventions peut aider ceux qui bénéficient déjà des services de l'eau, mais pas ceux, de loin plus nombreux, qui n'ont pas accès à cette ressource et pratiquent une agriculture pluviale très contraignante !

➢ Coût de l'Eau et Tarification

Les coûts d'irrigation varient en fonction de la situation géographique, la nature des ressources en eau et les dispositions institutionnelles en vigueur. Cela dépend également des différentes politiques d'irrigation. Dans le Nord, l'irrigation est en grande partie complémentaire de valorisation des précipitations, assez importantes mais insuffisantes pour soutenir la production agricole. Pour le Centre et le Sud l'irrigation fournit la part la plus importante des besoins en eau des cultures. Il s'en suit que pour une même culture la consommation d'eau diffère beaucoup selon les régions.

❖ Coût de l'Eau d'Irrigation dans les PIP

Dans les périmètres privés les agriculteurs se comportent comme des producteurs d'eau individuels, agissant pour leur propre compte et supportant de ce fait presque tous les coûts, tels que les investissements assortis plus ou moins de subventions (création de point d'eau : forage, puits ; ouvrage de prélèvement, station de pompage, bassin de stockage, canalisations d'amenée et de distribution, systèmes d'irrigation à la parcelle) et les charges de fonctionnement (énergie, entretien/ maintenance des équipements, main d'œuvre, etc.).

Le coût de production de l'eau est variable aussi bien dans la même nappe que d'une nappe à une autre, le facteur de variation étant essentiellement les techniques d'irrigation à la parcelle.

Les données disponibles permettent d'estimer les débits d'eau utilisées, se situant entre 2 et 5 l/s pour les nappes de surface et pouvant atteindre 10-30 l/s pour des forages profonds privés.

Les profondeurs sont aussi variables, avec une fourchette de 10- 50 m pour les nappes de surface et peuvent atteindre quelques centaines de mètre pour des forages privés sur les nappes profondes.

Les rendements des stations de pompage est faible dans les PIP, tournant autour de 50 %., avec une consommation unitaire d'énergie unitaire de 0.4 à 0.6 Wh/m3/m.

Le coût de l'eau varie de 125 à 325 mil/m3, dépendant essentiellement des hauteurs de pompage. Ces valeurs ont beaucoup augmenté au cours de la dernière décennie en rapport avec l'évolution du coût de l'énergie.

Les coûts de l'eau des PIP restent inférieurs à ceux des PPI et en conséquence les tarifs qui y sont pratiqués, ce qui peut expliquer, en partie, le développement de l'utilisation de l'eau souterraine dans les périmètres publics déjà aménagés.

❖ Politique de Tarification dans les PPI

Les PPI sur barrages, forages profonds, ou mixtes, sont financés par l'Etat et fondés sur une approche d'utilité collective de la distribution de l'eau, par le biais de laquelle les tarifs sont fixés par le MARHP : pour les CRDA vendeurs d'eau et pour la SECADENORD chargée de la fourniture d'eau des transferts. Les GDA peuvent procéder à la « vente directe » de l'eau mais sur avis des CRDA et des autorités régionales et approbation, au moins de principe, de la Commission Régionale des Organismes Professionnelles (CROP) du Gouvernorat.

La finalité de la politique tarifaire est liée à la réalisation des objectifs suivants :

(i) Recouvrement total ou partiel des coûts de production, de transport et de distribution par les structures de gestion des périmètres : SECADENORD, CRDA (s) et GDA (s) ;

(ii) Encadrement du choix de systèmes culturaux par le biais des tarifs d'incitation en faveur des cultures dites stratégiques des exploitants agricoles et amélioration du niveau d'intensification agricole des PPI ;

(iii) Incitation à l'utilisation des eaux usées traitées par certains PPI aménagés à cet effet.

Toutefois, il s'agit de relever qu'aucun objectif explicite de la politique de tarification ne cible l'encouragement à l'économie de l'eau ou l'atteinte de rendements économiques plus élevés par unité d'eau, ou les deux à la fois.

L'équilibre budgétaire des organismes de gestion et l'intensification des périmètres dans une finalité de sécurité alimentaire ont constitué les objectifs primordiaux de la politique publique hydrique. En raison d'accroissement de la pénurie d'eau, l'objectif d'efficacité de l'utilisation de

❖ La Tarification à Finalité Sociale d'Avant 1990

Jusqu'en 1991 le système de tarification de l'eau d'irrigation adopté en Tunisie par la Régie d'Exploitation des PPI, les Offices de Mise en Valeur des Périmètres Irrigués ou les CRDA, pour l'ensemble des PPI (GPPI, PMH) était basé exclusivement sur la facturation volumétrique de l'eau d'irrigation. Le niveau des tarifs rapporté au coût total[93] de l'eau était assez bas, l'objectif étant la couverture des seuls frais d'exploitation des systèmes d'eau, le but étant la maximisation du revenu agricole.

Le prix de l'eau était ainsi fixé en fonction des frais d'exploitation des réseaux, soit : les frais de personnel et de main d'œuvre pour la gestion et l'entretien, les matières premières (énergie) et pièces de rechange.

Il en ressortait un prix de l'eau extrêmement bas rapporté au prix réel. En plus de l'objectif d'augmentation du revenu, cette approche étant également censée assurer la « promotion pour les nouveaux périmètres », dans le but d'encourager l'utilisation de l'eau, dont était attendue une « augmentation de la production agricole indépendamment de son coût ».

Il s'agissait ainsi d'une politique tarifaire qui n'intégrait pas le coût des réseaux et ne demandait pas de la sorte aux irrigants de participer au financement des investissements. Les réhabilitations des infrastructures parfois de manière cyclique pour la remise en état des systèmes d'eau (GPPI Basse vallée de la Medjerda, PMH Nebhana, PMH Gabes, etc. dans les années 1980) ont été réalisés sur fonds publics.

Le système sociopolitique de tarification impliquait ainsi une forte subvention d'équilibre de la part de l'Etat au profit des organismes publics chargés de la gestion des systèmes d'eau.

❖ Redressement Tarifaire de la Décennie 1990-2000

C'est dans le cadre du PASA qu'une politique d'augmentation annuelle des tarifs de l'eau d'irrigation a été mise en application à partir de l'année 1991. L'augmentation était de l'ordre de 15 % par an en termes nominaux, soit 9 % en termes réels, par an. L'objectif était de permettre aux organismes chargés de la gestion des PPI, en l'occurrence les CRDA et les GDA, de recouvrir dans le moyen terme les coûts d'exploitation et d'entretien à la production et à la distribution de l'eau.

93 Le coût total de l'eau inclut normalement toutes les charges (fixes et variables) dans les réseaux collectifs y compris les frais financiers (taux d'intérêt des prêts…), puisqu'une part importante des investissements hydrauliques est financée par des emprunts principalement extérieurs. Mais on omet très souvent la part du coût de l'eau supporté par les agriculteurs à l'intérieur de leurs exploitations agricoles : équipements d'interface : station de pompage et réservoirs individuels, systèmes d'irrigation à la parcelle souvent coûteux.

Cette politique a été dans l'ensemble appliquée à l'exception de quelques gouvernorats du Centre et du Sud en raison de la réticence d'acceptation de la part de petits exploitants. Il s'en était suivi un presque triplement des tarifs pour les Gouvernorats de Jendouba, Bizerte, l'Ariana, Sousse et Kasserine, et plus qu'un doublement pour les Gouvernorats de Ben Arous, Nabeul, Béja, Sidi Bouzid et Kébili. Pour les Gouvernorats de Kairouan et Gafsa, l'augmentation tarifaire était respectivement de 67 % et 75%.

Les tarifs d'eau d'irrigation avaient augmenté pendant la période considérée beaucoup plus fortement que tous les autres facteurs de production, Engrais minéraux : +44 % à +53%, Travaux mécanisés : +60%, Main-d'œuvre : + 58%.

Le nouveau processus du PASA pour la période 1990-2000 a ainsi mis fin à la tarification sociopolitique, avec comme conséquence l'amélioration significative du taux de recouvrement. Pour les PPI, en gestion directe par les CRDA, le prix moyen de vente de l'eau était passé 37 mil/m3 en 1992 à 90 mil/m3 en 1998, se traduisant par une réduction considérable du déficit d'exploitation des CRDA concernés et en conséquence des subventions d'équilibre accordées par l'Etat. La subvention avait pu ainsi se maintenir à un niveau assez bas de 1.5 millions de DT par an. Cependant, les organismes de gestion restaient toujours fortement dépendants de l'Etat ou des bailleurs de fonds pour la maintenance et le renouvellement des équipements.

Il s'agit néanmoins de signaler que cette politique tarifaire a été rendue possible par le Programme national d'économie d'eau en irrigation (PNEE), par le biais des subventions conséquentes accordées aux irrigants qui ont permis d'accélérer l'adoption des techniques d'économie et de réduire les dépenses par hectare relatives à l'eau.

Des réformes secondaires relatives à la structure tarifaire ont, par ailleurs, été tentées à titre pilote, en adoptant le système binôme dans les grands périmètres de l'Ariana et de Jendouba (voire certains GDA à titre volontaire dans les gouvernorats de Béjà, Jendouba, Siliana, Nabeul, Sousse Monastir et Kairouan).

La tarification binôme cherche à modifier la structure des tarifs d'eau et donc le comportement des agriculteurs en matière d'utilisation de l'eau, dans l'objectif de favoriser l'intensification agricole dans les grands périmètres qui souffrent de la sous-utilisation de l'eau. L'évaluation de l'effet agroéconomique de cette tarification n'est pas concluante, les grands exploitants restent peu réceptifs à toute modification/amélioration du système cultural en place.

❖ Effets du Gel Tarifaire de 2000-2019

Les deux dernières décennies ont été marquées le retour à la tarification sociopolitique par le gel systématique des tarifs, l'introduction de tarifs d'incitation à la production céréalière et fourragère (- 50% des tarifs normaux) et l'utilisation des eaux usées traitées à des fins agricoles (20 mil./ m3).

La Révolution de 2011 a été, en outre, à l'origine d'une déresponsabilisation généralisée des acteurs du secteur, aboutissant à la trop forte réduction du taux de recouvrement des coûts de fonctionnement et d'entretien des infrastructures, estimé à un « manque à gagner » de 40%, ajoutée à l'incapacité de l'Etat à accorder les subventions d'équilibre, nécessaires au fonctionnement des systèmes d'eau.

Cet état de fait a été à l'origine d'un cercle régressif : les irrigants ne payant pas le prix de l'eau il s'en suit que les GDA ne sont plus en mesure de payer les services des CRDA et de la SECADENORD et même de la STEG pour la fourniture de l'énergie électrique.

❖ Préconisations de la Dernière Etude Tarifaire du MARHP

Une « Etude d'évaluation de la politique tarifaire, révision et mise en œuvre de nouveaux modes de tarification » a été réalisée par le MARHP (DGGREE) en 2019, aboutissant aux principales recommandations suivantes :

i. Pour la période 2019-2023 opérer des augmentations progressives des tarifs sur la base des spécificités par PPI, avec l'objectif de couvrir les frais d'entretien et de maintenance, de gestion du service et de l'énergie, et

ii. Faire prendre en charge progressivement par le système tarifaire, à partir de 2024, les coûts de renouvellement des équipements.

Encadré N°5

Des orientations pour la tarification de l'eau dans les périmètres publics irrigués

Le Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche (DGGREE) a réalisé en 2018 une étude intitulée l'« Etude d'évaluation de la politique tarifaire, révision et mise en œuvre de nouveaux modes de tarification ». Les constats principaux de l'étude sont : (i) La valorisation de l'eau et son économie vont de pair avec une augmentation des tarifs qui n'ont pratiquement pas évolué depuis 2002, principalement pour les grands PPI, (ii) L'eau d'irrigation ne représente qu'une faible part des coûts de la production agricole (entre 10 et 20%) alors que les autres prix à la production ont augmenté depuis 2002 de 5,8 % /an, soit plus de 81% sur la période 2002 à 2016, (iii) Sur le long terme, l'augmentation des tarifs se justifie également pour garantir la qualité du service de l'eau d'irrigation que réclament les usagers abonnés aux réseaux collectifs.

La mise en œuvre de la nouvelle politique tarifaire repose sur un rattrapage des coûts du service de l'eau par les tarifs en quatre phases :

- ***Phase 1*** : Effectuer une augmentation substantielle et générale (non individualisée par PPI) des tarifs pour la mise en place de la campagne 2019 ;
- ***Phase 2*** : Poursuivre le rattrapage des coûts par les tarifs à partir de 2020 sur une base individualisée par PPI avec un objectif de couvrir les coûts d'entretien maintenance, de gestion du service et de l'énergie à l'horizon 2023 au plus tard ;
- ***Phase 3*** : Prendre en charge progressivement, au plus tard à partir de 2024, les coûts de renouvellement des équipements ;
- ***Phase 4*** : Révision annuelle des tarifs sur la base des bilans des équilibres budgétaires des gestionnaires en prenant en compte l'indexation.

La nouvelle politique tarifaire proposée repose sur cinq modes de tarification adaptables aux différents systèmes hydrauliques en place : la tarification équitable à la surface, la tarification avec souscription à un débit, la tarification trinôme, la tarification monôme et la tarification spécifique aux EUT.

Trois instruments complémentaires (adaptation saisonnière, sauvegarde et dissuasion) permettent des adaptations ciblées de ces modes de tarification.

Pour atteindre les objectifs fixés, des mesures d'accompagnement spécifiques (renforcement des capacités, élaboration de plan d'O&M, audit des gestionnaires) et globales (politique foncière, opérationnalisation de la police de l'eau, etc.) devront être mises en œuvre afin de créer un environnement favorable à la nouvelle politique tarifaire. Il s'agit également d'accroître l'efficience des réseaux, de mettre en place un système d'apurement de l'endettement des GDA et des usagers, d'intensifier la mise en valeur des périmètres irrigués, de réorganiser les services de l'eau pour plus de coordination et d'efficacité des opérations, d'appliquer les règles à caractère « d'utilité publique » attribuées aux PPI pour leur contribution à la stabilité de la production agricole nationale, sensibiliser les acteurs sur les principes de la future politique de tarification de l'eau d'irrigation.

D'autre part, l'étude énonce plusieurs principes de base pour concevoir cette future politique. Il s'agirait de : la vérité des coûts (structure de ces coûts et la raison de leur calcul), la transparence de la facturation, l'équité entre les usagers, la progressivité dans l'application des hausses de tarifs, la rigueur dans le respect de l'application de la tarification.

Les CRDA ont discuté de l'application de la nouvelle tarification avec les GDA. Pour les Grands PPI à partir du barrage de Sidi Salem, il a été convenu de procéder à des augmentations de tarifs à partir de 2019, lesquelles varient de 10 à 37% selon les périmètres.

Encadré 5 : *Des orientations pour la tarification de l'eau dans les périmètres publics irrigués*

L'étude montre également la répercussion de la complexité institutionnelle sur le système de tarification, vu le nombre d'intervenants dans l'exploitation de l'eau et ce qui en résulte comme « cascade tarifaire » où chacun des intervenants essaie d'incorporer ses propres coûts :

- ✓ Pour les PMH le GDA est le seul intervenant, appliquant son tarif à l'agriculteur /adhérent, en rapport avec ses frais de gestion du réseau ;
- ✓ Pour les GPPI « ordinaires » : la gestion est assurée par deux intervenants : (i) le CRDA en charge des équipements et des canalisations d'ordre principal vend aux GDA associés des volumes d'eau « en prix de gros », moyennant un tarif intermédiaire, (ii) Le GDA applique à l'agriculteur ajoute à ce tarif intermédiaire un tarif supplémentaire en relation avec sa gestion du système de distribution secondaire ;
- ✓ Pour les GPPI « approvisionnés par l'eau d'un système de transfert » trois intervenants sont en présence : (i) La SECADENORD qui applique au CRDA un tarif en rapport avec l'exploitation du système de transfert, (ii) le CRDA applique au GDA la somme du tarif SECADENORD et du tarif lié à sa propre gestion des équipements principaux ; (iii) le GDA qui applique son propre tarif ajouté aux tarifs CRDA et SECADENORD.

Le Schéma ci-après donne illustre le « schéma de la tarification en cascade ».

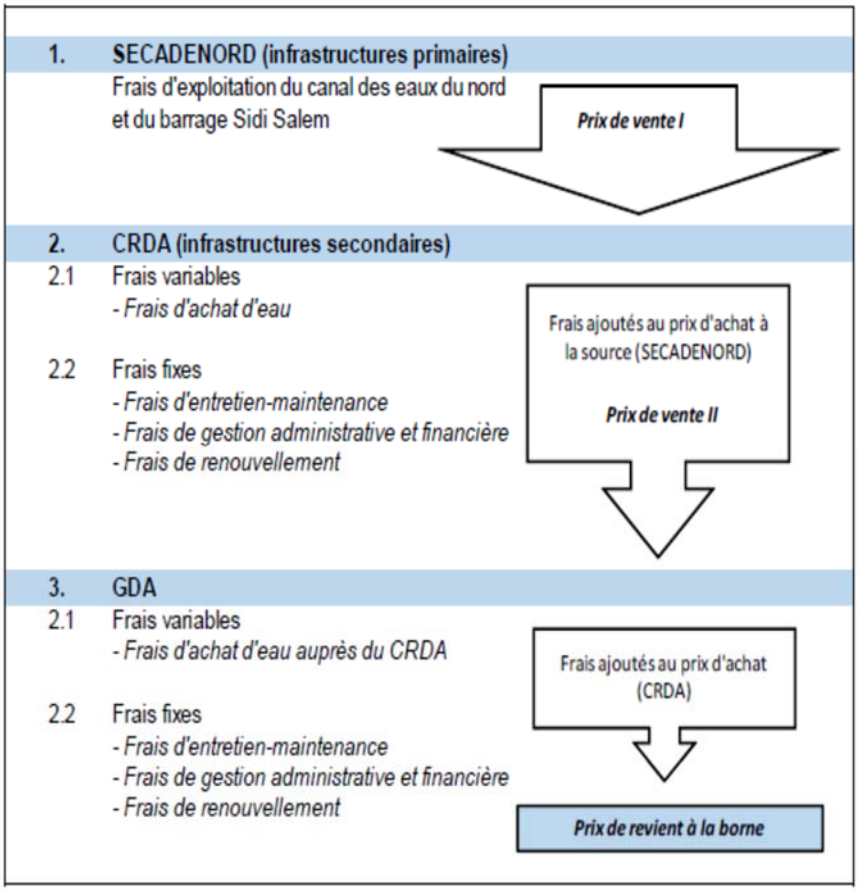


Figure 64 : Complexité de Formation du prix de l'eau d'irrigation dans les grands périmètres du Nord (Exemple d'El Alia-Tobias)

***Source** : DGGREE, 2018*

Le transfert d'eau par la SECADENORD concerne 19 PPI dans divers Gouvernorats, situés dans le Nord (CRDA : Jendouba, Béjà, Bizerte, Ariana, Manouba, Ben Arous) et le Centre (Sousse, Monastir, Mahdia, Kairouan), avec des prix variables, allant de 21 mil/m^3 (Complexe/Bizerte) à 110 mil/m^3 (Griaat /Béja). Les tarifs de l'eau d'irrigation vendue par la SECADENORD sont fixés par le MARHP et ont été maintenus constants au moins depuis 2014.

Le Tableau qui suit présente les augmentations tarifaires concernant certains périmètres intégrés au complexe de Sidi Salem., allant de 10 % à 37 %, qui ont été prévues par les recommandations de l'étude précitée et censées devoir être appliquées dès 2019 (!).

Tableau 77: Augmentation des tarifs à partir de 2019, prévue pour les PPI du complexe du Nord

Gouvernorat	Taux d'augmentation annuelle des tarifs	Tarifs du CRDA au GDA
Béjà	10 % à 24 %	Medjez-el-Bab, du CRDA aux agriculteurs : De 26 mil/m^3 à 140mil/m^3
Bizerte	20 %	De 110 mil/m^3 à 132 mil/m^3
Manouba	10 % pour les PPI modernisés	De 60 mil/m^3 et T.F : 50 DT/ha A 67mil/m^3 et TF : 56 DT/ha
Ariana	14%	De 110 mil/m^3 à 125% mil/m^3
Ben Arous	30 %	De 70 mil/m^3 à 90 mil/m^3
Nabeul	8 % à 37 %	- Soliman et Béni Khaled : De 80 mil/m^3 à 100 mil/m^3 - Boucharray : De 50 mil/m3 à 87 mil/m^3

***Source** : BEPH, 2019*

Il s'agit néanmoins de signaler que le mode de tarification en vigueur maintient le prix de l'eau constant pendant 7 ans malgré l'augmentation des coûts ce qui génère des déséquilibres financiers pour la SECADENORD. Ainsi, s'il est vrai que la SECADENORD est un monopole public chargé par l'Etat et que les prix de ce service doivent être fixés par l'Etat, il est néanmoins recommandé qu'une subvention d'équilibre soit négociée chaque année entre cette société et l'Etat permettant à la société de service de recouvrir l'ensemble de ses coûts.

En dehors des questions financières en rapport avec la gestion hydraulique des PPI, l'« Etude d'évaluation de la politique tarifaire » a tenté une certaine évaluation du comportement des agriculteurs au niveau du processus de mise en valeur agricole, en mettant l'accent sur les analyses à caractère agroéconomique, mais sans que la dimension socio-agricole soit suffisamment prise en compte alors que les motivations extra-économiques semblent jouer un rôle notable dans le développement des périmètres, à l'origine en particulier des carences en matière d'intensification. Il s'agit de questions qui n'ont pas bénéficié de suffisamment d'intérêt dans l'analyse des PPI, avec un accent plus ciblé sur l'Etat-investisseur priment, comme toute l'opération « publique » revenait à rechercher « le retour d'investissement » dans les périmètres grâce à la tarification ! Toutefois, cela se présente différemment dans les périmètres privés, où l'Etat apparait mieux dans un rôle d'incitateur au développement local ou régional.

❖ Perspectives de la Tarification

✓ Classification des Modes Tarifaires

Le développement de l'irrigation dans une situation avec ressources en eau devenant de plus en plus rares, la recherche d'un ajustement entre l'offre et la demande devra s'imposer entre autres par le biais du prix de l'eau**.**

La paysage Tunisien de l'irrigation se différentie de plus en plus en fonction des régions, des périmètres, des ressources en eau et des avantages comparatifs de la production agricole.

Il est alors important d'envisager des modes tarifaires en fonction de la maturité adaptés aux spécificités dudit paysage.

Pour les nouveaux périmètres la tarification de type sociopolitique pourrait leur convenir, alors que pour les périmètres où le développement est à stade intermédiaire la tarification au coût moyen devrait constituer le dispositif adapté. Quant aux périmètres ayant atteint leur phase de plein développement cela devrait être en attente d'une politique tarifaire conforme à leur caractéristique.

Les considérations économiques entrent également en jeu dans le choix tarifaire, l'objectif étant d'éviter les distorsions qui engendrent la non-rationalité économique.

A priori le prix de l'eau d'irrigation, en faisant partie des prérogatives du MARHP (SECADENORD et CRDA(s)) et des GDA sous « tutelle », ne devrait pas échapper à la politique générale des prix de l'Etat.

Dans le cas du tarif au volume unitaire, un prix de l'eau très faible entraîne un accroissement de la demande en eau, qui risque de provoquer à la fois un déficit financier de plus en plus lourd pour l'organisme de gestion du réseau d'irrigation et un gaspillage susceptible d'entrainer une pénurie d'eau. Ce prix n'incite pas en effet l'agriculteur à obtenir des gains de productivité par l'eau l'irrigation. La tarification sociopolitique ne renseigne pas l'agriculteur sur le coût réel de l'eau et le laisse ainsi libre de concentrer son effort de dépenses sur les autres facteurs de production tel que les engrais, les nouvelles variétés de cultures, la lutte contre les parasites ou le travail du sol.

Le même effet est obtenu par la situation inverse, lorsqu'un prix de l'eau élevé, plus que le coût réel, incite l'agriculteur à économiser l'eau et à lui substituer davantage d'autres facteurs de production.

Ainsi la tarification au coût moyen ne permet pas aux agriculteurs de choisir rationnellement la dose d'irrigation optimale qui, en combinaison avec d'autres facteurs de production, permettra d'obtenir le revenu maximum du point de vue de la collectivité. En outre, cela n'intègre pas la préoccupation d'utilisation de l'eau à d'autres fins que l'irrigation.

✓ Principes de la Tarification au CMLT (Coût Marginal à Long Terme)

La tarification au CMLT est un mode de tarification qui a été développé au niveau des grandes compagnes de services publics, tel que celles de l'énergie électrique, où il s'agirait de tarifer de manière à ce le coût élevé des infrastructures soit supporté à l'échelle de la collectivité par toutes les générations, avec tout de même un poids plus prégnant pour la génération qui en bénéficie au « présent ».

Du point de vue méthodologique le CMLT s'établit comme lorsque l'on recherche à établir le TRI d'un projet en tenant compte de tous ls « coûts » et « avantages » du projet pour une longue période, en général non inférieure à vingt ans et en rapport avec la durée de vie des équipements et infrastructures objet des investissements en question.

Le CMLT exprime clairement le concept d'« intérêt de la collectivité », s'agissant en l'occurrence d'investissements pris en charge par l'opérateur public, mais sans que le bénéfice à court terme engrangé par les différents usagers soit sorti du souci du calcul tarifaire.

Ainsi, la tarification au moyen du CMLT permet à faire supporter à l'usager un « coût présent » qu'il doit intégrer dans sa stratégie de valorisation de la ressource et en même temps, fait supporter la collectivité sa responsabilité d'équiper le pays en dispositifs de production, transport et distribution d'un bien considéré comme stratégique, c'est-à-dire entrant en considération de la cohésion sociale, l'équité territoriale et la souveraineté nationale.

En pratique les choix qui seront pris dépendront des situations particulières de chaque périmètre irrigué :

- Pour le cas d'un réseau nouveau dont les capacités de stockage et de distribution ne sont jamais saturées même en période de pointe, ou pour le cas d'un réseau existant dans lequel, par suite de circonstances diverses, d'ordre technique ou socioéconomique, les agriculteurs se trouvent empêchés de profiter de l'irrigation de façon satisfaisante (Voire les GPPI du Nord-ouest , du Nord-est et du Centre-ouest, en particulier), le coût marginal, c'est-à-dire le coût de chaque m^3 d'eau supplémentaire fourni, ou de chaque hectare supplémentaire effectivement irrigué, est égal aux coûts variables d'exploitation. Le prix de l'eau serait, dans ces cas, bien inférieur au coût moyen et à peu près égal à ce qui a été mentionné précédemment pour la tarification sociopolitique. La gestion des réseaux serait financièrement déficitaire, mais le bas prix devrait inciter les agriculteurs à irriguer davantage et à pratiquer même des cultures qui risquent de ne pas rentabiliser au maximum le mètre cube d'eau.
- Une autre option pourrait être envisagée dans l'avenir pour les périmètres en question est celle de réduire les allocations d'eau prévues pour les GPPI en raison des impacts des changements climatiques ou bien pour autoriser les transferts d'eau pour satisfaire les besoins d'autres secteurs d'usage considérés prioritaires. Dans ces conditions, les périmètres en question seraient traités de la même manière que le second cas ci-après.

- Le deuxième cas est relatif à une utilisation des ouvrages de stockage et de distribution très proche de la saturation (Périmètres de sauvegarde des agrumes, certains PMH dans diverses régions, oasis). Un accroissement de la demande en eau d'irrigation obligerait les organismes de gestion des PPI concernés: (i) soit à maintenir le niveau des allocations d'eau prévues tout en modifiant les consignes de gestion et en réactualisant le plan de mise en valeur agricole des aménagements ; (ii) soit que l'Etat envisagerait une solution d'amélioration de l'offre (rehaussement de barrage, transfert d'eau d'un périmètre excédentaire à un autre en déficit, dessalement , avec nécessité éventuelle d'augmenter la capacité des canalisations, etc.). On distingue dans ce cas deux coûts marginaux : (i) le coût marginal pendant la période de pointe souvent estivale dans la majorité des PPI ; (ii) le coût marginal en dehors de la période de pointe.
- Le coût marginal hors pointe est calculé sur la base des seuls frais de gestion, puisque le prélèvement d'un m^3 d'eau supplémentaire ne coûte rien de plus que sa comptabilisation. Mais en période de pointe, tout accroissement de la demande obligera à augmenter la capacité du système d'eau en termes de stockage ou d'approvisionnement supplémentaire d'eau ainsi que du renforcement du réseau. Alors, il faudra ajouter aux frais de gestion les coûts de développement des ouvrages et réseaux. Bien entendu, le coût de développent par unité de volume d'eau est dans ce cas inférieur au coût moyen d'investissement par m^3. Si l'on adopte ce point de vue, les recettes de l'organisme gestionnaire seront inférieures aux coûts moyens actualisés et ne suffiront pas à amortir la totalité du réseau. L'Etat sera alors amené à subventionner d'une façon ou d'une autre le ou les systèmes d'eau et les agriculteurs bénéficiaires ne contribueront que partiellement à la formation brute du capital fixe.
- Le troisième cas ne correspond pas à un périmètre particulier, mais à l'ensemble des réseaux d'une grande région (et même du pays) ayant la même situation agricole et économique. Dans la logique purement économique, la construction de nouveaux projets de PPI n'est concevable que si le pays en a besoin, c'est-à-dire si les aménagements hydroagricoles existants sont utilisés au maximum de leur capacité qu'il n'est pas possible d'étendre, et si la demande en produits agricoles du pays n'est pas encore satisfaite. Dans ce cas, une augmentation de la production agricole par une augmentation de la superficie irrigable, c'est -à- dire la création de nouveaux périmètres, s'impose et le coût marginal pour le pays est le coût d'investissement de ces nouveaux périmètres d'irrigation dont on a besoin. La réalisation de nouveaux PPI ne s'impose donc que si les autres périmètres d'irrigation existants ne permettent pas, pour des raisons techniques ou économiques, une extension irrigable.
- Le coût marginal est dans ce cas le coût moyen du dernier périmètre mis en eau ou à mettre en eau. Il est bien entendu supérieur au coût marginal d'un seul périmètre et au coût marginal d'un périmètre en état de « saturation », ou de la fourniture d'eau en dehors de la période de pointe. Théoriquement, il est même supérieur au coût moyen des autres aménagements construits, parce que les ressources en eau faciles à utiliser sont normalement déjà exploitées et les terres faciles à irriguer, déjà aménagées. En principe, à l'échelle d'une région donnée, le coût marginal du dernier périmètre construit devrait être le tarif applicable à l'ensemble de la région, afin d'inciter les agriculteurs à conserver l'eau et à en tirer un profit économique maximal.

Ainsi, de l'analyse des coûts marginaux de distribution de l'eau et des valorisations marginales qui en résultent, grâce à l'activité agricole irriguée, se déduisent des objectifs de production, auxquels correspondront des consommations d'eau bien déterminées.

Toutefois, il s'agit de souligner le fait que des objectifs multiples peuvent être assignés à la tarification, qui ne sont pas toujours conciliables entre eux. C'est à ce titre qu'une nouvelle orientation de la tarification à caractère « stratégique » est en train de prendre corps en Tunisie, avec des objectifs de tarification de plus en plus dépendants des rapports de force entre les principaux acteurs de la gestion de l'eau, incarnant des positionnements qui peuvent être divergents :

- Les agriculteurs bénéficiaires des systèmes d'eau ont tendance à exiger une qualité de service irréprochable, compatible avec les méthodes performantes d'irrigation à l'échelle de la parcelle, tout en voulant avoir la possibilité d'irriguer à des coûts minima ;

- Les organismes de gestion de l'eau d'irrigation (SECADENORD, CRDA(s), GDA(s)) recherchent des objectifs d'équilibre du budget de leurs réseaux afin d'assurer la durabilité du service, et ce à travers soit une tarification directe adéquate soit une compensation éventuelle en subvention d'Etat ;
- L'Etat, représentant de l'intérêt collectif, en termes de finances publiques et d'économie nationale, étant le premier investisseur en matière d'irrigation collective, met l'accent sur des considérations de développement régional, d'équité sociale, de conservation des ressources, de durabilité économique et environnementale l'eau et de sécurité alimentaire. La rentabilité de l'irrigation du point de vue de l'économie nationale est sans doute la plus importante et la seule qui ait finalement du sens.

III.2.1.4.5 Gestion des Ressources en Eaux Souterraines en Surexploitation

➢ Eaux Souterraines en Surexploitation

❖ Situation Générale de la Surexploitation

Les aquifères constituent depuis toujours la principale ressource en eau facilement disponible en Tunisie. Une assez forte exploitation des nappes s'est développée depuis les années 1950 dans diverses régions du pays et s'est accélérée à partir des années 1990 à la suite de la réalisation de plusieurs projets d'irrigation à caractère public et privé.

Depuis les années 1940 des signes de surexploitation ont affecté des nappes phréatiques en libre accès dans certaines zones côtières, et le phénomène s'est étendu à d'autres régions du pays, notamment dans le Centre-ouest.

Les ressources réellement exploitées de ces nappes en situation de surexploitation sont évaluées en 2005 à environ 548 Mm3 sur un potentiel renouvelable de 353 Mm3, soit un « surrégime » de 193 Mm3 et un indice moyen d'exploitation de de 1.55, avec des variations s'étendant de 1.1 dans la côte orientale du Cap-Bon à 2.6 dans la région de Djebeniana/Sfax.

Pour les nappes profondes, gérées dans le cadre du DPH, les signes de surexploitation concernent plus de 30 aquifères d'inégale importance, notamment au Sud-ouest, région la plus affectée, où l'indice d'exploitation des eaux fossiles atteint 1.96.

Globalement, pour l'ensemble du pays, le potentiel de ressources des nappes profondes en état de surexploitation est de 315 Mm3, dont 340 Mm3 dans le Sud-ouest. Il est à remarquer que les restrictions d'exploitation imposées par le Code des Eaux, surtout dans les périmètres de sauvegarde et les périmètres d'interdiction, ont été peu efficaces dans l'ensemble, mais le phénomène a empiré depuis les évènements révolutionnaires de 2010 par la création sans précédent de forages illicites et suite à l'incapacité des services de contrôle du DPH à exercer leur autorité pour faire appliquer les règlementations en vigueur.

❖ Effets Directs de la Surexploitation

L'exploitation intensive des nappes phréatiques est un phénomène pernicieux, avec des conséquences qui se sont traduites sur le plan hydrogéologique par : (i) un rabattement continu du niveau piézométrique des nappes concernées qui est de l'ordre de 0.40 m/an en moyenne pour les nappes phréatiques et 0.75 m/an pour certaines nappes profondes, atteignant dans certains cas plus de 20 m, (ii) une réduction de la productivité des ouvrages de captage , et (iii) un accroissement continu de la salinisation des eaux des nappes en question à la suite de la rupture d'équilibre entre eau douce et eau salée, favorisant ainsi l'intrusion du biseau salin dans les zones côtières.

Sur un autre plan, les eaux des nappes phréatiques sont de plus en plus polluées par les nitrates, en relation avec l'emploi inadéquat ou excessif de l'azote en agriculture irriguée ainsi que par l'absence d'assainissement adéquat des eaux usées consécutif à une multiplication non toujours contrôlée du branchement individuel d'eau potable en milieu rural. Cette situation peut être sans grand risque dans le moyen terme en cas d'utilisation exclusive des eaux des nappes concernées à des fins strictement agricoles, mais elle condamne tout usage domestique, même conjoncturel, ainsi que l'abreuvement du bétail.

❖ Facteurs de la Surexploitation

Une partie importante de la production irriguée en Tunisie repose sur une base risquée et instable, pour une ressource exploitée avec des risques d'épuisement à long terme si la tendance de prélèvement d'eau se poursuit.

L'utilisation des eaux souterraines n'est pas durable lorsque le volume d'eau prélevé d'un aquifère est supérieur au volume qui l'alimente via les précipitations ou la recharge artificielle.

La production agricole qui dépend d'une utilisation non durable des eaux souterraines deviendra intenable dès que le prélèvement des eaux souterraines aura atteint les contraintes physiques ou économiques de pompage ou d'utilisation des eaux salées.

Les actions d'extension et de développement des périmètres irrigués privés (PIP) dans toutes les régions du pays se sont accompagnées par des incitations financières de la part de l'Etat, des évolutions technologiques favorables de forage et de pompage de plus en plus efficaces (passage de l'énergie animale à l'énergie thermique puis à l'énergie électrique suscitée par l'extension des réseaux électrique dans les zones rurales) et le développement de marchés et de filières agroindustrielles diversifiées pour les besoins de la consommation intérieure ou pour l'exportation.

Les PIP couvrent actuellement plus de 270 000 ha de terres irrigables, (soit 51 % de la superficie totale irrigable du pays qui est de 530.000 ha), approvisionnés à partir de puits de surface (169 000 ha), de forages privés (83 000 ha), des écoulements d'oueds (12 000 ha) et de lacs et barrages collinaires (6 000 ha). La part des PIP approvisionnés à partir de ressources en eau souterraines est de 93 %, dont 62% à partir des nappes phréatiques et 31% les nappes profondes.

En termes de cultures réellement irriguées, les superficies des PIP consacrées aux cultures arboricoles et maraichères sont de 96 % de la superficie totale irriguée dans les PIP, dont 58% pour l'arboriculture et 38% pour le maraîchage. Les terres arboricoles et maraîchères irriguées par des eaux souterraines dans les PIP constituent 62 % des superficies consacrées à ces spéculations à l'échelle de tout le secteur irrigué.

Il ressort de ces données l'importance des ressources en eau souterraines, notamment celles des nappes phréatiques, dans le développement des PIP et dans la production arboricoles et maraichères, considérées comme étant de plus grande valeur ajoutée.

La politique de développement accéléré et intensif des périmètres privés a conduit à la surexploitation de nappes phréatiques et profondes, ce qui a eu tendance à se répercuter négativement sur la durabilité de l'activité irriguée dans plusieurs périmètres privés du Nord-est, du Centre et du Sud-est, affectant environ 25 % des superficies irriguées à partir de ces nappes, soit autour de 63.000 ha.

La dégradation des niveaux piézométriques a entraîné dans plusieurs situations un approfondissement anarchique des puits et un renchérissement du coût énergétique de pompage, d'où la demande pressante des agriculteurs pour l'électrification des puits. La qualité de l'eau a été aussi altérée par des problèmes croissants de salinité, notamment mais pas exclusivement, dans les zones côtières soumises aux intrusions marines

Outre les impacts directs de la surexploitation des nappes sur les performances des exploitations agricoles, avec réduction des rendements, salinisation des sols et baisse des revenus, il y a d'autres risques à caractère social tel que la perte de revenus, l'abandon de l'activité agricole et l'émigration.

Des études d'évaluation du coût de la dégradation de l'eau en Tunisie pour l'année 2004 (BIRD, 2007) ont abouti à un coût annuel de la surexploitation des nappes de 44.4 millions de dinars, soit 0.1 % du PIB de la Tunisie, alors que le coût global de dégradation de l'eau avait été estimé à 0.6% du PIB. La région du Sud-ouest, notamment le gouvernorat de Kébili, constitue la zone la plus affectée avec 43% du coût national de dégradation par la surexploitation des nappes.

Si des dispositions de régulation et de protection ne sont pas mises en œuvre, au rythme actuel d'évolution de l'exploitation non rationnelle des ressources en eau souterraines la surexploitation va englober toutes les nappes, avec un effet négatif sur les conditions socioéconomiques des régions concernées et la sécurité alimentaire du pays.

❖ Les Instruments Institutionnels et Réglementaires de Gestion des Nappes en Surexploitation (GNS)

L'instrument juridique fondamental pour la gestion de l'eau, y compris les ressources souterraines, est le Code des Eaux, promulgué en 1975 (Loi 75-16 du 31 mars 1975) et modifié par les Lois 87-35 du 8 Juillet 1987 et par la Loi 88-94 du 2 Aout 1988, ainsi que par le Décret 2001-2606 du 9 Novembre 2001. Un nouveau code est actuellement en phase de gestation.

L'expérience passée a montré les limites dans l'application du Code des Eaux en vigueur, notamment : (i) le caractère et le niveau non dissuasif des sanctions administratives ou judiciaires prévues par le Code des Eaux ; (ii) la faible disponibilité du personnel pour les tâches de police des eaux, dans un contexte de pression sur les moyens humains et budgétaires des CRDA ; (iii) le soutien parfois peu ferme des autorités politiques locales pour l'exercice des tâches de contrôle et pour l'application des sanctions administratives.

Le projet du nouveau Code des Eaux s'orienterait vers le régime de l'autorisation préalable généralisée à l'exploitation de toutes les ressources souterraines et au renforcement de la police des eaux. Dès 2017 a été créée une autorité centrale autonome exerçant, les fonctions de l'ancien Bureau d'Inventaire des ressources Hydrauliques (BIRH), ce qui devrait contribuer à donner plus d'autonomie aux services de Police des eaux vis-à-vis des pressions locales.

❖ Instruments Techniques de la GNS

✓ La Gestion Intégrée Eaux de Surface/Eaux Souterraines (GI2ES)

L'utilisation conjointe des eaux de surface et des eaux souterraines sur certains périmètres irrigués privés est assez ancienne. Cela vise à maintenir ou réduire l'exploitation de la nappe en exploitation par l'approvisionnement des agriculteurs à partir d'eaux de barrages, transférées de la région même ou d'autres régions mieux fournies, avec pour effet une exploitation plus réduite des aquifères.

La gestion des réseaux d'eaux de surface a été confiée progressivement aux GDA à partir de 1995. L'apport d'eau des transferts d'eau du Nord vers les zones côtières a donné un certain élan à ce genre de « gestion combinée ». On estime actuellement à environ 30 000 ha la superficie irrigable soumise au régime de ce type de gestion, soit : les périmètres de sauvegarde des agrumes du Cap-Bon, les périmètres de sauvegarde, les périmètres arboricoles et maraichers de Mornag, Ras Djebel, Testour, et Nebhana.

Le cas le plus ancien de cette politique de sauvegarde par la gestion intégrée avait été le périmètre agrumicole de la Soukra (1 400 ha en 1964 mais réduit à quelques dizaines d'hectares en 2010 par effet d'urbanisation), alimenté individuellement par l'eau de nappe grâce à des puits de surface et par un réseau collectif exploitant les eaux usées traitées de la station de Cherguia. Ce périmètre ayant subi une sorte d'« agression urbaine » est en voie de disparition.

L'évaluation de la pratique met en relief les limites de cette approche tel que cela a fonctionné jusqu'à aujourd'hui, en raison des facteurs suivants :

- ✓ Les réseaux d'amenée d'eaux de surface imposent une certaine « discipline » de distribution, par rotation, et ne résistent pas devant l'avantage de l'accès libre permis par l'exploitation de la nappe ; les agriculteurs continuent ainsi l'exploitation non rationalisée des nappes et utilisent les apports supplémentaires en eaux de surface conjoncturellement pour l'extension de l'irrigation (cf. les étapes successives de la politique de sauvegarde des agrumes du Cap-Bon) ;
- ✓ Les tarifs d'eau dans les réseaux collectifs d'irrigation sont très souvent supérieurs aux coûts de l'eau des puits et forages individuels, ce qui incite à privilégier l'utilisation des eaux souterraines. Les modes de tarification dans les PPI n'ont pas pris en compte entre eau souterraine/eau de surface pour proposer les dispositifs nécessaires de régulation ;
- ✓ Ainsi, encore une fois, selon le « paradoxe de Jevons », la solution d'augmentation de l'offre en ressources, dans un but de gestion optimale de l'eau, conduit aux mêmes conséquences de mise en production de plus de terres agricoles.

✓ **La Recharge Artificielle des Nappes (RAN)**

La recharge artificielle des nappes nécessite une infiltration de l'eau dans une formation perméable par l'intermédiaire d'un dispositif aménagé à cet effet. Les conditions générales de cette alimentation sont souvent assez contraignantes : disposer, d'un côté, d'eau naturelle ou des EUT au moment nécessaire, de quantité suffisante et de bonne qualité (chimique, élimination des substances argileuses et organiques) et, de l'autre, d'un aquifère ayant des caractéristiques hydrauliques favorables en termes de perméabilité, de transmissivité et de diffusivité.

Les premières expériences de RAN ont été initiées la fin des années 1960, en utilisant les eaux de surface pour tester différentes techniques de recharge.

En 2011 la RAN avait concerné 20 nappes sur un total de 28 nappes ciblées, alors que le nombre de nappes considérées en « surexploitation » était de 70.

Le volume total rechargé a été de 38 Mm^3, dont 92% en provenance des retenues des barrages collinaires.

Le programme de RAN a permis depuis sa création de réaliser un volume cumulé de l'ordre de 400 millions de m^3. Il a intéressé des nappes côtières (El Alia, Mornag, Grombalia, Enfidha, etc.) ou intérieures (Kairouannais, Kasserine, Zaghouan, etc.).

L'emploi des lits d'oueds constitue la méthode de recharge privilégiée, mais cela n'a pas été développé de manière systématique.

En 1986, dans le cadre du projet RAB-080, une station expérimentale de recharge artificielle de la nappe de Nabeul-Hammamet (Oued Souhil) a été mise en place grâce à la station d'épuration de Béni Khiar et de Mrezga au cap-Bon

Le premier objectif de la recharge des nappes en situation d'exploitation intensive doit être circonscrit à la « restauration de la nappe » et non pas la satisfaction, par une recharge en continu, de la demande « excessive » des agriculteurs.

Il serait plus rationnel et équitable, si des ressources en eau de surface sont disponibles, d'étendre les superficies irriguées dans les régions d'origine de ces ressources.

La recharge des nappes a été considérée comme une solution coûteuse pour les finances publiques, sans participation des bénéficiaires aux coûts. La continuer dans l'avenir, en dehors d'un cadre d'optimisation rationnelle risque de n'aboutir qu'à une augmentation de l'offre de ressources en eau sans réalisation de l'objectif de restauration ou d'équilibre des nappes concernées. De plus, cela peut constituer un avantage aux exploitants sans contrepartie : pour la valorisation de l'eau, la restructuration des systèmes de cultures en place et l'organisation pour la gestion participative et responsable des nappes.

III.2.1.4.6 Les Mécanismes Economiques de Politique de l'Eau d'Irrigation

➢ **Les Incitations Financières**

En vue d'encourager l'investissement privé dans le domaine de l'utilisation de l'eau et du développement agricole en général, des mécanismes de subvention aux investissements incluant des aides substantielles au secteur de l'eau sont prévues à divers niveaux, dont :

- ✓ L'aide financière de 25% des investissements relatifs à la construction des puits et forages et aménagements hydrauliques internes à l'exploitation : stations de pompage, bassins, canalisations et conduites de transport et équipements internes d'irrigation,
- ✓ L'exonération des droits et taxes sur l'importation de certains équipements d'irrigation à la parcelle,
- ✓ L'aide financière décidée à partir de 1995 dans des proportions de 40%, 50% et 60% du coût des investissements relatifs aux équipements d'irrigation modernes et aux opérations d'économie d'eau, octroyée, respectivement, aux grandes exploitations, moyennes exploitations et petites exploitations, dans le cadre du programme national d'économie d'eau en irrigation ; ces taux ont été rehaussés aux niveaux 45%, 55% et 65% ;

- ✓ La détaxe sur les carburants destinés au pompage de l'eau d'irrigation, notamment des puits et forages d'eau ;
- ✓ L'instauration d'une tarification préférentielle pour l'énergie électrique de pompage de l'eau d'irrigation en fonction des horaires de consommation.

➢ Les Redevances Domaniales

La règlementation tunisienne relative au domaine public hydraulique (DPH) stipule que les autorisations et les concessions non déclarées d'utilité publique donnent lieu à une redevance au profit de l'Etat, calculée sur la base du volume d'eau quel qu'en soit l'usage de l'eau (Code des Eaux 1975, Articles 63 et 53).

Pendant longtemps, cette redevance a été fixée à un niveau très bas avec, en plus, un recouvrement dérisoire auprès des utilisateurs de puits, forages ou captages individuels ou collectifs. Les recettes représentent 5 à 10% des montants attendus, en raison des faibles capacités de recouvrement du BIRH.

Financièrement marginal mais symboliquement important, le non-recouvrement des redevances constitue une « subvention implicite » au profit des usagers des eaux en général et les irrigants en particulier.

Un arrêté du Ministre de l'Agriculture en date du 3 Novembre 2014 fixant les redevances pour l'utilisation du domaine public hydraulique a revalorisé ces redevances à un niveau de cinq millimes par m3, avec un minimum de 15 DT pour les eaux à usage agricole.

III.2.1.4.7 Gestion Participative des Eaux Souterraines en Accès Libre

➢ Caractérisation de l'Existant

Il s'agit des différentes approches d'implication collective des bénéficiaires des nappes exploitées en accès libre tel que cela ressort du « Programme d'appui aux politiques publiques de gestion des ressources en eau pour le développement rural et agricole - PAPS : Stratégie nationale de préservation des eaux souterraines ».

A ce titre, la gestion participative de la nappe phréatique de Bsissi-Oued El Akarit, dans le Gouvernorat de Gabés, constitue un cas significatif.

Créée en 2000 l'Association d'usagers en charge de cette gestion a obtenu de ses adhérents que les forages illégaux soient rebouchés et que le creusement de nouveaux forages soit arrêté.

L'impact de ce dispositif institutionnel a été : une réduction des volumes utilisés en irrigation, la réduction des superficies irriguées et la diminution du nombre de puits creusés.

En dehors de cette expérience de GMC (gestion communautaire de nappe), plusieurs autres projets similaires visant la réduction des prélèvements ou le renforcement de la gestion de l'offre par recharge artificielle ont été initié, notamment à travers PISEAU II, mais n'ont pas acquis la maturité nécessaire et ne présentent pas encore de résultats probants.

Pour le renforcement des associations de gestion des nappes certaines conditions sont nécessaires, dont :

i. La mise en application des réformes concernant GDA et figurant dans le projet de Code des eaux, avec particulièrement l'élaboration et la mise en œuvre d'une stratégie de GCN (gestion communautaire des nappes) ;

ii. En plus de la définition des missions et des activités des GDA et des autres acteurs concernés, il s'agit d'élaborer et mettre en pratique un Modèle de Contrat de Nappe, régissant les relations entre les intervenants et précisant la collaboration en matière de police des eaux, la participation au suivi de la piézométrie et de la qualité physicochimique et bactériologique de l'eau, etc.;

iii. Obtenir l'Effectivité des dispositions et dispositifs à mettre en place la communication et le renforcement des capacités, et

iv. Mettre en place un Système de Suivi-Evaluation des activités des GDA de nappes.

➢ Mode de Mise en Œuvre du Contrat de Nappe

Le « Contrat de Nappe (CdN) », en tant qu'instrument innovant de gestion d'une nappe, notamment en état d'exploitation non rationalisée, est un cadre pluripartite, à caractère technique et financier entre les partenaires concernés, notamment l'Administration en charge du Domaine Public Hydraulique et les Bénéficiaires des nappes représentés par leurs Organisations Professionnelles et ce, pour une « gestion et concertée » à l'échelle de la nappe.

Le CdN porte englobe la protection qualitative et quantitative des eaux souterraines et la mise en place d'une politique de gestion durable de l'aquifère. Ses objectifs peuvent être déclinés comme suit :

a. Restauration de l'état optimal de la nappe dans des délais réalistes en vue de sa remise en équilibre ou au moins la résorption progressive des déséquilibres, à travers des interventions visant de garantir la pérennité des ressources,

b. Mise en place de mécanismes de rationalisation de l'exploitation impliquant tous les acteurs et usagers,

c. Renforcement des moyens de contrôle du domaine public hydraulique,

d. Valorisation des ressources en eau au moyen d'assolements économes en eau et avec de meilleurs rendements,

e. Mobilisation de ressources en eau additionnelles, avec des dispositions de recharge dans des conditions de rentabilité acceptables, et

f. Lutte contre les pollutions diffuses (nitrates et produits phytosanitaires).

Le CdN constitue actuellement un instrument largement utilisé pour la maîtrise de la gestion collective des nappes dans les pays méditerranéens (Espagne, France, Maroc…) et d'autres zones de maitrise avancée de l'aridité (Californie, Australie, Inde…).

L'établissement d'un CdN passe par tout un processus d'investigation et d'élaboration, avec : le diagnostic de l'existant, l'identification de scénarios couvrant les possibles du futur, le choix participatif du scénario qui répond me mieux au contexte et aux ambitions et l'identification du plan d'action permettant l'atteinte des objectifs, avec la mise en place d'un système de suivi-évaluation.

Le contrat de nappe fait l'objet de l'engagement formel des acteurs concernés, dont : les autorités locales et régionales, les élus, les agences, les Offices et les sociétés nationales des domaines liés à l'eau, les industriels et les hôteliers qui peuvent être des usagers de la nappe, les représentants des ministères concernés, les professionnels y compris les foreurs, les usagers de l'eau agricole et de leurs organisations professionnelles, les instituts de formation et de recherche, etc.

L'efficacité des contrats de nappe repose sur la bonne connaissance de la ressource dans le territoire concerné, la répartition rationnelle et responsabilisante des rôles et des missions entre les parties prenantes et les modalités de contrôle mutuel qui doivent être appropriées et appliquées par les acteurs.

Bien que les objectifs généraux des contrats de nappes soient les mêmes, leur conception sera différente d'un contexte à une autre afin de répondre aux spécificités de chaque configuration. L'existence d'une « volonté » partagée de réaliser ls objectifs fondamentaux du « Contrat » constitue un atout car tous les aspects pratiques du « vivre-ensemble développementaliste » peuvent ne pas être couverts dans leur intégralité par le CdN, d'où le besoin de recours à l'esprit de compromis et de coopération pour surmonter les divergences.

➢ Applicabilité en Tunisie du Contrat de Nappe

La démarche du GDA de Bsissi dans la maîtrise des ressources peut être considérée comme une initiative concluante pouvant de se transformer en une option nationale pour la gestion en commun des ressources souterraines.

Une réforme des textes juridiques deviendra nécessaire pour rendre le contrat de nappe opposable. Cela passera par de la « « concertation juridique » afin de tenir compte du plus de cas de « conflit d'intérêt » tel qu'il en est pour la nappe de Jeffara-Gabès soumise aux sollicitations très peu compatibles à caractère agricole (oasis de Gabès) et industriel polluant (Usine de traitement des phosphates).

Si les missions pouvant être accordées aux associations et groupements de gestion de nappes sont très nombreuses et même fort utiles pour le secteur de l'irrigation et de l'environnement à la fois, la contrainte réside dans les ressources financières stables pour un fonctionnement efficient et durable des associations ou groupements.

Il y aurait alors deux variantes de solution :

- ✓ Soit les GDA/GH peuvent être rémunérés pour toute contribution de police de l'eau, à laquelle les usagers sont associés, sur la base : de l'autocontrôle, du suivi des piézomètres ou de contrôle de la qualité de l'eau, moyennant des contrats avec le BIRH chargé du recouvrement des redevances domaniales ;
- ✓ Soit ces groupements sont rémunérés pour « paiement des services environnementaux ».

III.2.1.4.8 Perspectives des Périmètres Privés sur Nappes

Bien que spontanée, diffuse dans l'espace, plus moins regroupée, non réglementée sauf dans certains cas d'autorisation d'exploitation de la ressource en eau, la dynamique des périmètres d'irrigation privée (PIP) est telle que cela détient une superficie irrigable égale à celle des périmètres publics irrigués (PPI). La performance des PIP, en termes d'intensification agricole et de rendement semblent, est supérieure à celle des PPI. L'irrigation individuelle est également porteuse d'innovations culturales et technologiques : introduction d'espèces et de variétés nouvelles, techniques avancées d'irrigation localisée, meilleure intégration aux filières agro-industrielles.

Etant donné l'accès plus facile aux petites technologies le potentiel de croissance des PIP est important, notamment pour certaines nappes souterraines non encore suffisamment exploitées ou bien économiquement isolées, avec une marge importante d'expansion de la superficie irriguée. La petite irrigation privée correspond ainsi mieux au profil des petits et moyens exploitants et présente ainsi une opportunité de réduction de la pauvreté et de développement rural.

Néanmoins,, « l'individualisation » de l'irrigation et son extension sur des territoires incontrôlés posent des vrais problèmes d'accès équitable à l'eau avec l'emploi de technologies de forages de plus en plus profonds et coûteux à la portée de certains exploitants privilégiés, avec un effet sur la durabilité de la gestion des ressources, en raison d'une exploitation non rationnelle des ressources, que ce soit au Centre et dans les zones côtières, avec les risques d'intrusion d'eau marine pour ce deuxième cas.

Le phénomène de l'exploitation quasi minière des ressources provient d'une vision biaisée du développement agricole, considéré comme un développement à opérer à n'importe quel prix par manque d'alternatives pour apaiser un monde rural vivant des difficultés socioéconomiques aigües.

Ce sont ainsi les mêmes services de l'Etat qui accordent les autorisations d'accès aux nappes et en assurent leur contrôle, qui facilitent aux agriculteurs l'accès aux crédits d'investissements agricoles et aux encouragements financiers, qui vulgarisent les techniques d'irrigation et agricoles et qui aident à l'écoulement des productions aux marchés intérieurs et extérieurs.

Il s'est suivi de cette stratégie de développement équivoque que les deux secteurs phares de l'exportation agricole : les agrumes et les dattes, ne semblent pas avoir d'avenir certain, car fondés sur des eaux souterraines en état d'exploitation non rationnelle avancée.

III.2.1.4.9 Approche Multidimensionnelle de Gestion Durable des Nappes Menacées

i. De ce qui précède se dégagent les principaux éléments suivants :

   a. Les périmètres privés constituent un secteur agricole dynamique et économiquement performant, mais qui souffre de conditions de non-durabilité, avec le risque d'entrainer son dépérissement dans le long terme ;

b. Les actions menées par les services de l'Etat sont « fragmentées » et se résument à des interventions « technicistes », sans volonté politique pour résoudre à temps les difficultés qui minent actuellement les grandes nappes du pays alors que les solutions existent et exigent surtout d'être adaptées aux conditions particulières de chaque nappe.

Dans ce qui suit seront présentés les différents considérants options, programmes et actions pour une gestion durable gestion des ressources en eau souterraine.

ii. Plusieurs acteurs sont concernés par la gestion de l'irrigation privée sur les nappes souterraines, au niveau central, régional et local ; outre l'Administration agricole (DGGRE, DGGREE, CRDA, DG Production Agricole, centres techniques, APIA, etc.), il les Agriculteurs, les Organisations professionnelles (UTAP, GDA de nappe, ou autres) et les Filières agroindustrielles. La mise en place d'un « Cadre de Concertation des Acteurs de l'Irrigué Menacé » s'impose, pour aider à trouver les solutions adéquates aux nappes menacées par l'exploitation non rationnelle.

iii. La réalisation d'une « Etude de planification des ressources en eau souterraines » de chaque aquifère mérite d'être engagée pour actualiser les ressources en eau réellement disponibles, évaluer la demande des différents secteurs d'usages, définir les conditions d'équilibre ressources/emplois et étudier si nécessaire les apports externes possibles ou les politiques agricoles et de gestion des ressources en eau à mener pour assurer cet équilibre, les coûts qui en découlent , la rentabilité économique des interventions, etc.

Ce genre d'étude offrira la base pour la définition des « Périmètres d'Aménagement et d'Utilisation des Eaux » [Cf. Article 16- Code des eaux 1975], une disposition qui n'a jamais été prise en considération dans la gestion des ressources en eau souterraine et dont la non-application explique, par ailleurs, les « errements » constatés dans la gestion des nappes. Après approbation de l'étude de planification par les différents acteurs, un délai de 2 à 3 années sera accordé aux différents intervenants pour la mise en œuvre des conditions d'équilibre de la nappe.

iv. Grâce aux résultats des « études de planification » les différents périmètres irrigués privés deviennent délimitables, avec une détermination flexible des superficies irrigables et irriguées, réactualisées tous les cinq ans en fonction de l'évolution des prélèvements sur les nappes et de la mise en valeur agricole des périmètres.

v. Un des problèmes les plus sensibles, qui sera soulevé lors de la mise en place des préconisations de l'étude relative aux nappes en surexploitation, est la réduction du niveau de la demande en eau, en rapport notamment avec la demande agricole à caractère économique. Les mesures et procédés d'économie d'eau, d'amélioration de l'efficience d'utilisation de l'eau à la parcelle et de la valorisation de l'eau sont applicables mais cela peut se révéler insuffisant pour amener à l'équilibre de certaines nappes surexploitées. La restructuration du système cultural et la pratique d'assolements raisonnés constituent des options appelées qui s'imposer malgré la complexité des enjeux et défis. En effet, les agriculteurs sont trop familiarisés avec les spéculations qu'ils pratiquent depuis longtemps alors qu'ils sont conduits à acquérir de nouvelles connaissances, apprendre de nouvelles techniques et accumuler de nouvelles expériences pour les cultures préconisées. Les filières agro-industrielles auront aussi à être en mesure de s'adapter aux nouvelles situations de la production agricole. La réduction des superficies irriguées constituerait le ciblage de choix, affectant spécialement les cultures annuelles alors que les cultures pérennes seraient épargnées, sauf pour les vergers anciens peu productifs. Toutefois, l'ensemble de ces dispositions aura à assurer la compatibilité avec l'exigence socioéconomique de satisfaction de la demande nationale liée à l'industrie agroalimentaire et la consommation et la demande internationale en rapport avec les objectifs d'exportation. Ainsi l'ensemble de ces orientations auront à être validées par une vision agroéconomique aussi explicite que possible pour identifier tout le processus d'adaptation nécessaire afin de répondre aux différentes exigences. Etant entendu qu'il ne s'agit d'envisager l'avenir que sous l'angle du plus de contraintes pour les eaux souterraines alors que des possibilités existent pour changer qualitativement toute la donne de la Gestion Intégrées Eaux de Surfaces / Eaux Souterraines, en plus de ce que permettre une dynamisation rationnelle, efficiente et durable de l'agriculture pluviale.

vi. Il y a lieu également d'ancrer et institutionnaliser la « gestion participative des nappes » sur la base de la notion de « bien commun », sachant qu'au vu de l'expérience en matière de gestion locale des eaux, l'atteinte du succès en matière de gestion collective de la ressource relève de processus difficiles à mettre en place. Cela nécessite la concordance d'institutions efficaces et de mécanismes appropriés pour la mise en place de ces institutions. La connaissance des dilemmes posés par l'utilisation de la nappe est nécessaire, car il s'agit de deux logiques différentes en présence : celle de l'Etat qui cherche la durabilité des ressources pour l'intérêt de la collectivité et celle de l'exploitant agricole qui cherche à maximiser son profit. Le processus actuel de création des associations reste du genre « top-down » tenté par l'application du même modèle d'intervention à toutes les situations alors que la réponse pensée (Ostrom, 1990) ne va pas dans ce sens. La solution d'optimisation recommande que pour chaque situation doit correspondre un dispositif adapté.

L'étude en cours, de « Préparation des plans stratégiques pour la gestion des ressources en eau souterraines dans quatre gouvernorats (SGWMP) » de Kairouan, Sidi Bouzid, Tozeur et Kébili, devrait apporter des éléments nouveaux plus pour la gestion et la protection à long terme des ressources en eau souterraines en état de surexploitation et fournir plus d'éclairage sur les meilleures manières d'assurer la durabilité des périmètres irrigués.

III.2.1.5 L'Efficacité Energétique en Irrigation

III.2.1.5.1 Le Nexus Eau-Energie-Alimentation

Il est admis aujourd'hui que l'amélioration de la sécurité de l'eau, de l'énergie et de l'alimentation peut être obtenue grâce à une approche Nexus qui intègre la gestion et la gouvernance des secteurs et met en évidence l'interdépendance.

La consommation de l'énergie directe dans le secteur agricole et de la pêche est estimée à 7 % de la consommation énergétique totale du pays, dont 2% constituent la part énergétique de l'eau d'irrigation[94].

La moyenne de consommation unitaire en irrigation serait de 0,1tep/ha/an. La valeur la plus élevée est observée au Sud, soit 0,5 tep/ha/an contre seulement 0,1 tep/ha/an au Centre (Tableau suivant). La consommation énergétique spécifique d'eau d'irrigation est 32 tep/ Mm^3 avec une valeur nettement plus élevée dans la région du Centre, soit 39 tep/Mm^3.

Tableau 78: Consommation énergétique unitaire et spécifique en irrigation par région

Région naturelle	Consommation énergétique unitaire par Ha (Tep/ha)	Consommation énergétique spécifique par m^3	
		Electricité (kWh/m^3)	Gasoil (l/m^3)
Nord	0.4	0.260	0.023
Centre	0.1	0.377	0.042
Sud	0.5	0.366	0.33

***Source** : ANME/Alcor, 2011*

A l'échelle des régions, l'énergie nécessaire à l'irrigation dépend des conditions de pompage, de l'importance des cheminements d'eau dans les réseaux de canalisations et de la pression nécessaire au fonctionnement des équipements d'irrigation utilisés à la parcelle (3-8 bars pour l'irrigation par aspersion, 1-3 bars pour l'irrigation localisée, inf. à 1bar pour l'irrigation gravitaire conventionnelle).

[94] L'énergie directe relative à l'irrigation correspond aux produits énergétiques consommés directement par l'activité d'irrigation : il s'agit principalement des carburants et de l'électricité nécessaires au fonctionnement des stations de pompage notamment. L'énergie indirecte concerne plutôt les produits énergétiques de tout genre intervenant dans la construction des divers ouvrages de mobilisation des eaux, de construction des réseaux, des installations de pompage et des équipements d''irrigation à la parcelle, etc. Vu sa complexité, elle n'intervient pas dans l'analyse objet du présent chapitre.

Par région cela se présente comme suit :

- ***Région Nord-ouest*** : l'irrigation est assurée essentiellement par les eaux de barrages ou de transferts. L'aspersion est la technique d'irrigation la plus pratiquée, notamment dans les grands PPI. Le pompage concerne de gros volumes d'eau avec des pressions élevées pour subvenir aux besoins de l'aspersion.
- ***Région Nord-est*** : les eaux de surface sont utilisées à haute pression pour l'aspersion (GPPI de Bizerte) ou à basse pression (GPPI Ben Arous, Nabeul). Les eaux souterraines phréatiques constituent une part importante des ressources utilisées pour l'irrigation. Les nappes sont le plus souvent « surexploitées », ce qui se traduit par une baisse du niveau piézométrique, synonyme d'accroissement de la consommation d'énergie. Par ailleurs, l'adhésion des agriculteurs aux techniques d'économie d'eau (depuis la mise en œuvre du programme national d'économie d'eau en 1995) a entraîné une augmentation de la consommation énergétique pour l'irrigation.
- ***Région Centre-ouest*** : malgré l'existence de grands périmètres irrigués par aspersion, approvisionnés par des eaux de surface, l'essentiel de l'eau d'irrigation provient de nappes profondes, exploitées par forages, avec un niveau de pompage élevé et des nappes phréatiques connaissant d'importants rabattements, en plus, il y a l'importante progression de l'adoption des techniques d'irrigation localisée.
- ***Région Centre-est*** *:* caractérisée par des périmètres irrigués à basse pression à partir d'eaux de surface alors que des PMH et des périmètres privés sont irrigués à partir des nappes profondes et phréatiques, pour des niveaux de hauteur de pompage moyens.
- ***Région Sud*** : l'irrigation est essentiellement confinée aux oasis irriguées, en majeure partie par des eaux souterraines provenant de l'exploitation de nappes profondes, avec un artésianisme en déperdition et des profondeurs d'exhaure supérieures à 100 m. Le coût d'exhaure de ces eaux est particulièrement élevé en termes de consommation d'énergie, et il est en augmentation continue, consécutive à l'aggravation des rabattements des aquifères fossiles dans certaines zones du Sud. L'irrigation se fait le plus souvent par la technique gravitaire traditionnelle.

La relation Eau-Energie pour le secteur irrigué se caractérise par les aspects suivants :

- ✓ *L'énergie représente un facteur essentiel en matière d''irrigation* ;
- ✓ *L'amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau en irrigation peut aider à réduire d'une manière substantielle la demande en énergie*. La réduction des volumes d'eau d'irrigation permet de compenser l'effet de la demande unitaire en énergie ;

III.2.1.5.2 Economie de l'Energie dans l'Irrigation

La mise en œuvre d'une stratégie de rationalisation l'usage de l'énergie dans le domaine de l'irrigation est envisageable e raison des éléments suivants :

- Nécessité de réduire le coût de l'eau, que facteur primordial de la production agricole irriguée, alors que le coût d'exploitation de l'eau dépend actuellement pour 40 % en moyenne du facteur énergie ;
- La modernisation de l'irrigation par le passage des techniques gravitaires vers l'irrigation par aspersion ou localisée, le rabattement du niveau piézométrique des aquifères et la perte de l'avantage de l'artésianisme dans le Sud, vont exiger un usage de plus en plus intensif de l'énergie, d'où la nécessité de maîtrise de ce facteur ; la réduction de la consommation d'eau constitue un des leviers importants de maitrise de la consommation d'énergie ;
- Le point critique dans la plupart des systèmes d'eau se trouve au niveau des stations de pompage, dont les performances et la fiabilité conditionnent la réussite de l'approvisionnement en eau d'irrigation.

III.2.1.5.3 La Maitrise Energétique dans les PPI

Les PPI alimentés à partir des grands barrages dans le Nord et le Centre ou à partir des forages profonds dans les différentes régions du pays, sont équipés avec des stations de pompage de puissance moyenne à importante, électrifiées dans la majorité des cas.

La puissance totale de pompage dans les PPI va s'accroitre dans les années à venir en raison de : (i) la création de nouveaux périmètres irrigués, (ii) la réhabilitation ou la modernisation des certaines anciennes stations pour les adapter aux nouvelles exigences des techniques modernes d'irrigation, en moyenne ou haute pression, (iii) la baisse de l'artésianisme dans le Sud et la nécessité de le compenser par des nouveaux systèmes de pompage.

La plupart des stations de pompage sont gérées par les CRDA pour les grandes stations ou en partenariat avec les GDA pour les stations de taille moyenne ; quelques grandes stations, rattachées aux systèmes de transfert, le sont directement par la SECADENORD.

Les orientations les plus importantes pour la maîtrise de l'énergie dans les stations de pompage des PPI se présentent comme suit :

- ✓ La Direction Générale du Génie Rural et de l'Exploitation des Eaux (MARHP) a établi depuis 1995 avec la collaboration des services des CRDA des normes internes dites « Normes CRDA » en matière de réhabilitation, de modernisation et de création de nouvelles stations de pompage, qui sont adaptées au contexte de la Tunisie. La majorité des stations récentes sur forages ont été conçues et mises en exploitation en conformité avec ces normes. *Il reste toutefois nécessaire est important d'actualiser en continu les normes techniques avec la participation de tous les acteurs publics et privés* pour tenir compte des innovations en matière d'économie d'énergie. C'est ainsi qu'un rendement au minimum de 75 % pour les pompes à acquérir dans l'avenir devrait être exigé et imposé dans les cahiers des charges ;
- ✓ La composante *« maîtrise et optimisation de l'utilisation de l'énergie* » est à renforcer lors de la réalisation des études relatives aux systèmes d'eau destinés à l'irrigation. Les spécifications des cahiers des charges pour l'acquisition des équipements de pompage devront évoluer en fonction des nouvelles orientations en matière d'énergie. Les méthodes de gestion des stations de pompage méritent d'être revues dans l'objectif d'une meilleure efficacité de l'utilisation de l'énergie ;
- ✓ Les « *programmes de maintenance, de renouvellement et de modernisation des équipements de pompage* » sont à renforcer par des plans de maintenance préventive et curative et des dispositions financières en conséquence : d'appui budgétaire et d'adaptation tarifaire. La mise en place d'un outil numérique de gestion du programme de maintenance sera utile et nécessaire afin de préparer et planifier les interventions, maîtriser ses coûts et faciliter la gestion du stock des pièces de recharge ;
- ✓ La mise en œuvre *de programmes de formation, de recyclage et de sensibilisation* en matière de maîtrise de l'énergie, au profit des équipes d'exploitation et de maintenance des stations de pompage (CRDA, GDA) ;
- ✓ L'application *de « l'audit énergétique »* aux stations de pompage destinées à l'irrigation, conformément à la Loi N° 72 en date 02 août 2004 portant sur la maîtrise de l'énergie (CRDA, SECADENORD) ;
- ✓ La mise en place, dans chaque Arrondissement de l'Exploitation des Périmètres Irrigués des CRDA, d'une « *unité chargée de la gestion énergétique* **»** pour apporter aux GDA l'assistance technique nécessaire pour le suivi technique des équipements de pompage et celui de la consommation et de la facturation énergétiques ; il est toutefois possible de confier cette mission au secteur privé ;

III.2.1.5.4 La Maitrise Energétique dans les PIP

Dans les PIP les stations de pompage individuelles installées sur puits, forages et prises d'eau sur oueds ou retenues d'eau, sont exploitées directement par les agriculteurs qui en sont propriétaires.

L'électrification touche actuellement plus de 60% des stations, le reste est équipé de moteurs Diesel.

La demande d'électrification est généralement forte en raison des facilités d'exploitation des moteurs électriques, et satisfaite progressivement en fonction de l'évolution de l'électrification rurale.

L'assistance pour la conception technique des stations de pompage privées et de leur gestion est quasi absente, avec des conséquences, parfois très négatives, sur le rendement du pompage et sur l'utilisation de l'énergie.

Les fournisseurs d'équipements n'ont pas de services techniques capables d'assister les agriculteurs et d'évaluer les performances du matériel vendu. La consommation du gasoil pour le besoin du pompage de l'eau agricole est subventionnée, ce qui n'incite à l'économie d'énergie. Le rendement global des stations de pompage individuelles est de l'ordre de 40%.

En raison de la tendance à l'exploitation non rationnelle des ressources, la politique énergétique dans les périmètres privés devra certes viser la maîtrise de la consommation de l'énergie mais également veiller à la conservation de la ressource hydraulique et sa durabilité.

Sur la base de ces considérations, les préconisations suivantes sont formulées :

- ✓ A l'occasion de l'installation d'une nouvelle station de pompage sur puits au profit d'un agriculteur désirant bénéficier des avantages ou subventions des investissements, les services des CRDA devraient exiger des fournisseurs d'équipements la présentation d'une documentation mentionnant les caractéristiques des équipements, dont en particulier les rendements des machines ;
- ✓ Des programmes de sensibilisation sur la maîtrise de l'énergie au profit des agriculteurs, des fournisseurs d'équipements, des réparateurs, sont à mettre en œuvre par les CRDA avec le concours de l'ANME ; les centres régionaux de formation professionnelle concernés par les aspects relatifs au pompage de l'eau (mécanique, moteurs, électricité, etc.) sont à impliquer dans ces programmes ;
- ✓ La STEG est appelée inciter à inclure dans ses programmes d'électrification les zones rurales concernées par les périmètres irrigués privés ; les demandes des agriculteurs pour l'électrification des puits devront faire l'objet d'un avis du CRDA dans l'objectif d'assurer de la cohérence ente les puissances électriques demandées et les objectifs de gestion rationnelle de la ressource ;
- ✓ L'opportunité des subventions accordées aux carburants destinés au pompage de l'eau d'irrigation devrait être réexaminée en fonction de la disponibilité des ressources en eau ainsi que des objectifs de développement régional.

III.2.1.5.5 Irrigation et Energie Renouvelable

➢ Eléments de Bilan

❖ L'énergie photovoltaïque

On recense actuellement plusieurs projets publics d'utilisation de l'énergie photovoltaïque pour l'équipement de pompage de points d'eau dans les gouvernorats de Kairouan, Tataouine, Médenine et Kébili, destinés notamment à l'approvisionnement en eau du cheptel dans les régions désertiques, les puissances installées étant de 1.2 à 3.5 kW , les débits de 7 à 35 m3/j, avec une HMT de 26 à 165m.

Un projet de dessalement de l'eau saumâtre pour l'approvisionnement en eau potable rurale a été réalisé au profit de la localité de Ksar Ghilène - Douze avec une puissance installée de 4.5 kW, un pic de débit de 20m3/j et une HMT de 165m.

En plus d'un projet utilisant le pompage photovoltaïque pour le besoin d'une exploitation agricole a été réalisé à Médenine en 2007, piloté par le Centre d'activités sociales de L'UTAIM, plusieurs projets individuels dans divers gouvernorats ont été réalisés.

L'une des justifications économiques de ces projets est l'éloignement des points d'eau par rapport aux réseaux de la STEG.

Sur le plan technique, l'utilisation de l'énergie photovoltaïque pour le pompage de l'eau ou le dessalement s'est révélée fiable, à l'exception de quelques cas d'inadéquation relatives à l'adaptation des plaques importées aux conditions climatiques des zones désertiques : poussière et fortes températures.

❖ L'énergie éolienne

L'essentiel des régions prometteuses pour la production de l'énergie éolienne (540 kWh /m2/an à 890 kWh /m2/an) se situe dans les zones côtières du Nord-est et du Centre-est (de Cap Serrât jusqu'au Sahel), dans les zones montagneuses de Thala et Kasserine et dans l'extrême Sud-est. Des régions qui sont caractérisées par un potentiel moyen de 270 à 430 KWh /m2/an.

Dans le domaine agricole, l'énergie éolienne a été exploitée au cours des années 50 et 60 pour le pompage de l'eau des puits avec de faibles débits dans les zones agrumicoles de Hammamet ou dans la région de Médenine pour l'abreuvement du cheptel (éoliennes multi pâles, pompes verticales à membranes).Une tentative de fabrication des éoliennes a été même encouragée dans les années 90 (entreprise SEN), mais cette fabrication a été abandonnée en raison des difficultés de maîtrise industrielle.

Dans l'ensemble, l'expérience de l'utilisation des éoliennes en Tunisie a montré la faible adaptation des unités installées (de modèles anciens) aux conditions de vent extrêmes. Cependant, le grand complexe d'El Haouaria de production d'énergie éolienne par la STEG ouvre la voie à l'implantation rationnelle de la technologie correspondante.

❖ L'énergie géothermique

Il existe certaines ressources géothermiques en Tunisie mais restent assez marginalisées vu leur importance limitée et n'entrent pas ainsi en compte dans le bilan énergétique national. Toutefois, ces ressources jouent un certain rôle sur le plan local dans le domaine irrigué.

La plupart des sources géothermiques[95] ont une faible enthalpie, avec des températures maximales de 70 à 90 ° C. Néanmoins, la partie Nord-ouest du pays se caractérise par une zone géothermique de haute énergie. Ces sources se trouvent également le long des régions côtières et dans le Sud où le problème de l'eau douce est le plus aigu. Le Sud peut être divisé en les principaux aquifères géothermiques du Continental Intercalaire [1000 m de profondeur, T°: 70°C, TDS : 2,5 à 5 g/l,] et le Continental Terminal [100-600 m de profondeur, T°: 30 à 50 °C, TDS : 1.5 à 8 g/l].

Dans le domaine agricole, l'énergie géothermale est utilisée actuellement pour l'agriculture sous serres dans le Sud. Techniquement, cela pourrait aussi être exploité pour la production d'eau douce par dessalement des eaux saumâtres.

➢ Perspectives d'Energie Renouvelable pour l'Irrigation

Les expériences pour l'utilisation des énergies renouvelables dans le domaine du pompage pour sont encore peu nombreuses. Les raisons en sont les suivantes :

- ✓ Sur le plan technique, l'irrigation classique utilise des grandes puissances de pompage en raison des débits ou des HMT importants exigés (P=1.5 à 2 kW par ha, disponible au moins 16 heures par jour en mois de pointe) que les énergies renouvelables ne sont pas, au stade actuel de leur développement, en mesure de satisfaire dans des conditions financières favorables ;
- ✓ L'agriculture irriguée s'est adaptée aux énergies conventionnelles souvent à bas prix ou fortement subventionnées (cf. subvention des carburants, tarification préférentielle de l'usage de l'électricité pour le pompage agricole). La mutation vers l'utilisation des énergies renouvelables va dépendre des évolutions des prix de l'énergie conventionnelle ou des incitations financières à accorder au secteur en question ;
- ✓ La Tunisie dispose actuellement de programmes nationaux pour le développement des énergies renouvelables qui profiteront à l'irrigation ; toutefois il restera à préciser le rapport entre STEG[96], fournisseur principal de l'électricité au niveau national, y compris celle produite grâce aux énergies renouvelables, et les agriculteurs ou leurs groupements en tant que producteurs potentiels d'énergies renouvelables pour leur propre compte ;

[95] Il existe différentes sources d'énergie géothermique qui peuvent être classées en termes de températures mesurées comme basses, moyennes et élevées. Les seuils correspondants sont inférieurs à 100°C, entre 100°C et 150°C et jusqu'à 150°C, respectivement.
[96] Cf. Projet d'amélioration des performances du secteur d'énergie qui vise à renforcer le système de transport d'électricité du pays, intégrer les énergies renouvelables produites localement en grande partie par des opérateurs privés (STEG, 2019)

- ✓ L'utilisation de technologies d'énergies renouvelables en irrigation aura à faire l'objet d'un encadrement au service des objectifs suivants :
    - ❖ Eviter que l'installation de panneaux photovoltaïques n'aient pas d'impacts négatifs en termes d'occupation de sols chèrement aménagées pour les cultures ;
    - ❖ L'emploi des énergies renouvelables pour le dessalement individuel des eaux d'irrigation génère un problème d'évacuation des saumures évaluées à 5 tonnes par hectare, avec risque d'infiltration ;

Actuellement la maîtrise des conditions d'utilisation des énergies renouvelables sur le plan technique et économique n'est pas assurée. La recherche-développement permettra d'apporter des réponses aux contraintes existantes.

Les catégories de projets qui peuvent présenter le plus d'intérêt sont ls suivantes :

- ❖ Pompage de l'eau d'irrigation sur puits de surface de faible profondeur, pour cultures de haute valeur ajoutée, cultivées sous serres ou dans des petites exploitations en substitution à l'énergie thermique ;
- ❖ Des systèmes hybrides : réseau électrique/ photovoltaïque, réseau électrique/éolien peuvent présenter un certain intérêt ;
- ❖ Le dessalement individuel des eaux saumâtres en utilisant les énergies alternatives pour les besoins en eau des cultures sous serres ou dans des petites exploitations agricoles (périmètres privés, périmètres géothermiques au Sud) ;
- ❖ Apport d'énergie renouvelable en appui à l'énergie conventionnelle pour le pompage d'eau dans un PMH sur forage avec gestion GDA en partenariat avec le CRDA) ;
- ❖ Utilisation de la géothermie (en système hybride avec l'énergie photovoltaïque) pour la production de le l'électricité nécessaire au pompage de l'eau dans les forages en perte d'artésianisme ou pour le fonctionnement des refroidisseurs d'eau chaude destinée à l'irrigation des oasis. [Sud-est] ;
- ❖ Association de techniques d'économie d'eau et d'utilisation des énergies renouvelables (photovoltaïque ou éolienne) pour l'irrigation des jardins publics (Municipalités des grandes villes) ou des jardins d'hôtels dans les grands complexes touristiques ;
- ❖ Dessalement collectif grâce à l'énergie renouvelable concernant les eaux usées dans quelques petits périmètres publics irrigués aux EU de salinité élevée, l'objectif est de traiter et de rabaisser la salinité de l'eau usée pour l'usage agricole. [Centre-est, Sud-est].

Pour la mise en œuvre du programme de recherche-développement il est indispensable de promouvoir un réseau de sites pilotes et de parcelles d'expérimentation permettant d'approfondir les études à caractère technique, économique et environnemental adaptées aux conditions régionales[97], d'élaborer et de diffuser des pratiques innovantes et des références techniques sûres.

La volatilité des prix de l'énergie et la subvention de l'énergie d'irrigation risquent de ne pas inciter au renforcement du choix énergétique durable.

La concertation entre les différents acteurs : CRDA, STEG et l'ANME peut être une voie de rationalisation de l'usage de l'eau par la régulation de l'usage de l'énergie.

[97] Les productions éoliennes et photovoltaïques sont intermittentes et fluctuent en fonction des conditions météorologiques. Les fluctuations des productions d'énergies renouvelables s'ajoutent aux variations parfois importantes de la demande en eau agricole.

III.2.2 Annexe

Tableau 79: Valorisation économique de l'eau d'irrigation par culture et par étage bioclimatique

CULTURES	ETAGES BIOCLIMATIQUES									
	Humide subhumide HSH		*Semi aride supérieur SAS*		*Semi aride inférieur SAI*		*Aride A*		*Saharien S*	
	SOUS REGIONS									
	Nord-Ouest / (Nord-Est)		*Nord-Est / (Nord-Ouest)*		*Centre-Ouest*		*Centre-Est*		*Sud*	
	I /B[98]	VE [99] DT/m³	I /B	VE DT/m³	I /B	VE DT/m³	I /B	VE DT/m³	I /B	VE DT/m³
Grandes cultures										
Blé dur (pluvial)	0	0.32	0	0.29	0	0.19				
Blé dur (aspersion)	33 %	0.47	46 %	0.31	62%	0.23	82%	0.37		
Blé tendre (Pluvial)	0	0.31	0	0.29	0	0.17				
Blé tendre (aspersion)			75 %	0.20						
Orge (Pluvial)	0	0.18	0	0.15	0	0.17				
Orge (aspersion)	17 %	0.35	19 %	0.28	68%	0.14				
Avoine (pluvial)	0	0.10	0	0.27	0	0.18				
Avoine (irrigué)					27%	0.28				
Triticale	0	0.28								
Arboriculture										
Olivier (à huile)	0	0.25	0	0.38	0	0.47				
Olivier (irrigué)			35 %	0.15	32 %	0.38	72 % gàg 68%	2.33 0.42		

[98] Rapport de l'eau d'irrigation à la consommation totale de la culture (irrigation et précipitations)
[99] Valorisation de l'eau en dinar par m3 d'eau

Tableau 79: Valorisation économique de l'eau d'irrigation par culture et par étage bioclimatique

CULTURES	ETAGES BIOCLIMATIQUES									
	Humide subhumide HSH		*Semi aride supérieur SAS*		*Semi aride inférieur SAI*		*Aride A*		*Saharien S*	
	SOUS REGIONS									
	Nord-Ouest / (Nord-Est)		*Nord-Est / (Nord-Ouest)*		*Centre-Ouest*		*Centre-Est*		*Sud*	
	I /B[98]	VE [99] DT/m³	I /B	VE DT/m³	I /B	VE DT/m³	I /B	VE DT/m³	I /B	VE DT/m³
Arboriculture *(Suite)*										
Amandier			0	0.21	0	1.44	0	0.94		
Amandier (irrigué)			86 %	0.18	2 %	2.98				
Vigne de table (en pluvial)	0	4.63								
Vigne de table (en irrigué)			70 %	2.29			80 %	4.33		
Vigne de cuve	0	1.90	0	3 .28						
Maltaises	63 %	0.48	78 %	1.07	67 %	0.8				
Clémentiniers			79 %	1.37						
Thomson			70 %	1.3						
Citronnier	61 %	3.14								
Pommier			70 %	0.59	90 %	1.31	86 %	1.47		
Poirier			70 %	0.83						
Pêcher			69 %	1.71	69 %	0.98				
Grenadier	62 %	0.71					92 %	0.56		
Palmier-dattier (DN)									100%	0.2
Palmier (Alig&Kenta)									87%	0.13

Tableau 79: Valorisation économique de l'eau d'irrigation par culture et par étage bioclimatique

CULTURES	ETAGES BIOCLIMATIQUES									
	Humide subhumide HSH		*Semi aride supérieur SAS*		*Semi aride inférieur SAI*		*Aride A*		*Saharien S*	
	SOUS REGIONS									
	Nord-Ouest / (Nord-Est)		*Nord-Est / (Nord-Ouest)*		*Centre-Ouest*		*Centre-Est*		*Sud*	
	I /B[98]	VE [99] DT/m³	I /B	VE DT/m³	I /B	VE DT/m³	I /B	VE DT/m³	I /B	VE DT/m³
Maraichage										
P.d.T (saison)	72 %	1.11	73 %	1.23	77 %	1.00	84 %	0.30		
P.d.T (ar.saison)							75 %	0.96		
Tomate (saison)	79 %	0.70	91 %	0.77	97 %	0.74	76 %	0.48		
Piment			83 %	0.43	87 %	0.53				
Pastèque	77 %	0.40	63 %	0.40			88 %	0.46		
Pastèque (S. tunnel)					93 %	0.72				
Melon			61 %	0.60			86 %	1.21		
Artichaut			85 %	0.92			71 %	0.26		
Oignon			56 %	0.92			82 %	1.87		
Fraises			47 %	3.21						

***Source** : Données EVSAT/CAD 2015*

Tableau 80: Évaluation préliminaire de l'expérience tunisienne en matière de gouvernance des eaux souterraines

Mécanismes de gouvernance	Nature des instruments de gestion	Efficacité des instruments de gestion			Perspectives
		Augmentation de la ressource	Réduction des prélèvements dans l'aquifère	Valorisation de l'eau	
CODE DES EAUX ET TEXTES AFFERENTS	1-Régime d'autorisation et de concession	Non	Oui (++[100])	Non	- Efficace sur les eaux profondes, régime à étendre pour les nappes phréatiques (Voir nouveau CDE)
	2-Instauration de périmètres de sauvegarde et de protection	Non	Oui (+)	Non	-Application à renforcer.
	3-Police des eaux	Non	Oui (+)	Non	- Application à renforcer.
GESTION DE L'OFFRE	1- Gestion conjuguée eau souterraine / eau de surface	Oui (+)	Non	Non	- Action peu durable par manque de ressources en eau, mais utiles pour restaurer nappes affectées.
	2- Recharge artificielle des nappes	Oui (+)	Non	Non	- Idem que point-1
					- Peut valoriser les EUT, moyennant traitement adéquat.
GESTION DE LA DEMANDE	1- Programme d'économie d'eau en irrigation	Non	Oui (++)	OUI (++)	- Efficacité accrue moyennant réduction du recyclage des volumes économisés.
	2-Instruments économiques	Non	Non	Oui	- Efficacité accrue avec amélioration de l'usage de techniques plus avancées.
	2.1- . Subventions et incitations financières	Non	Non[101]	Non	-Incitations conjoncturelles pour réduire consommations sont à prospecter
	2.2- Redevances DPH	Non	Oui (+)	Oui (+)	- Pouvant être efficaces moyennant augmentation du niveau des redevances et renforcement du recouvrement.
	2.3- Tarification eau d'irrigation	Non	Oui (+)	Non	- Efficace en cas de projets publics sur ressources profondes. Effets plus importants en fonction de la structure et du niveau de la tarification.
	2.4- Synergie Eau-Energie				- La limitation de la puissance électrique est en mesure de réduire les possibilités de pompage et des prélèvements.

[100] Impacts positifs faible (+), moyen (++) et élevé (+++).
[101] Pour le niveau actuel des redevances.

Tableau 80: Évaluation préliminaire de l'expérience tunisienne en matière de gouvernance des eaux souterraines

Mécanismes de gouvernance	Nature des instruments de gestion	Efficacité des instruments de gestion			Perspectives
		Augmentation de la ressource	Réduction des prélèvements dans l'aquifère	Valorisation de l'eau	
GESTION LOCALE DES RESSOURCES	- Gestion participative des nappes	Non	Oui (+)	Non	-Efficacité de l'instrument dépend de la volonté d'application du Code des Eaux. - A étendre à toutes les nappes phréatiques mêmes non affectées, pour action préventive. - Etendre les missions des associations de gestion de nappes à d'autres activités complémentaires de développement pour consolider leur durabilité.

Source : *STUDI International, GKW*

III.3 Opérationnalisation du Levier 3 d'Intégration-Harmonisation des Eaux Bleues/Eaux Vertes (IH-EB-EV)

III.3.1 Problématisation Introductive de l'Agriculture « Eaux Vertes »

L'agriculture pluviale va constituer un enjeu décisif écologique, social et économique, en rapport avec l'aridité éco-géographique et son ''déficit hydrique climatique'', qui se creuse sous l'effet du changement climatique et des capacités d'adaptation à cette contrainte limitante des potentialités.

L'objectif de cette composante de la Stratégie Eau 2050 est l'identification de gisements de productivité des ressources en eau disponibles au profit des systèmes de production agricoles pluviaux, dont l'Eau Verte, qui ruisselle et échappe à l'infiltration dans le sol.

Au service d''une meilleure valorisation de cette eau verte, il s'agit d'ouvrir des perspectives de solutions innovantes, en mesure d'améliorer les performances de l'usage agricole, prêt à bénéficier de toutes les ressources en eaux mobilisables, conventionnelles et non conventionnelles, pour des cultures pluviales.

Les principaux systèmes de production agricoles pluviaux (systèmes céréaliers, de monoculture oléicole, des parcours/élevage ovin/caprin) occupent plus de 90 % des terres cultivées et de la SAU, reçoivent annuellement plus de 20 milliards de m^3 d'eau pluviale, mais ne contribuent que pour moins de 30% de la valeur totale des productions agricoles, soit moins que les 435 000 ha des terres irrigables. Situation aggravée par une variabilité interannuelle préjudiciable aux économies locale et nationale.

Plusieurs contraintes sont à l'origine de ces faibles performances, mais c'est le déficit hydrique climatique qui en est le principal facteur limitant. Le systèmes « eaux vertes » est menacé par le dérèglement climatique, s'exprimant au niveau de la parcelle par l'accroissement de la demande climatique de l'atmosphère eau, d'une part, et par l'élévation concomitante des plafonds des demandes sociales, en matière de revenus agricoles, d'autre part.

La question de l'eau est, donc de nouveau, au centre de la politique de développement agricole et du questionnement sur les capacités d'adaptation de ces systèmes pluviaux aux divers risques, via l'exploitation des marges potentielles d'amélioration de leurs performances.

La ressource Eau Verte (eau pluviale efficace qui tombe sur les terres cultivées et les parcours) serait l'un des gisements de productivité à exploiter, moyennant la maîtrise de son ruissellement, par des aménagements spécifiques, favorisant son infiltration dans le réservoir utile du sol au niveau de la parcelle. Ce serait le premier vecteur de valorisation d'eau disponible. Le deuxième vecteur de productivité résiderait dans la correction des termes du bilan hydrique, au moyen d'apports complémentaires d'autres ressources en eau, dans le contexte de zone aride peu propice à la production d'eau verte de ruissellement.

> Les zones arides aux ***''conditions limites''*** sont celles où les techniques utilisées en aridoculture sont devenues insuffisantes pour améliorer, dans le court terme, les rendements des cultures et des parcours et répondre à l'évolution de la demande sociale en revenus, dans le long terme. *(Mhiri, 2022)*

Les réponses à ces questions seront systémiques et régionalisées. Cela vise l'ouverture de nouvelles perspectives de redéploiement de ces systèmes sur la voie d'un développement durable, au centre duquel se placent la levée de la contrainte de la pénurie de l'eau, la viabilisation de l'exploitation agricole au profit de l'exploitant et au-delà celle de l'ensemble de l'économie rurale.

III.3.2 Principaux éléments d'état des lieux de l'agriculture pluviale

De nombreuses études ont été réalisées au cours des trente dernières, sur l'état des lieux de l'agriculture tunisienne en général et, plus particulièrement, concernant ses principaux systèmes de production agricoles pluviaux (systèmes céréaliers (2,3 millions ha), systèmes de l'arboriculture fruitière (2,3 millions ha, dont 1,8 millions ha d'oléiculture) et les parcours forestiers (1 million ha) et steppiques (4 millions ha)). Il s'agit ainsi d'une superficie globale de 9,5 millions ha, 90% des terres cultivées et 95% de la SAU (ONAGRI, 2015).

Ces études avaient toutes débouché sur le même diagnostic de très faibles performances (économiques, sociales et environnementales) et de l'incapacité à assurer les fonctions qui sont dévolues à ce potentiel. Ces systèmes de production sont en passe de perdre tout attribut de durabilité.

III.3.2.1 Faible performance globale des systèmes de production céréaliers

Dans les systèmes de production céréaliers assolés pluviaux, les rendements moyens des cultures céréalières, toutes espèces confondues, plafonnent, depuis plusieurs décennies, à 17 qx/ha, avec une grande variabilité interannuelle et saisonnière, à l'origine pour l'économie des exploitants comme pour l'économie nationale, de rares bonnes années et de nombreuses moyennes et mauvaises années.

La fourchette de variabilité de la production moyenne nationale en ces produits va de 3 millions de qx à 30 millions qx/an. Il va de soi que cela affecte les revenus des exploitants, particulièrement les petits et moyens d'entre eux (de l'ordre de 85% des producteurs disposant de moins de 20 ha, ce qui représente environ 25% des superficies cultivées), avec des conséquences sociales fort préoccupantes. Cela fragilise également la politique de l'Etat en matière de sécurité alimentaire et de paix sociale. Il en découle une désaffection envers ces cultures et une tendance à la baisse des superficies emblavées (Fig.1), avec une nouvelle tendance de nombreux céréaliculteurs à se convertir en oléiculteurs sur de bonnes terres, dédiées depuis longtemps aux cultures assolées dans les zones les mieux arrosées. De plus, les aléas climatiques survenant durant le cycle végétatif des cultures sont à l'origine de grands dégâts aux récoltes, aboutissant à la baisse des superficies moissonnées (fig.74), donc à la baisse de la production. La conjonction de tous ces facteurs réduit la disponibilité des denrées alimentaires céréalières pour assurer la sécurité alimentaire et conduit à de plus en plus de leurs importations (Fig.75) pour couvrir les besoins croissants de l'alimentation humaine et animale.

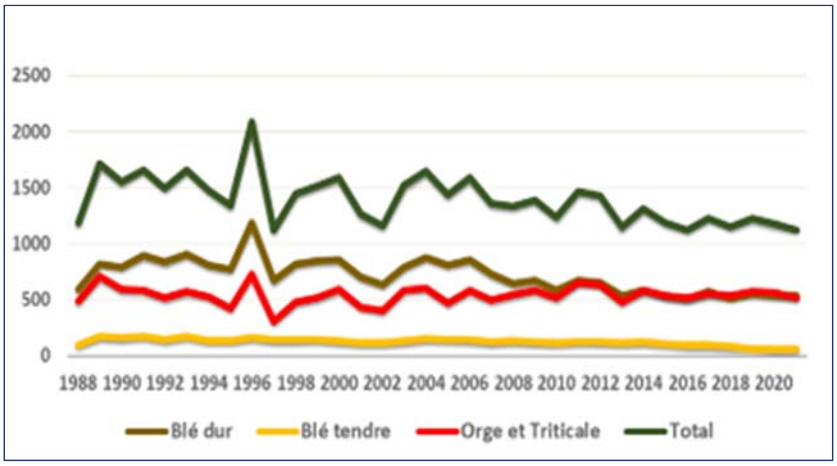


Figure 65 : Evolution des superficies emblavées des céréales (1.000 ha)

***Source** : ONAGRI,2022*

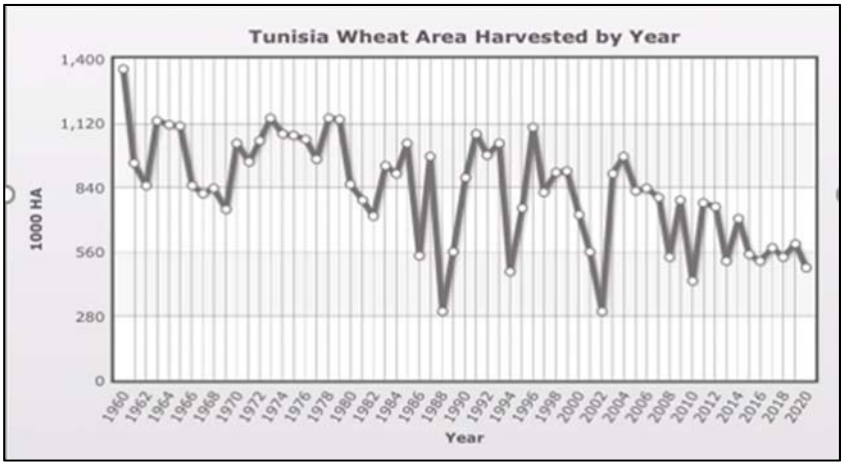


Figure 66 : Evolution des superficies moissonnées des céréales (1.000 ha)

***Source** : Atlas Mondial de Données, KNOEMA*

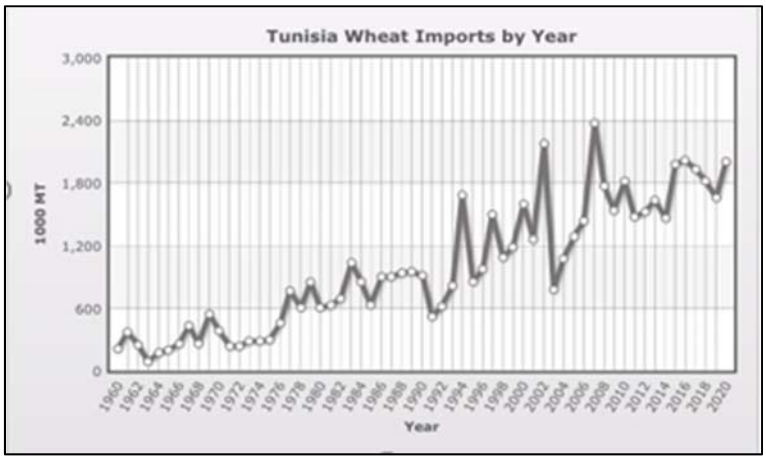


Figure 67 : Evolution des importations des céréales en MT

***Source** : Atlas Mondial de Données, KNOEMA*

III.3.2.2 Faible Positionnement des Systèmes Oléicoles par rapport à la Région MENA

En oléiculture pluviale, la situation n'est guère meilleure, dans le contexte d'un fort stress hydrique doublé de l'alternance physiologique des récoltes et de l'extension démesurée de nombreuses plantations en zones arides, ramenant les rendements moyens nationaux, en olive à 630 kg/ha/an, soit les plus faibles de la région MENA (Figure 72)

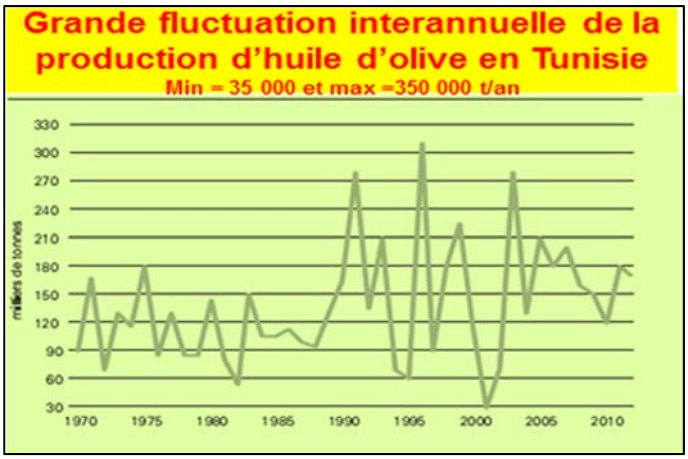


Figure 68 : Irrégularité des productions d'huile d'olive en Tunisie

***Source** : MARHP/FAO 2015*

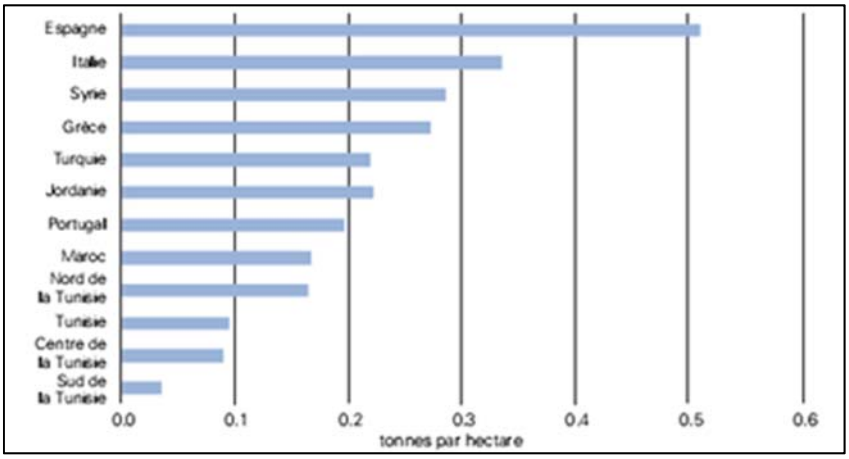


Figure 69 : Comparaison des rendements en huile des oliveraies des pays méditerranéens

***Source** : LMC International et DGPA*

Le faible rendement est le résultat des basses performances des trois facteurs de production : eau, sol et énergie lumineuse (tableau 1) et rejaillit sur la rentabilité économique de cette culture. Toutefois, les dernières estimations (ONAGRI, 2022) semblent déceler une certaine amélioration de la marge brute/ha, découlant de l'augmentation relative des prix des olives à la production.

Tableau 81: Performances de l'oléiculture pluviale

Performance	Productivité eau efficace de 2 ans Kg d'olive/m^3	Productivité eau efficace de 2 ans Kg huile/m^3	Efficience Eau efficace de 2ans m^3/kg	Productivité sol Kg olive/m^2	Marge brute eau dt/m^3
Nord	0,161	0,032	6,2	0,045	0,100 à 0,200/m^3
Centre	0,156	0,031	5,3	0,035	
Sud	0,187	0,037	5,3	0,026	

***Source** : Mhiri, 2018*

L'examen de !'un des secteurs structurants de l'économie rurale et de l'économie nationale montre que cela atteint ses limites de viabilité, particulièrement pour les petites et moyennes exploitations, dont les ménages sont amenés de plus en plus à la pluriactivité extra agricole pour plus d'un membre de la famille et même pour le chef de l'exploitation. Cette tendance finit par affecter l'efficacité du fonctionnement de cette dernière en l'absence de l'exploitant et aggrave sa non-viabilité. L'émigration qui commence par être temporaire finit par devenir définitive pour bon nombre de jeunes ruraux.

Au plan macroéconomique ce système est une des sources de rentrée de devises à travers l'exportation de l'huile, bien qu'en faibles montants rapportés à la superficie cultivée, assurant néanmoins une compensation des importations d'autres denrées alimentaires comme l'huile végétale, les céréales et les aliments de bétail.

Au plan environnemental, cette culture est gaspilleuse de ressources en terre puisque cela occupe de l'ordre de 46% des terres cultivées avec une valeur de production très inférieure à celle des périmètres irrigués couvrant moins que le dixième.

S'agissant, en plus, d'une monoculture qui dure longtemps, n'assurant pas, le plus souvent, la reproduction de la fertilité des terres, causant ainsi un impact très négatif sur la qualité des terres par un processus imperceptible d'extraction minière de leur fertilité aboutissant, dans la durée, à leur désertification.

III.3.2.3 Les Systèmes de Parcours

Pour les systèmes des parcours, cela couvre 50% de la SAU (5 millions ha répartis en 1 million de formations forestières dont des parcours forestiers pour 673 000ha et d'autres formations forestières pour 337 000 ha, et des parcours steppiques couvrant autour de 4 millions ha, y comprises les nappes alfatières pour 400 000 ha). Les parcours steppiques constituent ainsi 72 % du total des espaces pastoraux et se localisent au Centre et au Sud du pays.

En dépit de leur large occupation spatiale, le système de parcours ne contribue actuellement que pour moins de 2 % de la valeur totale de la production agricole globale, y compris l'élevage. Cela contribue tout de même à la couverture d'une partie des besoins en aliment pour bétail, même si c'est à dimension réduite, et cela est censé assurer d'autres services à caractère environnemental relatif à la protection : des terres, de la biodiversité et des ressources en eau.

En termes de chiffrage fourrager, pour des besoins en unités fourragères pour le petit élevage notamment (ovin/caprin) passant de 2,5 milliards d'UF/an en 2005-2006 à 3 milliards d'UF en 2020, les parcours couvrent une faible part de cette demande, avec au maximum 1 milliard UF/an (Inventaire forestier 1990-2016), en plus d'une très grande irrégularité liée à l'évolution des termes de l'offre et de la demande en ces contributions fourragères dont :

- ✓ La pluviométrie de l'année et sa répartition spatiale saisonnière qui déterminent la production des UF ;
- ✓ L'évolution de la taille du cheptel accessible à ces parcours à l'origine de la pression sur la ressource ;
- ✓ L'offre d'aliments de rechange au bétail (notamment l'orge importée subventionnée) ;
- ✓ La contribution des cultures fourragères hors parcours, dans les périmètres irrigués ou assolées en pluvial.

Vu la diversité des statuts fonciers des parcours, il existe de nombreux organismes en charge de leurs gestion spécifique et/ou encadrement, tant au niveau national que régional et même local, apparemment sans mise en convergence de leurs objectifs et moyens d'action, d'où des résultats mitigés, sans beaucoup de cohérence et même parfois contradictoires.

Le tableau 82 montre la prédominance des aliments subventionnés par rapport à ceux des parcours, ce qui laisse penser que les changements climatiques n'auraient pas d'impacts sur la production des viandes rouges puisqu'il existe une alternative aux parcours, celle de l'importation de plus d'aliments de bétail. Une manière de voir qui occulte les autres fonctions de ces écosystèmes et leur fonction de structuration de la société rurale.

Tableau 82: Comparaison de la contribution des différentes ressources alimentaires entre année favorable et année défavorable

	Année favorable	Année défavorable
Parcours et prairies	28%	19%
Fourrages cultivés	22%	17%
Aliments concentrés, sous-produits et résidus	50%	64%
Ensemble	100%	100%

***Source** : Hajjej S., 2004*

Les parcours voient leurs contributions à l'équilibrage de la balance alimentaire des élevages baisser au fil des années pour diverses raisons avec, en plus, des coûts sociaux et environnementaux qui hypothèquent l'avenir des ressources humaines et naturelles qui les portent.

En plus de l'aridité climatique exprimée par le déficit hydrique, les autres contraintes affectant le secteur se trouvent au niveau des orientations des politiques agricoles successives.

L'état actuel des parcours est tel que 50 % de la SAU a perdu et continue à perdre l'aptitude d'assurer des fonctions économiques, sociales et environnementales, rendant ainsi urgent de remédier à cette évolution dans le sens du délabrement.

Les parcours restent concernés, plus que tout autre espace agro-rural, par l'application des trois conventions des Nations Unies issues du 1er Sommet de la Terre de Rio,1992) : sur la lutte contre la désertification (CNULCD), pour la conservation de la diversité biologique (CNUDB) et l'adaptation au changement climatique (CCNUCC).

III.3.2.4 Synthèse de l'état des lieux du Pluvial

En guise de synthèse de l'état des lieux des trois grands systèmes de production pluviaux, il s'agit de constater que cela évolue actuellement dans un cercle vicieux de dégradation de toutes les ressources exploitées, avec une inaptitude à assurer leur reproduction.

- ❖ **Pour les ressources humaines l'**agriculture pluviale entretient la précarité des exploitants et salariés agricoles, dont notamment les femmes, nourrit la déstructuration de la société rurale, exprimée par plusieurs indicateurs sociaux comme l'émigration des jeunes ruraux sans emploi et sans perspectives, pousse à la désaffection des adultes des emplois agricoles et au recours à la pluriactivité, et aboutit au bout de ce processus au vieillissement des exploitants, et à l'emploi des femmes pour la quasi-totalité des travaux manuels, dans des conditions précaires.

- **En termes de ressources financières** : les capitaux financiers régulièrement engagés par le retour des épargnes des émigrants ne sont pas rentabilisés, avec des bilans économiques régressifs aux niveaux des exploitations et à l'échelle nationale, une sécurité alimentaire menacée (augmentation des importations des céréales et des huiles végétales) en plus de la pauvreté affectant largement milieu rural.
- **Quant aux ressources naturelles,** surexploitées : l'agriculture pluviale se présente avec un coût environnemental exorbitant, par un lourd bilan de dégradation des ressources naturelles, en termes de désertification, surexploitation des aquifères entrainant leur salinisation, et érosion de la biodiversité. La figure 6 illustre l'inexorable cercle vicieux de dégradation des écosystèmes ruraux.

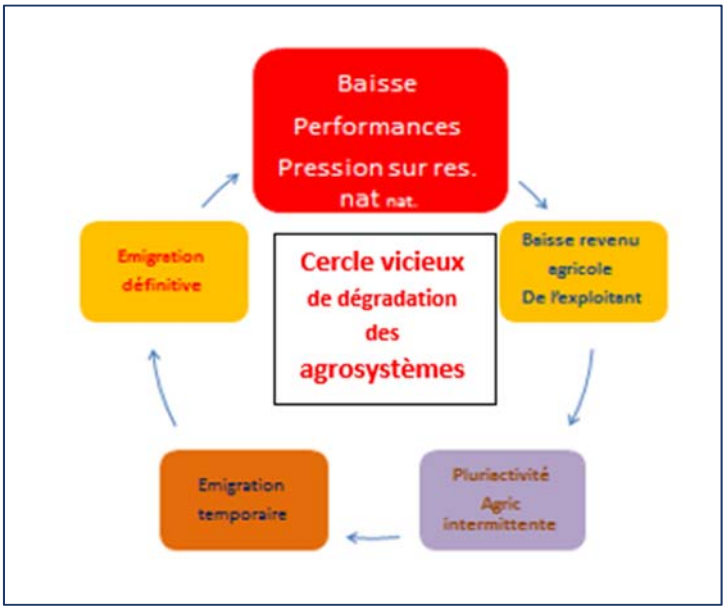


Figure 70 : Cercle vicieux de dégradation des agro systèmes

***Source** : Mhiri, 2018*

III.3.3 Systèmes Pluviaux et Dérèglement Climatique

III.3.3.1 Risques du Dérèglement Climatique

La prise conscience, par la plupart des parties prenantes, de l'ampleur de l'évolution régressive de l'ensemble du secteur agricole ne manque pas de susciter des interrogations sur son devenir et des graves conséquences dans le court, moyen et long terme.

Aussi conscients que préoccupés par cette dérive de la fragilisation de l'agriculture pluviale, en particulier, composante structurante du développement rural et de l'économie nationale, les principaux acteurs, l'Etat, d'un côté, et les exploitants, de l'autre, avaient été à l'origine de réponses plutôt divergentes, selon les différents centres d'intérêt, avec des stratégies, des objectifs et des moyens différenciés.

Alors que la majorité des exploitants, petits et moyens, développent des stratégies de court terme de sécurisation économique de leurs ménages, voire pour certains de leur survie au quotidien, l'Etat élabore et met en œuvre des politiques agricoles basées sur des stratégies sectorielles non intégrées, privilégiant d'un côté la sécurité alimentaire et, de l'autre, la croissance économique des autres secteurs aux dépens des revenus des producteurs et de la conservation des ressources naturelles.

Les réponses à caractère antagoniques ainsi mises en avant s'étaient avérées inefficaces, inefficientes et sans effets d'entrainement, particulièrement au niveau de la viabilisation de la majorité exploitations agricoles et du développement rural.

A cette réalité, marquée par une grande vulnérabilité, se surimpose l'avènement du changement climatique avec ses multiples risques sur tous les secteurs de développement socioéconomique, dont celui de l'agriculture d'une façon toute particulière.

De nombreuses projections climatiques (GIEC 2014-2021 ; INM 2017) ont conclu au faut que la Tunisie se situe dans un hot spot (celui de l'Afrique du Nord) de réchauffement climatique prononcé, affectant directement les productions des systèmes pluviaux, déjà mises à mal par l'aridité éco-géographique. L'étude la plus récente, en cours de finalisation, engagée par le MARHP (PNA 2019-2022) sur l'ampleur de ce changement et de ses risques a bien confirmé et conforté les projections passées, avec d'amples détails sur leur évolution probable aux horizons 2050 et 2100 selon les deux RCP 4.5 et 8.5.

Les principaux résultats déterminants de ces projections sont relatifs, en particulier, aux deux aléas climatiques majeurs, à savoir la température et la pluviométrie moyenne annuelle qui commandent l'évolution du déficit hydrique climatique. Le dérèglement climatique a été mis en évidence, concernant Tunisie, pour la période de référence de 1981-2010, avec une forte probabilité de se poursuivre au-delà de 2050 dans la même tendance. La pluviométrie tendra vers une baisse significative tel que cela ressort du tableau suivant.

Tableau 83: Evolution des moyennes de la température et de la pluviométrie en Tunisie

Aléa climatique	RCP 4.5		RCP 8.5	
	2050	2100	2050	2100
Hausse T° moyenne	1,5°c	1,9°c	1,9°c	3,9°c
Baisse Pluvio.an.	- 14 mm	- 22 mm	- 23 mm	- 45 mm

***Source** : MARHP/AFD, 2019-2022*

En mettant de côté les incertitudes des modélisations, il s'agirait d'une tendance vers l'accroissement progressif de la température, d'un côté, et la baisse de la pluviométrie, de l'autre, le tout appelé à se traduire par un accroissement du déficit hydrique climatique (Pa-ETPa) qui conditionne la productivité physique des agrosystèmes et de la biomasse des écosystèmes pluviaux, ainsi que de leur rentabilité économique.

La figure suivante illustre l'un des impacts majeurs du changement climatique, qui serait la remontée vers le Nord des étages bioclimatiques, entrainant avec elle une contraction des aires climatiques d'aptitude aux deux grands systèmes de culture pluviale.

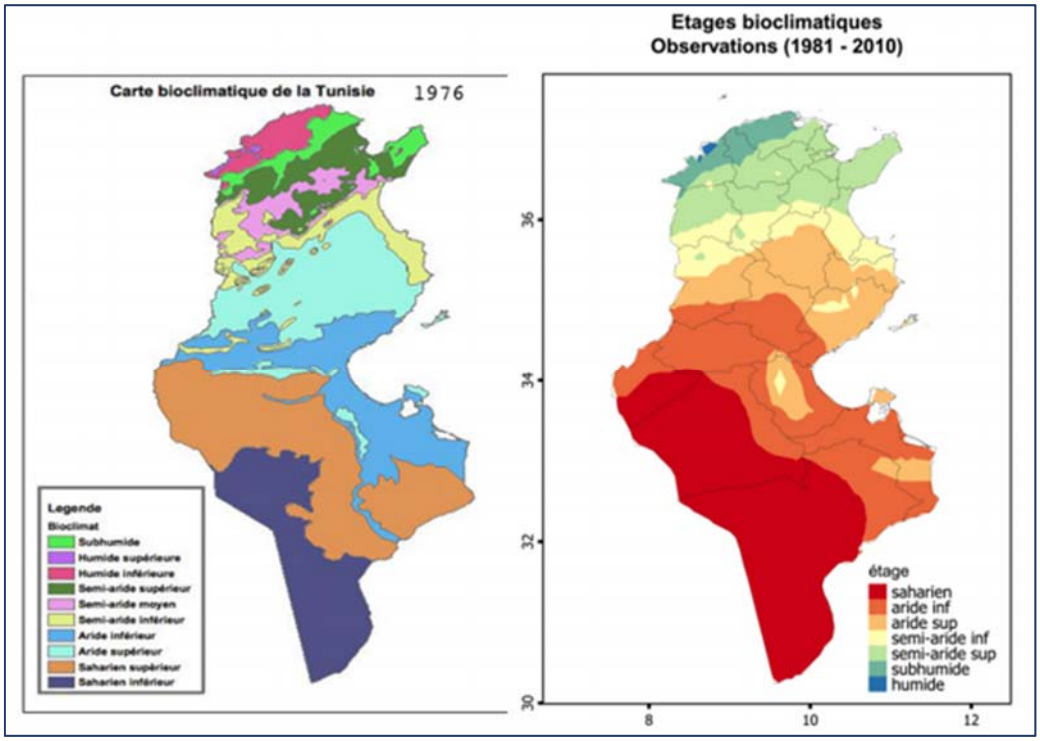


Figure 71 : Remontée Sud-Nord des aires bioclimatiques de Tunisie entre 1981 et 2010

***Source** : PNA*

En termes hydriques ces projections débouchent sur une forte probabilité de baisse des ressources d'eau de surface et souterraines, la pénurie d'eau en résultant affecte tous les usages avec, en plus, une détérioration de la qualité de la ressource. Le quota per capita passerait de 366m^3/hab. actuellement à 200 m3 en 2050 selon le RCP 4,5 et beaucoup moins à l'horizon 2100.

Cette évolution devrait s'accompagner de :

i- Une augmentation du nombre de jours de canicules (T°>40°C),

ii- Une augmentation de la fréquence des épisodes de sécheresse et du nombre de vagues de chaleur (4 à 7 fois).

Le changement prévisible va affecter de nombreux mécanismes physiologiques des cultures et occasionner de nombreuses perturbations de leurs diverses phases végétatives, comme :

- La baisse de rendement lié au déficit hydrique pour tous les écosystèmes ;
- Le manque d'induction florale chez l'olivier lié aux chaleurs extrêmes estivales ;
- La perturbation de la floraison chez l'olivier à cause des hivers doux et du gel printanier ;
- La mauvaise floraison chez les céréales à cause du gel printanier ;
- La chute des fruits pour l'olivier suite aux canicules et vagues de chaleur ;
- Le dessèchement des oliviers lors de canicules estivales.

III.3.3.2 Effets du Dérèglement Climatique

Les aléas climatiques que craignent les agriculteurs, le plus, sont la sécheresse, les canicules et les vagues de chaleur, qui agissent par à-coups brutaux, pouvant causer des dommages graves aux récoltes.

Ces impacts s'exprimeront, pour les systèmes pluviaux, par une tendance significative à la baisse de leurs rendements, de la qualité des productions, donc de leurs performances économiques (tableaux 84, 85 et 86).

Tableau 84: Projections des Impacts du cc sur les performances des systèmes céréaliers pluviaux

Rendement Qx/ha	Période référence	RCP* 4.5		RCP 8.5	
	1981-2010	2050	2100	2050	2100
Blé dur	12,26	-14,1 %	-14,3%	-9%	-26,1%
Blé tendre	13,69	-16,6%	-18,5%	-13% (-1,7qx)	-33,2% (-3,2qx)
Orge	7,35	-13,7%	-15,4%	-11%	-31,5% (-2,5qx)

***Source** : PNA*

Tableau 85: Projections des Impacts du DC sur les performances du système oléicole pluvial

	Période référence	RCP 4.5		RCP 8.5	
		2050	2100	2050	2100
Rendement en olive à huile Kg/ha	663	553 (-17%)	493 (-26%)	453 (-32%)	257 (-61%)

***Source** : PNA*

Tableau 86: Projections des Impacts du cc sur les performances des Parcours

	Période référence	RCP 4.5		RCP 8.5	
		2050	2100	2050	2100
Rendement Unité fourragère/ha	36	29	28	33	22
Production UF Million/an	198	157	155	182	119

***Source** : PNA*

Il s'agira alors des baisses suivantes à l'horizon 2050 et selon RCP 4,5 :

i. Pour les céréales, il y aurait une baisse de l'ordre de 16% pour le blé dur et de 14% pour le blé tendre et l'orge,

ii. En oléiculture, la baisse serait de 17%

iii. Pour les parcours, la production en UF baisserait de 21% aux mêmes horizon et RCP.

Au vu de ces impacts, il importe de ne pas les confondre avec la variabilité interannuelle normale des systèmes pluviaux pour en mesurer le sens. Il s'agit de moyennes dans la durée, aggravées par des à-coups thermiques létaux, avec une tendance à leur accentuation sur le long terme, qui ne manqueront pas de retentir sur l'économie de ces secteurs, entrainant des retombées sociales très prégnantes que les décideurs ont intérêt à intégrer dans leurs politiques.

III.3.3.3 Synthèse des Risques du Dérèglement Climatique

L'évolution climatique pourrait être exprimée par '' une dynamique d'exacerbation de l'aridité régnante avec une augmentation des fréquences de phénomènes climatiques extrêmes ''. Il en découle que l'avenir de l'agriculture pluviale, en relation avec la question de l'eau, placée dans son contexte aride, devrait être abordé sur la base de trois types de risques climatiques :

- Risques liés à la baisse de la pluviométrie moyenne qui détermine la productivité des systèmes de production ;
- Risques liés à la grande variabilité interannuelle (bonne année/ mauvaise année) et saisonnière qui fragilise une économie agricole déjà très vulnérable ;
- Risques liés aux à-coups thermiques, des canicules et vagues de chaleur notamment, qui peuvent détruire des récoltes en quelques jours. Ces considérations seront prises en compte dans l'élaboration de la stratégie EAU-2050 concernant l'agriculture pluviale.

III.3.4 Vers le Redéploiement des Systèmes Agricoles Pluviaux

La résilience et l'adaptation au changement climatique à l'échelle planétaire, définies (Accord de Paris, 2015) comme objectifs pour tous les pays, sans les différencier par la gravité de leurs déficits hydriques ne devraient pas être appliquées avec la même acception partout. Dans les zones arides où la situation de l'agriculture est déjà en grande difficulté dans des ***'' conditions limites''*,** l'amélioration des performances des systèmes pluviaux est une exigence existentielle, même sans l'avènement du changement climatique. Ce dernier ne fait qu'aggraver et complexifier la situation. Il va de soi, que placés devant ce défi, ces zones arides devraient fixer des objectifs autrement plus ambitieux que la résilience. Quant au concept d'adaptation, il paraît dénué de sens pour ces régions qui ont atteint leurs limites car ayant déjà adopté, depuis longtemps, des modes d'adaptation extrêmes pour survivre. Il s'agirait maintenant, pour ces zones, de rénovation et d'innovation pour une agriculture pluviale revisitée, autrement plus performante sur tous les plans (Mhiri, 2022)

III.3.4.1 Préambule

Avec le diagnostic général de non durabilité des systèmes de production agricoles pluviaux pour incapacité d'assurer leurs fonctions, auquel s'ajoutent de lourdes menaces de l'aridification du climat sur le long terme et l'occurrence de plus en plus d'à-coups thermiques, la question qui s'impose avec insistance aux parties prenantes, dont l'Etat en premier lieu ,serait la suivante : « Quelle politique publique s'agit-il de mettre en œuvre pour, d'une part, l'adaptation de l'agriculture pluviale tunisienne au nouveau contexte de l'aggravation de la situation écosystémique par le changement climatique et, d'une part, la satisfaction de la demande sociale croissante des producteurs pour des revenus dignes ? »

Exprimée autrement la question est : « Quels seraient les déterminants et les caractéristiques de toute nouvelle orientation concernant l'agriculture pluviale et ses impacts prévisibles sur la sécurité hydrique, la sécurité alimentaire, la conservation des ressources naturelles, le développement rural et la paie sociale ? ».

Les populations autochtones qui se sont succédées sur les terres de la Tunisie tout au long de sa longue Histoire, avaient développé des modes de vie adaptés à l'aridité en termes d'habitation, d'habillement, de diète, d'aménagement des terres, de mobilisation et économie de l'eau, d'agriculture, de sélection d'espèces et de variétés adaptées à l'aridité, pour une vie sobre, économe et autonome, bien que restée assez vulnérable aux à-coups climatiques.

Il existe ainsi un savoir-faire local qui mérite d'être valorisé en l'enrichissant des enseignements de l'expérience et des innovations techniques.

L'expérience des colonisateurs en matière d'agriculture en régions arides méritent d'être rappelées. Alors que les populations autochtones avaient développé des systèmes de production familiaux, essentiellement de subsistance, sur de petites exploitations (système foncier microfundiaire), les colons romains, copiés plus tard par les colons français, avaient développé un système tout autre, avec les mêmes cultures, largement inspiré du savoir-faire local, mais en changeant d'échelle spatiale, avec ouverture aux innovations agronomiques et sur de grandes exploitations (système foncier latifundiaire avec plusieurs centaines, voire des milliers d'ha) leur assurant des revenus moyens conséquents dans la durée, même dans la contrainte de l'aridité et de l'irrégularité des productions.

La dualité de ces deux systèmes fonciers marque encore le système agraire tunisien actuel et constitue l'une des contraintes à son évolution, jusqu'à ce jour. En effet, plus de 85 % des exploitations ne disposent que de moins de 20 ha, totalisant 30% des superficies des terres cultivées, la dualité foncière est doublée d'un différentiel de revenus non toujours justifié par une meilleure gestion des ressources allouées.

Il importe ainsi d'intégrer dans toute nouvelle vision de l'agriculture tunisienne la prise en compte de ses Dix (10) principales Tares, endogènes et exogènes, relatives :

i. Aux politiques agricoles favorisant l'objectif de la sécurité alimentaire aux dépens des revenus des producteurs,
ii. Aux incertitudes du marché local,
iii. A l'état de morcellement des terres et sa dynamique vers son accentuation par l'héritage,
iv. Aux difficultés d'accès au financement,
v. Au faible ou manque de soutien de l'Etat au secteur,
vi. A la faible vulgarisation de proximité,
vii. Au manque de sécurisation vis-à-vis des calamités et catastrophes naturelles
viii. Aux incertitudes du marché international des denrées alimentaires et des intrants,
ix. A la dépendance technologique, et surtout
x. Au déficit hydrique à l'origine de ses faibles performances et les risques liés au dérèglement climatique.

III.3.4.2 Vision Innovante pour l'Agricole Pluviale

Il s'agit d'une vision volontariste de rénovation pour une nouvelle politique agricole, intégrant tous les systèmes, dont le but global serait d'assurer, à terme, toutes les fonctions : économique, sociale et environnementale dévolues à l'agriculture.

Au vu de l'état actuel du secteur et des risques qui le menacent, la vision doit se propose de déclarer une « urgence », non seulement « climatique », mais également « sociale », « nationale », « écologique » et « territoriale », pour affronter une masse importante de contraintes et cibler un degré de performance à la hauteur des enjeux et des défis.

Il s'agira d'une vision dynamique, déclinée au moyen d'objectifs spécifiques de performances économiques, sociales et environnementales évolutifs, en fonction à la fois des contraintes et l'obligation de faire aux incertitudes, tant endogènes qu'exogènes, ciblant un nouveau profil pour secteur agricole, doté de plusieurs attributs : une agriculture performante, diversifiée, non polluante, économe en ressources, socialement inclusive, solidarisée et sécurisée.

Dans une perspective centrée sur la durabilité de l'exploitation et l'amélioration des revenus des exploitants, la vision mise sur la professionnalisation progressive des métiers de l'agriculture, pouvant être, à terme, à la base d'une véritable dynamique d'intensification raisonnée des systèmes pluviaux, au point de permettre d'assurer un revenu décent et des conditions de vie digne.

Sur le plan technique, pour atteindre ces objectifs la vision se base en premier lieu sur la levée de la contrainte fondamentale qui limite les potentialités de production, à savoir le déficit hydrique (Pa-ETPa) par diverses approches, en commençant par l'amélioration de la valorisation de l'eau verte, avant de recourir, quand cela s'avèrera nécessaire, à la complémentation de la pluviométrie par des apports d'eau de diverses origines.

La vision part de la situation actuelle, dans toute sa complexité, en vue d'atteindre un cap de performance, compatible avec un projet de société assurant la « dignité » pour tous les tunisiens (fig.8), y compris ceux et celles du milieu rural, en offrant à tous l'opportunité d'accès à un emploi décent et un revenu juste.

Deux possibilités de réponse aux défis, soit par l'inaction, qui a un coût, soit par l'action, qui a des dividendes.

III.3.4.3 Coût de l'Inaction

Le secteur de l'agriculture pluviale peut apparaître comme étant tellement accablé par les contraintes qu'il puisse y avoir la tentation de le considérer comme définitivement prisonnier de ses contreperformances, irrémédiablement placé sous le signe de l'inefficience et qu'ainsi d'autres secteurs générant plus d'emplois et de valeurs ajoutées vont tendanciellement le supplanter. Ce genre d'attitude cherche à se justifier par le fait que le coût de l'inaction est inférieur à l'avantage pouvant être généré par une action de sauvegarde de ce secteur. Dans ce cas la sécurité alimentaire serait alors assurée par les importations, en comptant sur les devises générées par le redéploiement vers d'autres activités mieux rémunératrices notamment en monnaies convertibles tel que l'économie numérique. Mais Il suffirait d'identifier l'ampleur du coût de l'inaction, sur tous les plans, pour se rendre compte de son caractère non-résorbable par aucun avantage de substitution et ainsi de sa non-recevabilité par tout dispositif décisionnel incluant les enjeux des fonctions assumées par cette composante de l'agriculture, structurante pour l'économie et la société rurales.

La réfutation du non-action se fait par l'existence de voies de résolution des problèmes posés malgré leur complexité, incluant des choix de techniques culturales ou des solutions génétiques d'adaptation des cultures au stress hydrique, des propositions à prendre en considérations tout en tenant compte de l'importance majeure de la contrainte du déficit hydrique climatique car, l'intensification culturale peut permettre de contribuer à l'amélioration des rendements et la qualité des récoltes des grandes cultures mais pas au point d'atteindre les performances visées sans avoir maîtrisé un tant soit peu le déficit hydrique.

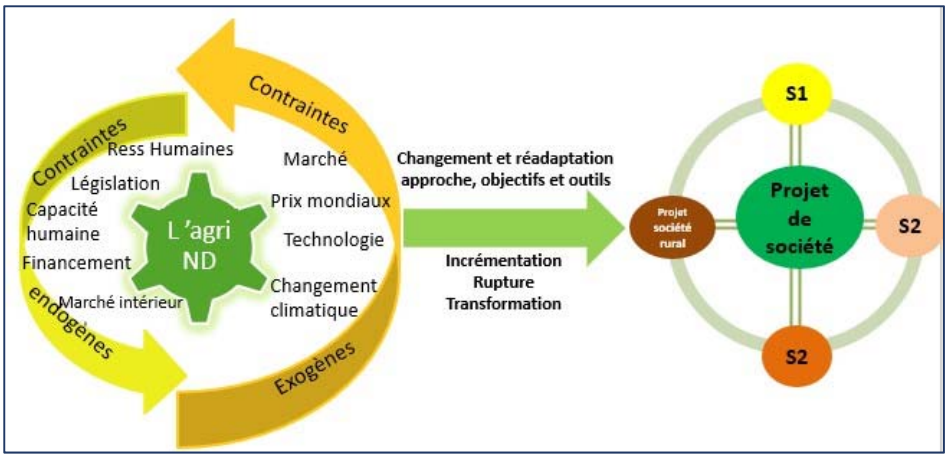


Figure 72 : Itinéraire de la rénovation des S.P en deux modes d'adaptation : Incrémentation, et changement de paradigme

***Source** : Rupture et transformation – Mhiri-2022*

III.3.4.4 Dividendes de l'Action d'Adaptation

Cela se décline en deux modes d'adaptation appropriée.

III.3.4.4.1 Mode d'Adaptation par Incrémentation

Consiste en la mise en valeur des incréments encore disponibles dans les gisements de productivité des facteurs, au premier ordre desquels figure l'eau verte que reçoivent les terres cultivées et qui paraît incomplètement exploitée par les cultures pluviales. La preuve en est donnée par les grandes quantités d'eau qui ruissellent sur les terres cultivées sans être interceptées sur leur parcours et mises à profit à l'intérieur des exploitations. Ce mode d'adaptation gagne à être mis en œuvre sur les terres cultivées en pente dans les zones des bioclimats Semi-aride, Subhumide et Humide. Pour cela il existe des techniques appropriées de travail du sol, capables de ralentir l'eau ruisselante et de favoriser son infiltration et son stockage dans le réservoir d'eau utile du sol. L'impact sur les rendements dépend de la quantité d'eau récupérée, de la saison de la survenue du ruissellement et du besoin de la culture en eau en cette période. Les techniques en question devraient être mises en œuvre par les exploitants sur leurs terres, la DGACTA mettant en œuvre de son côté les stratégies d'accompagnement et de vulgarisation pour la promotion de ces techniques, en visant deux objectifs : l'augmentation de l'infiltration de l'eau et la maîtrise de l'érosion hydrique.

III.3.4.4.2 Mode d'Adaptation par Changement de Paradigme

Il s'agit d'un choix qui convient aux contextes des zones arides aux ''conditions limites''. Le système oléicole pluvial de toute la zone aride est tout indiqué pour être le champ d'application de ce mode d'adaptation. Cela repose fondamentalement sur un nouveau paradigme de rupture avec l'aléa pluviométrique et son exacerbation par le changement climatique sur le long terme.

Le changement de paradigme consiste dans la transformation du système cultural par une intensification raisonnée et progressive en vue de le conduire à un niveau élevé d'efficacité et d'efficience des ressources, dans le présent très faiblement valorisées : le sol et la lumière solaire. Pour atteindre le niveau ciblé cela exige le passage par une cascade de ruptures successives avec les contraintes structurelles du système, pour ouvrir la voie à plusieurs paliers d'intensification, dont l'accumulation des performances aboutit à un nouveau système plus pertinent sur tous les plans.

La première rupture à faire est avec l'aléa pluviométrique. C'est une étape qui vise la restauration des plantations d'olivier pour restaurer leurs performances physiques et économiques. Le découplage, partiel, entre systèmes pluviaux et déficit hydrique climatique se fait moyennant des irrigations ménagées, appelées Irrigations Complémentaires Déficitaires (ICD), ayant pour but non de combler tout le déficit hydrique climatique comme dans les irrigations complètes, mais juste de compenser le déficit pluviométrique de l'année et le ramener à la moyenne annuelle locale.

Le mode d'adaptation est ainsi basé sur la maîtrise de deux types de risques du changement climatique : la faiblesse de la pluviométrie et sa grande variabilité interannuelle. La maîtrise du premier garantit l'augmentation des rendements et celle du second assure leur stabilisation au niveau obtenu lors des bonnes années locales, ce qui constitue une avancée significative dans leur viabilisation.

Reste le troisième type de risque, celui relatif aux évènements climatiques extrêmes (canicule vagues de chaleur, sécheresse, inondation), non maîtrisable à l'échelle de l'exploitation et nécessitant une atténuation des impacts pourraient au moyen de stratégies de prévention et de solidarité de dimension nationale.

Le mode ICD dans cette stratégie de rupture est appelé à être d'un haut niveau d'efficience, en permettant d'assurer une productivité nettement supérieure à celle des eaux pluviales, car les irrigations sont ramenées sous la frondaison des arbres, ce qui permet à l'eau d'atteindre des fronts d'humectation suffisamment profonds pour être à la disposition du système racinaire. L'objectif recherché étant fondamentalement celui de la réalisation de ce qui est considéré comme un bon rendement local et de le stabiliser tous les ans à ce niveau, ce qui constitue un objectif stratégique aux plans aussi bien national qu'international, pour tous les opérateurs de la filière oléicole. Le système oléicole étant ainsi appelé à assurer constamment de bonnes récoltes, à condition toutefois que l'ICD soit accompagnée par les autres techniques culturales et le respect des règles agronomiques élémentaires.

Le mode d'adoption ainsi présenté est en mesure d'assurer la mutation des systèmes pluviaux très peu productifs vers des systèmes beaucoup plus performants, d'une nouvelle agriculture inclusive en mesure de rétribuer équitablement les différents acteurs des chaînes de valeurs, au premier rang desquels figurent les producteurs et leurs salariés, valorisant au mieux les ressources naturelles mobilisées et les avantages comparatifs avérés**.**

L'adoption de ce paradigme de rupture nécessitera, dans le contexte de pénurie d'eau dans les régions arides aux ressources en eau très limitées, la mobilisation d'une nouvelle ressource d'eau conventionnelle de qualité. Pour ce premier stade d'adaptation, les besoins en eau seraient de l'ordre de 200 m^3/ha.

Dans cette perspective, seul le recours au dessalement des eaux saumâtres et/ou l'eau de mer pourrait satisfaire le grand besoin pour 1,5 millions ha de plantations oléicoles ciblées. Le coût élevé de la production d'énergie nécessaire avec les technologies actuelles exigera la réalisation de la transition énergétique conséquente au ''nexus énergies renouvelables- eau-agriculture ',' seule voie pour faire baisser les coûts.

Ce premier palier d'intensification aura à être accompagné d'une chaine de ruptures avec d'autres contraintes, permettant de passer à de nouveau paliers d'intensification.

Tableau 87: La chaine de ruptures avec les contraintes de l'intensification de la monoculture oléicole en zones arides et de sa transformation en système de polyculture biologique

1-Rupture avec la contrainte du déficit-hydrique	**2- Rupture avec la monoculture et sa transformation en un système de polyculture**	**3-Rupture avec l'agriculture intermittente, Rupture avec la pluriactivité et Professionnalisation Progressive**	**4-Rupture avec La soumission des producteurs au service de la sécurité alimentaire par l'agriculture de subsistance**
Recours A la mobilisation de nouvelles ressources d'eau non conventionnelles de qualité pour pratiquer de l'ICD (Eau dessalée)	Structuré autour des plantations d'olivier existantes, introduction cultures intercalaires, fourragères avec élevage en bergerie ; Arboriculture fruitière d'espèces locales adaptées issues de la biodiversité locale et de cultures aromatiques, médicinales et autres sur eau dessalée	du métier d'exploitant agricole avec intensification raisonnée à 4 paliers et conversion en système biologique à haute valeur ajoutée, labellisation de produits de qualité de terroir (Eau dessalée)	Avec ouverture sur le marché Intégration de segments de valeur ajoutée des filières (Transformation, conditionnement, commercialisation au niveau de l'exploitation ou au moyen de société communautaire Mutuelle de services (Eau dessalée)

***Source** : STUDI International, GKW*

III.3.5 Redéploiement des Systèmes de Production Pluviaux par l'Adaptation au DC (Dérèglement Climatique)

III.3.5.1 Mode d'Adaptation par Incrémentation de Gisements d'Eau Verte et Autres Ressources

Les « Zones céréalières et oléicoles du Nord de la Dorsale » sont particulièrement ciblées par ce mode d'adaptation. Le ciblage n'est pas un choix arbitraire mais dicté par le critère d'aptitude climatique favorable au ruissellement, offrant plus de niches d'eau verte capitalisable.

On admet ainsi qu'au Nord le taux de ruissellement devrait varier entre 10% de la pluviométrie dans le Semi-aride inférieur, 15% dans le Semi-aride moyen, 20% dans le semi-aride supérieur et 30% dans les étages Subhumide et Humide.

D'autres facteurs, notamment la superficie des terres en déclivité plus importante et la texture des sols plus fine qu'au sud de la dorsale, viennent contribuer à favoriser le ruissellement alors que le taux de ruissellement au Centre et au Sud du pays est beaucoup plus faible, de l'ordre de 4%.

Pour le cas des parcours steppiques, quand le ruissellement se produit, particulièrement lors des pluies très intenses, les eaux rejoignent vite les voies d'eau et leur capitalisation directe en tant qu'eau verte n'est pas réalisable par les aménagements et travaux au niveau de la parcelle. Il s'agira alors de retenue et stockage au moyen d'ouvrages appropriés et de conversion en eau bleue allouée à l'agriculture.

L'explicitation des conditions spécifiques de la mise en œuvre du Mode d'adaptation se présente comme suit :

- Pour les systèmes céréaliers, s'étendant en moyenne pour les dernières années sur environ 1,1 million ha pour tout le territoire, avec divers assolements (biennal, triennal…), avec un rendement moyen annuel, toutes céréales confondues, de 17 qx/ha, il s'agit d'augmenter ce rendement en exploitant les gisements de productivité potentiels de la fraction d'eau pluviale de l'eau verte stockable dans le sol ; cela consiste à gérer les termes du bilan hydrique : (P= I+E+ETP+R) par les techniques ACTA pour réduire le ruissellement d'une certaine quantité et augmenter d'autant l'infiltration au profit des cultures ;
- Les superficies céréalières assolées vouées en priorité à ce traitement (techniques douces spécifiques aux céréales sur terres en pente < 5%) sont estimées à **390 000 ha**, 300 000 au Nord et 90 000 ha au Centre. L'incrément de production en céréales qui découlerait de la rétention et la valorisation de 153 millions m^3 d'eau verte est estimé à **950 000 qx/an**, ce qui représente un incrément moyen de production de l'ordre de 2.4 qx/ha. Rapporté au rendement moyen national, cela représente un incrément de rendement de 14%. C'est une amélioration appréciable en termes de sécurité alimentaire (tableau 88), même si la rentabilité économique n'est pas établie. A ce propos, on ne peut pas perdre de vue que ces aménagements visent également l'objectif de la maîtrise de l'érosion hydrique, et qu'en définitive, la protection des sols, à elle seule, mérite d'entreprendre ces aménagements.
- Quant à l'oléiculture pluviale appelée à bénéficier de l'eau verte dans le cadre du Mode d'Adaptation, la superficie est de 650 000 ha, localisée sur tout le territoire avec 150 000ha au Nord et 500 000 ha au Centre et sud), il s'agit d'un incrément de 80 Mm^3 /an pendant deux années consécutives, soit 160 Mm^3 d'eau verte, pour permettre (une année sur deux) un incrément de + 14 500 tonnes. Le tableau 89 montre que le volume d'eau verte récupérable est faible dans en Tunisie centrale et dans le Sud, malgré la grande superficie traitée. La raison en est la faible pluviométrie et le faible taux de ruissellement moyen dans les zones steppiques. Cet incrément de production représente 22,3 kg/ha, soit un plus production de 3,7%, très inférieur à l'effet « céréales ».
- Les superficies de parcours steppiques aptes aux aménagements ACTA sont de 400 000 ha (10% de la superficie totale). Cette superficie pourrait générer **92 Mm^3/an d'eau verte** emmagasinable dans le sol et pourrait faire passer la production de **36 UF/ha** actuellement à 40 UF/ha soit un incrément total de production de 16 000 000 UF d'ici l'Horizon 2050, ou encore +10%. Cela constitue certes un faible effet rapporté aux besoins du cheptel régional, mais l'objectif de

réhabilitation des nappes alfatières et de leur écosystème est suffisant pour justifier la réalisation des travaux en question.

Tableau 88: Récapitulation des incréments de production des céréales par type d'action

Action	Région	Superficie (ha)	Apport en eau (Mm^3)	Productivité eau (Kg/m^3)	Incrément de production par action d'adaptation (qx)	% de l'incrément de production / production totale actuelle de la sup concerné
EV1	Nord	300 000	144	0,63	907 200	4,75 %
	Centre	90 000	≈ 9	0,48	41 472	
	Sous Total	**390 000**	**153 Mm^3**		**≈ 950 000**	
EV2	**Variable en fonction des ouvrages et des sites**					
EV3	Nord	80 000	80 000	2,3	1 840 000	15,2 %
	Centre	60 000	60 000	2	1 200 000	
	Sous Total	**140 000**	**140 Mm^3**		**3 040 000**	
EV4	Nord de la dorsale	**50 000**	**50 Mm^3**	1,3	**≈ 650 000**	3.2 %
Total		**580 000**	**343 Mm^3**		**≈ 4 640 000**	23 %

***Source** : STUDI International, GKW*

(EV)* : Eaux Vertes

(ACTA)** : Aménagement et Conservations des Terres Agricoles

Tableau 89: Récapitulation des incréments **de production d'olive** à huile par type d'action

Action	Région	Superficie (ha)	Apport en eau (Mm^3/an)	Productivité eau (Kg/m^3)	Incrément de production par action d'adaptation (Tonnes d'olive)	% de l'incrément de production / production totale actuelle de la sup concerné
EV1 Tech.cult. TA ACTA	Nord	150 000	48	0,16	7 .680	1.45 %
	Centre	450 000	27,7	0,19	6 019	
	Sud	50 000	3	0,16	563	
	Sous Total	**650 000**	**80 Mm3**		**≈ 14 500**	
EV2 Tech. HA acta	Variable en fonction des ouvrages et des sites					
EV5 ICD	Centre	850 000	170	4,5	765 000	91.5 %
	Sud	150 000	30	5	150 000	
	Sous Total	**1 000 000**	**200 Mm3**		**≈ 915 000**	
Total		**1 650 000**	**280 Mm3**		**≈ 930 000**	93 %

***Source** : STUDI International, GKW*

(EV)* : Eaux Vertes

(ACTA)** : Aménagement et Conservations des Terres Agricoles

Tableau 90: Récapitulation des incréments de production des unités fourragères par type d'action

Action	Région	Superficie (ha)	Apport en eau (Mm^3)	Productivité eau (UF/m^3)	Incrément de production par action d'adaptation (UF)	% de l'incrément de production / production totale actuelle
EV1	Centre et Sud	400 000	92,4	0,02	1 600 000	10 %

***Source** : STUDI International, GKW*

Tableau 91: Récapitulation des niches d'eau verte maîtrisable et stockable dans le réservoir d'eau utile du sol dans les systèmes de production pluviaux

Ecorégion /système de production	Superficie des systèmes pluviaux (ha)	Superficie concernée Par les aménagements et travaux agricole à la parcelle ha	Pa moyenne (mm)	Eau verte Taux de ruissellement (%)	Eau verte Gisement ruissellement (Mm^3)	Eau verte Volume efficace infiltrable (Mm^3)
Parcours forestiers	1 000 000	000	600	30	L'eau de ruissellement est récupérée derrière les barrages	
Parcours steppique Alfa	4 000 000	400 000	220	15	132	92.4
Oliviers Nord	300 000	150 000	400	10	60	48
Olivier Centre et Sud	1 500 000	500 000	220	4	44	31
Céréales Nord **assolées**	800 000	300 000	400	15	180	144
Céréales Centre **assolées**	300 000	90 000	300	4	11	7.56
Total	**2 900000**	**1 440 000**			**427**	**323**

***Source** : STUDI International, GKW*

Le tableau précédent récapitule les volumes d'eau verte de ruissellement potentiellement maîtrisables sur les terres cultivées, de pente inférieure à 5%, par des techniques agricoles qui augmentent la rugosité de la surface du sol.

Cela permet d'atteindre un volume total de l'ordre d'une moyenne annuelle de 323 millions m3/an, sur une superficie totale de 1,44 millions ha de terres cultivées (olivier et céréales assolées et Alfa). Cela fait un apport supplémentaire d'eau de 224 m3/ha, soit 22,3mm/an. Ce n'est pas élevé mais cela pourrait compenser les baisses de productions céréalière et oléicole devant découler du Dérèglement Climatiques à l'Horizon 2050.

Le tableau suivant présente les productions supplémentaires des cultures dues aux eaux vertes « récupérées par la stratégie d'adaptation ». Au total, les céréales augmentent de 950 000 qx, soit de l'ordre de 5% de la production nationale en moyenne annuelle, et l'oléiculture rapporte un incrément de production de 14.500 tonnes d'olive, soit 1,4% de la production moyenne nationale. Il en ressort que, pour des conditions naturelles spécifiques et des conditions socioéconomiques, le système céréalier du nord valorise mieux cette part d'eau verte.

Tableau 92: Récapitulation des volumes des diverses ressources d'eau mobilisées pour l'adaptation des systèmes de production agricoles pluviaux aux risques du changement climatique en Tunisie

		Céréales	Olivier	Parcours	Total
ACTA	Surface	390 000	650 000	400 000	**1 440 000**
	Incrément eau Mm³	153	80	93	**326**
	Production	950 000 qx	14 500 Tonnes	16 000 000 UF	
ICD	Surface	0	1 000 000	0	**1 000 000**
	Incrément eau Mm³	0	400 (2 ans)	0	**200**
	Production	0	915 000 Tonnes	0	
EC	Surface	140 000	0	0	**140 000**
	Incrément eau Mm³	140	0	0	**140**
	Production	3 040 000 qx	0	0	
EUT	Surface	50 000	0		**50 000**
	Incrément eau Mm³	50	0	0	**50**
	Production	650 000 qx	0	0	
Total		**43 650 000 qx/an**	**929 500 T/an**	**16 000 000 UF/an**	

***Source** : STUDI International, GKW*

Tableau 93: Productivité des eaux complémentaires en céréaliculture et oléiculture (Kg/m³)

Ressource d'eau	Culture	Ecorégion	Productivité eau de Pa seule Kg/m³	incrément Productivité Eau De compl. Kg/m³	Productivité eau (Pa+ incrément) Kg/m³
Eau verte infiltrée par ACTA	Céréales	Nord	0,53	2,3	1,05
		Centre	0,48	2	0,97
	Olivier	Centre	0,19	2,25	0,43
		Sud	0,16	2,5	0,43
Eau conventionnelle	Céréales	Nord	0,53	2,3	1,05
		Centre	0,48	2	0,97
EUT	Céréales	Nord	0,53	1,3	0,79
Eau dessalée ICD	Olivier	Centre	0,19	2,25	0,43
		Sud	0,16	2,5	

***Source** : STUDI International, GKW*

Ainsi, la recherche de valorisation d'une partie de l'eau verte qui ruisselle sur les terres cultivées ou celles des parcours, par des techniques appropriées, constitue un objectif de rationalisation abstraction faite de l'importance des résultats attendus en termes d'incrément de production de matière végétale. Cela est d'autant plus justifié qu'il 'agit également d'un objectif de conservation de la ressource sol, fortement soumis à l'érosion hydrique.

Cela est fort indicatif du genre d'objectif par la rationalisation de la valorisation des ressources, avec un contenu socioéconomique certes mais également écologique de limitation de la dégradation qui n'arrête pas d'hypothéquer l'avenir du potentiel naturel Tunisien.

Les superficies prises en compte (au total 1,44 millions ha) dans cette composante de la Stratégie EAU 2050 ne représente qu'une partie des superficies jugées prioritaires (2,7 millions ha) prises en compte par l'actuelle stratégie la DGACTA. En plus, l'ensemble devrait être confronté aux prévisions de la Nouvelle stratégie nationale de l'aménagement et de la conservation des terres agricoles (ACTA), afin de tenir compte de ce qui a déjà fait l'objet d'aménagements par les deux précédentes stratégies CES et optimiser la localisation dans les zones prioritaires en conformité avec critères de priorisation établis par la DGACTA, concernant notamment les trois orientations suivantes :

- *Orientation 3-2 : Valorisation agricole et pastorale dans les bassins versants menacés d'érosion hydrique ;*
- *Orientation 3-3 : Agroécologie, agriculture de conservation, dans les zones de cultures céréalières où Pa>400 mm ;*
- *Orientation 5-1 : Conservation de la biomasse et augmentation des UF dans les zones de parcours dégradés et nappes alfatières.*

Le croisement des deux Stratégies : Eau 2050 et Stratégie ACTA offre une opportunité de synergie d'autant plus opportune que la Stratégie de l'ACTA est ouverte à toutes les parties prenantes, particulièrement pour la réalisation de l'objectif d'adaptation de développement agricole au changement climatique.

III.3.5.2 Adaptation au DC par le Recours à l'Irrigation Complémentaire par Eaux Conventionnelles

Dans les zones climatiques où le ruissellement est rare, la seule solution qui reste pour compenser les pertes de production du système céréalier pluvial est l'irrigation complémentaire avec des eaux conventionnelles. Ce mode de complémentation est appliqué actuellement (2021) sur environ 80 000 ha au Nord et au Centre. On pourrait espérer l'étendre sur 140 000 d'ici l'horizon 2050, en comptant sur l'économie d'eau ou le changement d'allocation des ressources d'eau mobilisées. Appliquée dans le Nord et le Centre cette extension pourrait s'étendre sur 80 000 ha au Nord et 60 000 ha au Centre, pour rapporter, avec la mobilisation de 1000 m3/ha (soit 140 millions m3/an) et sur la base d'objectifs de rendements réalisables spécifiques à chacune des écorégions considérées, un incrément de production de 3,040 Millions de qx/an.

Cette irrigation complémentaire pourrait prétendre à une productivité d'autant plus forte que les autres facteurs de production sont optimisés. Dans ces conditions, des rendements de 50 qx seraient réalisables. Encore faut-il que ce changement d'objectif soit accompagné par une vulgarisation de proximité efficace. Si de nouvelles ressources d'eau de qualité sont mobilisées, alors l'extension de cette irrigation complémentaire pourrait être extensibles à d'autres superficies.

III.3.5.3 Adaptation au DC par le Recours à l'Irrigation Complémentaire par Eaux Non Conventionnelles d'EUT

L'adaptation incrémentale des systèmes pluviaux pourrait passer par le recours aux irrigations complémentaires, en exploitant un grand gisement d'eau non conventionnelle, à savoir les EUT, largement disponible dans le Grand Tunis. Les volumes d'eau actuellement traités et rejetés en mer totalisent plus de 150 millions de m3/an. Avec cette ressource il est possible d'initier un projet évolutif, qui commence par le développement du système céréalier décrit plus haut pour même s'étendre plus tard, au fur et à mesure de l'accroissement de l'offre des EUT du Grand Tunis, au système de l'oléiculture pluvial assez présent dans cette région.

Avec ces deux systèmes de production les eaux seraient totalement utilisées, à flux tendu, tous les mois de l'année (irrigation du système céréalier d'octobre à mai et irrigation du système oléicole de juin à septembre.

Dans cette perspective, l'allocation des EUT à l'irrigation des grandes cultures pourrait être l'occasion du montage d'un nouveau système de production céréalier triennal de 150 000 ha, s'étalant progressivement tout au long de l'axe Zaghouan/Siliana (Légumineuses-céréales-colza).

Cela nécessite, au vu des données actuelles, un volume total d'eau de 150 Mm3/an pour l'ensemble de l'assolement. On se limite pour les cultures céréalières à une extension sur 50 000 ha. Avec des irrigations de complément de 1.000m3/ha, le potentiel de production pourrait atteindre aisément 1,5 millions qx, dont 650 000 seraient un incrément des EUT ; ceci sans parler des productions des fourrages et du colza assolés et qui apporteraient, de plus, une grande valeur ajoutée tout en créant de nombreux emplois.

Au total, les incréments des divers modes d'adaptation aux aléas pluviométriques par l'eau verte infiltrée dans le sol, l'irrigation complémentaire aux eaux conventionnelles et non conventionnelles remontent à 4,64 millions de qx de céréales supplémentaires qui s'ajoutent aux productions obtenues par la seule eau pluviale, ce qui représenterait 20-25% de la production nationale d'une année moyenne. La figure 9 montre l'allure de la croissance de la production céréalière par l'accumulation des incréments chaque type d'action sur l'amélioration des productions.

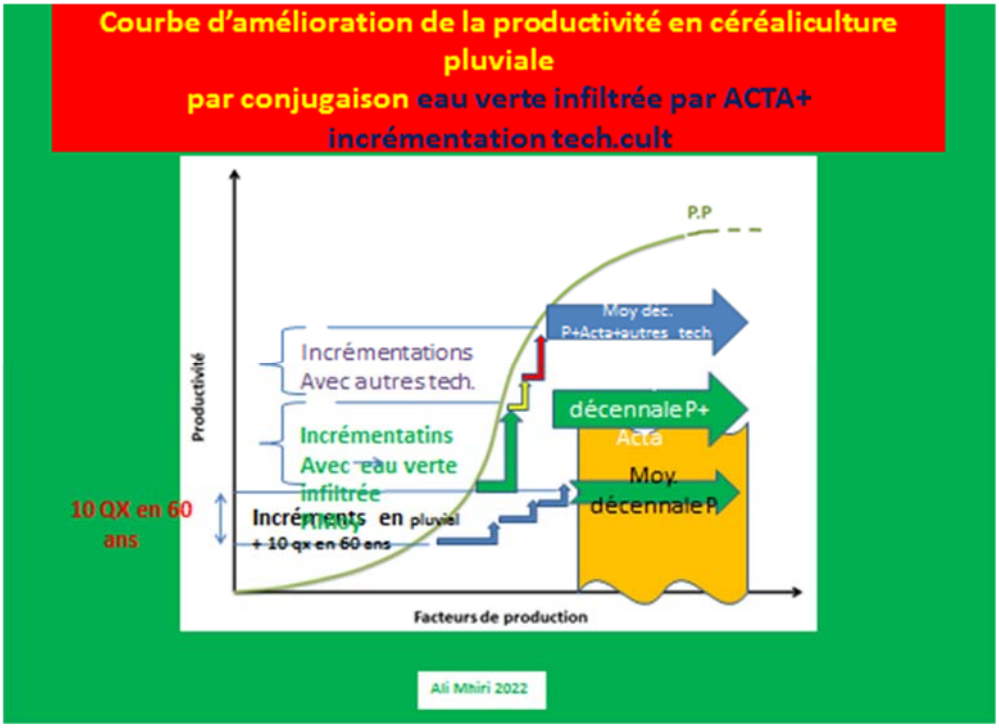


Figure 73 : Croissance de la production avec l'accumulation des effets des apports d'eau complémentaires

Source : Ali Mhiri

III.3.6 Paradigme de Rupture Appliqué à l'Oléiculture Pluviale du Sud de la Dorsale

L'itinéraire d'adaptation du système de monoculture aura à passer par une série de ruptures avec les principales contraintes structurelles du système, chaque rupture ouvrant des perspectives innovantes d'intensification.

III.3.6.1 Rupture avec l'Aléa Climatique

La rupture se fera par la production de ressource d'eau non conventionnelle au moyen du dessalement d'eaux saumâtres et/ou de mer, par le biais des énergies renouvelable, et grâce à l'ICD (irrigation complémentaire déficitaire) à raison de 200 m3 d'eau/ha/an.

Pour un objectif de 1 million ha pour le Centre et le Sud-est du pays il s'agira de la production de 200 millions m3/an.

Ce premier palier d'intensification se fixe l'objectif de : la restauration des plantations, l'augmentation de leurs productions et la stabilisation de leurs performances durant les années de production (une année sur deux) par des rendements considérés comme bons au niveau local.

Ce seraient ainsi trois performances réalisées par une seule action, l'ICD. Cela est appelé à permettre l'augmentation de façon significative les rendements et de les faire passer de la moyenne régionale de 600 kg/ha dans le centre et 500 kg/ha dans le Sud à un objectif de rendement moyen de 1,5 t/ha/année de production.

Il s'agit d'un potentiel minimal, à la portée de la plupart des oléiculteurs, dans la mesure où, en pluvial et durant les années moyennement pluvieuses et dans certaines plantations, le rendement pourrait atteindre et dépasser largement les deux (2) t/ha.

Ce potentiel d'incrément de production peut être encore augmenté par la réalisation d'incréments supplémentaires au moyen de techniques de fertilisation et de conduite des arbres. Les résultats escomptés de ces ICD, au niveau de la productivité physique (Kg d'olive/ha) et l'accroissement de la production d'olive au sud de la dorsale sont résumés au tableau 16 (annexe)

III.3.6.2 Rupture par le Passage de la Mono à la Poly Culture

Ce deuxième stade d'intensification vise l'amélioration des productivités de deux ressources fondamentales dans ce système, le sol et la lumière solaire, largement sous-valorisées dans les conditions des faibles densités des plantations pratiquées.

Leur mise à contribution sera faite progressivement, par paliers successifs, jusqu'à l'aboutissement à un système optimisé.

Il s'agit d'une démarche de transformation du système existant par une rupture avec la monoculture oléicole et ses divers effets pervers de désertification des terres (exploitation minière de la fertilité du sol en l'absence de fertilisation d'entretien), de très faible performance économique et de désertification humaine (par la faiblesse de l'employabilité).

La rupture ciblée est assurée par l'introduction de cultures fourragères (luzerne ou Bersim et orge à double fin) et du petit élevage ovin/caprin à la bergerie pour la production de viande et produits laitiers à haute valeur ajoutée (fromage de brebis ou de chèvre).

Il s'agit d'une innovation qui change radicalement l'objectif de ce système, en lui ouvrant des perspectives nouvelles pour une économie inclusive, créatrice d'emplois et de nouveaux produits territorialisés, commercialisables au niveau national tout en ayant un potentiel d'exportation.

L'élevage producteur de fumier permet de convertir le système conventionnel en biologique, en mesure d'apporter une plus-value de taille. Il s'agit du deuxième palier d'intensification à réaliser obtenu grâce aux ICD.

Les besoins supplémentaires en eau seraient de 800 m2/ha de luzerne (ou bersim) et de 500 m2/ha d'orge à double. Il s'agit d'un objectif réalisable particulièrement dans les petites et moyennes exploitations, qui connaitraient ainsi une mutation profonde dans le sens de la viabilisation économique, sociale et environnementale.

III.3.6.3 3ème Palier d'Intensification par la Mise en Culture de l'Espace Intercalaire

Il s'agit de la mise en culture de l'espace intercalaire par une arboriculture fruitière à base d'espèce et variétés locales, bien adaptées à l'aridité et se contentant de petites irrigations de complémentation de la pluviométrie locale.

L'amandier et le pistachier, de variétés locales, à très haute valeur marchande, sont tout indiqués en l'occurrence. D'autres espèces devraient également convenir comme le figuier à sécher, produit de terroir de qualité très recherché.

Les espèces les plus appropriées, dans le cadre de cette approche, sont celles à feuilles caduques, qui ne nécessitent pas d'irrigation durant la saison chaude et dont la récolte de termine fin juin. Leurs fruits ne devraient pas être périssables, donc transformables et commercialisables au niveau de l'exploitation comme produits biologiques de terroirs.

Il s'agira alors d'un stade de transformation avancé du système, et son intégration dans une nouvelle économie locale ouverte sur le marché national et international, avec divers produits de qualité labellisé

III.3.6.4 4ème Palier d'Intensification par les Cultures Aromatiques, Condimentaires ou Pharmaceutiques

L'espace intercalaire peut également être dédié à diverses cultures aromatiques (rosier, bigaradier), condimentaires ou pharmaceutiques, adaptées au stress hydrique. Ces cultures étaient jadis pratiquées dans la région sfaxienne, avec un acquis de savoir-faire local. Il y avait même des filières de fabrication de parfum et de sirop (à la rose ou à la menthe). C'est dire l'existence d'un ancien créneau pluvial à remettre en selle et au goût du jour. Cela est à même d'ouvrir des perspectives d'innovation pour des produits à haute valeur ajoutée. La figure 77 illustre cette démarche d'intensification raisonnée progressive et inclusive, complètement indépendante des intrants importés.

III.3.6.5 Palier d'Intégration de Segments de Filières au Sein de l'Exploitation

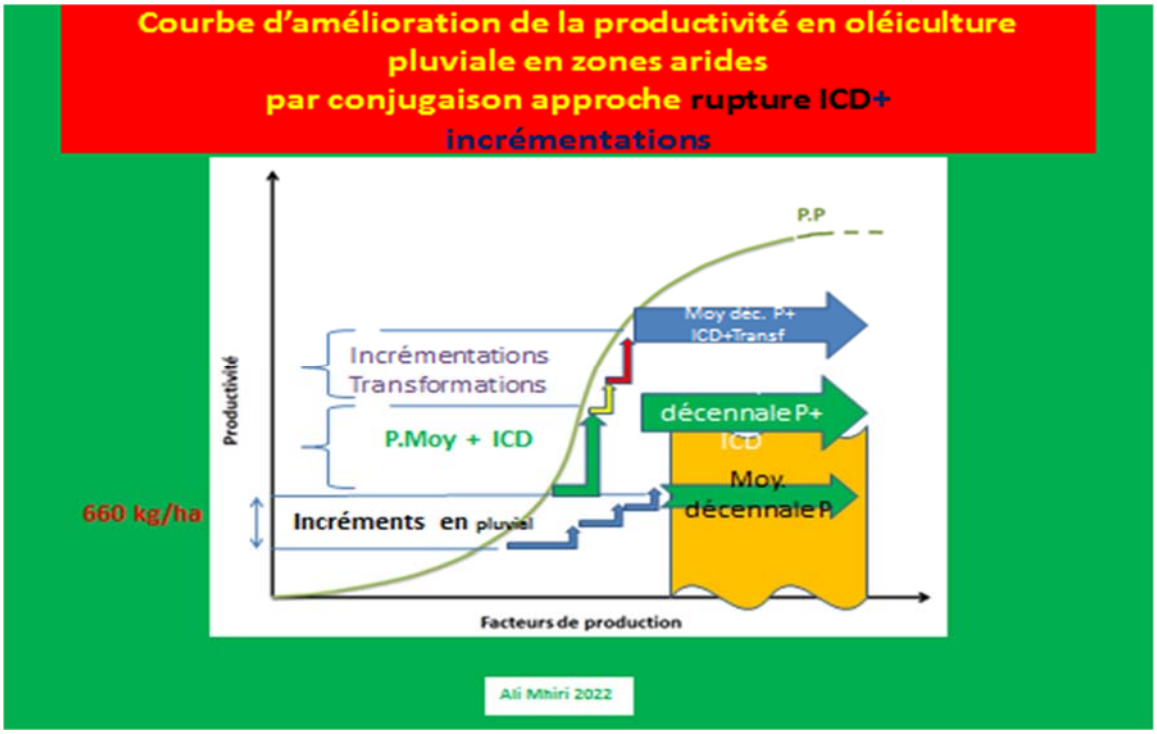


Figure 74 : Courbe d'amélioration de la productivité en oléiculture pluviales en zones aride

Source *:* Ali Mhiri

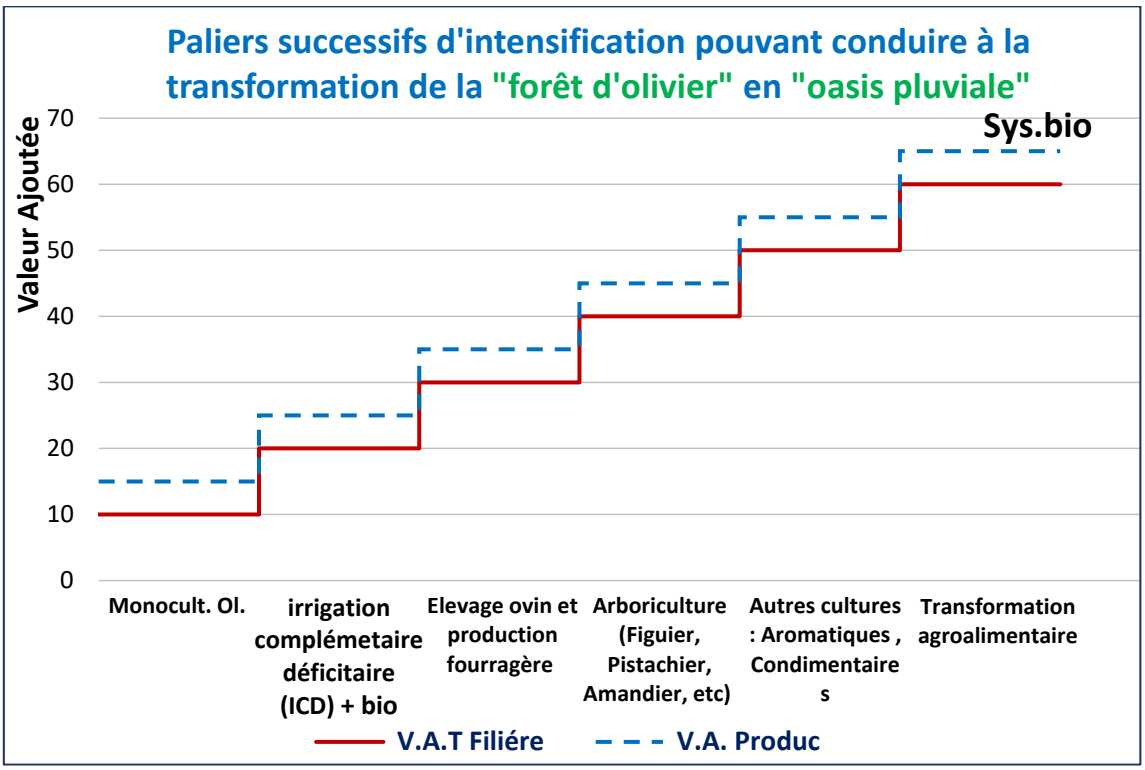


Figure 75 : Paliers successifs d'intensification, rallongement de la chaine de valeurs et cumuls des VA des filières
***Source** : Mhiri,2022*

Pour ce niveau d'intensification le nouveau système acquiert tous les attributs du nouveau concept d'« **Oasis pluviale** » (Mhiri,2022), notamment un taux d'occupation du sol supérieur à 50% de la surface cultivée, la pratique d'irrigation complémentaire économe en eau mais hautement productive, la diversification des cultures et l'intégration de l'élevage pour son recyclage in situ.

Mais la transformation du système n'en est pas achevée pour autant. Deux autres ruptures devraient se faire pour assurer sa pérennité :

- Une 1ère rupture avec l'intermittence du travail agricole des exploitants, qui se réalisera objectivement dès que les exploitants s'investissent dans l'intensification de leurs productions et réalisent des revenus suffisants qui les dissuadent de recourir à la pluriactivité ;
- Une 2ème rupture en mettant fin à l'« asservissement » des exploitants par la politique publique au service de la sécurité alimentaire et la maîtrise des prix à la production au profit des consommateurs.

  Cette rupture sera le résultat de l'amélioration de la productivité, la production de denrées alimentaires à haute valeur ajoutée et l'intégration, au sein de l'exploitation ou par le biais d'une organisation communautaire, de segments de valeur ajoutée des filières concernées (transformation, conditionnement, commercialisation). Ce seront autant d'atouts pour s'imposer sur les marchés locaux et extérieurs.

La transformation de l'oléiculture pluviale de toutes les zones arides résultant de toutes ces ruptures pourrait être mise en œuvre en plusieurs étapes, après son appropriation par toutes les parties prenantes et sa validation, aux plans technique, social et économique. Cela devrait passer par les quatre phases précisées au tableau suivant.

Tableau 94: Phases de mise en œuvre du nouveau paradigme de rupture avec la monoculture de l'oléiculture pluviale et sa transformation en système de polyculture biologique

Phases de mise en œuvre du nouveau paradigme de rupture Avec la monoculture de l'oléiculture pluviale et sa transformation en système de polyculture biologique			
1	**2**	**3**	**4**
Mise en place de Pilotes régionaux de démonstration de la faisabilité du nouveau système oléicole Passage de la forêt de monoculture **à l'oasis pluviale**	Mise en place De cluster de plantation de reproduction du système autour des ''**villages oléicoles**''	Réseau Installation d'un réseau primaire de Transport de l'eau mobilisée jusqu'à des potences et services de livraison jusq'aux exploitations	Extension du système Et du réseau de distribution à la demande des exploitants organisés en GDA ou société mutuelle de services

***Source** : STUDI International, GKW*

Tableau 95: Volumes des ressources en eau nécessaires à la mise en œuvre de la vision de redéploiement des systèmes de production pluviaux en Tunisie

Ressources en eau	**Volume annuel à mobiliser (million m^3/an)**	**Disponibilité**
Eau verte	323	Disponibles avec travaux d'aménagement des terres
Eau conventionnelle	140	A mobiliser
Eau non conventionnelle EUT	150	Disponible à transporter
Eau dessalée	1000	A produire et transporter
Total	**1613**	

***Source** : STUDI International, GKW*

III.3.7 Paradigme de Rupture Appliqué aux Parcours

La valorisation de l'eau pluviale dans les parcours forestiers et steppiques ne peut pas être appréhendée comme dans le cas des terres cultivées. Les différents organismes publics (DGF, OEP, ODESYPANO…), tribaux et privés ne gèrent en général que les opérations d'aménagements pastoraux.

Dans le domaine forestier l'eau verte s'infiltre dans le sol pour une grande part et le ruissellement qui est généré sur les terrains en pente est pris en charge par les ouvrages de rétention aménagés dans les voies d'eau, gérés et entretenus par l'Etat (barrages collinaires, grands barrages, et autres ouvrages de régulation des écoulement). Il n'y a guère d'action significative visant l'augmentation de l'infiltration des précipitations dans le sol dans les formations adultes. Les litières prennent en charge cette fonction, vu leur grande perméabilité.

Dans les parcours steppiques, la pluviométrie est tellement faible qu'elle ne génère que très rarement le ruissellement (taux estimé à 4%) lors d'évènements de pluies intenses. En conséquence, les aménagements hydro-agricoles ne sont réalisés que dans des sites affectés gravement par l'érosion hydrique, sur des terres en pente, le plus souvent en état de dégradation avancée (glacis de la dorsale), ainsi qu'au niveau des nappes alfatières (400 000 ha) dans les plateaux du Gouvernorat de Kasserine. Les ayants droit à l'usage de ces parcours ne sont ni impliqués ni responsabilisés dans la réalisation des rares travaux de protection des sols ou d'ouvrages spécifiques dans des sites particulièrement affectés par l'érosion hydrique. Les superficies potentielles concernées par de telles interventions sont de l'ordre de 400 000 ha (Tableau 100 Annexe), dont des aménagements hydro-agricoles appropriés pourraient améliorer la productivité en UF, pouvant passer de 36 à 40 UF/ha.

L'amélioration de la productivité de ces écosystèmes via l'augmentation de l'infiltration (en vue d'accroître leurs rendements, ou recharger les nappes superficielles) des eaux pluviales est conditionnée par la réduction de la surexploitation pastorale excessive par les ayants droit d'usage ainsi que des « intrus ».

Les écosystèmes sont actuellement dans un état de délabrement tel que des travaux et aménagements systématiques ne sont guère efficaces dans un contexte de pénurie d'aliments de bétail.

Dans cette compréhension de la problématique de la durabilité des écosystèmes « parcours » et de leur préservation de la désertification en marche, la solution ne se trouve uniquement à l'« intérieur » de ces parcours mais du moins également à l'« extérieur », dans les terres cultivées, appelées à produire davantage d'unités fourragères pour absorber une partie de la demande croissante en ces aliments.

Cela doit se traduire par une vision intégrée des systèmes de production pluviaux. Et c'est à ce niveau que doit se faire la jonction avec le paradigme de rupture relatif à l'oléiculture. En effet, il est proposé, concernant la restauration des 150 000 ha de plantations oléicoles pluviales du Sud–est du pays (Gouvernorat de Gabès, Médenine et Tataouine), l'introduction des cultures fourragères et l'élevage ovin/caprin en bergerie, grâce aux irrigations complémentaires déficitaires (ICD).

Il s'agit d'un potentiel de production d'UF (luzerne et orge à double fin) permettant de nourrir une grande partie du cheptel des gouvernorats de Médenine et Tataouine (Mhiri, 2018). Dans cette perspective, il devient possible d'envisager une forte baisse de la pression sur ces écosystèmes et d'engager sur de nouvelles bases un dialogue entre les parties prenantes sur de nouvelles approches de leur gestion intégrée durable.

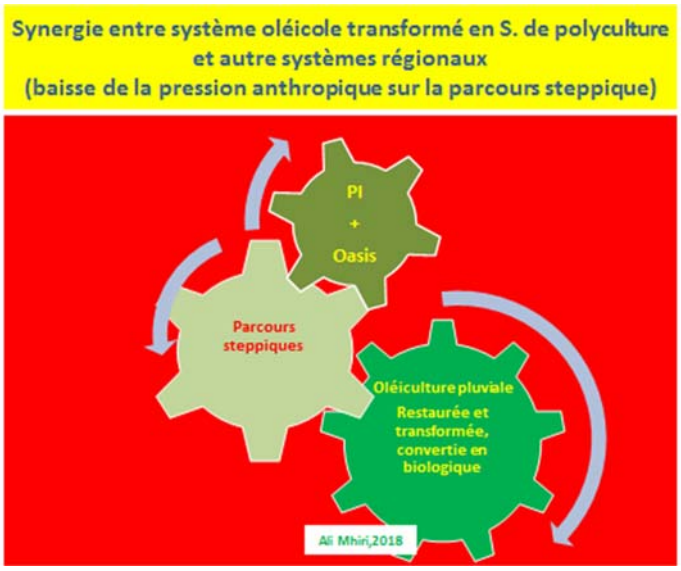


Figure 76 : Synergie entre système oléicole transformé en S. de polyculture et autre système régionaux

***Source** : Mhiri,2018*

Au terme de la présentation de la vision et la stratégie d'adaptation de l'agriculture pluviale, à travers la correction du bilan hydrique des terres au niveau de la parcelle, par la maîtrise des paramètres de leur déficit hydrique climatique, au moyen d'apports d'eau complémentaires de différents types de ressources d'eau et des résultats potentiels, il en ressort une accumulation importante d'incréments de production céréalière et oléicole.

Le tableau suivant illustre la pertinence de l'approche adoptée pour adapter les systèmes de production pluviaux aux multiples contraintes qui les handicapent fortement.

Tableau 96: Récapitulation des équivalents des incréments des productions céréalière et oléicole en termes de superficie pluviale en ces cultures

Ressource d'eau valorisée	Culture	Superficie X 1000 ha	Volume d'eau Valorisée en million m³	Incrément Production	Equivalent de la production en ha pluvial
Eau Verte	Céréales	390	153	950 000 qx	55 882 ha
	Olivier	650	80 x2= 160	14 500 t	16 112 ha
E. Conventionnelle	Céréales	140	140	3 040 000 qx	178 823 ha
Eau non conv EUT	Céréales	50	50	650 000 qx	38 235 ha
E.Non conventionnelle	Olivier	1000	200x2= 400	915 000 t	1 525 000 ha

Tableau 96: Récapitulation des équivalents des incréments des productions céréalière et oléicole en termes de superficie pluviale en ces cultures

Ressource d'eau valorisée	Culture	Superficie X 1000 ha	Volume d'eau Valorisée en million m³	Incrément Production	Equivalent de la production en ha pluvial
E. dessalée					
Total	Céréales	580	343	4 640 000 qx	273 528 ha
	Olivier	1 650 000	560 000	929.500 T	1.549.166 ha

***Source** : STUDI International, GKW*

III.3.8 Synthèse Générale et Préconisations Préliminaires

III.3.8.1 Éléments de Synthèse Générale

Le caractère non durable de l'agriculture pluviale en Tunisie est très prégnant. Si le déficit hydrique climatique de ses divers systèmes de production pluviaux constitue la cause première, l'inexistence d'une stratégie suffisamment pertinente, efficace et efficiente pur y faire face constitue le déficit en action qui aurait pu limiter les effets des causes naturelles.

En plus, le contexte de l'agriculture pluviale est appelé à se détériore par les risques du changement climatique.

En conséquence, pour sauvegarder l'agriculture pluviale pour permettre d'assurer les fonctions économiques sociales et environnementales, il d'agit en priorité de maîtriser la lourde tendance à l'exacerbation de la pénurie d'eau sur le long terme.

Toutes les options de remédiation à cette contrainte passent par la gestion des termes du bilan hydrique climatique par différentes approches selon les écorégions, parmi lesquelles figure l'amélioration des performances de l'« Eau Verte » dans les contextes où le ruissellement peut se produire et où il est maîtrisable au niveau de la parcelle par des techniques agricoles d'aménagement des sols. Dans les autres écorégions où cette approche n'est pas réalisable, le recours à des compléments d'eau d'irrigation de diverses natures, conventionnelles et non conventionnelles, s'impose.

La recherche d'amélioration des performances de l'eau verte a permis de localiser géographiquement les niches d'efficience et d'évaluer les potentialités de leur exploitation et valorisation pour les trois grands systèmes de production pluviaux (céréaliers, oléicoles et de parcours), dans une approche à la fis systémique et régionalisée.

Le volume total d'eau verte ''infiltrable'' et « emmagasinable » dans le réservoir de l'eau utile du sol s'élève à 323 Millions m3 /an, plus dans le Nord de la Dorsale, avec 192 millions de m3, soit près de 60%, qu'au Sud de cette chaine, 131 Millions de m3, soit 40%.

Ainsi, les écorégions du Nord de la Dorsale, sous les étages bioclimatiques Semi-arides, Subhumide et Humide les plus pluvieux, avec des évènements pluviométriques d'intenses à très intenses, d'une part, et aux reliefs montagneux et collinaire dominants, propices au ruissellement, d'autre part, présentent des contextes « une fois et demie plus favorables » à la valorisation d'une fraction des eaux vertes de ruissellement maîtrisables.

Au sud de la dorsale, les volumes maîtrisables sont un peu plus faibles, en raison du moindre taux de ruissellement, de l'ordre de 4%.

Quant aux parcours forestiers de Kroumirie, Mogods et la Dorsale, ils sont l'objet de stratégies spéciales pour la gestion de leurs précipitations en tant qu'eau bleue, avec leur collecte derrière les barrages.

III.3.8.1.1 La productivité potentielle des eaux vertes par système pluvial

Le tableau 97 récapitule les résultats des productions céréalières et oléiculture obtenus :

- ✓ En céréaliculture, les incréments de production atteignement un total de 4.65 Mqx (déclinées en 950 000 qx avec l'eau verte stockable dans le sol, 3.5 Mqx avec l'irrigation complémentaire avec l'eau conventionnelle et 650 000 qx avec les EUT) ;

- ✓ En oléiculture ces incréments totalisent 929 500 tonnes d'olive (14 500 t dues à l'eau verte et 915 000 t aux ICD).

Le tableau 97 donne les productivités de chacune des eaux proposées pour les deux cultures.

Tableau 97: Effets des apports d'eau sur les productions de céréaliculture et oléiculture pluviales

		Superficie (ha)	Incrément de Production	Production totale de l'action (Pa+ incrément)	% production eau compl / production (Pa +eau compl)	% production action /production totale 2050
Olivier	**ACTA**	650 000	14 500 t	440 000 t	3,50%	21
	ICD	1 000 000	915 000 t	1 500 000 t	61%	72
Céréales	**ACTA**	390 000	950 000 qx	7 850 000 qx	12%	32
	IEC	140 000	3 040 000 qx	5 000 000 qx	61%	21
	EUT	50 000	650 000 qx	1 500 000 qx	43%	6

***Source** : STUDI International, GKW*

Les résultats obtenus ont abouti à des superficies potentielles aménageables (ACTA) estimées à 390 000 ha de terres céréalières et 650 000 ha de terres oléicoles, réparties sur tout le territoire. Les ressources en eau verte ont un potentiel de production d'un incrément de 950 000 qx de céréales (soit 5 % de la production moyenne nationale, et de 14.500 tonnes d'olives/an (2 % de la production moyenne annuelle).

Les apports de production reflètent la différence entre plus d'efficacité potentielle des techniques agricoles (TA) dans la correction du bilan hydrique dans les terres céréalières et oléicoles du nord et la faiblesse relative dans les terres du Centre, due au faible taux de ruissellement et à la moindre fertilité du sol.

Aussi bien dans le Nord que dans le Centre d'autres perspectives d'amélioration des performances du système céréalier pourraient être adoptées, moyennant les irrigations complémentaires, avec les eaux conventionnelles et non conventionnelles.

Des Irrigations Complémentaires avec des Eaux Conventionnelles (ICEC) pourraient concerner 140 000 ha, pour produire, moyennant 140 millions m3 d'eau, un incrément de 3 millions Qx/an (soit 15.2 % de la production nationale), et 50 000 ha irrigués aux EUT (moyennant 50 millions m3 EUT) dans le semi-aride inférieur (Zaghouan, Siliana et Kef-sud) pour produire 650 000 Qx/an (soit 3%) supplémentaires.

Dans les zones arides en ''conditions limites'' au sud de la Dorsale, un changement de paradigme est nécessaire, avec un découplage de l'agriculture pluviale de l'aléa pluviométrique.

Cela ouvre la voie à une dynamique de sauvegarde du patrimoine oléicole, à l'augmentation de ses performances physiques et économiques, leur stabilisation, puis à la rupture avec la monoculture de l'olivier pluvial et sa transformation en système de polyculture intégré à l'élevage et à sa conversion en système biologique, territorialisé, autrement plus productif et à plus haute valeur ajoutée, à travers l'appropriation des exploitants agricoles de segments des filières de transformation et de conditionnement de leurs produits de terroirs labellisés.

Cela reste en outre ouvert à toutes les innovations en matière d'intensification raisonnée et à la professionnalisation des métiers de l'agriculture liés à ce système évolutif.

La transformation ciblée va se traduire par un retournement de situation. En effet, alors que les petites et moyennes exploitations (5-20 ha) sont considérées comme une des contraintes au développement du système agricole (morcellement des terres) elles deviendront les plus à même d'adopter cette option d'adaptation au dérèglement climatique par un changement de paradigme, dans le sens de la rupture avec les contraintes structurelles et l'adoption d'un itinéraire d'intensification raisonnée, conduisant à la conversion du système de monoculture oléicole en système de polyculture biologique, plus performant et générant plus de valeur ajoutée.

Les petites et moyennes exploitations disposeraient ainsi d'atouts pour aller jusqu'au bout des paliers d'intensification décrits, en disposant d'une main-d'œuvre familiale en mesure d'intervenir tous les jours sur l'exploitation familiale pour aller vers un processus d'autonomisation qui rendrait ces exploitations, considérées actuellement comme non viables, en mesure de procurer au ménage de l'exploitant un revenu convenable, devenant de la sorte un levier central pour le développement rural inclusif et durable.

Les actions envisagées dans ce cadre de rationalisation généreront des incréments de productions totalisant 4,64 millions qx de céréales et 930 000 tonnes d'olive/ année de production.

Restera à évaluer l'effet stabilisateur de ces productions, le coût de la mise en œuvre et les impacts sociaux et environnementaux attendus, en termes d'inducteurs de développement rural des zones concernées.

Il s'agira également de tenir compte des gains de productivité des autres cultures assolées dans le système céréalier et des autres paliers d'intensification dans les plantations oléicoles bénéficiaires des ICD, avec tous les effets d'entrainement sur l'économie et la société rurales.

Les incréments de productions peuvent être exprimés en « équivalent superficies pluviales », comme s'il y avait création de nouvelles exploitations qui auraient à l'origine de ces productions.

Tableau 98: Conversion des incréments de productions en céréales et oléiculture en équivalent hectares pluviaux aux rendements actuels

Type d'eau valorisée	Incrément de production	Equivalent des incréments de production en superficie (ha)
Eau verte infiltrée et stockée dans le sol	950 000 qx de céréales	55 882
	14 500 t d'olive	16 112
Ir. complémentaire Eau conventionnelle	3,04 millions qx	178 823
Ir.compl. eau non conventionnelle EUT	650 000 qx	38 235
ICD eau non conventionnelle Dessalée	915 000 t	1 525 000
Total		**+ 273.528 ha céréales et 1.549.166 ha olivier Soit au total l'équivalent de + 1.822.694 ha**

***Source** : STUDI International, GKW*

Cette forme de présentation des effets est plus parlante, car cela exprime le message suivant : '' Rien ne sert à davantage d'extension concernant ces cultures, qui ne fera que reproduire la non durabilité'' et « Seule la correction des déficits hydriques des cultures par des irrigations complémentaires ménagées serait la solution », à la condition expresse d'« Apprendre à valoriser la ressource eau de plus en plus rare ».

Cumulées avec les productions moyennes annuelles de ces deux grands systèmes, ces incréments de production permettraient de stabiliser les productions nationales à 24,35 millions qx/an de céréales, d'une part, et 2 millions tonnes d'olive à huile/année de production, d'autre part.

Ce serait le gage d'un minimum de sécurité alimentaire nationale en ces denrées. Conjugué aux résultats de la rationalisation de la production en irriguée, l'on disposerait alors des principaux éléments d'un Nouveau Projet National Agricole (NPNA), centré sur la question de l'eau et sa valorisation au niveau de l'exploitation agricole.

A travers ces orientations se profilent les nouvelles perspectives sous la forme de « Grands Programmes de Développement Agricole et d'Adaptation des Systèmes Pluviaux aux Changements ». Ces « programmes » se déclinent selon es deux axes suivants :

- Grand Programme 1 de transformation de l'oléiculture pluviale au Sud de la Dorsale, sur au moins un million ha, en recourant aux ICD avec des ressources d'eau de qualité, durables sur le long terme, s'agissant de l'avenir de plus de la moitié du pays en espace et en population, d'un patrimoine dont on découvre de nos jours les vertus et l'importance économique au vu de l'accroissement sans précédent de la demande du marché international, sans négliger la centralité de la filière oléicole au plan social, sociétal et culturel. Sans la réhabilitation/transformation d'un système qui atteint ses limites le grand espace oléicole est menacé de désertification généralisée : désertification des terres et désertification humaine.
- Grand Programme 2 de valorisation d'une grande ressource d'eau non conventionnelle disponible, celle des EUT du Grand Tunis, actuellement rejetée en mer, à grand frais, alors que cela constitue un important gisement pour la production de céréales, colza, fourrages et olivier.

C'est sur la base de l'ensemble de ces considérants que la présente composante « Agriculture Pluviale Optimisée et Rationalisée » est appelée à contribuer à l'atteinte d'objectifs primordiaux de la Stratégie d'EAU 2050, dont en particulier l'Objectif Spécifique (OS) « Sécurité Alimentaire et Paie Sociale ».

Tableau 99: Récapitulatif de la contribution de l'axe Eau verte-agriculture pluviale à la réalisation des OS de la Stratégie Eau 2050

Levier/Os	OS 1 GEMR Gestion extrêmes et maîtrise des risques	OS3- MEDC Mitigation de l'Effet du Dérèglement Climatique	OS9- DIDT Développement inclusif et durable des territoires	OS 10- SAPS Sécurité alimentaire et paix sociale
Contribution de chaque axe à 4 horizons temporels (2025-30-40-50)				
a-Gestion harmonisée des eaus S et S/T GH-2 ES			Recharge de la nappe par aménagements hydro-agricoles EV2	
b-Rationalisation de système eau d'irrigation et intensification agricole RSE-2 IA	IC/EC EV3 IC/EUT EV4 Pour syst.céréalier ICD Pour olivier en zones arides en conditions limites EV5	IC/EC EV3 IC/EUT EV4 Pour syst.céréalier ICD Pour olivier en zones arides en conditions limites EV5	Mobilisation eau non conven. de qualité pour un développement agricole et rural Inclusif en zones arides en "conditions limites"	Incréments en eau pour rompre avec l'aléa climatique EV3 EV4 EV 5
d-Politique d'aménagement du territoire et développement régional et local PAT-DRL	Aménagement ACTA (Tech.ag+tech.Hyd-ag.) EV1/EV2 Mobilisation nouvelles ressources eau non conventionnelles de qualité pour IC/EUT-----ICD en zones arid.en ''conditions limites'' EV3/EV4		Aménagements ACTA à la parcelle EV1 Aménagements ACTA hydro-agricoles EV2	Aménagement à la parcelle EV1
e-Complément Eau bleue/Eau verte/ Eau virtuelle EB/EV/EV	Aménagement ACTA à la parcelle EV1 Aménagement ACTA hydro-agricoles EV2 IC/EC EV3 IC/EUT EV4 ICD EV5			Aménagement ACTA à la parcelle EV1 Aménagement ACTA hydro-agricoles EV2 IC/EC EV3 IC/EUT EV4 ICD EV5

Tableau 99: Récapitulatif de la contribution de l'axe Eau verte-agriculture pluviale à la réalisation des OS de la Stratégie Eau 2050

Levier/Os	OS 1 GEMR Gestion extrêmes et maîtrise des risques	OS3- MEDC Mitigation de l'Effet du Dérèglement Climatique	OS9- DIDT Développement inclusif et durable des territoires	OS 10- SAPS Sécurité alimentaire et paix sociale
Contribution de chaque axe à 4 horizons temporels (2025-30-40-50)				
f-Politique d'atténuation des effets du DC PAEDC	Monoculture convertie en polyculture (C.fourragère) intégrée à élevage pour décarboner l'agriculture et sol puits de carbone EV4/EV5		Aménagements à la parcelle EV1 Aménagements hydro-agricoles EV2	Aménagement ACTA à la parcelle EV1 Aménagement ACTA hydro-agricoles EV2 IC/EC EV3 IC/EUT EV4 ICD EV5
g- Objectivisation du processus decisitionnel par l'économique de l'eau OPDEE			Justification Nécessité mobils-Eau non conventionnelle Coûteuse pour viabiliser zones arides en ''conditions limites''	

***Source** : STUDI International, GKW*

L'implication des organismes de recherche dans la formalisation et la validation des propositions constitue une nécessité.

Il en est de même pour la vulgarisation agricole de proximité pour l'encadrement des exploitants dans l'appropriation des innovations agricoles durant les phases de transition d'un système à un autre.

III.3.8.2 Préconisations Préliminaires

En attendant l'approbation de la Stratégie EAU 2050 par le MARHP et les Acteurs concernés il est recommandé de procéder, dans les meilleurs délais, à réalisation des actions suivantes, en tant que contribution préalable de préparation à la mise en œuvre des éléments de stratégie relatifs à cette composante qui seront retenus :

i. Une étude des ressources en eaux saumâtres dans les sous-sols des différentes régions pour évaluer leurs potentialités quantitatives et leurs qualités ;

ii. Un plan directeur de dessalement des eaux saumâtres et de mer pour tous les usages et notamment agricole ;

iii. La mise en place de pilotes régionaux de démonstration et de validation de la faisabilité et des performances, relatifs aux thématiques de :

   a. L'irrigation complémentaire déficitaires (ICD) dans les plantations de petits exploitants (5-20 ha) dans le Sud et dans le Centre. Ces pilotes pourraient être réalisés avec des eaux conventionnelles, ou bien là où il y a déjà de l'eau de mer dessalée, comme à Jerba, Zarzis, et Kerkenna,

   b. L'irrigation aux EUT d'un périmètre de 30-50 ha dans le Zaghouannais, avec les eaux du barrage Bir Mcherga dont la salinité est proche de celle des EUT.

III.3.9 Annexes

Tableau 100: Indicateurs de suivi évaluation des actions de valorisation Eau- Verte et autres en agriculture pluviale

Action	Indicateur	Fréquence
EV1	-Superficie traitée par acta/an /gouvernorat - Nombre d'exploitant demandeur de acta/an - Rendement des cultures -Nb d'exploitants convaincus de l'efficacité des acta	annuelle
EV2	-Nombre d'ouvrage par catégorie - volume d'eau retenu/volume des réservoirs des ouvrages -nb d'exploitants ayant bénéficié des eaux des ouvrages par mode d'usage (abreuvage cheptel, irrigation complémentaire arbo	bisannuelle
EV3	-Superficie céréale irriguée/an/gouvernorat - Rendement/ha irrigué et rdt témoin -Productivité m3 d'eau / région	Annuelle
EV4	-Superficie irriguée EUT -Rendement de chaque culture assolée irriguée (lég-blé-colza) -Nb d'exploitant demandeur des EUT pour irrigation nouveau système	bisannuelle
EV5	-Superficie des plantations d'olivier irriguées ICD - Rendement/ha irrigué et rdt témoin -Superficie culture fourragère introduite irriguée ICD -Taille moyenne cheptel nourri sur l'exploitation - Revenu agricole de l'explotant/ha	Annuelle
TA acta= techniques agricoles de maîtrise eau ruissellement pour infiltration au niveau exploitation réalisés par exploitant THA acta=Techniques Hydro-Agricole d'élaboration d'ouvrages de rétention et stockage eau de ruissellement et sédiments dans les voies d'eau des BV cultivés hors exploitation, réalisées par l'Etat		

***Source** : STUDI International, GKW*

Tableau 101: Impacts des incréments sur les productions

Système de production	Ecorégion	Etage bioclimatique	Action d'adaptation	Superficie (ha)	Rendement actuel Parcours : UF/ha olivier : Kg/ha Céréales : Qx/ha	Pluviométrie moyenne (mm)	Efficience eau pluviale m3/kg	Productivité eau pluviale kg/m3	Incrément en eau par action m3/ha	Objectif rendement 2050 Parcours : UF/ha olivier : Kg/ha Céréales : Qx/ha	Impact action sur la production olivier : Kg/ha Céréales : Qx/ha	Efficience de l'eau de l'incrément m3/kg	Productivité de l'eau de l'incrément kg/m3	Efficience (Pa+ incrément) m3/kg	Productivité (Pa + incrément) kg/m3	Production totale Parcours : UF/ha olivier : T/ha Céréales : qx/ha
Steppes	Centre et Sud	Semi-aride et aride	Aménagement ACTA	400 000	36	220	50	0,02	264	40	5	50	0,02	45,1	0,02	16 000 000
Système oléicole	Nord de la dorsale	Oliviers dans le semi-aride sub humide	Aménagement ACTA (monoculture)	100 000	900	400	6,2	0,16	320	951	51	12,44	0,16	6,56	0,15	95 143
			Aménagement ACTA (polyculture traditionnelle familiale)	50 000	900	400	6,2	0,16	320	951	51	12,44	0,16	6,56	0,15	47 571
			Non aménageable	150 000	900	400	6,2	0,16	0	900						135 000
		Autres arboriculture fruitière	Aménageable ACTA	100 000	1000	400	5,6	0,18	320	1050	57	11,20	0,18	5,94	0,17	105 714
			Non aménageable	100 000	1000	400	5,6	0,18	0	1000						100 000
	Sud de la dorsale	Oliviers en Tunisie centrale Aride sup et inf	Aménagement ACTA	450 000	600	220	5,1	0,19	62	614	12	10,27	0,19	5,22	0,19	275 435
			ICD	850 000	600	220	5,1	0,19	200	1500	900	0,44	2,25	2,32	0,43	1 275 000
		Oliviers Sud est aride inf	Aménagement ACTA	50 000	500	220	6,16	0,16	62	510	10	12,32	0,08	6,28	0,16	25 503
			ICD	150 000	500	220	6,16	0,16	200	1500	1000	0,40	2,50	2,32	0,43	225 000
		Autres arboriculture fruitière	ACTA	30 000	600	220	5,1	0,19	62	612	12	10,27	0,10	5,24	0,19	18 362
			Non aménageable	270 000	600	220	5,1	0,19	0	400						162 000
		Total		1 800 000												2 078 653
Système céréalier	Nord de la dorsale	Céréales et autres cultures assolées	ACTA	300 000	20	400	1,6	0,63	480	23	300	1,60	0,63	1,6	0,64	6 900 000
			IC E conventionnelle	80 000	17	400	1,9	0,53	1000	40	23	0,43	2,30	0,95	1,05	3 200 000
			ICD EUT	50 000	17	400	1,9	0,53	1000	30	13	0,77	1,30	1,27	0,79	1 500 000
			Superficie marginale non assolée	50 000	10	400	2,8	0,36		10	0					500 000
			plaines et vallées en intensif pluvial	320 000	25	400	1,1	0,89		25						8 000 000
	Sud de la dorsale	Céréales et autres cultures assolées	ACTA	90 000	10	300	2,1	0,48	84	10,5	40	2,10	0,48	2,1	0,49	945 000
			IC E conventionnelle	60 000	10	300	2,1	0,48	1000	30	20	0,50	2,00	1,03	0,97	1 800 000
			Non aménageable	150 000	10	300	2,1	0,48	0	10	0					1 500 000
	Total			1 100 000												24 345 000

***Source** : STUDI International, GKW*

Tableau 102: Action par pas de temps et indicateurs de suivi

	Eco-région	Bioclimat	Gouvernorats	Vulnérabilité aux CC	Action	Superficies réalisées avec mesures d'adaptation par pas de temps (1000 * ha)				Système de culture/ Adaptation CC	Rendement actuel	Objectif rendement 2050	Production 2050	Classificat° action	Indicateur de suivi (selon contexte local)
						2025	2030	2040	2050						
Système steppique	Centre et Sud	Semi-aride et aride	Steppes des gouvernorats du centre et du sud	Très élevé	Aménagement ACTA	Appropriation et programmation	100	200	400	Fossés d'infiltrations derrière les banquettes	36 UF/ha	40 UF/ha	16000000 UF	EV1- EV2	* Superficie traitée par TA/an /gouvernorat * Nombre d'exploitant demandeur de TA/an * Rendement des cultures * Nb d'exploitants convaincus de l'efficacité des TA * Nombre d'ouvrage par catégorie * Volume d'eau retenu/volume des réservoirs des ouvrages * Nombre d'exploitants ayant bénéficié des eaux des ouvrages par mode d'usage (abreuvage cheptel, irrigation complémentaire arbo)
Système Oléicole	Nord de la dorsale	Oliviers dans le semi-aride sub humide	Zaghouan Siliana Kef Jendouba Béjà Nabeul Tunis Ben Arous Manouba Ariana Bizerte	Modéré	Monoculture avec ACTA		50	75	100	Techniques culturales infiltration par banquettes en courbes de niveaux et/ou cuvettes/olivier cultures légumineuses en intercalaire	900 Kg/ha	950 Kg/ha	2 100 000 Tonnes	EV1- EV2	* Superficie traitée par TA/an /gouvernorat * Nombre d'exploitant demandeur de TA/an * Rendement des cultures * Nb d'exploitants convaincus de l'efficacité des TA * Nombre d'ouvrage par catégorie * Volume d'eau retenu/volume des réservoirs des ouvrages * Nombre d'exploitants ayant bénéficié des eaux des ouvrages par mode d'usage (abreuvage cheptel, irrigation complémentaire arbo)
					Polyculture traditionnelle familiale avec ACTA		25	50	50	Cuvette/olivier - Culture légumineuse (fourrage alimentaire)	900 Kg/ha	950 Kg/ha		EV1	* Superficie traitée par TA/an /gouvernorat * Nombre d'exploitant demandeur de TA/an * Rendement des cultures * Nb d'exploitants convaincus de l'efficacité des TA
					Non aménageable	150	150	150	150		900 Kg/ha	900 Kg/ha			
		Autres arboricultures fruitières au nord de la dorsale			Aménagement ACTA	Appropriation et programmation	50	75	100	Techniques agricoles douces d'infiltration	1000 Kg/ha	1050 Kg/ha		EV1	* Superficie traitée par TA/an /gouvernorat * Nombre d'exploitant demandeur de TA/an * Rendement des cultures * Nb d'exploitants convaincus de l'efficacité des TA
					Non aménageable		100	100	100		1000 Kg/ha	1000 Kg/ha			
	Sud de la dorsale	Oliviers Tunisie centrale Aride sup et inf	Kairouan Sidi Bouzid Kasserine Gafsa Sousse Monastir Mahdia Sfax	Elevé	Aménagement ACTA	Appropriation et programmation	150	250	450	Monoculture avec techniques agricoles douces d'infiltration	600 kg/ha	615 Kg/ha		EV1-EV2	* Superficie traitée par TA/an /gouvernorat * Nombre d'exploitant demandeur de TA/an * Rendement des cultures * Nb d'exploitants convaincus de l'efficacité des TA * Nombre d'ouvrage par catégorie * Volume d'eau retenu/volume des réservoirs des ouvrages * Nombre d'exploitants ayant bénéficié des eaux des ouvrages par mode d'usage(abreuvage cheptel, irrigation complémentaire arbo
					ICD	Pilotes pourraient être réalisés avec des eaux conventionnelles ou là où il y'a déjà de l'eau dessalée	100	200	850	Conversion en polyculture bio avec ICD (olivier + culture fourragère et autres cultures à haute valeur ajoutée + élevage ovin/caprin et segment de transformation production	600 kg/ha	1500 Kg/ha		EV5	*Superficie des plantations d'olivier irriguées ICD *Rendement/ha irrigué et rdt témoin *Superficie culture fourragère introduite irriguée ICD *Taille moyenne cheptel nourri sur l'exploitation
		Oliviers au Sud est aride inf	Gabès Médenine Tataouine	Très élevé	Aménagement ACTA	Appropriation et programmation	25	40	50	Monoculture consolidée par ACTA	500 kg/ha	511 Kg/ha		EV1	*Superficie traitée par TA/an /gouvernorat *Nombre d'exploitant demandeur de TA/an *Rendement des cultures *Nb d'exploitants convaincus de l'efficacité des TA
					ICD	Pilotes pourraient être réalisés avec des eaux conventionnelles ou là où il y'a déjà de l'eau dessalée	50	100	150	Conversion en polyculture bio avec ICD (cultures fourragères et arbo intercalaire + élevage en bergerie)	500 kg/ha	1500 Kg/ha		EV5	
		Autres arboricultures fruitières au sud de la dorsale		Très élevé	Aménagement ACTA	Appropriation et programmation	10	20	30	Techniques agricoles d'infiltration	600 kg/ha	615 Kg/ha		EV1	*Superficie traitée par TA/an /gouvernorat *Nombre d'exploitant demandeur de TA/an *Rendement des cultures *Nb d'exploitants convaincus de l'efficacité des TA
					Non aménageable						600 kg/ha	600 Kg/ha			

Tableau 102: Action par pas de temps et indicateurs de suivi

	Eco-région	Bioclimat	Gouvernorats	Vulnérabilité aux CC	Action	Superficies réalisées avec mesures d'adaptation par pas de temps (1000 * ha)				Système de culture/ Adaptation CC	Rendement actuel	Objectif rendement 2050	Production 2050	Classificat° action	Indicateur de suivi (selon contexte local)
						2025	2030	2040	2050						
Système céréalier	Nord de la dorsale	Semi-aride supérieur + sub humide	Zaghouan Siliana Kef Jandouba Béjà Bizerte Nabeul	Faible	Aménagement ACTA	Appropriation et programmation	50	200	300	Pluvial aménagement hydr Agt terres céréales ACTA sol en pente > 5% + techniques douces pente <5% Triennal (Légumineuse-fourrage) /blé/ 2ème c ou VA	20 Qx/ha	23 Qx/ha	25 000 000 Qx	EV1-EV2	*Superficie traitée par TA/an /gouvernorat *Nombre d'exploitant demandeur de TA/an *Rendement des cultures *Nb d'exploitants convaincus de l'efficacité des TA *Nombre d'ouvrage par catégorie *Volume d'eau retenu/volume des réservoirs des ouvrages *Nombre d'exploitants ayant bénéficié des eaux des ouvrages par mode d'usage(abreuvage cheptel, irrigation complémentaire arbo
			Kef Jandouba Béjà Bizerte		Plaines et vallées non aménagés	320 000	320	320	320	Triennal Légumineuse/blé/BT-VA	25 Qx/ha	25 Qx/ha			
		Semi-aride moyen	Nabeul Tunis Manouba Ben Arous Ariana	Modéré	IC E conventionnelle	Appropriation et programmation	25	50	80	Triennal Légumineuses/Blé/Fourrage- orge	17 Qx/ha	40 Qx/ha		EV3	*Superficie céréale irriguée/an/gouvernorat *Rendement/ha irrigué et rdt témoin *Productivité m3 d'eau / région
		Semi-aride inférieur	Zaghouan Siliana Kef Sud	Elevé	ICD EUT	Pilote de faisabilité et de démonstration avec les eaux de barrage de Bir mchergua avec REC	10	30	50	Triennal Légumineuses/Blé/semence sélectionnée/Colza INRAT Tot sup rotation 150 000	17 Qx/ha	30 Qx/ha		EV 4	*Superficie irriguée EUT *Rendement de chaque culture assolée irriguée(lég-blé-colza) *Nb d'exploitant demandeur des EUT pour irrigation nouveau système
		Superficie marginale non assolée	Superficie marginale non assolée	Modéré à élevé	Superficie marginale non assolée	50 000	50	50	50		10 Qx/ha	10 Qx/ha			
	Sud de la dorsale	Aride	Sidi Bouzid Kasserine Kairouan	Elevé	Aménagement ACTA	Appropriation et programmation	30	60	90		10 Qx/ha	10,5 Qx/ha		EV1 EV2	*Superficie traitée par TA/an /gouvernorat *Nombre d'exploitant demandeur de TA/an *Rendement des cultures *Nb d'exploitants convaincus de l'efficacité des TA *Nombre d'ouvrage par catégorie *Volume d'eau retenu/volume des réservoirs des ouvrages *Nombre d'exploitants ayant bénéficié des eaux des ouvrages par mode d'usage(abreuvage cheptel, irrigation complémentaire arbo
					IC E conventionnelle	Appropriation et programmation	50	55	60	Triennal Légumineuses/Blé/ orge VA sup T rotation 180 000	10 Qx/ha	30 Qx/ha		EV3	*Superficie céréale irriguée/an/gouvernorat *Rendement/ha irrigué et rdt témoin *Productivité m3 d'eau / région
					Non aménageable	150	150	150	150		10 Qx/ha	10 Qx/ha			

***Source** : STUDI International, GKW*

Tableau 103: Redéploiement des parcours

	Os	Os/SPP1	Levier	Nature de l'action	Quantité (ha*1000)	2025	2030	2040	2050	Indicateurs avec données disponibles ou élaborées ou élaborées par pettes enquêtes tous les deux ans
Parcours forestiers	OS1 OS3 OS9	**0S1-3-9/SPPF Sauvegarde et gestion durable des ressources forestières (SGDRF**	PAT-DRL PAEDC	*Divers Aménagements appropriés pour infiltation et conservesation du sol forestier *Baisser la taille du cheptel forestier par limitation du nombre brebis/famille *Interdiction du parcours aux troupeaux n'appartenant pas aux failles résidentes *Compensation par orge importé et fourrage agricole : Qx d'orge importés pour bétail distribués aux éleveurs des forêts de *Améloration capacité d'intervention pour lutte contre incendies : plan de lutte incendie, ouverture de piste d'accès,équipements divers *Implication population dans alerte précoce Elaboration de plans prévisionnels d'interventions pour éteindre ncendies dans tous les secteurs forestiers	**50 Zones prioritaires**	Actuel	10	25	50	• Sup.réalisée /sup. prévue • Nb d'incendie /Nb moyen incendie dernière décennie • Pression sur le parcours : Suivre Evolution de la taille du cheptel de 30 familles tous les deux ans/dans 4 secteurs représentatifs • Nb de familles converties à l'agro-foresterie
Parcours steppiques	OS1 OS3 OS9	Sauvegarde et gestion des ressources pastorales des parcours steppiques	PAT-DRL PAEDC	*Mise en défens des zones dégradées prioritaires *Baisse de pression anthropique par productions fourragères dans périmètres irrigués publiques et privés *Production fourragères intercalaires d'hiver dans l'espace intercalaire des oliveraies en irriguées *Maîtrise de l'augmentation de la taille des troupeaux d'éleveurs n'ayant pas droit d'usage *Etude pour élaboration d'une nouvelle stratégie d'exploitation des parcours avec la participation des ayants droit avec un nouveau cadre juridique.	**2000 dans les zones dégradées prioritaires**	Actuel	300	1000	2000	•Evolution de la taille des cheptels déclarés lors des enquêtes sur les exploitations agricoles dans les gouvernorats concernés •Quantité de l'orge importée distribuée dans les gouvernorats des parcours •Comparaison des images satellitaires sur l'état du couvert végétal de placettes bien cractérisées sur le plan floristique à une date précise tous les deux ans en tenant compte de la pluviométrie de l'année

***Source** : STUDI International, GKW*

III.4 Opérationnalisation du Levier 4 du Nexus 1 « Eau Potable - Environnement - Energie Renouvelable (EPEER) »

III.4.1 Opérationnalisation du Sous-Levier « Rationalisation de l'Eau Potable »

III.4.1.1 Introduction

Les objectifs en matière de mise à niveau, modernisation et développement du service d'approvisionnement en eau potable ont été définis dans la Vision Eau 2050.

Ils se résument en un service généralisé à l'ensemble de la population rurale comme c'est le cas pour la population urbaine, un service équitable et abordable, efficace et efficient, sécurisé et respectueux de l'environnement.

Les objectifs seront atteints par la mise en œuvre d'un ensemble d'actions portant sur :

i) La maîtrise de la demande en eau (tarification, mode de comptage, information sensibilisation des abonnés),

ii) La modernisation et le développement des infrastructures et le renforcement de leur résilience vis-à-vis des aléas sur la ressource,

iii) La réorganisation du secteur et le renforcement de la gouvernance.

La stratégie porte sur les approches - tant aux niveaux techniques qu'organisationnels et financiers - qui devront permettre l'atteinte des objectifs.

III.4.1.2 Caractérisation de la Situation de Référence (Etat 2020)

III.4.1.2.1 Données d'« Accès » au Service

- Population totale : 11,78 millions hab. ;
- Population « Desservie » : 98,3%, dont SONEDE 85,2%, soit 100% de l'urbain et 53,4% du rural et GR 41.3% du rural ;
- Taux de « Branchement » SONEDE : 98,8% de l'urbain et du 49,8% rural ;
- Nombre d'Abonnés SONEDE : 3,039 millions, dont 95,5% abonnés domestiques.

III.4.1.2.2 Etat et Caractérisation des Infrastructures SONEDE

- 56500 km de réseau dont 46500 en distribution ;
- 50% environ des canalisations ont plus de 50 ans d'âge ;
- 61.000 branchements exécutés en 2020 pour 800 km d'extension, soit 13 ml/branchement ;
- Renouvellement des conduites : 200 km/an soit moins de 0,4% du parc, loin du standard des 2 - 2,5 %.

Tableau 104: Indicateurs de Performance SONEDE en 2020

Désignation	Unité	Valeur	%
Volume produit	Millions m^3	759,1	100
Volume distribué	Millions m^3	664,5	87,5
Volume consommé	Millions m^3	*506,8*	*66,8*
Volume facturé	Millions m^3	478,0	63,0

***Source** : STUDI International, GKW*

Ainsi, les réseaux d'adduction et de transfert souffrent d'un taux de perte considérable, résultant de l'insuffisance du volume des investissements de réhabilitation et de renouvellement.

III.4.1.2.3 Objectifs Eau 2050 d'Accès au Service d'Eau Potable

i. En 2020, le taux d'accès au service d'eau potable au sens des ODD[102] est de 98,3%, résultat d'une couverture à 100% en milieu urbain et à 94% en milieu rural.

ii. En 2030, le taux d'accès atteindra 100%. Cela requiert l'aménagement de points d'eau sécurisés pour les 210 000 habitants vivant en milieu rural souvent en habitat isolé et qui n'en disposent pas aujourd'hui.

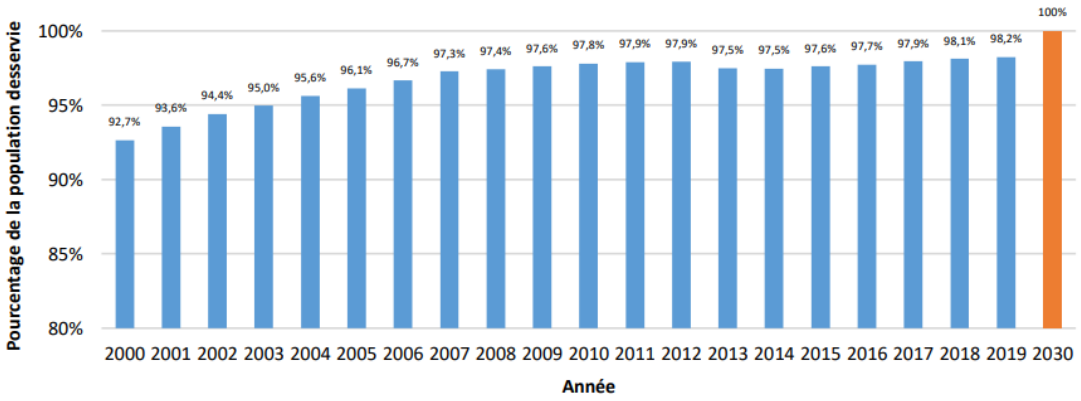


Figure 77 : Evolution du pourcentage de la population desservie par l'eau potable en milieu urbain et rural

***Source** : SONEDE*

iii. A l'horizon 2050, la SONEDE sera responsable de la desserte de près de 60% de la population rurale si la prise en charge de nouvelles localités ne connait pas un développement significatif ; les 40% restant sont réparties en population rurale agglomérée (20%) et population rurale dispersée présente dans les zones enclavées ou difficiles d'accès (20%) ; la responsabilité administrative et de financement/gestion des ouvrages desservant cette population doit revenir au Conseils Régionaux de Développement ; la création d'EPNA(s) à l'échelle régionale pour les services d'AEP et d'assainissement en milieu rural permettra de résoudre le problème de l'assainissement en milieu rural jusque-là ignoré.

III.4.1.2.4 La Demande En Eau Potable

➢ Dynamique Démographique

La projection de la population de 2020 à 2050 réalisée dans le cadre de la Composante « Vision » a fait apparaitre les éléments suivants :

Tableau 105: Projection de la population de 2020 à 2050

	2020	2050	Accroissement démographique/an
Population Totale	11,8	13,8	+ 0,5%
Population Urbaine	8,2	10,8	+ 0,9%
Population Rurale	3,6	3,0	- 0,6%
Part urbain	69,5%	78,3%	
Part rural	30,5%	21,7%	

***Source** : STUDI International, GKW*

[102] indicateur 6.1.1 : Proportion de la population utilisant des services d'alimentation en eau potable gérés en toute sécurité

Avec :

a. Un accroissement démographique global très modéré de + 0,5% par an ;

b. Une évolution urbaine inférieure à moins de 1% par an mais à l'origine de + 2,6 millions d'habitants ;

c. Une baisse de la population rurale de – 600.000 habitants sur 30 ans ;

d. La part de l'urbain augmente ainsi de 9 points alors que celle du rural baisse d'autant (-9 points).

➢ Hypothèse de Consommation Spécifique

Les dotations moyennes retenues pour 2050 sont de 100 l/j/hab pour les besoins domestiques et de 15 l/j/hab pour les besoins collectifs hors industrie et tourisme.

Cela résultera de la maîtrise de la consommation (par la tarification et par une meilleure information) d'une part et par les incitations à la récupération des eaux pluviales et à l'utilisation des économiseurs d'eau d'autre part.

➢ Objectifs de Rendement Global des Réseaux

L'objectif de rendement global des réseaux, rapport du volume consommé au volume produit, arrêté pour 2050 est de 80%. Toutefois, il ne pourra être atteint qu'au prix d'un programme conséquent de renouvellement des infrastructures vétustes. Des priorités sont alors à arrêter pour rentabiliser au mieux les investissements.

Il est recommandé de privilégier les zones à faible rendement, pour obtenir assez rapidement un rehaussement conséquent des rendements, celles en alimentation par eau dessalée et les zones où la rareté des ressources est aggravée par la compétition entre secteurs.

➢ Hypothèses et Simulation de la Demande en Eau Potable

a. D'ici 2030 la Stratégie à mettre en œuvre n'aura pas encore marqué l'évolution du secteur vers les objectifs arrêtés.

b. La demande en eau potable du pays continuera à progresser quasiment au rythme actuel et le volume produit atteindra un pic à 865 millions de m3 avant de commencer à s'infléchir, au fur et à mesure que les résultats de la stratégie EAU 2050 se précisent. En 2050, on prévoit un volume produit de 801 Mm3

La simulation de l'évolution de l'eau potable par région est présentée ci-après :

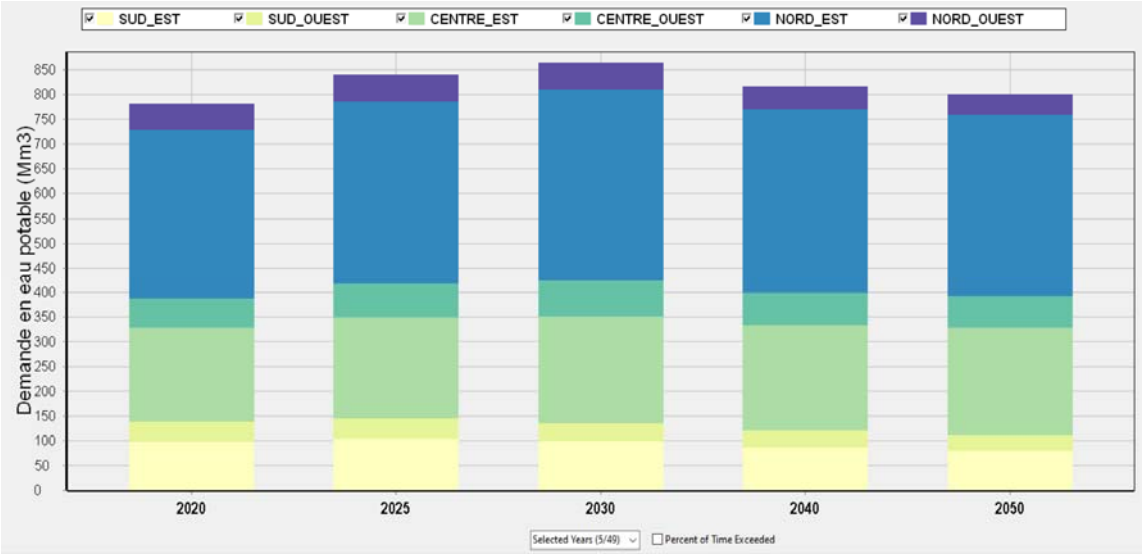


Figure 78 : Simulation des demandes en eau potable par région (Mm3)

***Source** : STUDI International, GKW*

Les demandes en eau simulées, sont récapitulées dans le tableau suivant.

Tableau 106: Demandes en eau potable (Mm3)

	2020	2025	2030	2040	2050
Nord-Ouest	52	55	56	47	41
Nord-Est	342	368	387	370	369
Centre-Ouest	60	68	73	66	63
Centre-Est	188	204	214	212	216
Sud-Ouest	43	41	37	34	31
Sud-Est	96	103	98	86	80
Tunisie	781	840	865	816	801

***Source** : STUDI International, GKW*

En dehors du « domestique » seules les quantités d'eau consommées par l'industrie et le tourisme et livrées par les infrastructures de la SONEDE sont prises en compte. Ces deux usages prélèvent, par ailleurs, un volume « additionnel » de 54 Mm3 par an directement à partir des nappes profondes par des ouvrages propres (Exemple CPG, GCT, cimenteries, hôtelleries, etc.)[103].

III.4.1.2.5 Les Ressources à Mobiliser

Entre la situation actuelle et 2050, l'année dimensionnante est 2030. Le Bilan global Offre-Demande en eau potable est donné par le tableau ci-après.

Tableau 107: Demandes en eau potable (Mm3)

	2020	2025	2030	2040	2050
Demande en eau (production)	780[104]	839	866	816	801
Ressources en eau					
Transfert Eaux du Nord[105]	371	417	400	382	388
Beni Mtir & Kasseb	61	61	61	61	61
Ressources locales souterraines	286	228	262	242	231
Transfert Karouanais Jilma et Sbeitla	50	50	38	1.5	1.5
Dessalement Eau de Mer Sahel et Sfax	0	44	88	88	88
Dessalement d'eau de mer Sud-Est	12	29	51	51	51

***Source** : STUDI International, GKW*

Le graphique suivant montre la répartition de production nationale d'eau potable par type de ressource.

[103] DGRE (2018) : annuaire d'exploitation des nappes profondes.
[104] Ensemble SONEDE et GR tout usage. La demande industrielle satisfaite par des prélèvements directs à partir des aquifères et estimée à 54 millions m3/an, n'est pas considérée dans ce tableau (CPG, GCT,SNCPA, Cimenteries, etc.)
[105] Eaux de surface de la Medjerda et Extrême nord en 2020 et Exclusivement Extrême Nord à partir de 2035

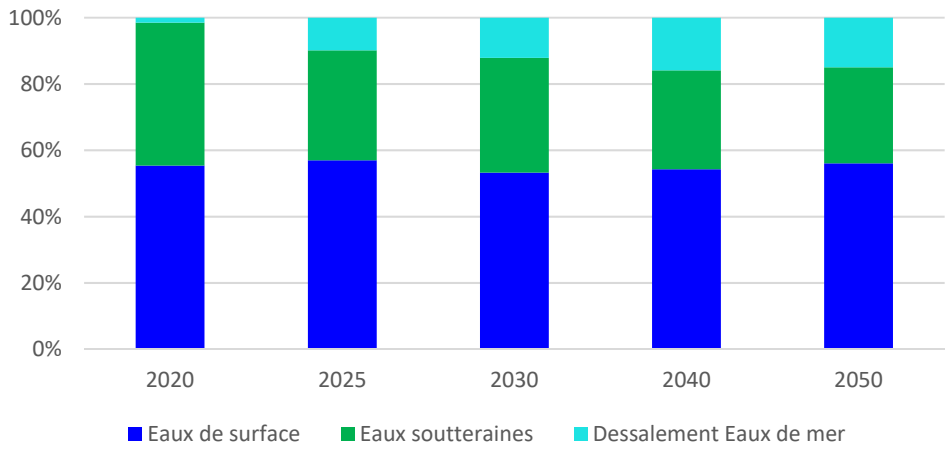


Figure 79 : Production d'eau potable par type de ressources (%)

***Source** : STUDI International, GKW*

➢ Ressources pour l'Approvisionnement de la Région Nord-Ouest

Les demandes en eau potables de la région Nord-Ouest seront satisfaites à partir des barrages Béni Mtir et Kasseb (en partie) et les ressources souterraines locales.

➢ Ressources pour l'Approvisionnement des Régions Nord-Est et Centre-Est

i. D'après le recensement de 2014[106], 61,6% de la population tunisienne sont concentrées dans les régions du Nord-Est et du Centre-Est. Ces deux régions présentent ainsi un pôle important de la demande en eau potable.

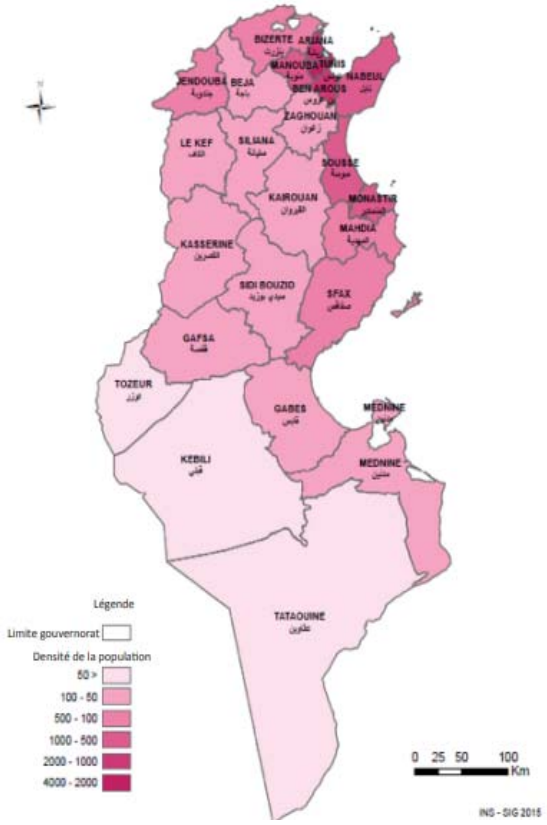


Figure 80 : Carte de Densité de la Population

***Source** : STUDI International, GKW*

[106] INS (2016) : Recensement Général De La Population Et De L'habitat 2014. Volume 3.

ii. Actuellement, la demande en eaux est couverte à partir :

- ✓ Des « Transferts des Eaux de Surface du Nord » à partir des bassins de la Mejerdah et de l'Extrême Nord (transfert Nord-ouest / Nord-est / Centre est) : ~73%
- ✓ Des Ressources Locales de chaque région (eaux souterraines) ~18%
- ✓ Du Transfert des Eaux Souterraines à partir des Nappes du Kairouanais et de Sbeitla-Jelma (Centre-Ouest vers le Centre-Est) ~9%

iii. Les projets relatifs à la mobilisation des eaux en cours d'exécution sont :

- ❖ Les stations de dessalement d'eau de Mer : la SDEM de Sousse de capacité 50 000 m3/j extensible à 100 000 m3/j et la SDEM de Sfax de capacité 100 000 m3/j extensible à 200 000 m3/j ;
- ❖ Le transfert des eaux du nord du barrage réservoir Saida (45 Mm3) vers le pôle de production de Belli ;
- ❖ Le barrage réservoir Kalaa kebira (28 Mm3) et les ouvrages de traitement et de pompage associés.

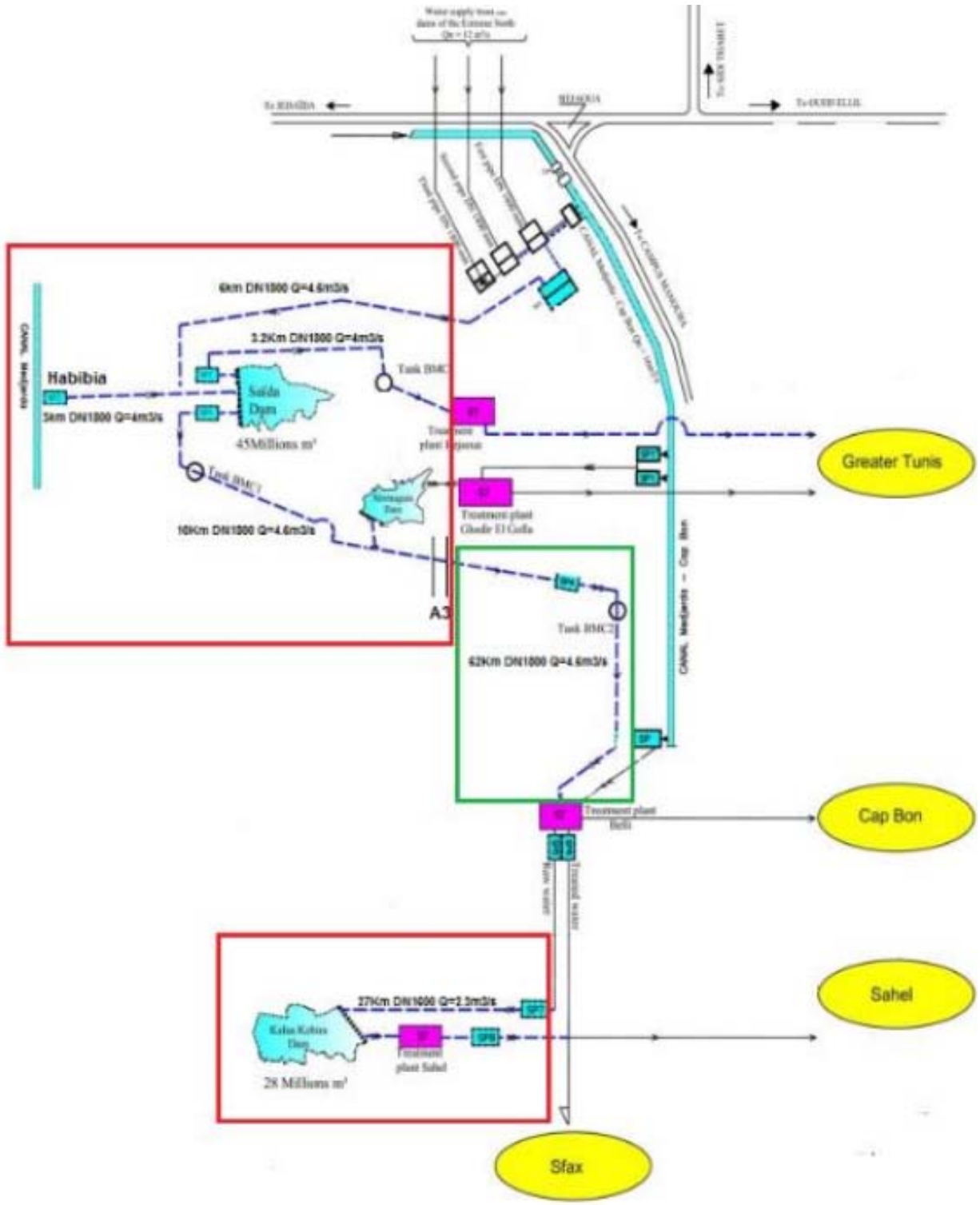


Figure 81 : Schéma de transfert des Eaux du Nord

***Source** : STUDI International, GKW*

iv. Ces projets visent le renforcement de la capacité de mobilisation, de stockage et de transfert afin de sécuriser l'eau potable en 2030 et à l'horizon 2050.

v. Les ressources régularisées de l'Extrême Nord (388 Mm^3 en année décennale sèche) seront réservées exclusivement à l'AEP. Les ressources disponibles 4 années sur 5 au moins sont toutefois de 450 Mm^3 et l'excédent par rapport aux ressources régularisées ira vers le développement de l'agriculture irriguée locale.

Cela présente les avantages suivants :

- ✓ Les ressources en eau de l'extrême Nord sont à pratiquement 100 % des ressources nationales (souveraineté) ;
- ✓ Abondance pluviométrique dans l'extrême Nord > 600 mm (7 à 8 mois de Septembre à Avril) ;
- ✓ Moins de perte par évaporation que le reste du pays ;
- ✓ Grand rendement hydrologique des bassins versants (le quotient d'écoulement est de l'ordre de 30 à 35%) ;
- ✓ La salinité des eaux est généralement faible (< 1g/l) et la charge en suspension également (bassins forestiers en général), ainsi qu'une faible charge biologique du fait de la faible anthropisation de ces milieux encore vierges ;
- ✓ Rythme d'envasement annuel relativement faible ;
- ✓ Soulager la pression de surexploitation sur les nappes de la Tunisie centrale ;
- ✓ Coût de mobilisation et du transfert plus supportable par la tarification AEP révisée que pour d'autres usages ;
- ✓ Réduction des pertes considérables des déversements en mer des nouveaux barrages de l'extrême nord par un soutirage continu de la demande en eau potable (H24) ;
- ✓ Un réseau séparatif de l'eau potable par rapport à la demande d'irrigation réduit considérablement les conflits d'usage entre secteurs compétitifs et évite la concurrence de l'irrigation en saison de pointe estivale ;
- ✓ Réduction indirecte de la facture et des impacts du dessalement (coûts évités) ;
- ✓ Meilleure qualité des EUT et de la REUT ;
- ✓ Impact faible des barrages sur la dynamique littorale septentrional secteur côtier « rocheux » ;
- ✓ Bonne capacité de résilience des barrages aux changements climatiques.

En effet, le mélange des eaux de l'extrême nord et les eaux de Sidi Salem a bien constitué l'un des points forts et des acquis du système hydraulique tunisien. Toutefois, nous sommes désormais en présence d'une nouvelle configuration en matière de collecte des ressources en eau et de préservation de la santé publique dans laquelle la composante « ressource de très bonne qualité » constituerait un facteur nécessaire de l'hydraulique tunisienne dont il s'agirait de prendre en compte toute la dimension et plus particulièrement le passage à un autre stade que celui des mélanges des eaux pratiqués jusque-là.

Outre les avantages étayés ci-dessus de la gestion séparée de l'eau potable provenant de l'extrême nord, la question de la « qualité » de l'eau soulève un enjeu de santé publique qui risque de devenir limitatif à l'usage « eau potable », ce qui plaide à l'option retenue de sécurité sanitaire.

Il s'agit néanmoins de ne pas perdre de vue et de garder une attention minutieuse concernant le risque d'aggravation de la dégradation de la qualité des eaux de le Medjerda[107],[108].

[107] W. Oueslati, A. Added and S. Abdeljaoued, 2010. Geochemical and statistical approaches to evaluation of metal contamination in a changed sedimentary environment: Ghar El Melh Lagoon, Tunisia. Laboratoire des Ressources Minérales et Environnement, Département de Géologie, Faculté des Sciences de Tunis, Campus Universitaire, Tunis El Manar, Tunisia

[108] A. Rajosoa, A. Chérifa, K., 2021. Mourad. Water assessment in transboundary river basins: the case of the Medjerda River Basin Sustainable Water Resources Management.

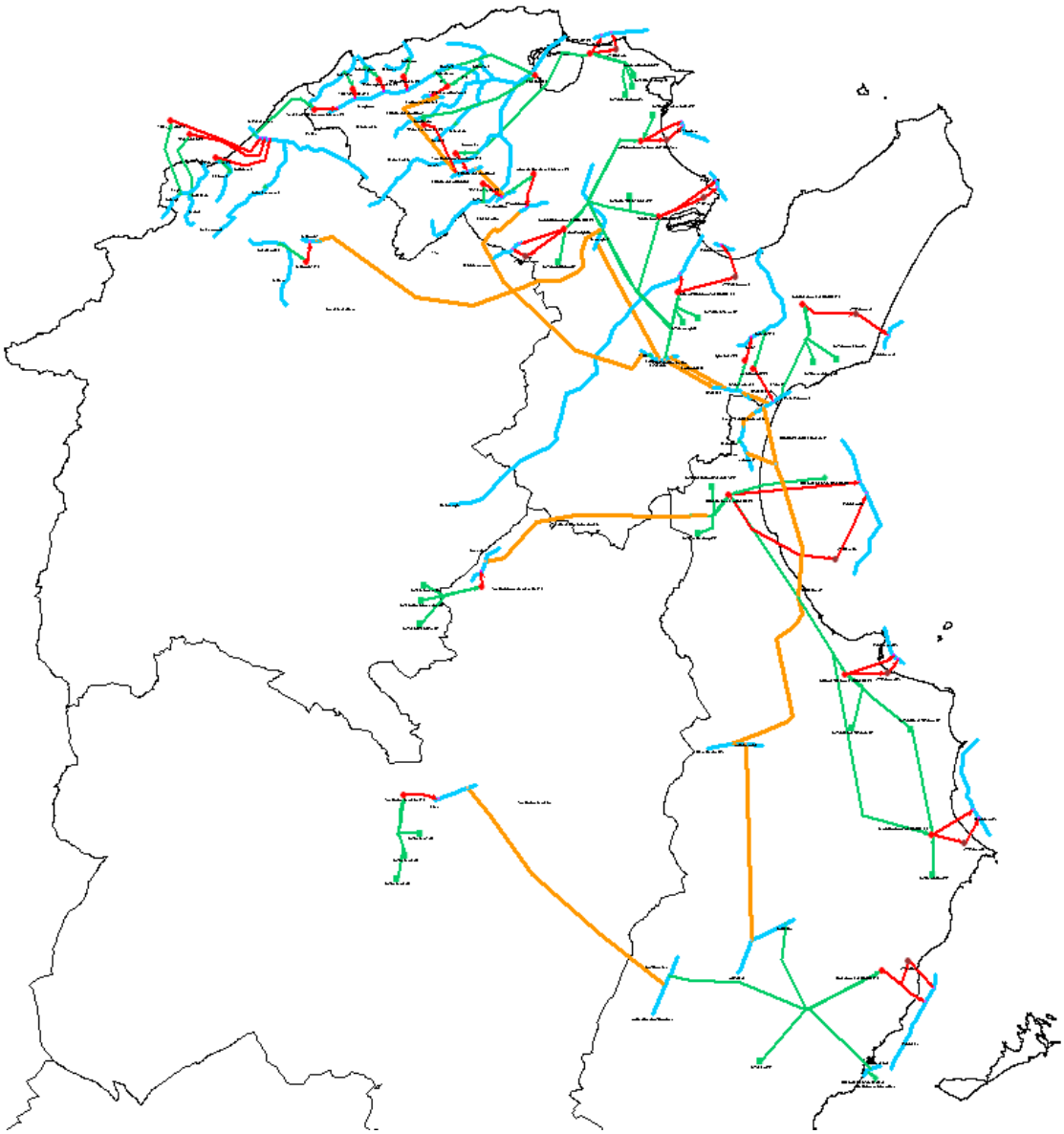


Figure 82 : Carte Nationale des Transferts

***Source** : STUDI International, GKW*

vi. La SDEM de Sousse de capacité initiale 50 000 m3/j sera renforcée avant 2030 pour atteindre la capacité maximale de 100 000 m3/j ;

vii. La SDEM Sfax sera en service en 2025 avec une capacité initiale de 100 000 m3/j. Son extension sera programmée avant 2030 pour suivre la demande.

viii. La pression sur les nappes du Centre-Ouest sera allégée à partir de 2030 avec la mise en service des SDEM, l'objectif est une limitation du transfert en temps normal au service en route

ix. Le système actuel de mélange des eaux du bassin de la Mejerdah avec celles provenant de l'Extrême Nord continuera jusqu'à 2035. A cet horizon, la nouvelle infrastructure de renforcement du transfert de l'Extrême nord sera mise en place (Etude de transfert Nord-Centre).

x. Comme pour tout la pays, l'année dimensionnante est 2030. La demande en eau potable est estimée à cet horizon à 601 Mm3 pour les deux régions Nord-Est et Centre-Est.

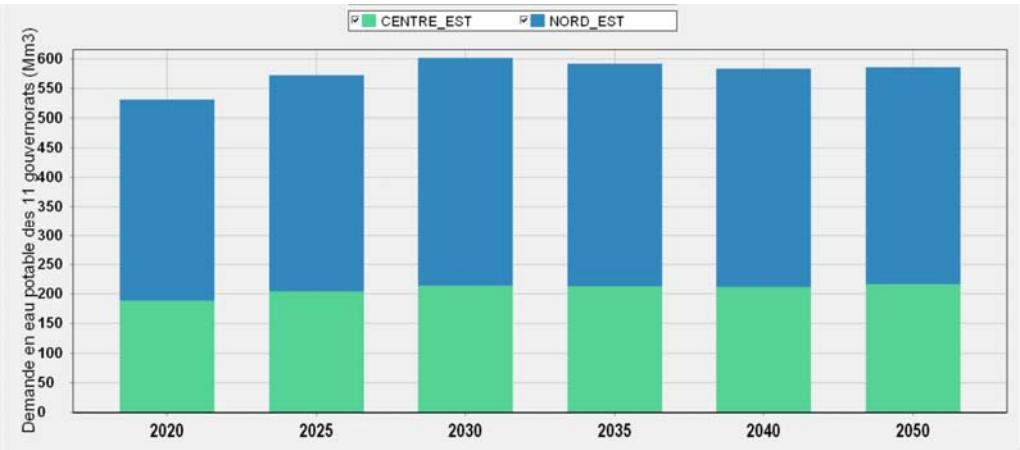


Figure 83 : Demande en eau potable des 11 Gouvernorats du Nord-Est et du Centre-Est

***Source** : STUDI International, GKW*

xi. Le bilan Offre-demande se présente comme suit (tableau ci-après)

Tableau 108 : Bilan Offre-Demande des Régions N-e et C-E par Horizon

	2020	2030	2035	2040	2050
Demande en eau (production)	530	601	592	583	585
Ressources en eau					
Transfert Eaux du Nord[109]	371	400	390	382	388
Barrage Kasseb	16	16	16	16	16
Ressources locales souterraines	93	93	93	93	93
Transfert Kairouanais, Jilma et Sbeitla	50	38	1.5	1.5	1.5
Dessalement Eau de Mer Sahel et Sfax	0	54	92	91	87

***Source** : STUDI International, GKW*

[109] Eaux de surface de la Medjerda et Extrême nord en 2020 et Exclusivement Extrême Nord à partir de 2035

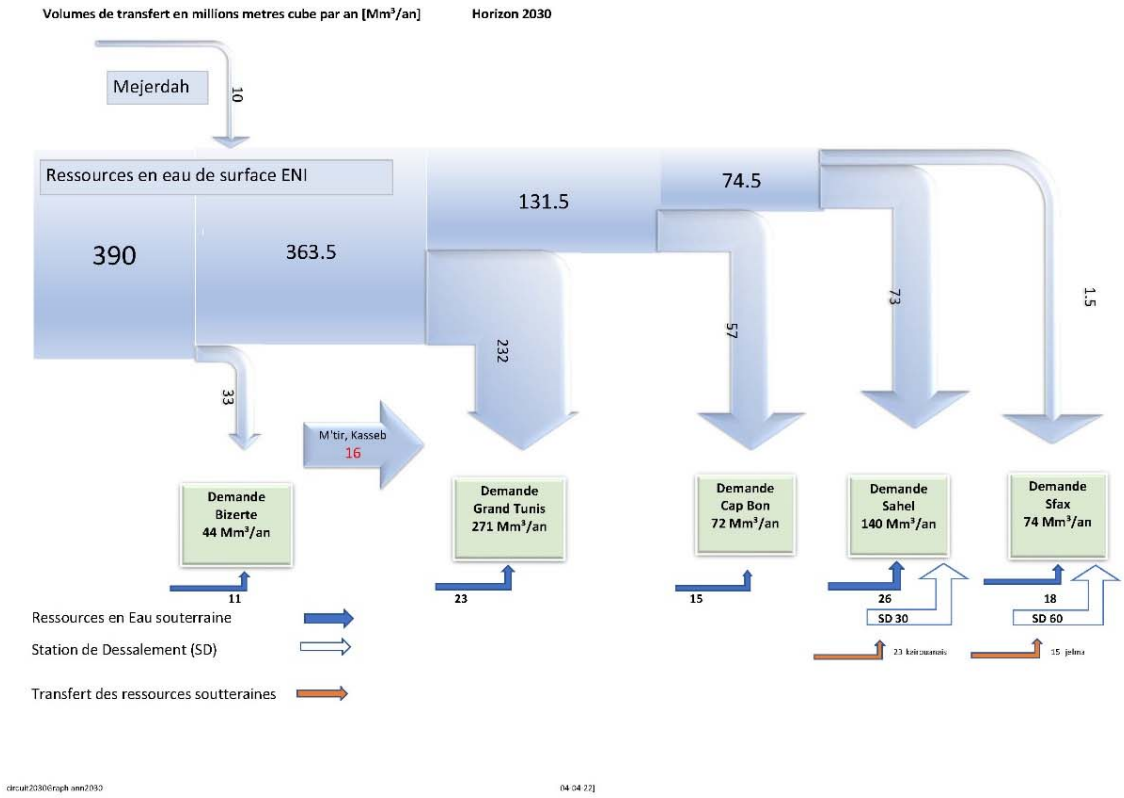


Figure 84 : Schéma du Transfert des Eaux du Nord

***Source** : STUDI International, GKW*

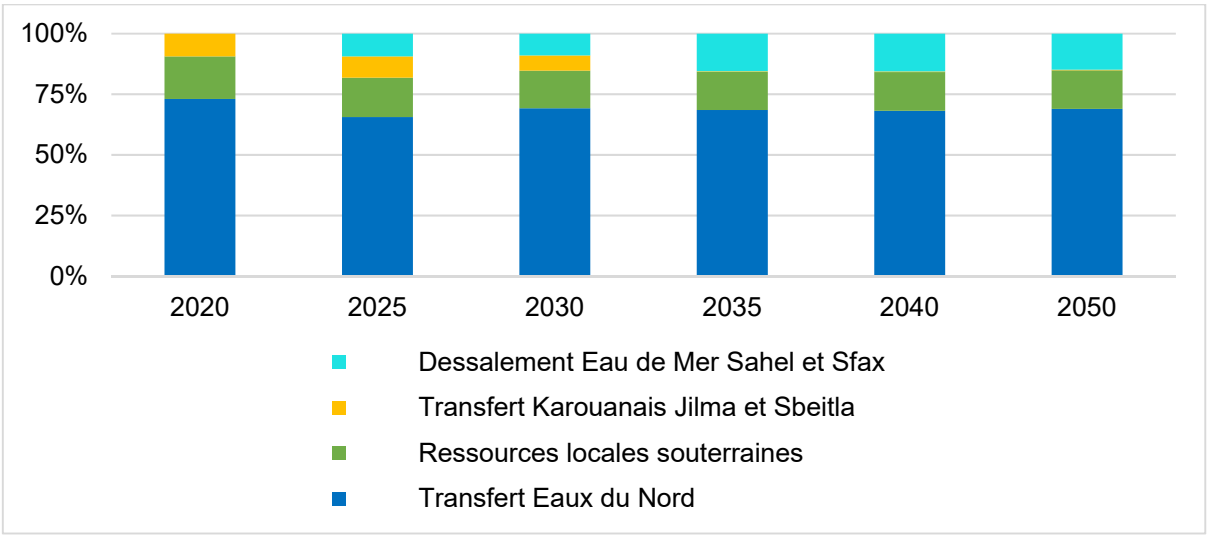


Figure 85 : Répartition de la production d'eau par type de ressource

***Source** : STUDI International, GKW*

xii. Le bilan est équilibré et permet de satisfaire la demande en eau potable des 11 gouvernorats (~75% de la demande en eau potable nationale)

xiii. Au Sahel, actuellement plus de 80 % de la demande est couverte par le transfert d'eau (eau du nord et du Kairouanais). A partir de 2030, ce taux se stabilise à 60% de la demande en potable.

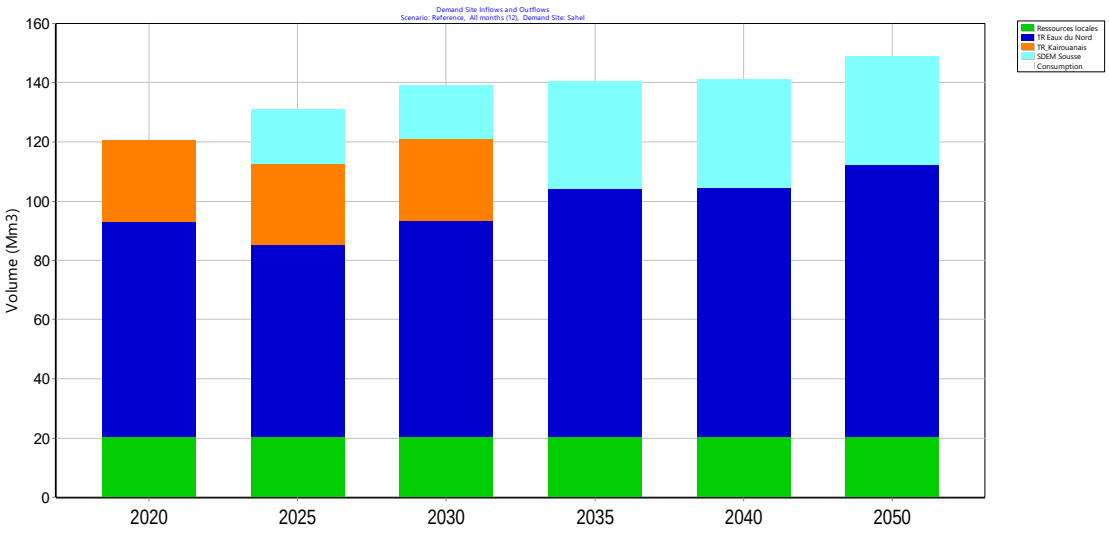


Figure 86 : Répartition de la production par type de ressource (sahel)

***Source** : STUDI International, GKW*

xiv. Actuellement, 80% de la demande en eau potable de Sfax est couverte également par le transfert (eau de nord et Sbeitla Jelma). Mais avec l'entrée en service de la SDEM de Sfax, ce taux descend à 30 % en 2030 et devient insignifiant (5%) en 2050. La sécurisation de l'approvisionnement en eau reste conditionnée par le maintien de ces infrastructures de transfert en bon état de fonctionnement.

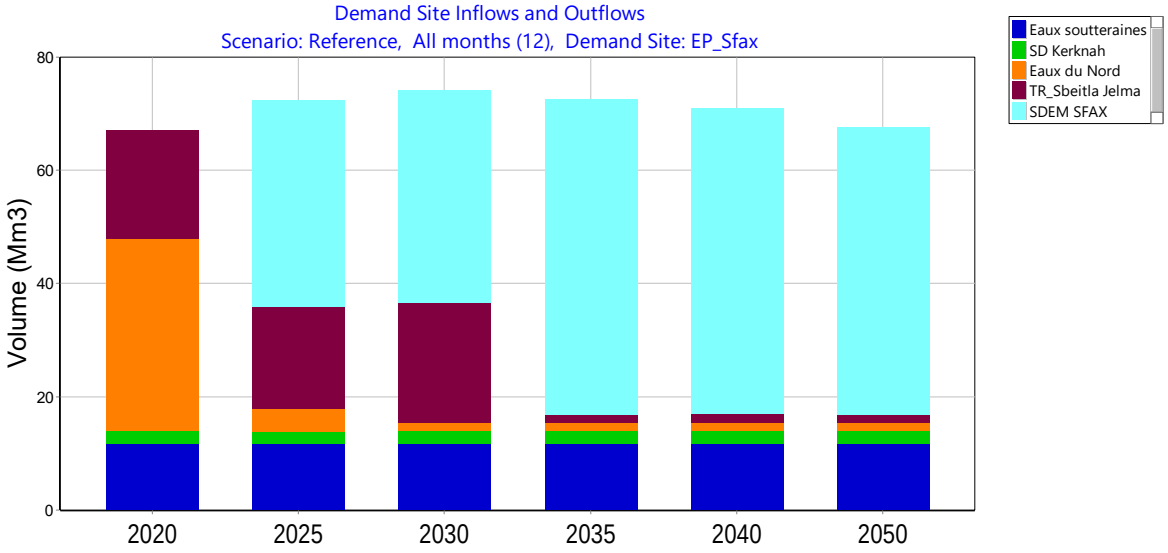


Figure 87 : Répartition de la production par type de ressource (sfax)

***Source** : STUDI International, GKW*

➢ Ressources pour l'Approvisionnement des Régions Centre-Ouest et Sud-Ouest

La demande en eau évoluera de 103 Mm3 en 2020 à 94 Mm3 en 2050 en passant par un pic de 110 Mm3 en 2030. Cette demande est satisfaite à partir des ressources locales. Pour le gouvernorat de Gafsa, les ressources allouées à l'eau potable sont sous la pression des autres usages (agriculture et industries minières). Au-delà du pic de 2030, la situation va se détendre d'autant plus que Gafsa fait partie du groupe prioritaires de renouvellement des réseaux et d'amélioration du rendement.

➢ Ressources pour l'Approvisionnement de la Région du Sud-Est

La région Sud-Est bénéficiera des interventions prioritaires pour l'amélioration du rendement global des réseaux avec une cible en 2030 de 68%. C'est pour cette raison que la demande en eau passera par un pic en 2025 contrairement aux autres régions.

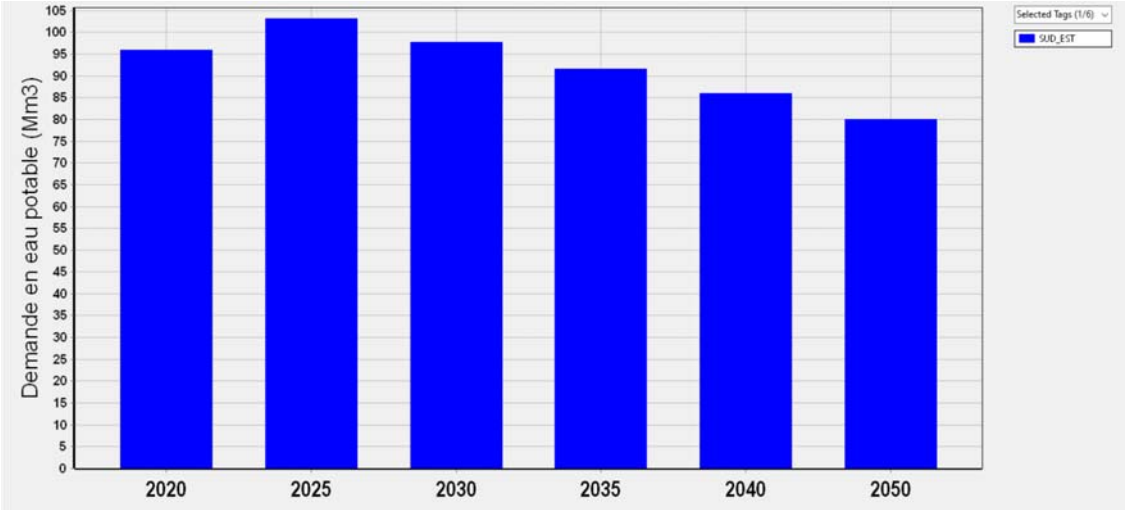


Figure 88 : Demande en eau potable du Sud-Est

***Source** : STUDI International, GKW*

Ainsi, pour le Sud-Est, il s'agira de :

i. La réduction progressive du niveau d'exploitation des nappes souterraines ;

ii. La contribution de la SDEM de Djerba, en service depuis 2018, pour une capacité de 50 000 m3/j est extensible à 75 000 m3/j, avec en 2020 une production de 12 Mm3 d'eau dessalée ;

iii. La contribution de la station de Zarat, en cours de construction, entrant en service en 2022, avec une capacité de 50 000 m3/j, extensible à 100 000 m3/j ;

iv. En 2030, on considère que la capacité maximale de dessalement d'eau de mer sera atteinte.

Tableau 109 : Bilan Offre-Demande du Sud-Est

	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Demande en eau (production)	96	103	98	92	86	80
Ressources en eau						
Ressources locales souterraines[110]	91	79	52	52	52	52
Dessalement d'eau de mer Sud-Est	12	29	51	45	39	33

***Source :** STUDI International, GKW*

v. La simulation de la composante « Eau potable » par le Modèle Hydro Economique développé dans le cadre d'Eau 2050 montre une satisfaction à 100% pour les nœuds de la demande en eau potable du Sud-Est.

III.4.1.2.6 Bilan Hydrique Global de la Stratégie Eau Potable d'Eau 2050

En guise de synthèse pour tout le Système Eau Potable :

i. Les ressources régularisées de l'extrême Nord et les barrages Kasseb et Béni Mtir dans le bassin de la Medjerda assurent un volume de base de 430 Mm3 par an.

ii. Les SDEM auront une capacité de production de 73 Mm3 à partir de 2025 et de140 Mm3 à partir de 2030.

[110] Y compris 5 Mm3 pour pertes saumure

iii. Hors transfert vers le Centre-Est, les ressources souterraines locales de Jilma et du Kairouanais continuent d'être sollicitées à hauteur de 290 Mm3 jusqu'en 2030, puis la pression diminue de 15% en 2040 et de 20% en 2050.

iv. Concernant les transferts (de Jilma et du Kairouanais vers le Centre-Est), cela baissera de 20% en 2025, de 60% en 2030 et ne seront plus par la suite sollicités qu'en cas de crise.

v. La demande est ainsi satisfaite dans tous les Gouvernorats sans recours à de nouveaux transferts de ressources.

III.4.1.2.7 Affectation Institutionnelle de la Desserte en Eau Potable

Partant du constat que le service d'AEP en milieu rural est à plusieurs égards différent du service en milieu urbain et l'est encore plus pour les petits groupements éloignés et perchés, il en ressort que la responsabilité de la SONEDE en matière de distribution d'eau s'arrêtera aux agglomérations urbaines et rurales prises en charge actuellement et les agglomérations rurales dont la taille future les rendent éligibles au même niveau de service.

La SONEDE sera, dans ces conditions, responsable du service d'AEP en milieu urbain et pour 60% de la population vivant en milieu rural.

Il est attendu que le service d'assainissement collectif assuré par l'ONAS soit étendu à l'ensemble des agglomérations rurales alimentées par la SONEDE.

Pour les 40% de la population rurale restante, les services d'eau et d'assainissement seront assurés par des agences publiques (EPNA), créées au niveau de chaque Gouvernorat qui déléguerons le service à des opérateurs privés.

Il en résulte le tableau suivant de desserte des populations en eau potable.

Tableau 110: Desserte des populations en eau potable

	Population totale (millions hab.)			Population desservie (millions hab.)				
	Totale	Urbaine	Rurale	Totale	Totale (%)	Urbaine	Rurale SONEDE	Rurale (Autre)
2020	11,78	8,04	3,74	11,58	98,3	8,04	2,00	1,54
2030	12,85	9,20	3,65	12,85	100	9,20	2,00	1,65
2040	13,38	9,90	3,48	13,38	100	9,90	1,99	1,49
2050	13,83	10,55	3,28	13,83	100	10,55	1,96	1,32

***Source** : STUDI International, GKW*

III.4.1.3 Stratégie Eau 2050 de Modernisation des Réseaux

Les objectifs d'équité, d'efficience et de sécurisation du service passent nécessairement (mais pas seulement) par la modernisation des réseaux d'eau potable, qui n'ont connu pendant près de deux décennies que des renouvellements très limités, en raison des contraintes de financement.

Les données fiables et exhaustives n'existent que pour les systèmes d'eau gérés par la SONEDE. Les stratégies formulées ci-dessous pour la modernisation des réseaux ont été élaborées à partir de ces données.

Les infrastructures réalisées par les services de la DGGREE et gérées par les GDA seront considérées comme nécessitant un renouvellement à 50%. Le coût de modernisation et de mise à niveau sera approché par l'investissement par habitant généralement admis.

III.4.1.3.1 Les Réseaux de Distribution

Les conduites d'âge inférieur à 15 ans, qui n'auront pas à être renouvelées d'ici 2050, sont de 13.000 km. Le reste du réseau, soit 33.500 km, ne pourra être renouvelé qu'à 90% en raison des difficultés d'accès, inhérentes à l'exiguïté des rues et à l'encombrement du sous-sol.

Ainsi, d'ici 2050, les besoins en Infrastructures de Distribution seront comme suit.

i. Extension de 12.400 km, portant le total à 58.000 km

Tableau 111 : Extension des Réseaux

	2021-2025	2026-2030	2031-2040	2041-2050
Population urbaine additionnelle	580 000	580 000	700 000	650 000
Population rurale additionnelle	200 000	200 000	200 000	200 000
Extension en km	2 900	2 900	3 400	3 200
Extension cumulée	2 900	5 800	9 200	12 400

ii. Renouvellement de 30.000 km, soit 1.000 km/an en moyenne ; une classification prioritaire sera opérée sur la base des rendements actuels et des coûts de production d'eau ou coûts d'opportunité pour les régions en déficit ; les gouvernorats les plus ciblés en priorité sont Tataouine, Médenine, Gabes, Gafsa et Kairouan, dont le rendement est inférieur à 70% et qui sont ou seront alimentés par des SDEM pour les 3 premiers ;

iii. La cadence du renouvellement par décennie dépend des objectifs de rendement arrêtés. Les rendements moyens ciblés par Eau 2050 sont de : 78% en 2030, 81% en 2040 et 84% en 2050. Il s'en suit le linéaire de renouvellement suivant.

Tableau 112 : Evolution du taux de renouvellement des réseaux

	Actuel	2030	2040	2050
Objectifs de rendement	76,8 %	78 %	81 %	84 %
Taux de renouvellement	-	14 %	53 %	85 %
Linéaire renouvelé par décennie (km)	-	4 800	12 000	11 700
Linéaire renouvelé cumulé (Km)	-	4 800	16 800	

III.4.1.3.2 Réseau d'Adduction et de Répartition

Le taux de pertes physiques d'eau dans les adductions, estimé à plus de 12% en 2020 est considéré comme excessif, en raison de la nature des conduites, l'agressivité du milieu et la multitude d'ouvrages en ligne difficiles à surveiller ; l'objectif de rendement ciblé pour l'Horizon 2050 est de 95% ; pour l'atteinte de cet objectif, il est attendu que la majorité des conduites en béton de grands diamètres réalisées avant 1990 soient renouvelées d'ici 2050, soit 1.000 km au moins, l'ordre de priorité étant basé sur les principes suivants :

i. Classement des adductions depuis les plus fuyardes aux plus performantes, et calcul des volumes perdus ;

ii. Estimation du coût de renouvellement, total ou partiel selon les connaissances que l'on a de la nature et de l'état par section de la conduite ;

iii. Calcul du Retour sur investissement pour chaque cas en valorisant les pertes d'eau au coût d'opportunité et avec classement des actions.

Des renforcements sont nécessaires dans le Grand Tunis pour sécuriser la Banlieue Sud, alimenter Ariana et TBFH (Tunis Bay Financial Harbour) par un axe Nord directement à partir de Béjaoua. Ces renforcements programmés par la SONEDE permettront d'envisager avec sérénité l'intervention sur les grands axes actuels devenus vétustes.

III.4.1.3.3 Aménagement de Réserves de Sécurité de Quelques Jours de Consommation

Pour les grandes agglomérations, dans la perspective d'aggravation des aléas climatiques et d'incidents majeurs sur les grosses adductions nécessitant plusieurs jours d'arrêt du service, la sécurisation de l'approvisionnement aura à être assurée aussi bien par la multiplicité des ressources que par des réserves de quelques jours de consommation, qui peuvent être en terre, avec revêtement en géomembrane, avec ou sans couverture.

III.4.1.3.4 Maîtrise de la Pression dans les Réseaux de Distribution

La maîtrise de la pression dans les réseaux de distribution contribue sensiblement à la réduction des pertes physiques et de gaspillage de l'eau. En raison de la perspective de renouvellement des réseaux et leur modernisation, cela doit être réalisé suivant de nouveaux plans, qui accordent plus de place aux nouvelles applications technologiques et la numérisation (sectorisation, télémesure des débits et des pressions, gestion dynamique de la pression en fonction de la demande, etc.).

III.4.1.3.5 Les Coûts d'Investissement (en Milliers de D)

Tableau 113 : Evolution des coûts d'investissement dans le renouvellement des réseaux

	2022-2025	2026-2030	2031-2040	2041-2050	Total
Extension des réseaux de distribution	232 000	290 000	340 000	320 000	1 182 000
Renouvellement adductions en BP (1000 km)		100 000	900 000		1 000 000
Doublement de la conduite Saida-Belli			390 000		390 000
Renouvellement distribution	80 000	400 000	1 200 000	1 170 000	2 850 000
Réhabilitation des réservoirs		30 000	60 000	60 000	150 000
SDES et ouvrages connexes	290 000	6 000	-	-	296 000
SDEM et ouvrages connexes	1 376 000	465 000	-	-	1 841 000
Transferts d'eau Gafsa, Le Kef, Siliana		250 000	250 000		500 000
Réserves de sécurité			250 000	250 000	500 000
Projets Grands Tunis		300 000			300 000
Mise à niveau et développement des réseaux en milieu rural	20 000	80 000	100 000	120 000	320 000
Sous-total	1 132 000	2 200 000	3 490 000	1 920 000	8 742 000
Divers et imprévus	58 000	110 000	175 000	95 000	438 000
Total	1 190 000	2 310 000	3 665 000	2 015 000	9 180 000

Soit en moyenne une dépense de 306 millions de DT/an.

III.4.1.3.6 Indicateurs de Suivi (*facilement mesurables*)

Objectifs	Déclinaison	Indicateurs	2030	2040	2050
Satisfaction de la demande en eau	1. Poursuivre le programme SDEM 2. Réserver les eaux « Extrême Nord » (V_{10}) à l'eau potable. La différence (V_5)-(V_{10}) reste pour l'irrigation locale. 3. Abandon à terme du transfert systématique des eaux du Centre Ouest vers le Sahel et Sfax 4. Transfert eau de mer dessalée vers l'intérieur (Gafsa via Sidi Bouzid) 5. Poursuite de la desserte en eau de la population rurale. 6. Assurer l'extension des réseaux selon la demande	v. Taux d'accès	100%	100%	100%
		vi. Taux de branchements en milieu rural SONEDE	70%	80%	90%
		vii. Transfert eau du Centre Ouest vers Sahel & Sfax	Modéré	En temps de crise	En temps de crise
		viii. Consommation spécifique « domestique + Collective » SONEDE	125 l/j/hab	120 /j/hab	115l/j/hab
Sécurisation du service	1. Garantir une alimentation à partir de plusieurs sources d'eau 2. Réserves d'eau de plusieurs jours de consommation pour les grandes agglomérations 3. Assurer le renouvellement des infrastructures à une cadence normale et conformément aux SDRD repensés	1. Taux de renouvellement RD/RA vétustes	15% /10%	50% / 100%	85 % /100%
		2. Réserves d'eau/Consommation journalière			
Service Efficient	1. Réduire substantiellement les pertes physiques (renouvellement des réseaux, gestion de la pression, activité « économie d'eau » au cœur de l'action des exploitants) 2. Maîtriser les pertes commerciales (comptage : 1,2Mi de compteurs de plus de 15 ans d'âge et 300000 compteurs bloqués, lutte contre les fraudes)	1. % compteurs bloqués et % des compteurs de plus de 15 ans d'âge	05% / 25% (réduction de moitié)	03% / 10% réduction de moitié)	01% / 05% réduction de moitié)
		2. Rendement Adduction	90%	94%	95%
		3. Rendement Distribution	78%	81%	84%
		4. Rendement global	70%	76,5%	80%

Objectifs	Déclinaison	Indicateurs	2030	2040	2050
Service durable	1. Migration du statut de la SONEDE d'un EPNA à une entreprise de droit commun à capitaux publics. Contrat programme transparent avec audit annuel et publication sur les sites du gouvernement. Les décideurs (Administrateurs, Directeur général et directeurs opérationnels) doivent être redevables des résultats. 2. Création d'Agences régionales pour la prise en charge des services d'AEPA dans les agglomérations rurales 3. L'amélioration du service (digitalisation, transparence et généralisation des services en ligne depuis la demande de branchement) et l'innovation doivent faire l'objet d'effort permanent. 4. Introduire la DSP progressivement et promouvoir le développement d'entités privées performantes pour l'entretien et la maintenance des équipements. 5. Recouvrement intégral du coût de l'eau par le biais de la tarification. Coût réel pour les tranches 40 à 100 m3/T	1. % Prérogatives transférées aux régions 2. % Nouveaux services en ligne/ programme arrêté 3. % du recouvrement des coûts par la tarification 4. Taux d'encadrement (10% actuel)	100% 100% 100% 20%	30%	40%

(*) En 2050, la population à mode de vie rural est estimée à 2,8 millions d'hab. On a pris l'hypothèse que 10% d'entre eux vivent dans un habitat épars et que leur approvisionnement en eau ne peut se faire par réseau.

III.4.1.3.7 Le Calendrier d'Exécution de la Stratégie Eau Potable Eau 2050

Plan	Stratégie	Résultats
✓ 2022-2025	✓ BAU ✓ Etablir pour chaque ville des plans repensés des réseaux de distribution dans les zones actuellement habitées. Ces plans guideront les actions de renouvellement du réseau actuel qui ne doivent pas consister nécessairement à remplacer à l'identique l'existant. Ils permettront la mise en œuvre d'une gestion raisonnable de la pression ✓ Identifier d'une manière précise les zones fuyardes dans chaque ville (ILP par quartier) et estimer par quartier les économies possibles en renouvelant le réseau d'âge de plus de 15 ans. ✓ Réseaux d'adduction : Plus de 10% de pertes sur les adductions est excessif. Ce taux doit être ramené à terme à 5%. Les sections des conduites les plus fuyardes sont connues. Etablir un plan pour leur réhabilitation et pour certaines le renouvellement total ✓ Plan de déconcentration de prérogatives vers les régions ✓ Changement de statut : EPICI vers Société à capitaux publics dans laquelle les agents, la direction générale et CA sont redevables ✓ Tarification : les économies à réaliser sur les consommations doivent toucher les tranches de 30 à 100 m3 (pour lesquelles l'élasticité de la demande est significative) et qui représentent 60% de la consommation. Repenser la tarification pour que le prix réel s'applique à cette catégorie et un prix taxé pour les consommations supérieures.	❖ Performances 2020 maintenues ou améliorées : rendement distribution 76,8%-Rendement global 68% ❖ Plans de réhabilitation des RD, prêts pour chaque ville ❖ Plan de réhabilitation des adductions, préparé. ❖ Projet de réforme du statut de la SONEDE approuvé et mis en œuvre ❖ Nouvelle Organisation appliquée ❖ Nouvelle tarification appliquée ❖ Incitation à la récupération des EP ❖ Incitation à l'économie d'eau dans les administrations et lieux publics
✓ 2026-2030	✓ Renouvellement des RD à hauteur de 800 km/an avec priorité dans les gouvernorats les moins performants alimentés par SDEM et Transferts des EN. ✓ Démarrage des travaux de réhabilitation des grandes adductions les moins performantes ✓ Réhabilitation des réservoirs	❖ 4000 km dont 80% à Tataouine, Medenine, Gabes, Gafsa et Sfax ❖ Rdt Dist : 78%, Rdt Add : 90 %, Rdt Global : 70%
✓ 2030-2040	✓ Poursuite du Renouvellement des RD à hauteur de 1500 km/an conformément aux objectifs à atteindre. ✓ Travaux de réhabilitation des grandes adductions réalisés ✓ Réhabilitation des réservoirs	❖ 12000 km de renouvellement réalisés ❖ Rdt Dist : 81%, Rdt Add : 94%, Rdt Global : 76,5%
✓ 2040-2050	✓ Poursuite du Renouvellement des RD à hauteur de 1300 km/an conformément aux objectifs à atteindre.	❖ 11 700 km de renouvellement réalisés ❖ Rdt Dist : 84%, Rend Add : 95%, Rdt Global : 80 %

III.4.2 Opérationnalisation du Sous-Levier « Assainissement et Reuse »

III.4.2.1 Objectif Directeur (OD), Objectifs Spécifiques (OS) et Axes d'Intervention

Parmi les enjeux relevés par la « Vision Eau 2050 » dans la perspective du scénario retenu « Eau et Développement Durable », celui d'assurer, à cet horizon, l'amélioration des conditions sanitaires et le cadre de vie des ménages, réduire le rejet en milieu naturel et intégrer la gestion des eaux usées dans l'économie circulaire, en fournissant, en output final, une eau épurée de bonne qualité permettant sa réutilisation.

L'Objectif Directeur (OD) de la Reuse se décompose en quatre (4) Objectifs Spécifiques (OS), inspirés des ODD-6 et les cibles associées :

- OS (1) : Volet « Sécurité de gestion du service d'assainissement », devant être mieux maitrisé (objectif 6.2), en « assurant l'accès de tous, dans des conditions équitables, à des services d'assainissement et d'hygiène adéquats, en accordant une attention particulière aux besoins des femmes et des filles et des personnes en situation vulnérable » ;
- OS (2) : Volet « traitement d'eau usée sans danger » (objectif 6.3.1), fonction de la qualité des eaux traitées des STEP, qui doit être améliorée, au moyen d'une exploitation professionnelle des STEP, avec un suivi et contrôle appropriés) ;
- OS (3) : Volet « réutilisation » (objectif 6.3), pat la généralisation du traitement et le développement de davantage de ressources en eaux non conventionnelles en vue du recyclage et la réutilisation sans danger ;
- OS (3) Volet « Moyens de mise en œuvre » (objectifs 6.a et 6.b), par la disponibilisation des moyens de mise en œuvre nécessaires à la réalisation des précédents objectifs.

Afin d'atteindre les objectifs de l'axe stratégique comprenant les volets assainissement liquide, traitement et réutilisation des eaux épurées, les 6 axes d'interventions suivants ont été identifiés :

i. Axe 1 : Assurer un service d'assainissement avec la qualité requise respectant les normes en vigueur ;
ii. Axe 2 : Fixer les Orientations stratégiques et options d'avenir pour l'assainissement rural ;
iii. Axe 3 : Promouvoir la valorisation des EUT ;
iv. Axe 4 : Elaborer un cadre de mise en œuvre adapté ;
v. Axe 5 : Mettre en place des mécanismes de financements durables et développement du partenariat Public-Privé ;
vi. Axe 6 : Promouvoir la recherche et l'innovation.

III.4.2.2 Rappel du Contexte de Départ

III.4.2.2.1 Caractérisation Sommaire de l'Assainissement des Eaux Usées

- ✓ Persistance du rejet des eaux usées brutes dans la nature ; la quantité actuelle des eaux usées produites rejetées directement dans la nature est estimée à environ 117 Millions de m^3, dont 40 Millions provenant du milieu urbain et 77 Millions de m^3 du milieu rural ;
- ✓ Le service Assainissement ne couvre pas toutes les communes ; le nombre de communes non encore prises en charge par l'opérateur public (ONAS) s'élève à environ 172 ; la prise en charge des communes restantes, de petites tailles, nécessiterait des coûts d'investissement et d'exploitation très supérieurs à la moyenne ;
- ✓ Existence de disparités interrégionales d'accès au service d'assainissement, avec des taux de branchement faibles enregistrés pour certains gouvernorats : Médenine, Kébili, Tataouine, Sidi Bouzid, Kasserine, Sfax et Mahdia ;
- ✓ Non-conformité de la qualité des eaux traitées aux normes de rejet ;

- ✓ Dynamique d'évolution ralentie, résultat de retards importants en matière de réalisation de projets ;
- ✓ Détérioration de la qualité du service ;
- ✓ Difficultés d'exploitation d'infrastructures d'assainissement en rapport avec l'insuffisance de moyens matériels et humains ;
- ✓ Augmentation des coûts de réalisation des infrastructures d'assainissement de collecte et de traitement ;
- ✓ Coût énergétique élevé notamment pour les petites localités ;
- ✓ Dépendance des fournisseurs d'équipements étrangers et problèmes disponibilité des pièces de rechange ;
- ✓ Manque de coordination entre les différents acteurs, notamment pour la réutilisation ;
- ✓ Déséquilibre financier des opérateurs de service ;
- ✓ Carence institutionnelle de l'assainissement rural ; d'un côté, la mission de l'ONAS n'intègre pas l'assainissement rural, puisque le législateur n'a prévu à ce sujet que la possibilité d'intervenir pour le compte de l'Etat dans les études et les travaux relatifs à l'assainissement individuel et rural, sans possibilité 'exploitation des ouvrages ; de l'autre côté, d'autres organismes comme les Conseils de gouvernorats ou les Communes ne sont pas outillés pour prendre en charge ce service, laissant l'assainissement rural dans le vide institutionnel.

III.4.2.2.2 Caractérisation Sommaire de la Réutilisation des Eaux Traitées

- ✓ Taux de réutilisation faible (< 10%) ; sur un volume d'eaux usées de 280 Mm3 en 2018, les eaux réutilisées ont de 25 Mm3 ;
- ✓ Non-conformité de la qualité des EUT ;
- ✓ Réglementation limitant le champ de la réutilisation et dictant un usage restrictif : peu de cultures à haute valeur ajoutée ;
- ✓ Eloignement de zones potentielles de réutilisation des pôles de production des EUT ;
- ✓ Réticences des bénéficiaires potentiels vis-à-vis de la Reuse.

III.4.2.2.3 Conditions d'une Politique de Consolidation-Généralisation d'un Service Assainissement Performant

L'assainissement en eau usées est un service public prioritaire. La couverture du service en milieu urbain et en milieu rural doit être assurée.

L'atteinte de cet objectif, exige :

i. La mise à niveau des infrastructures existantes et de leurs modes d'exploitation ;

ii. La densification de la couverture de branchement dans les zones déjà équipées d'infrastructures d'assainissement ;

iii. Le développement de l'infrastructure dans les zones non encore équipées ;

iv. La prise en charge de toutes les communes : de 178 communes actuellement il s'agit d'assurer la prise en charge de 350 communes avant l'Horizon 2050 ;

v. La couverture du milieu rural par des systèmes d'assainissement collectif dans les régions à peuplement dense et des systèmes individuels d'évacuation dans les zones à peuplement dispersé ;

vi. La mise à disposition de moyens humains et matériels suffisants pour assurer l'entretien et la maintenance des réseaux (curage, réparation) et le renouvellement des réseaux vétustes.

Pour la population rurale dispersée, l'assainissement autonome est à adopter. Il s'agit d'ouvrages individuels situés à l'intérieur des limites de chaque lot, la responsabilité en matière de construction, d'utilisation et d'entretien relevant du propriétaire. L'assainissement autonome fait appel à des systèmes qui font appel aux opérations physiques et procédés biologiques et chimiques déjà utilisés en assainissement collectif. Le dispositif de traitement et d'évacuation des eaux usées qui dessert une résidence isolée se compose d'une fosse septique (système de traitement primaire) et d'un élément épurateur. Pour assurer un traitement minimum et une évacuation adéquate des eaux traitées, l'épuration des eaux par infiltration doit prendre en considération les éléments suivants :

a. Epaisseur de la couche de sol naturel non saturé ;
b. Perméabilité du terrain récepteur ;
c. Superficie disponible ;
d. Pente du terrain récepteur ;
e. Normes de construction.

Un cadre règlementaire sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées doit être mis en place. Ce règlement constituera, mis à part les sections à caractère administratif, un recueil des normes relatives au traitement des eaux usées des résidences isolées.

III.4.2.2.4 Conditions d'une Politique de Traitement des Eaux Usées Respectant les Normes

La mise en œuvre de cette politique exigera les conditions suivantes :

i. Réhabilitation et mise à niveau des stations d'épuration existantes ;
ii. Augmentation de la capacité de traitement par la construction de nouvelles stations et l'extension des stations existantes en cas de besoin ;
iii. Séparation des eaux usées industrielles des eaux usées domestiques lorsque la fraction du volume ou la charge de pollution industrielle dépasse le taux de 20% et/ou lorsqu'il s'agit d'industries générant une pollution dangereuse (métaux lourds, cyanures, margines, etc.) ;
iv. Mise en place de prétraitement au niveau des industriels pour que leur rejet ne perturbe pas le fonctionnement des installations de traitement ;
v. Contrôle rigoureux, par l'autorité régalienne, de la qualité des eaux rejetées dans les réseaux risquant d'induire une perturbation du fonctionnement des installations de traitement ;
vi. Traitement décentralisé des constructions / habitations trop dispersées ou situées dans des zones difficilement accessibles ;
vii. Optimisation des conditions d'exploitation des infrastructures d'assainissement à court et moyen terme en apportant les solutions nécessaires aux dysfonctionnements des STEP, aux rejets illicites dans le milieu, en dépolluant les sites et milieux contaminés, en mettant en œuvre les mesures juridiques et institutionnelles pour l'application de la réglementation « pollueur-payeur »/« préleveur-payeur » ;
viii. Optimisation énergétique des infrastructures et processus de traitement au moyen notamment de l'utilisation d'énergies renouvelables, dont le biogaz issu de la fermentation des boues d'épuration ; la mise en œuvre de ce genre de traitement diffèrera selon la taille des agglomérations et la densité des habitations, tel qui suit :

    a. Pour les villes de moyenne et grande taille : Le procédé de traitement à boues activées est recommandé avec intégration de la cogénération et la valorisation énergétique des boues des stations d'épuration, de capacité supérieure ou égale à 12 000 m3/j, par la production de l'énergie électrique et thermique à partir du biogaz ; ceci permettra une réduction de la consommation en énergie électrique des stations d'épuration qui peut atteindre 60% ;

b. Pour les localités de petites tailles (< 5000 habitants) et pour le milieu rural : Recours aux technologies de traitement innovantes et plus adaptées selon le contexte climatique de chaque région : « Lagunage aéré à fines bulles complètement mélangé », « filtre planté de roseaux », « épandage souterrain à culture fixée », « filtration-percolation », etc.

L'arbre de décision pour les technologies de traitement est donné par la figure suivante :

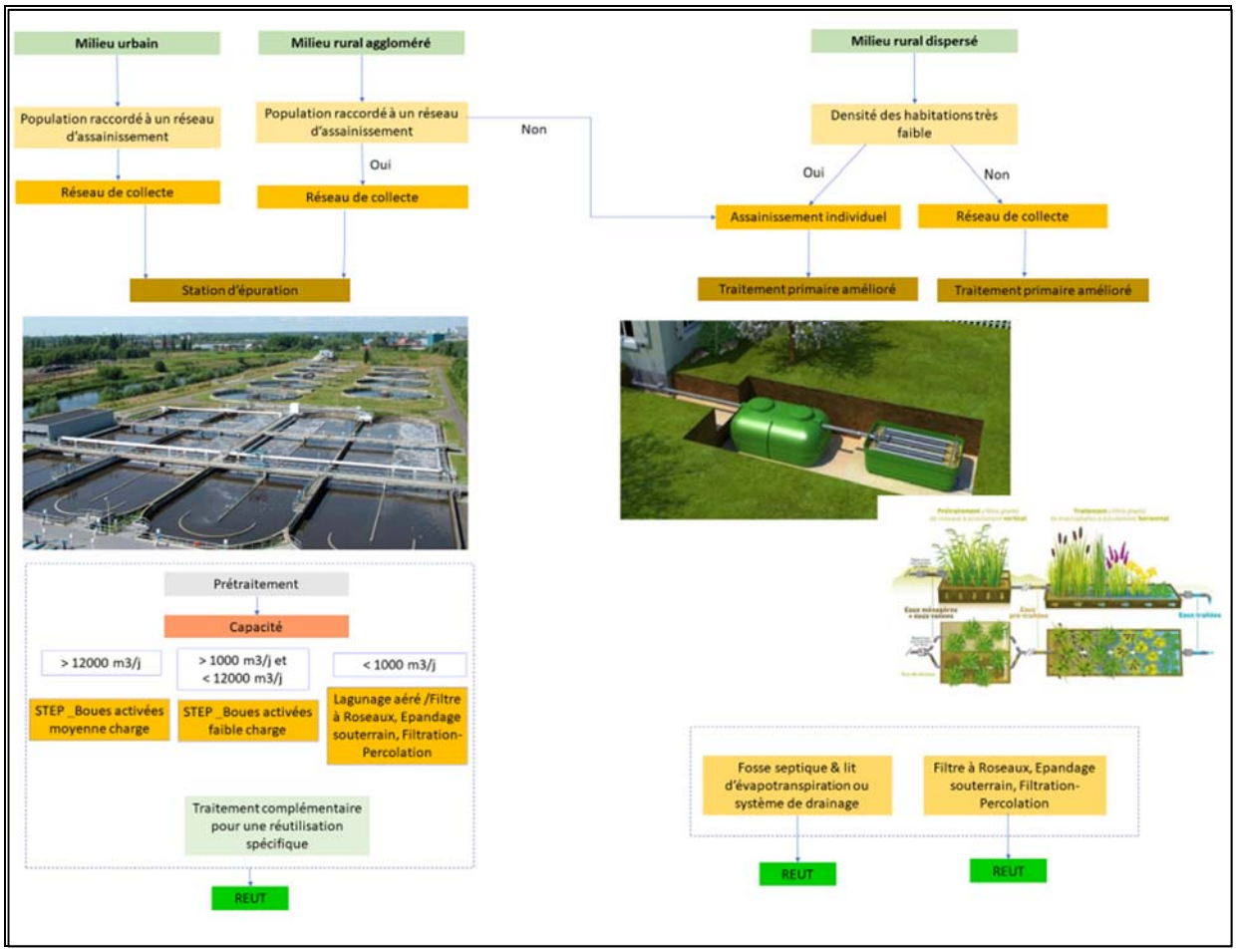


Figure 89 : 'Arbre de décision pour les technologies de traitement

***Source** : STUDI International, GKW*

ix. Traitement complémentaire selon l'usage dédié, avec modulation des exigences de la qualité en fonction de l'usage ainsi que pour optimiser les coûts de traitement ; la « réutilisation de l'eau adaptée à l'usage prévu » signifie que le niveau de traitement requis est déterminé par le niveau de qualité de l'eau exigé pour l'usage envisagé ; dans la plupart des cas, comme les utilisations à des fins non potables, un traitement secondaire suffit ; le concept de « traitement adapté à l'usage prévu » a été appliqué avec succès dans la station West Basin Municipal Water District d'El Segundo, en Californie (États-Unis), avec cinq niveaux de traitement différents adaptés à différents usages : espaces verts, recharge des nappes, lutte contre l'intrusion des eaux de mer, (Walters et al., 2013) ; plusieurs gammes technologiques ont été proposées dans l'étude WATER REUSE 2050 (tableau ci-après).

Tableau 114 : Niveau de traitement complémentaire en fonction des usages

Niveaux de qualité	Usages autorisés	Exemple de traitements complémentaires
E	Alimentation de zones humides	/
C	Alimentation de blocs sanitaires Revégétalisation Recharge de nappe sans prélèvements	Filtre à sable
C+	Recharge de nappe avec prélèvements agricoles Rejets dans un barrage sans utilisation AEP	Filtre à sable Microfiltration/Ultrafiltration (enlève les nutriments)
B	Arboriculture et cultures annuelles hors maraîchage Espaces verts recevant du public (aspersion) Eaux de process industriel hors IAA (peu exigeant)	Filtre à sable + UV Tambour filtrant + UV
A	Cultures maraîchères Eaux de refroidissement Eaux de process industriel hors IAA	Microfiltration + UV Ultrafiltration + UV
A+	AEP	Osmose inverse + UV

***Source** : Etude WATER REUSE 2050*

Pour le traitement complémentaire, il existe plusieurs approches dont :

a. Selon des lignes Directrices de l'OMS orientées « pays en voie de développement », avec des « normes-limite » au-delà desquelles la santé publique n'est plus assurée ; les dispositions OMS ont été revues en 2006 dans le sens d'une meilleure pris en compte des situations locales et de réduction des risques sanitaires ;

b. Les recommandations USEPA (réglementation de l'Etat de Californie) qui allie haute technologie et protection maximale.

Les deux recommandations (OMS et USEPA) sont contrastées à plusieurs points de vue. Une des différences concerne le niveau de traitement recommandé. Il est dit dans le document de l'OMS qu'un traitement extrêmement efficace peut être atteint par des bassins de stabilisation, alors que l'USEPA n'évoque que des traitements de désinfection tertiaire type chloration, ozonation, etc. Les modes de contrôle varient aussi : alors que l'OMS préconise de contrôler le nombre de nématodes, l'USEPA recommande le comptage des coliformes totaux comme unique contrôle de la qualité microbiologique. Les normes OMS seraient considérées comme « laxiste » alors que celles l'USEPA comme « trop couteuses », donc « inaccessibles » pour les pays en développement.

Pour le contexte tunisien, dans l'objectif d'une réutilisation des eaux usées traitées résiliente, efficace et efficiente, il est proposé dans le cadre d'Eau 2050 les 2 niveaux de qualité suivants :

- Classe A : pour un usage dans le domaine agricole, pour l'arboriculture et les cultures céréalières et fourragères, et
- Classe B : pour la recharge des nappes et un éventuel mélange avec des eaux de barrages.

III.4.2.2.5 Conditions d'une Politique de Gestion en Cycle Fermé et Séparation à la Source

Il s'agit de la promotion de la gestion en « cycle +/- fermé », en utilisant les avantages de la collecte et du traitement des fractions d'eaux usées séparément, afin de faciliter et encourager la REUSE, même à l'échelle locale, et réduire en conséquence la consommation en eau domestique.

Une gestion intégrée et durable au niveau des ménages est possible à travers la collecte, le traitement séparé, la REUSE, les eaux grises et les eaux pluviales.

L'eau de pluie peut être recueillie au niveau des citernes de stockage ou Majel, Fesquia, etc., alimentées directement et/ou à partir des toitures des ménages selon le cas. Les eaux collectées, peuvent être par la suite, pompées et filtrées pour alimenter les douches et éviers ou servir au nettoyage et la lessive.

Les eaux grises qui proviennent des rejets issus des douches, peuvent être collectées et traitées localement avant d'être réutilisées dans les chasses d'eau, lavage des voitures ou l'arrosage des jardins.

Les eaux vannes, qui proviennent exclusivement des toilettes et des éviers de cuisine, peuvent être collectées séparément et traitées à un niveau secondaire, tel que les filtres plantés de roseaux, le lit bactérien, et servir à l'arrosage des espaces verts et des jardins.

Un tel mode de gestion, testé avec succès à l'échelle de projets pilotes dans des pays du pourtour méditerranéen, peut être généralisé auprès de plusieurs ménages ou collectivités (résidences, foyers, nouveaux lotissements, centres commerciaux, pôles sportifs, zones industrielles, etc.), dans différentes régions du pays, contribuant ainsi à la réduction des prélèvements d'eau et des rejets dans le milieu récepteur et la perte de ressources valorisables, avec un appui à la création d'espaces verts autour des habitations.

Aussi, est-il recommandé d'intégrer « la séparation à la source » des eaux usées, par la réalisation d'un réseau dual (eau vanne, eau grise) et lier la valorisation des eaux usées à la stratégie urbaine globale lors de la conception des bâtiments, avec la sensibilisation des usagers, lors de la conception des systèmes d'assainissement (réseaux et stations).

La figure qui suit illustre le fonctionnement d'un système de récupération de l'eau grise centralisé pour la chasse d'eau des toilettes. Le schéma montre que les sources idéales pour la récupération de l'eau grise se limitent aux bains et douches. L'eau de lessive contient beaucoup de fibres qui finissent par boucher les filtres.

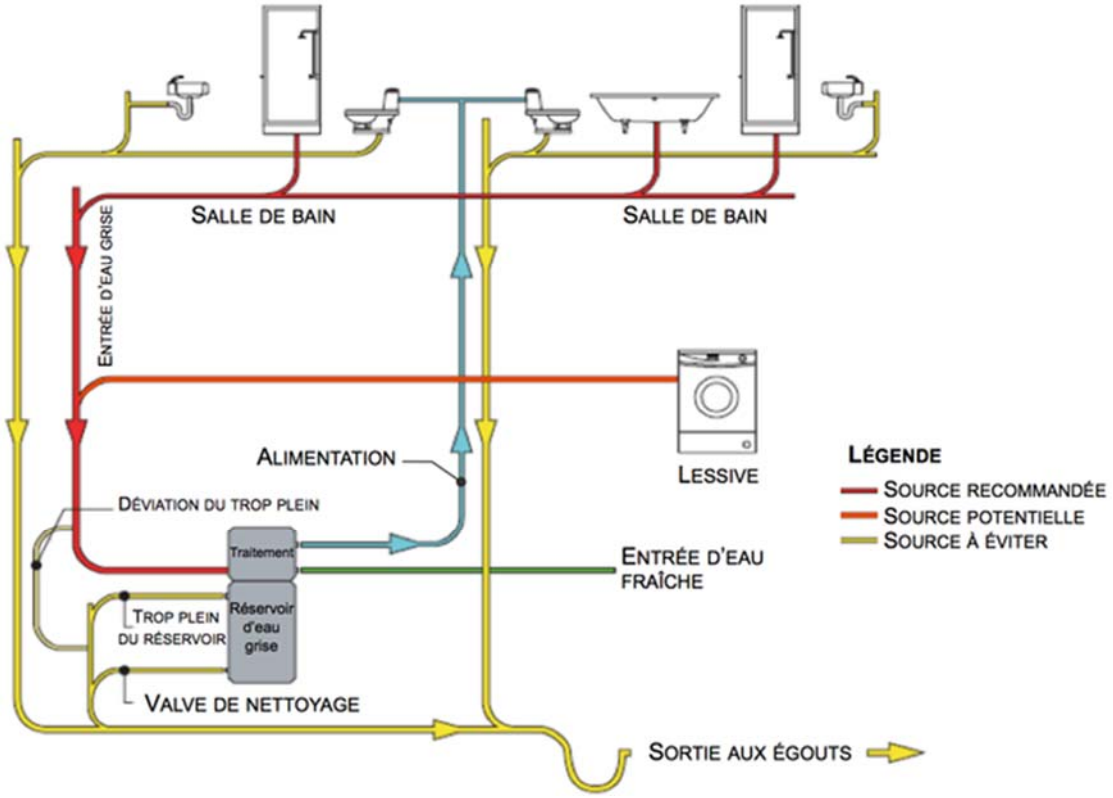


Figure 90 : Un système de traitement des eaux grises montrant les sources recommandées et celles à éviter.

***Source** : Brac Systems, modifiée par Denis Boyer*

III.4.2.2.6 Politique de Promotion de la Valorisation des EUT

En termes de benchmarking il y a lieu de citer les quelques projets suivants de succès en matière de Reuse :

- Projet NEWater à Singapour, en tant que modèle de succès autour du concept d'« économie circulaire de l'eau ». Les EUT sont valorisées pour des usages directs (usages industriels, de climatisation ou de nettoyage) et indirects (production d'eau potable). La capacité actuelle des installations est de 443.000 m³ par jour, soit près de 162 Millions de m^3 par an. En 2017, la production de ces installations a permis de couvrir 40% de la demande en eau industrielle et domestique, avec un objectif à long terme de 50-60%.

- Projet « Water Factory 21 » au Comté d'Orange en Californie. L'installation était au départ en mesure de produire environ 57.000 m³ d'eau épurée par jour, dont environ les deux tiers sont pompés pour recharger des bassins où cela constitue une partie de l'approvisionnement en eau potable de la zone, le reste étant injecté dans une barrière d'eau de mer. L'installation avait été ensuite portée à 265 000 m³/j d'eau de haute pureté, avant qu'en 2015 la production du système de reconstitution des eaux souterraines augmente encore davantage, avec un nouvel objectif 500 000 m³/j pour 2023.

- En Espagne, environ 110 Mm3 d'eau recyclée sont réutilisés dans la région de Murcie (irrigation et besoins environnementaux (flux de rivières et zones humides)). Cela représente 20% du volume d'eau utilisé sur le territoire. Les coûts d'exploitation de l'installation REUSE (STEP + Traitement complémentaire + réseau + usage) est couvert par les citoyens, au moyen d'une taxe spéciale payée sur la facture de l'eau.

- Dans le cas de l'Egypte des projets pilotes pour l'irrigation des forêts plantées au Caire, Luxor et Ismailia, ont été mis en œuvre, en plus de l'irrigation des plantations de Jatropha pour la production de bio fuel.

- Au Maroc, dans l'usine de lavage des phosphates de Lahrach à Khouribga, 87% de l'eau utilisée est recyclée et 70% du besoin annuel en eau est assurée par la STEP de Khouribga. Environ 10 Mm3 par an d'EUT sont réutilisées pour le lavage des phosphates. D'autres projets de lavage des phosphates sont prévus à Kasbat-Tadla, Fkih Ben Saleh, El Jadida, et Safi.

Les exemples de succès cités à titre de seulement illustration, témoignent du changement de perception de la question des eaux usées. Traiter les eaux usées ne relève plus désormais du rejet mai de la réutilisation, avec des normes de « zéro risque » pour la santé publique. L'incitation à la « RESUE » est appelée à fournir aux gestionnaires de ressources en eau de nouvelles options pour la régulation des conflits d'usage, et aux usagers de nouvelles opportunités d'utilisations particulières avec des standards de qualité adaptés.

Le traitement de la ressource se présente avec la possibilité d'avoir une Eau à plusieurs qualités, soit plusieurs filières d'utilisation potentielle, les critères de choix et de décision étant la préservation de l'environnement et de la santé ainsi la valorisation socio-économique des EUT, en particulier pour la promotion d'activités agricoles destinées à assurer la sécurité alimentaire. La Reuse devient à ce titre une nécessité et le rejet des EUT un gaspillage à éviter.

La REUSE est un des éléments essentiels pour atteindre les ODD, en particulier l'ODD 6 : Assurer la disponibilité et la gestion durable de l'eau et de l'assainissement pour tous, l'ODD 11 : Rendre les villes et les établissements humains inclusifs, sûrs, résilients et durables, et l'ODD 12 : Etablir des modes de consommation et de production durables.

En Tunisie, à l'état actuel, l'utilisation des EUT est pratiquement restreinte à l'irrigation des périmètres irrigués et l'irrigation paysagère (golfs, jardins d'hôtels, plantations forestières, espaces verts). La recharge des nappes aquifères par les eaux usées traitées est peu développée. La valorisation de EUT pourrait jouer un rôle important dans la régulation du bilan hydrique, voire combler le déficit régional (cas du Sahel et de Sfax).

La valorisation de EUT pourrait jouer aussi un rôle important dans la conservation des PI menacés (comme les périmètres périurbains du Grand-Tunis et du Cap Bon). Ceci suppose la possibilité de les substituer aux eaux conventionnelles, notamment pour sauvegarder des cultures menacées (périmètres agrumicoles et viticoles au Cap-Bon, oléiculture au Sahel). En cas de stress hydrique, rencontré lors des années sèches, une irrigation d'appoint avec les EUT se présente comme une opportunité.

La disponibilité des EUT est également une opportunité pour développer des filières dont la production n'arrive pas à couvrir les besoins de la population pour des aliments de base, tel que les produits dérivés des céréales, ou encore les cultures fourragères, les cultures industrielles, la floriculture et les cultures à valeur énergétique.

Les EUT peuvent également être mises à profit pour l'introduction de nouvelles cultures telles que les bio-carburants (exemple le Jatropha), ainsi que pour l'irrigation des maraichages, pouvant être rendue possible grâce à des technologies de traitement plus poussé et/ou une REUSE indirecte ou non restrictive.

La norme ISO 16075 indique des niveaux de qualité à atteindre et définit des bonnes pratiques en termes de traitement (approches barrières multiples, définition de 5 niveaux de qualité, recommandations de bonnes pratiques). Les exigences minimales issues de la norme ISO 16075 sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau 115: Les exigences minimales issues de la norme ISO 16075

			Exigences minimales de qualité de la norme ISO				
Catégorie	Type d'eaux usées traitées	Traitement nécessaire pour atteindre cette qualité	DBO_5 (mg/l)	MES (mg/l)	Turbidité en NTU	Coliformes thermotolérants (nombre/ 100 ml)	œufs d'helminthes nombre / Litre
A	EUT Très haute Qualité	Secondaire + Filtration sur lit de contact (MBBR) ou filtration sur membrane + Désinfection	≤10	≤10	≤5	≤100	≤1
B	EUT Haute Qualité	Secondaire + Filtration + Désinfection	≤20	≤25	-	≤1000	≤1
C	EUT Bonne Qualité	Secondaire + Désinfection	≤35	≤50	-	≤10000	≤1
D	EUT Qualité Moyenne	Secondaire ou clarification à grande vitesse avec coagulation floculation et désinfection si	≤100	≤140	-	-	≤1
E	EU après traitement extensif	Systèmes de lagunage et zones humide	≤35	-	-	-	-

***Source** : norme ISO 16075*

L'intérêt de la REUSE peut également intervenir dans la réduction des transferts des eaux conventionnelles du Nord et du Centre-ouest et ainsi la conservation de ressource locales pour l'alimentation en eau potable. Il s'agit aussi de la protection des ressources de la surexploitation, par la recharge des nappes. Cela concerne en premier lieu les nappes phréatiques côtières par création d'une barrière hydraulique contre l'intrusion du biseau marin (cas de la nappe de Korba, Oued Souhil, Grombalia, El Haouaria).

Les EUT peuvent combler partiellement le déficit des besoins en eaux écologiques des lacs et des lagunes menacées (l'Ichkeul, Sabkhet el Kalbia, etc.). Cela constitue un moyen efficace pour un traitement complémentaire de ces eaux avant leur dilution dans les cours d'eau naturels (services écosystémiques).

La valorisation des EUT contribue également à protéger les zones à forts enjeux touristiques et industriels comme le Centre-est et limiter les problèmes environnementaux sur le littoral (Cap-Bon, Golfe de Tunis, Golfe de Hammamet) par la réduction des volumes des EUT rejetées.

Les actions suivantes sont à entreprendre pour la promotion de la valorisation des EUT :

- ✓ **Assurer la quantité et la qualité des eaux épurées requises en permanence** par :
  - ❖ La réutilisation des eaux produites par des stations de capacité moyenne et grande pour garantir la fourniture des quantités d'eau suffisantes ;
  - ❖ Le mélange des EUT avec des ressources conventionnelles ;
  - ❖ La création de retenues de stockage de capacité suffisante.

- ✓ **Identifier et classer les zones potentielles de réutilisation** sur la base de :
  - ❖ La demande en eau ;
  - ❖ La disponibilité des ressources conventionnelles ;
  - ❖ L'acceptation de la population et des bénéficiaires ;
  - ❖ La focalisation prioritaire sur les zones péri-urbaines.
- ✓ Remplacer les eaux conventionnelles dans les régions déficitaires et à proximité des grands pôles de production des eaux usées ;
- ✓ Développer des projets qui répondent à une demande locale,
- ✓ Diversifier la REUSE par :
  - ❖ La mise en œuvre d'un programme de création des parcs écoindustriels ;
  - ❖ L'encourager au recyclage des eaux industrielles ;
  - ❖ La mise en œuvre d'un programme d'embellissement des centres urbains : « Irriguer tous les espaces verts avec de l'EUT » ;
  - ❖ La Promotion du développement des cultures florales et médicinales.

III.4.2.2.7 Conditions d'une Politique de Promotion d'un Cadre Institutionnel Approprié

- ✓ **Renforcement des Capacité des Acteurs**
  - ❖ Renforcement institutionnel et de la coordination interacteurs : Délimitation des compétences et définition des responsabilités structuration organisationnelle, mise en place de mécanismes de coordination, interacteurs ; renforcement de l'opérationnalité ;
  - ❖ Appuyer le renforcement des capacités des acteurs locaux, en améliorant leurs capacités techniques, managériales et budgétaires et en favorisant un plus grand transfert de compétences aux collectivités locales ;
  - ❖ Création de plates-formes multi-acteurs et développement d'une approche de concertation et de dialogue participative en vue de l'harmonisation des décisions ;
  - ❖ Mise en place de mesures d'incitation à l'initiative et la promotion de projets ;
  - ❖ Promouvoir l'idée qu'une approche autre de l'assainissement est une responsabilité collective à partager entre citoyens et collectivités,
- ✓ **Mise en place d'un Cadre Institutionnel Adapté et Evolutif**
  - ❖ Renforcer les capacités des structures décentralisées appelées à participer à la promotion et le développement de la Reuse ;
  - ❖ Mise en place de mécanismes de régulation et de contrôle de l'activité : dispositifs de surveillance du respect des normes en amont et en aval, contrôle des conditions de rejet dans le système d'égout, exigences d'un rejet selon le milieu récepteur ou l'usage prévu), mise en place de mesures barrière : application de restrictions, exigence de techniques d'application, obligation de mesures de protection ;
  - ❖ Création d'un établissement public sous-tutelle du ministère de l'agriculture (EPNA) pour la gestion de l'eau potable et de l'assainissement dans le monde rural dispersé ;
  - ❖ Appuyer l'élaboration de stratégies locales de Reuse.
- ✓ **Renforcement de la Réglementation en matière de Reuse**
  - ❖ Etablissement de Normes de Qualité par type d'usage ;
  - ❖ Définition des Conditions d'Application au Champ ;
  - ❖ Révision Des Normes de Rejet selon la Sensibilité du Milieu Récepteur ;
  - ❖ Elaboration des Paramètres de Suivi et d'Analyse du Risque ;

- ❖ Définition des Mesures Préventives ;
- ❖ Identification des Mesures d'Incitation.

III.4.2.2.8 Conditions d'une Politique de Concertation et de Sensibilisation

- ➢ Appui à la participation des populations locales dans le processus décisionnel afin que leurs besoins soient mieux pris en compte ;
- ➢ Sensibilisation des bénéficiaires potentiels aux avantages de la REUSE au moyen de l'encadrement, la formation, la visite de parcelles de démonstration ;
- ➢ Amélioration de l'accès et l'échange d'information en mettant en place « des systèmes d'information » permettant une large diffusion des données et en développant des mécanismes de collecte, de partage et de diffusion de données.

III.4.2.2.9 Politique Tarifaire Inclusive et Efficiente

- ✓ Révision de la politique tarifaire pour garantir l'efficience économique des activités et l'inclusivité sociale, tout en s'assurant de l'effectivité du principe « l'eau paie l'eau », en fixant un tarif qui couvre les coûts d'exploitation des services ;
- ✓ Révision du tarif de la redevance d'assainissement de manière à atteindre une facturation proche du coût réel ;
- ✓ Coordination des politiques tarifaires de la distribution de l'eau et de celle de l'assainissement ;
- ✓ Application d'un tarif pour la réutilisation couvrant les coûts de traitement complémentaire tout en restant incitatif ;
- ✓ Assurer l'objectivation des arbitrages par la transparence des données ;
- ✓ Application du principe « pollueur payeur » qui assure l'équité tarifaire.

III.4.2.2.10 Conditions d'une Politique Durable de Financement et Développement du PPP

- ✓ Transfert de certaines activités à des opérateurs privés en concession ou en PPP sur la base de contrats de performance et contribution à la dynamisation du privé autour des activités de Reuse tout en laissant toute la latitude aux organisme publics pour la supervision et le contrôle des processus, notamment tout ce qui relève de l'application de la norme, la qualité et la sécurité ainsi que l'accès social au service public.

III.4.2.2.11 Politique d'Innovation

- ✓ Investir davantage dans la recherche opérationnelle et les innovations adaptées au contexte Tunisien en matière de technologies de traitement, l'assainissement et la REUSE. Cela doit être encouragé par un soutien financier continu à travers des subventions et des budgets suffisants, et en assurant l'autonomie financière des organismes de recherche ;
- ✓ Veiller au développement de la recherche appliquée en liaison avec les secteurs productifs et articulée aux besoins du pays ;
- ✓ Promouvoir la recherche pour établir les critères minimaux de qualité nécessaires à la réutilisation de l'eau par usage et conduire des études spécifiques concernant les impacts sur la qualité et la santé, et l'intégration d'énergies renouvelables afin de minimiser les coûts et les impacts environnementaux négatifs.

III.4.2.2.12 Eléments d'Evaluation Ex-ante de la Stratégie Reuse Préconisée

L'intervention « généralisation du service assainissement et promotion de la réutilisation » répond globalement aux critères de l'OCDE :

- **Pertinence de l'Approche**

La Stratégue Reuse est pertinente car cela répond aux 3 principaux objectifs de réutilisation des eaux usées traitées, à savoir :

a. La Protection de l'Environnement,

b. La Valorisation d'une Ressource en Eaux Marginales,

c. La Mise Disponibilisation d'une Ressource Régulière d'Atténuation du Risque Climatique.

- **Cohérence de l'Approche**

La cohérence s'établit en tant que complémentarité et harmonie entre les objectifs, ce qui ressort du rappel suivant des différents objectifs de la Stratégie de Reuse :

a. Réduction de la pression sur les ressources en eau conventionnelles,

b. Réduction de l'impact négatif du changement climatique,

c. Renforcement de la conservation de l'eau et la sauvegarde des écosystèmes ;

d. Appui à la recharge des nappes à la mise à disposition des périmètres irrigués, en plus de la protection contre le biseau marin ;

e. Rationalisation la politique de l'eau par la récupération des eaux traitées ;

f. Contribution au développement local des territoires ;

g. Améliore l'efficacité de la gouvernance du secteur de l'assainissement ;

- **Efficacité de l'Approche**

L'efficacité s'établit par la possibilité d'atteinte des objectifs fixés par les moyens mobilisés. Cela découle de ma démarche générale de la Reuse consistant en l'identification et la mise en œuvre des dispositifs permettant d'atteindre les cibles de :

a. Atténuation les impacts des rejets des eaux traitées en particulier en mer,

b. Appui à la valorisation des eaux non conventionnelles.

- **Efficience de l'Approche**

L'efficience consiste en l'établissement de la supériorité des « avantages » de la Stratégie comparée à ses « Coûts ».

L'efficience s'établit mieux par la méthode « indirecte » mettant en relief le « coût de l'inaction », dont en particulier l'« irréversibilité », ce qui ressort des risques majeurs suivants en cas d' « inaction » :

a. Pollution et atteinte aux milieux écologiques par le rejet « sauvage » des eaux usées ;

b. « Non secours » des nappes du littoral à la situation compromise, avec risque du biseau de salinité marine ;

c. Déficit de valorisation de ressources dites non conventionnelles et « manque à gagner » quant à l'opportunité de leur utilisation multidimensionnelle ;

d. Participation à la non-régulation du système hydrique à caractère semi-aride et aride de la Tunisie avec son besoin pour une « mobilisation tous azimuts » pour maitriser les risques socioéconomiques et écologiques en vue.

- **Durabilité de l'Approche**

La durabilité de l'approche devient vérifiable dans le cas de sa « réplicabilité », au moyen de l'existence d'une dynamique interne de « reproduction ascendante » des effets « globalement positifs » de l'approche.

Cela s'établit par le biais des caractéristiques suivantes de la Stratégie Reuse :

a. Efficience de l'intervention des Acteurs, plus particulièrement ceux de l'Administration et de l'Associatif ;

b. Concertation et bonne coordination entre Acteurs, sur des bases d'arbitrage et décisionnelles objectivées en tant que résultat de la transparence et la résolution équitable des « conflits d'intérêt » ;

c. Dispositions et dispositifs techniques et managériaux conformes aux normes et bonnes pratiques ;

d. Choix d'investissement basés sur le retour d'expérience, l'évaluation ex-ante et le passage par des variantes avant d'aboutir au choix retenu ;

e. Politique de tarification, avec ou non de la subvention, permettant aux acteurs d'assurer le bon fonctionnement des infrastructures.

III.4.2.3 Etapes de Mise en Œuvre de la Reuse

i. Etape 1 : Horizon 2025

a. Achever les opérations engagées et amélioration du service assainissement et de la qualité des EUT ;

b. Définir un programme de réhabilitation et d'extension des infrastructures d'assainissement et de traitement dans les zones assainies ;

c. Définir un programme d'extension de réseau d'assainissement et des stations d'épuration dans les zones urbaines non assainies et dans le monde rural;

d. Définir un cadre institutionnel approprié et adapté ;

e. Lancer la révision de la réglementation,

ii. Etape 2 : Horizon 2030

a. Mise en place du cadre réglementaire et institutionnel.

b. Réalisation des projets pilotes et implication de la recherche et innovation,

c. Mise à niveau et renforcement des infrastructures existantes,

d. Extension progressive des services assainissement aux zones non encore desservies et zones rurales,

e. Mise à disposition des moyens matériels nécessaires et Renforcement des capacités (personnel qualifié, formation, logiciels, etc.)

f. Mobilisation des fonds de financement nécessaires,

g. Recours aux énergies renouvelables dans l'assainissement et le traitement des eaux.

iii. Etape 3 : Horizon 2040

Poursuite de processus engagés au cours de 2021 – 2030.

iv. Etape 4 : Horizon 2050 « Aboutissement de l'ensemble de la stratégie de développement 2022- 2050, avec l'atteinte des objectifs stratégiques », à savoir :

a. Service d'assainissement généralisé et pleinement opérationnel,

b. Réutilisation poussée des eaux usées traitées,

c. Part des ER dans l'assainissement et le traitement bien développée.

III.4.2.4 Chiffrage Physico-Financier de la Reuse

III.4.2.4.1 Investissements dans les Infrastructures

Il s'agit de la densification de la couverture de branchement et le développement de l'infrastructure / couverture du service d'assainissement par la prise en charge de toutes les communes.

Le taux de raccordement actuel au réseau d'assainissement est de 64% (86% en milieu urbain et 11% en milieu rural).

Ce taux devra atteindre environ 92% en 2050 en raccordant 98% de la population urbaine (10,552 millions d'habitants) et 80% de la population rurale agglomérée (2,624 millions d'habitants).

On estime qu'environ 20% de la population rurale, soit 662.000 habitants, habitent dans des logements dispersés et ne pouvait pas en conséquent être raccordée moyennant des systèmes d'assainissement collectifs ; l'accès aux services d'assainissement amélioré dans ces zones pourrait être assuré par le recours à des systèmes individuels d'évacuation.

Pour assurer le raccordement de la population à desservir jusqu'à l'horizon 2050, une extension du réseau existant d'environ 27 000 km est nécessaire (13 400 km en milieu urbain et 13600 km en milieu rural).

Un renouvellement des conduites suivant la durée de vie est nécessaire. La norme est au voisinage de 2,5% par an (durée de vie moyenne : 40 ans). Le taux de renouvellement actuel est d'environ 0,22% seulement. Ce taux est très faible et il est visé un accroissement pour atteindre la valeur de la norme à l'horizon 2050.

Le linéaire du réseau existant est estimé à environ 18.750 km en milieu urbain et environ 1.100 km en milieu rural. Un renouvellement des conduites suivant la durée de vie est nécessaire. Le linéaire du réseau à réhabiliter entre 2020 et 2050 est estimé à 15.000 km (10.800 km en milieu urbain et 4.200 km en milieu rural).

Les travaux d'extension et de réhabilitation de réseau nécessaires ainsi que les coûts d'investissement sont échelonnés pour les différents horizons comme suit :

Tableau 116 : Dimensionnement et des Coûts d'Extension des Réseaux d'Assainissement

Période	2020-2025	2025-2030	2030-2040	2040-2050	2020-2050
Milieu Urbain					
Extension du réseau (km)	2 299	2 208	4 278	4 652	**13 437**
Renouvellement (km)	395	840	3 377	6 173	**10 785**
Milieu Rural					
Extension du réseau (km)	1 705	2 058	4 733	5 142	**13 637**
Renouvellement (km)	36	158	1 210	2 813	**4 217**
Coût d'investissement d'extension et de réhabilitation (MDT)	**1 641**	**1 976**	**5 244**	**7 474**	**16 335**
Milieu Urbain	1 117	1 303	3 400	4 947	**10 767**
Milieu Rural	524	673	1 843	2 527	**5 567**
frais annuels de maintenance et d'exploitation (MDT)	146 / 173	173/201	201/260	260/322	146/322

III.4.2.4.2 Traitement des eaux usées

Les eaux usées sont traitées actuellement moyennant 114 stations en milieu urbain et 11 stations en milieu rural.

Pour répondre aux besoins croissants de traitement, le nombre total de stations d'épuration atteindra à l'horizon 2050, 165 STEP en milieu urbain et environ 500 en milieu rural.

La capacité de traitement atteindra selon les plans établis 626 Mm3, soit presque le double de la capacité actuelle. L'augmentation de la capacité sera assurée moyennant la construction de nouvelles stations de capacité 100 Mm3/an et des extensions des stations existantes.

Les STEP (s) en milieu urbain sont réparti en 130 STEP à faible charge et 35 à moyenne charge, avec capacité de traitement respective de 160 Mm3/an et 425 Mm3/an, soit 27% et 73% de la capacité totale.

Le coût global de construction des nouvelles stations et de réhabilitation et extension des stations existantes durant la période 2020-2050 est estimé à environ 12.000 MDT.

Les frais annuels de maintenance et d'exploitation des stations d'épuration passeront de 74 MDT en 2020 à environ 125 MDT en 2050.

Les travaux relatifs à l'extension et réhabilitation des stations d'épuration, les capacités de traitement ainsi que les coûts d'investissement et d'exploitation nécessaires seront échelonnés pour les différents horizons comme suit :

Tableau 117 : Dimensionnement et des Coûts de Réalisation des Stations d'Epuration (STEP)

Période	Unité	2020-2025	2025-2030	2030-2040	2040-2050	2020-2050
Milieu Urbain						
Création de nouvelles STEP	*Nombre*	*18*	*24*	*8*	*1*	*51*
	Mm^3	*20,0*	*35,0*	*43,0*	*2,0*	*100*
Réhabilitation et extension des STEP existantes	*Nombre*	*15*	*12*	*21*	*30*	*63*
	Mm^3	*34,9*	*54,8*	*154,2*	*194,6*	*439*
Capacité de traitement	*Mm^3*	*371/420*	*420/451*	*451/195*	*495/540*	*371/540*
Milieu Rural						
Création de nouvelles STEP	Nombre	12	25	209	262	508
	Mm^3	6,6	3,0	20,0	28,0	57,6
Réhabilitation et extension des STEP existantes	Nombre	-	-	-	-	-
	Capacité	0,00	5,65	19,94	38,22	64
Capacité de traitement	*Mm^3*	*1,25/7,9*	*7,9/15,4*	15,4/45	45/86	*1,25/86*
Capacité de traitement total	Mm^3	373/428	428/467	467/540	540/626	373/626
Coût d'investissement d'extension et de réhabilitation	(MDT)	**1 208**	**1 947**	**4 385**	**4 535**	**12075**
Milieu Urbain		1 026	1 710	3 291	2 720	8747
Milieu Rural		181,8	237,1	1 094,2	1 814,3	3327
Frais annuels de maintenance et d'exploitation	(MDT)	74/85	85/94	94/107	107/125	74/125

***Source** : STUDI International, GKW*

III.4.2.4.3 Amélioration de la qualité des eaux traitées

Actuellement, une partie des eaux usées traitées ne répondent pas aux exigences de la norme en vigueur. En effet, presque la moitié des stations d'épuration et du volume traité ne répondent aux exigences de la norme pour le paramètre DCO (125 mg/l). Pour les deux autres paramètres (Ntot et Coliformes fécaux), le dépassement est de plus 90% par rapport au nombre de STEP et de 80% par rapport au volume traité.

Une amélioration de la qualité des eaux traitées est à viser pour le respect des normes. Il s'agit d'assurer la conformité du traitement à la Norme Tunisienne de rejet NT106.002 pour les 3 paramètres de pollution : DCO pour la pollution organique, Azote total (Ntot) pour les nutriments et Coliformes fécaux pour la pollution bactériologique.

L'amélioration de la qualité des eaux traitées pourra être mesuré par un gradient de réduction du pourcentage de la non-conformité et échelonnés pour les différents horizons comme suit :

Tableau 118 : Evolution de la part des STEP Non Conformes, en Nombre et en Volume

Période	Paramètre	2020-2025	2025-2030	2030-2040	2040-2050	2020-2050
Réduction du pourcentage du nombre des STEP non conformes	DCO	13%	10%	10%	20%	53%
	Ntot	18%	10%	30%	40%	98%
	Coliformes fécaux	32%	10%	20%	30%	92%
Réduction du pourcentage des STEP non conformes	DCO	3%	10%	15%	15%	43%
	Ntot	14%	20%	30%	15%	79%
	Coliformes fécaux	13%	20%	30%	30%	93%

***Source** : STUDI International, GKW*

III.4.2.4.4 Gestion en cycle fermé et séparation à la source

La gestion en cycle plus ou moins fermé est un mode de gestion testé à l'échelle de projets pilotes dans des pays du pourtour méditerranéen. Ce mode de gestion permet d'utiliser les avantages de la séparation à la source des eaux usées selon leur nature et d'utiliser les eaux usées domestiques faiblement polluées (eaux grises) pour l'arrosage des jardins, espaces verts, lavage des sols après un léger traitement. Ce mode de gestion permet également de réduite la consommation en eau potable et en conséquent les frais de potabilisation.

La gestion en cycle fermé pourra être engagée dans le cadre des nouvelles opérations d'aménagement urbain et de promotion immobilière tels que Smart City, Tunis Sports City, lotissements AFH, AFI, etc. Ainsi, il est recommandé de prévoir lors de l'aménagement de ces projets, la réalisation de réseau dual (eau vanne, eau grise) pour la séparation à la source des eaux usées et la valorisation des eaux usées.

En considérant l'augmentation du parc logements, estimé à environ 500 milles à l'horizon 2050, et en supposant qu'environ 20% de ce parc bénéficieront du concept « cycle fermé », la quantité des eaux usées recyclées pourrait atteindre 7 millions de m3. Ce volume est à déduire de la consommation en eau.

III.4.2.4.5 Potentiel en eaux usées traitées

L'objectif est de définir la stratégie de la REUSE dans les différents secteurs (Agriculture, irrigation des terrains de golf, Espaces verts et tourisme, industrie, recharge des nappes, REUSE écologique) pour atteindre un taux de réutilisation de 85% en 2050, soit un volume total réutilisable de 426 Mm3/an.

Tableau 119 : Projections des volumes et des taux de réutilisation des eaux traitées pour différents usages jusqu'à l'horizon 2050

Usage	Actuel		2025		2030		2040		2050	
	Volume (Mm^3)	Taux de réutilisation (% EUT)	Volume (Mm^3)	Taux de réutilisation (% EUT)	Volume (Mm^3)	Taux de réutilisation (% EUT)	Volume (Mm^3)	Taux de réutilisation (% EUT)	Volume (Mm^3)	Taux de réutilisation (% EUT)
Irrigation agricole	16,6	6%	37,0	11%	50,3	14%	124,7	29%	227,6	45%
Terrains de golf	7,6	3%	9,3	3%	9,8	3%	9,8	2%	9,8	2%
Espaces verts et tourisme	0,89	0%	1,8	1%	5,3	1%	12,8	3%	24,7	5%
Usage industriel	-	-	2,7	1%	7,0	2%	13,9	3%	28,15	6%
Recharge des nappes	2,10	1%	6,1	2%	18,0	5%	49,7	12%	81,5	16%
Eaux écologiques	32,0	11%	39,3	12%	39,6	11%	43,6	10%	52,9	11%
Total REUSE	**59,2**	20%	**96,2**	28%	**129,9**	35%	**254,4**	59%	**424,64**	85%

***Source** : STUDI International, GKW*

III.4.2.4.6 Valorisation par la Reuse dans le Secteur agricole

La superficie totale aménagée pour la REUSE agricole est de 8.426 ha, répartie sur 32 périmètres sur toute la Tunisie. Toutefois la superficie totale actuelle des périmètres irrigués par les EUT est réduite à 7 500 ha. En effet, le périmètre irrigué de Mornag (1 087 ha) n'est plus irrigué par les EUT produites par le pôle de traitement de Sud Meliane, à cause de la mauvaise qualité des eaux traitées. Ce périmètre est irrigué depuis 2005 avec des eaux conventionnelles. Il est attendu une amélioration de la qualité des eaux traitées après l'achèvement du projet en cours de réhabilitation du pôle d'épuration de Sud Méliane. Le périmètre de Mornag pourrait être irrigué à nouveau par les eaux usées traitées à partir de l'année 2025.

La superficie irriguée par les eaux usées traitées s'est limitée à 2 685 ha et le volume des EUT utilisé est de 16,6 Mm3 soit 6% du volume total produit.

Des projets de création et d'extension des périmètres irrigués ont été déjà définis par la DGGREE dans plusieurs gouvernorats : Nabeul, Sousse (Ksiba-Thrayet), Sfax (El Hajeb), Gafsa (El Aguila, El Guetar et Metlaoui), Gabès (oasis Hamma), Sidi Bouzid (Sidi Ali Ben Oun, Bir El Hfai, Sidi Bouzid, Maknassi, Mazouna) et Mahdia. La superficie retenue de ces périmètres est de 2740 ha.

D'autres projets sont identifiés dans le cadre de diverses études. La superficie totale pourrait couvrir 40 000 ha répartie comme suit :

Tableau 120 : Répartition par Région des Superficies Agricoles Irrigables par la REUSE

Région	Superficie (ha)
El Attar (Mornaguia et Sidi Fraj)	5 000
Zaghouan (Sminja, Boucha, Ain Askar, El Fahs et Saouef)	20 000
Grand Sousse (Plaine d'Enficha et Kandar)	8 000
Grand Sfax	3 000

Tableau 120 : Répartition par Région des Superficies Agricoles Irrigables par la REUSE

Région	Superficie (ha)
Divers alimenté à partir des STEP autres que celles des grands pôles (Grand Tunis, Grand Sousse et Grand Sfax)	4 000
TOTAL	**40 000**

***Source** : STUDI International, GKW*

Les projets identifiés peuvent être partiellement substitués par reconversion des périmètres irrigués actuellement par les eaux conventionnelles.

Les spéculations agricoles recommandées sont la céréaliculture et les cultures fourragères et l'arboriculture.

La superficie totale irriguée par les eaux usées traitées pourrait atteindre environ 52.000 ha à l'horizon de 2050 impliquant un volume de 228 Mm3, en considérant une consommation en eau moyenne de :

- 4000 m3/ha dans la région Nord ;
- 5000 m3/ha dans la région Centre ;
- 6000 m3/ha dans la région Sud ;

Le volume de la REUSE dans le secteur agricole représente 45 % du volume total des EUT estimé à l'horizon 2050 (501 Mm3/an).

Le coût d'aménagement hydraulique des périmètres (intégrant l'ensemble des infrastructures hors réseau à la parcelle et hors réseau de transfert) est estimé à environ 25 000 DT/ha.

Le coût global de l'aménagement hydraulique des périmètres irrigués par les EUT à réaliser durant la période 2020-2050 est estimé à environ 1068,5 MDT.

Les superficies des périmètres irrigués, les volumes d'eaux réutilisées ainsi que les coûts d'aménagement hydraulique seront échelonnés pour les différents horizons comme suit :

Tableau 121 : Les Superficies Irrigables Agricoles par la REUSE, les Volumes d'Eau et les Coûts d'Aménagement

Période	2020-2025		2025-2030		2030-2040		2040-2050		2020-2050	
Création de périmètre irrigué (ha)	-		2 740		20 000		20 000		42 740	
Superficie totale irrigué	2 685	8 426	8 426	11 166	11 166	31 166	31 166	51 166	2 685	51 166
Volume réutilisé (Mm3/an)	16,6	37,0	37,0	50,31	50,31	124,66	124,66	227,6	17	228
Coût d'aménagement hydraulique (MDT)	-		68,5		500		500		1068,5	

***Source** : STUDI International, GKW*

III.4.2.4.7 Valorisation par la Reuse dans les Terrains de Golf

Actuellement, il existe en Tunisie 10 terrains de golf couvrant une superficie d'environ 1080 ha dont 612 ha sont irrigués à partir des EUT avec un volume annuel d'environ 7,6 Mm3/an.

17 nouveaux terrains pourraient être créés selon la stratégie proposée par le Ministère du Tourisme et de l'Artisanat dans les années 90. Au vu des conditions économiques mondiales et vu la rareté des ressources en eau et la non-visibilité de développement de ce secteur, nous allons considérer uniquement les extensions prévues par les projets engagés (80 ha à Tunis Bay et 80 ha à Tunis Sport City). Cela pourrait se traduire par une augmentation des volumes des EUT utilisées jusqu'à 10 Mm3 à l'horizon 2050, en considérant une consommation en eau moyenne de 8.000 m3/ha.

Les superficies des terrains de golf ainsi que les volumes d'eaux réutilisées seront échelonnés pour les différents horizons comme suit :

Tableau 122 : Superficies de terrains de golf et volumes d'eau REUSE

Période	2020-2025		2025-2030		2030-2040		2040-2050		2020-2050	
Création de terrain de Golf (ha)	60		80		0		0		0	
Superficie totale	1 080	1 160	1 160	1 220	1 220	1 220	1 220	1 220	1 080	1 220
Volume réutilisé (Mm3/an)	7,6	9,3	9,3	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	8,6	9,8

Source : *STUDI International, GKW*

III.4.2.4.8 Valorisation par la Reuse dans les espaces verts et tourisme

Les espaces verts regroupent les parcs urbains, les jardins publics, les ronds-points aménagés, les terrepleins aménagés, les arbres d'alignement, le reboisement (talus, carrières, sebkhas, décharges, etc.) et les zones de détente forestières. L'objectif est d'atteindre une moyenne nationale de 15 m2/habitant, soit environ 20.000 ha d'espaces verts en 2050.

L'arrosage des espaces verts par les EUT en milieu urbain et autour des aéroports, ainsi que les grands axes routiers et les jardins d'hôtels est encore très limité en Tunisie. Les volumes actuellement utilisés ne dépassent pas 1 Mm3.

Le potentiel de réutilisation dans les espaces verts municipaux est important, notamment dans la municipalité de Tunis, dont la superficie des espaces verts avoisine 1062 ha. La municipalité de Tunis envisage la mise en place des réseaux d'arrosage pour plusieurs espaces tel que le belvédère, Gorgani, jardins japonais avec une extension sur 7 ha, le jardin de la Méditerranée (7 ha), Pépinières de Tunis (3 ha) et El Agba (22 ha).

En considérant l'arrosage d'environ 25% de la superficie des espaces verts, calculée de 20.000 ha en 2050, les volumes réutilisés pourraient atteindre 20,7 Mm3, en considérant une consommation en eau moyenne de 4000 m3/ha/an.

La réutilisation dans les pôles touristiques regroupe essentiellement l'arrosage des jardins et des pelouses. L'Agence Foncière Touristique estime les besoins en eau des jardins d'hôtels à 8,0 Mm3. En considérant que 50% de ces besoins en eau peuvent être assurés à partir des eaux traitées, le volume pourrait être de l'ordre de 4,0 Mm3.

Les superficies irriguées des espaces verts et jardins d'hôtels ainsi que les volumes d'eaux réutilisées seront échelonnés pour les différents horizons comme suit :

Tableau 123 : Superficies d'Espaces verts et volumes d'eau REUSE

Période	2020-2025		2025-2030		2030-2040		2040-2050		2020-2050	
Espaces verts										
Superficie irrigué (ha)	120	259	259	1 035	1 035	2 588	2 588	5 175	120	5 175
Superficies additionnelles irriguées (ha)	139		776		1 553		2 588		5 055	
Volume réutilisé (Mm3/an)	0,5	1,0	1,0	4,1	4,1	10,4	10,4	20,7	0,5	10,4
Jardins d'hôtels et pelouses										
Superficie irrigué (ha)	100	200	200	300	300	600	600	1 000	100	1 000
Superficies additionnelles irriguées (ha)	100		100		100		400		700	
Volume réutilisé (Mm3/an)	0,4	0,8	0,8	1,2	1,2	2,4	2,4	4,0	0,4	4,0
Espaces verts et jardins d'hôtels										
Volume réutilisé total (Mm3/an)	**0,9**	**1,8**	**1,8**	**5,3**	**5,3**	**12,8**	**12,8**	**24,7**	**0,9**	**24,7**

Source : *STUDI International, GKW*

III.4.2.4.9 Valorisation par la Reuse dans l'Industrie

La REUSE dans le secteur industriel en Tunisie est quasiment absente. Selon les études antérieures, il existe quelques industries dont la consommation en eau est importante et qui ont manifesté un intérêt pour la REUT tel que, la société sidérurgique d'El Fouledh à Menzel Bourguiba, la raffinerie de la STIR, la SNCPA à Kasserine, le groupe chimique de Gabès et de Gafsa et les laveries de la CPG. La SNT a également manifesté un besoin de la REUSE pour le lavage des bus.Le potentiel de réutilisation des eaux usées a été exploré dans plusieurs zones industrielles et au niveau des industries fortement consommatrices d'eau. Il s'agit de la zone industrielle de Ben Arous, la cimenterie de Jebel Jelloud et les pôles industriels de Bizerte et Sfax (cimenterie, sidérurgie), zone industrielle de Gannouch à Gabès, le complexe portuaire de Rades, les centrales électriques de la STEG, les industries de textiles de tissage et de délavage de jeans (Sahel), les tanneries et les unités de traitement du cuir, les industries de construction, les industries métallurgiques et le pôle du groupe chimique de Sfax.

La liste des unités industrielles identifiées ainsi que les volumes potentiels qui peuvent être réutilisées à l'horizon 2050 sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau 124 : Volumes d'eaux REUSE pour le secteur Industriel

Etablissement	Volume (Mm3/an)
SNT- Charguia	0,25
ZI Ben Arous	3,85
STIR- Bizerte et cimenterie de Bizerte	1,15
El Fouledh	1,3
SNCPA à Kasserine	5,4
Zone Industrielle – Sfax	0,3
Zone Industrielle de Gannouch	5,4

CPG (zone minière de Gafsa)	8,5
Cimenterie Enfidha	2,0
TOTAL	28,15

Source : *STUDI International, GKW*

Le taux de réutilisation pour l'usage industriel pourrait atteindre 5% du volume total des EUT, ce qui correspond à un volume de 28 Mm3.

Les volumes d'eaux réutilisées dans le secteur industriel seront échelonnés pour les différents horizons comme suit :

Tableau 125 : Evolution des eaux REUSE mobilisables pour l'Industrie

Année	2020	2025	2030	2040	2050
Volume réutilisé (Mm3/an)	0	2,7	7,0	13,9	28,2

Source : *STUDI International, GKW*

III.4.2.4.10 Valorisation par la Reuse dans la Recharge des Nappes

La recharge artificielle des nappes constitue une opportunité pour la valorisation des EUT compte tenu de la baisse du niveau piézométrique et des intrusions salines observées dans certaines nappes côtières. Les nappes constituent également des réservoirs souterrains pour le stockage des eaux et également pour l'amélioration de la qualité des eaux usées traitées par autoépuration par filtration dans le sol.

Actuellement, un volume moyen de 2,13 Mm^3/an est injecté dans les nappes à partir des STEP de Korba, Boumerdes, El Jem, Sfax-Sud et Médenine. Cela correspond à un taux de REUSE de 0,8%.

Une liste des nappes potentiellement rechargeables a été identifiée. Il s'agit de :

- La nappe de Grombalia (déficit de 55 Mm3) et la plaine d'El Haouaria (-11 Mm3) au Cap-Bon ;
- La nappe de la plaine de Kairouan (-41 Mm3), la nappe d'El Hajeb (-5,4 Mm3) et la nappe de Sidi Bouzid (-9 Mm3) au centre-ouest ;
- La nappe de Gafsa Nord (-10 Mm3) et El Hamma Chenchou (-3,8 Mm3) au sud ;
- Les nappes de Jbeniana (-6 Mm3) et Skhira (-4,7 Mm3) au centre-est ;
- La nappe de Aousja (-7 Mm3) au nord.

La substitution de la recharge des nappes est envisageable. Il s'agit de la nappe de Mornag (-6,6 Mm3), Ras Jebel (-2,75 Mm3) et Oued Guenniche (-6 Mm3).

La recharge de la nappe de Grombalia (20 Mm3/an), est envisageable moyennant un transfert des eaux usées traitées du pôle Sud Méliane et également à partir des stations de la région (Grombalia, Menzel Bouzelfa et Bou Argoub).

La recharge de la nappe est également obtenue par le rejet des eaux épurées dans les cours d'eau servant comme milieu récepteur des STEP, notamment dans les régions de l'intérieur du pays.

Le potentiel de réutilisation des eaux usées pour la recharge des nappes été exploré au niveau des nappes déficitaires et qui présentent des conditions hydrogéologiques favorables. Les nappes dont les prélèvements sont dédiés à l'eau potables sont épargnées.

La liste des nappes identifiées ainsi que les volumes potentiels qui peuvent être réutilisées à l'horizon 2050 sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau 126 : Volumes d'eaux REUSE mobilisables pour la Recharge des Nappes

Gouvernorat	Nappe	Vol (Mm3/an)
Ben Arous	Mornag	8,0
Nabeul	Grombalia	20,0
	Côte orientale	9,6
	El-Haouaria	5,0
	Nabeul-Hammamet	2,0
Zagouan	El Fahs	1,2
Bizerte	O, Guéniche	4,5
	Ras Jbel	2,8
Sousse	Msaken- Kneis	1,0
	Kondar-Sidi Bou Ali	0,7
Monastir	Teboulba	0,3
Mahdia	Boumerdes	0,4
	El Jem	1,1
	Mahdia-Ksour Essef	2,5
	Chebba- Ghedabna	0,5
Sidi Bouzid	Sidi Bouzid	3,0
Sfax	Chaffar	3,0
	Djbeniana	3,0
	Agareb-Sfax	1,0
	Sekhira	1,5
	El Hancha	0,5
Gabès	Metouia-Outhref	1,0
	El Hamma-Chenchou	1,5
	Gabès nord	1,2
	Gabès sud	3,8
Mednine	Medenine (Oued Smar)	2,3
	Djerba	0,1
	TOTAL	**81,5**

Source : *STUDI International, GKW*

Les volumes à injecter dans les nappes indiquées ci-avant sont définies en fonction des capacités de traitement des stations d'épuration correspondantes à l'horizon 2050. Le volume total destiné à la recharge est d'environ 81,5 Mm3 en 2050, soit environ 16% du volume total des eaux usées traitées. Toutefois, le déficit enregistré durant les dernières années est beaucoup plus important avec une tendance à l'augmentation.

Les volumes d'eaux réutilisées dans la recharge des nappes seront échelonnés pour les différents horizons comme suit :

Tableau 127 : Evolution des Volumes d'eau REUSE affectables à la Recharge des Nappes

Année	2020	2030	2040	2050
Volume réutilisé (Mm3/an)	2,10	18,0	49,7	81,5

Source : *STUDI International, GKW*

III.4.2.4.11 Valorisation par la Reuse dans la Sauvegarde Ecologique

En Tunisie, les besoins en eaux écologiques concernent 42 sites Ramsar parmi un total de 256 zones humides. Ces besoins tendent vers l'augmentation à l'horizon de 2050 avec les changements climatiques futurs (baisse des précipitations et augmentation des températures). Pour cela, le transfert des eaux usées traitées s'avère une bonne alternative pour résoudre les problèmes de déficit hydrique dans les milieux les plus vulnérables.

La REUSE écologique est pratiqué actuellement de façon indirecte par rejet dans le milieu naturel. Le volume est estimé actuellement à 32 Mm3.

La REUSE écologique encadrée est pratiquée dans la lagune de Korba qui est alimentée, moyennant un transfert des eaux traitées de la STEP de Korba durant le printemps et l'été avec un débit journalier d'environ 5 000 m3/jour.

Les lagunes de Soliman, Tazarka et Maamoura subissent les mêmes impacts anthropiques vécus par celle de Korba et ils auront aussi besoin d'un apport en eaux écologique. Les besoins en eaux écologiques du lac de l'Ichkeul (80 – 120 Mm3/an) qui est actuellement alimenté par les lâchers d'eaux de barrages ne sont que partiellement couverts. D'où l'intérêt de combler ce déficit avec les eaux usées traitées des STEP qui se trouvent à proximité (Bizerte, Mateur et Menzel Bourguiba). La lagune de Ghar el Melh reçoit actuellement les eaux de ruissellement, les eaux de drainage agricole et les eaux de la STEP de Aousja. Compte tenu de ces apports, le besoin en eaux écologiques pour la lagune est estimé à environ 40 000 m3/jour. D'autres zones humides peuvent représenter un réservoir d'eaux écologiques comme les Sebkhats de Sijoumi et de Kelbia afin d'accomplir leurs rôles de recharge de nappes et d'atténuation des crues.

Pour combler une partie du déficit des eaux écologiques, un volume des eaux usées traitées de 53 Mm3/an pourrait être utilisé en 2050, soit environ 10% du volume total des eaux usées traitées.

Les Projections des volumes et des taux de réutilisation des eaux traitées pour différents usages jusqu'à l'horizon 2050 sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau 128 : Evolution des Volumes d'eau REUSE affectables à la Sauvegarde Ecologique

Période	2020	2025	2030	2040	2050
Volume réutilisé (Mm3/an)	32,0	39,3	39,6	43,6	52,9

Source : *STUDI International, GKW*

III.4.2.5 Analyse Coûts/Avantages de la Reuse

III.4.2.5.1 Démarche Générale

La méthodologie devra préciser la consistance des coûts à consentir et des avantages attendus. En outre, elle devra permettre la comparaison des flux des coûts et des avantages ainsi précisés. Etant donné l'échelonnement de ces flux dans le temps, leur mise en rapport nécessitera leur actualisation.

Des critères tels que le rapport des avantages sur les coûts actualisés ou le TRI (Taux de rentabilité interne) des investissements consentis permettraient de juger du bien-fondé économique de la décision.

Le rapport entre coûts et avantages qui sera estimé ici doit être supérieur à l'unité.

III.4.2.5.2 Consistance des coûts et des avantages à considérer

Il importe de préciser à ce niveau que les usages identifiés des eaux sont d'une part, l'irrigation de cultures telles que les céréales, les cultures fourragères, et des plantations d'olivier et d'autre part la recharge des nappes. Ce stockage permet d'assurer la compatibilité d'une offre d'eau continue et une demande variable dans le temps.

➢ Coûts Pris en Compte

Les coûts à prendre en considération concerneraient les mesures nécessaires permettant la réutilisation des eaux usées traitées sans risque. Ce coût comprend notamment :

- L'amélioration et la maitrise du traitement dans l'objectif de satisfaire la conformité des eaux traitées aux normes en vigueur. Pour garantir cet objectif, un coût additionnel d'environ 0.1 DT est à prendre en considération. Ce coût englobe les frais d'investissement sur 30 ans et les frais d'exploitation ;
- Le traitement complémentaire selon l'usage dédié. Les niveaux de qualité Classe B et classe C+ sont à assurer, permettant respectivement un usage dans le domaine agricole (arboriculture et les cultures céréalières et fourragères) et la recharge des nappes. Le coût additionnel moyen de ce traitement s'élève à 0,35 DT/m3 ;
- La création de périmètres irrigués où l'orientation culturale permet de combiner les cultures tolérées, céréales, fourrages et olivier, selon l'échéancier indiqué dans le tableau suivant :

Tableau 129 : Evolution des superficies irriguées à partir des eaux usées traitées

Période	2020-2025		2025-2030		2030-2040		2040-2050		2020-2050	
Création de périmètre irrigué (ha)	-		2 740		20 000		20 000		42 740	
Superficie totale irrigué	2 685	8 426	8 426	11 166	11 166	31 166	31 166	51 166	2 685	**51 166**
Volume réutilisé (Mm3/an)	16,6	37,0	37,0	50,3	50,3	124,66	124,66	227,6	17	228

***Source** : STUDI International, GKW*

- Le coût additionnel pour le transfert des eaux usées traitées (périmètre irrigués, sites de recharge, etc.) dépend de la distance entre le site de production et l'endroit de réutilisation. Pour l'évaluation du coût de transfert, quatre (04) catégories de distances ont été considérés, 5-10 km, 10-20 km, 20-30 km et 30-60 km. Pour chaque catégorie de distance, un coût moyen de transfert est à considérer pour le volume des eaux usées à transférer ;
- Le stockage inter saisonnier des eaux usées traitées (retenues, lacs, barrages, etc.) : les besoins en réutilisation et notamment pour l'usage agricole sont variables en fonction des mois de l'année alors que la production d'EUT reste globalement la même. Un volume de stockage correspondant à environ 20% du volume des eaux d'irrigation a été considéré. Le coût moyen (investissement + exploitation) pour le stockage a été estimé par l'étude REUSE 2050 à 0,2 DT/m3.
- L'infrastructure d'aménagement de périmètres irrigués, comprenant les réseaux d'adduction, de distribution, les ouvrages de régulation, les pistes, etc. Le coût d'aménagement rapporté au m3 est estimé à environ 0,10 DT ;
- L'infrastructure nécessaire pour la recharge des nappes, comprenant les bassins de recharge, les frais d'énergie, les piézomètres, le remplacement du matériau filtrant, etc. Le coût de recharge est d'environ 0,15 DT/m3 (extrait des rapports annuels de la DGRE).

➢ Avantages

❖ Les Coûts Evités

Le coût direct de l'inaction se traduit par les effets directs du rejet des eaux usées dans le milieu récepteur sans valorisation. Cela peut engendrer des investissements importants pour leur éloignement en vue de réduire leur impact négatif proche et une augmentation des coûts d'exploitation et des risques de dégradation de la biodiversité, sans se soucier de la perte d'une ressource non conventionnelle qui peut jouer un rôle non négligeable dans la régulation du bilan hydrique, en plus des conséquences socio-économiques. Ils concernent essentiellement :

- Les investissements et les frais d'exploitation nécessaires pour l'éloignement des rejets actuels par émissaires ; Le volume rejeté en mer profond est estimé à environ 200 Mm3 en 2050, avec un coût estimé de 0,25 DT /m3,
- Une réduction de la production des produits de pêche du à la pollution des eaux marines. Selon un rapport de la banque mondiale, (Evaluation du coût de la dégradation de l'eau- 2007), la production de poissons a diminué de 12% pendant les années 1999-2004. On suppose que les dommages attribués à la pollution de l'eau par le rejet des eaux usées cause une réduction de 5% de la production annuelle estimé à environ 150 mille tonne /an. En considérant un prix moyen de 5000 DT/tonne, le manque à gagner est évalué à 38 MDT/an ;
- Les frais de restauration des cours d'eau naturels et zones de rejet (sebkhat, lacs) à l'intérieur. Le linéaire des cours d'eau à curer est estimé à environ 1000 km (sur la base de 10 km par rejet pour une centaine de STEP. Un coût moyen de 30 DT/ml est à adopter. Les frais de restauration des zones humides (sebkhats, lac, barrages) sont estimés sur la base de dragage des quantités de boues accumulées estimées à 2,6 Mm3/an et un prix moyen de 10 DT/m3 ;
- Baisse de la valeur du foncier. Le rejet des eaux usées pourrait impacter négativement la valeur du foncier pour les terrains limitrophes des points de rejet aussi bien en milieu urbain qu'en milieu périurbain. La superficie impactée est estimée à 300 ha en milieu urbain et 5000 ha en milieu périurbain. La dévaluation annuelle du foncier est évaluée sur la base d'un prix de 10 DT/m² /an en milieu urbain et 1000 DT/ha/an en milieu périurbain ;

❖ La valorisation des Eaux Traitées

La valorisation de l'eau traitée par les activités agricoles est une composante des avantages anticipés.

Cette valorisation se fera dans les différentes régions par les céréales (blé dur, blé tendre et orge) et l'olivier. On suppose que les oliveraies qui valoriseraient ces eaux existent déjà. Dans ce cas, les avantages sont à approcher par le croit de production que l'irrigation pourrait générer.

Les cultures qui seront pratiquées permettent de valoriser les eaux utilisées. La rente économique dégagée assurée par les cultures exprimées en DT/m3 constitue une appréciation acceptable de cette valorisation.

On utilisera la même approximation pour les eaux ayant permis la recharge des nappes. Dans ce cas, la valorisation se fera par les cultures utilisant les eaux de ces nappes.

III.4.2.5.3 Mise en Application de la méthodologie

❖ Coûts Additionnels de la REUSE

Les coûts additionnels pour la REUSE, tout en respectant les normes de rejet en vigueur, sont estimé à environ 420 MDT en 2050. Ils sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau 130 : Coûts additionnels de la REUSE

Désignation	Indicateur mesurable	Quantité		Prix unitaire		Coût (MDT)
Maitrise du traitement / Mise en conformité	Mm3	500	Mm^3/an	0,10	DT/m^3	50
Traitement complémentaire	Mm^3	500	Mm^3/an	0,35	DT/m^3	175
Transfert des eaux usées traitées	Mm^3	425	Mm^3/an			
Distance de transfert : 5 – 10 km	Mm^3	175	Mm^3/an	0,10	DT/m^3	17
Distance de transfert : 10 – 20 km	Mm^3	100,0	Mm^3/an	0,25	DT/m^3	25
Distance de transfert : 20 – 30 km	Mm^3	80,0	Mm^3/an	0,50	DT/m^3	40
Distance de transfert : 30 – 60 km	Mm^3	70,0	Mm^3/an	1,00	DT/m^3	70
Stockage des eaux usées traitées	Mm^3	50	Mm^3	0,20	DT/m^3	10
Infrastructure hydraulique des périmètres irrigués	Mm^3	229	Mm^3/an	0,10	DT/m^3	23
Infrastructure de recharge	Mm^3	81	Mm^3/an	0,15	DT/m^3	12
TOTAL						**422**

***Source** : STUDI International, GKW*

Pour le respect de des normes de rejet, les coûts additionnels pour la maitrise de traitement et les coûts de traitement complémentaires sont inévitables même sans réutilisation des eaux traitées. Ces coûts ne seront pas considérés par la suite.

Ainsi, les coûts additionnels à considérer pour la REUSE, sont estimés à environ 197 MDT en 2050.

❖ Coûts Evités par la REUSE

Les coûts évités, sont estimé à environ 226 MDT en 2050. Ils sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau 131 : Coûts Evités par la REUSE

Désignation	Indicateur mesurable	Quantité		Prix unitaire		Coût (MDT)
Coûts évités						
Rejet moyennant des émissaires en mer (STEP littorale)	Mm3	200	Mm3/an	0,25	DT/m3	50
Réduction de l'activité halieutique (-5%)	mille tonne	7,5	mille tonne	5000	DT/tonne	38
Baisse de la valeur du foncier						
Urbain	ha	300	ha	100	mDT / ha /an	30
Périurbain	ha	5 000	ha	1 000	DT / ha /an	5
Restauration des milieux récepteurs						
Restauration des zones humides (sebkhats, lacs, barrages)	m3	2,6	Mm3/an	10	DT/m3	26
Renaturation des cours d'eau	km	1000	km	30 000	DT/km	30
TOTAL Coûts évités						**178**

Il ressort de ce tableau que les coûts évités de la REUSE sont presque équivalents aux coûts additionnels.

❖ Valorisations des Eaux Traitées

Les cultures qui seront pratiquées permettent de valoriser les eaux utilisées. La rente économique dégagée assurée par les cultures, exprimée en DT/m3, constitue une appréciation acceptable de cette valorisation.

Pour l'estimation de la rente économique de l'Eau, les recettes globales ainsi les charges de production de l'exploitation des différentes cultures ont été calculées. Des fiches technico-économiques des cultures disponibles ont été utilisées. Les hypothèses de calculs suivants ont été adoptées :

- Main d'œuvre familiale : calculé sur la base du SMAG et d'un nombre de jour de travail de 20 jours pour les céréales et 40 jours pour l'olivier, et multiplié par 1,2 pour tenir compte des charges de direction,
- Loyer du terrain : 100 DNT/ha ;
- Les frais financiers sur avance aux cultures : 10% sur le montant des charges effectives.

Il a été opté pour la réparation suivante, selon les régions, pour les spéculations :

- ✓ Nord : Blé tendre (35%), Blé dur (35%), Cultures fourragères (30%)
- ✓ Centre : Blé dur (15%), Cultures fourragères (15%), arboriculture (70%)
- ✓ Sud : Cultures fourragères (40%), arboriculture (60%)

On supposera que la rente du régime de croisière sera atteinte dès la première année de mise en culture. La rente économique de l'EAU pour l'année de croisière est estimée à environ 94 MDT.

Tableau 132 : Rente de l'EAU / valorisation du m^3 d'eau

Région			Nord	Centre	Sud	Tunisie
Superficie totale		Ha	33 575	15 833	1 750	51 158
Rente de l'eau	RE	MDT	31	18	2	**50,7**
Valorisation du m3 de l'eau	Va	DT/m3	0,24	0,20	0,22	0,22

***Source** : STUDI International, GKW*

La valorisation économique de l'eau varie de 0,24 DT/m3 au Nord à 0,22 DT/m3 avec une moyenne de 0,22 MD/m3.

Pour l'Estimation de la rente Economique de l'eau par les cultures utilisant de nappes rechargées par les eaux usées traitées, il est proposé d'utiliser la valorisation moyenne de l'eau (Va) calculé appliqué au volume total utilisé pour la recharge de nappe (81,5 Mm3). Ainsi, la rente économique de l'Eau utilisée pour la recharge des nappes est évaluée à environ 33 MDT.

❖ Synthèse de l'Analyse Coûts/Avantages

Les coûts additionnels inhérents à la réutilisation des eaux traitées sont largement compensés par les avantages attendus.

Les politiques publiques (PP) et les réglementations jouent un rôle central dans la mise en place des structures de gestion, que ce soit par le biais du financement ou bien par les programmes de renforcement des capacités.

Les PP en question doivent permettre d'assurer :

- La délimitation des rôles des différents acteurs,
- L'existence d'une bonne coordination entre les différents acteurs,
- L'existence d'un régime foncier applicable,

- La mise en place d'un système tarifaire adapté,
- Le suivi et le contrôle pour s'assurer du respect des exigences.

De nouvelles dispositions et normes environnementales doivent traiter les cinq (5) aspects suivants :

- L'adaptation des exigences du rejet selon le milieu récepteur (exemple : Limites fixées pour les paramètres de qualité des EUT variables en fonction du milieu récepteur final ou l'usage prévu),
- Réduction de l'impact sur le milieu récepteur et préservation des écosystèmes,
- Les rejets industriels (abattoirs, margines, huiles et graisses, polluants organique et inorganiques, etc.) qui peuvent nuire au traitement biologique,
- Les conditions de rejet dans le système d'égout :
- La qualité des eaux usées brutes avec des dispositifs de surveillance en amont au niveau des communes raccordées (raccordement des eaux pluviales, l'élevage des animaux, fabrication de produits alimentaires artisanales, dépôt de sable, etc.)

III.4.3 Opérationnalisation du Sous-Levier « Politique de Qualité de l'Eau et de Sauvegarde des Ecosystèmes »

III.4.3.1 Données de Base de Qualité de l'Eau

La qualité des ressources en eau constitue un enjeu décisif pour leur mobilisation. Si pour certaines ressources de moindre qualité leur utilisation nécessiterait, selon l´usage, un traitement préalable, il conviendrait pour celles de bonne qualité de les sauvegarder et protéger contre la dégradation de cette qualité suite à l´activité anthropogène (agriculture, industrie, assainissement liquide et solide, etc.) ainsi qu´au changement climatique.

L'une des difficultés dans l'évaluation de la qualité d'une eau réside dans le fait que cette notion est relative et qu'elle dépend des usages auxquels cette eau est destinée. Il n'existe pas a priori de qualité intrinsèque d'une eau mais des qualités d'eau qui permettent de satisfaire tel ou tel usage. En Tunisie la qualité d'une eau et son aptitude à un usage déterminé est fixé par des normes et des recommandations (Norme Tunisienne pour la qualité des eaux de boisson NT 09.14 ; Concentration maximale en éléments traces recommandées dans les eaux d'irrigation-DGGREE, 1995 ; Norme Tunisienne pour la réutilisation des eaux traitées-NT 106.03). Dans d'autres espaces comme l'Union Européenne, la qualité des eaux est évaluée à partir d'une grille qui associe, pour une série de paramètres physico-chimiques et hydro biologiques, des valeurs seuils à un certain nombre de classes de qualité.

L'allocation d'eau pour le secteur irrigué est en moyenne de 2.100 Mm3/an. La demande agricole en eau représente 80% de la demande totale en eau. La demande du secteur de l'eau potable, de l'industrie et du tourisme est respectivement de 15 %, de 4 % et de 1 %. L'explosion des besoins en eau, liée à la croissance démographique, à l'urbanisation et à la diversification des activités économiques, entraîne une compétition croissante entre ses divers usages et remet en cause la place prépondérante de l'agriculture dans l'utilisation des ressources hydriques.

Outre cet aspect quantitatif, la concurrence est également prononcée sur la qualité. Ceci est d'autant plus vrai que 53% de la ressource sont de qualité moyenne, avec une concentration en résidu sec RS> 1.5 g/l, et 30 % sont de qualité médiocre avec une concentration en RS> 3g/l, des eaux utilisées notamment dans le secteur irrigué, avec même des RS de 4 à 6 g/l dans le gouvernorat de Mahdia, Gabès et Médenine. A cela s'ajoute la variabilité temporaire de la ressource et son inégale répartition spatiale, ce qui engendre des coûts supplémentaires de transport et d'amélioration de la qualité.

Selon le rapport de la Banque Mondiale (Qualité Inconnue : La Crise Invisible de l'Eau ; 2019), la Tunisie affiche un niveau élevé (rouge) du risque global pour la qualité de l'eau pour les trois principaux indicateurs de qualité de l'eau de l'ODD 6.3.2[111]: i) l'azote (nitrate-nitrite), un polluant aberrant en termes d'échelle, de portée, de tendances et d'impacts ; ii) la conductivité électrique, permettant de mesurer la salinité de l'eau

[111] L'indicateur 6.3.2 des ODD : Proportion des plans d'eau dont la qualité de l'Eau ambiante est bonne. Le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) est l'organisme gardien de l'indicateur 6.3.2 des ODD.

, et iii) la demande biologique en oxygène (DBO), un indicateur générique largement utilisé pour mesurer la qualité de l'eau.

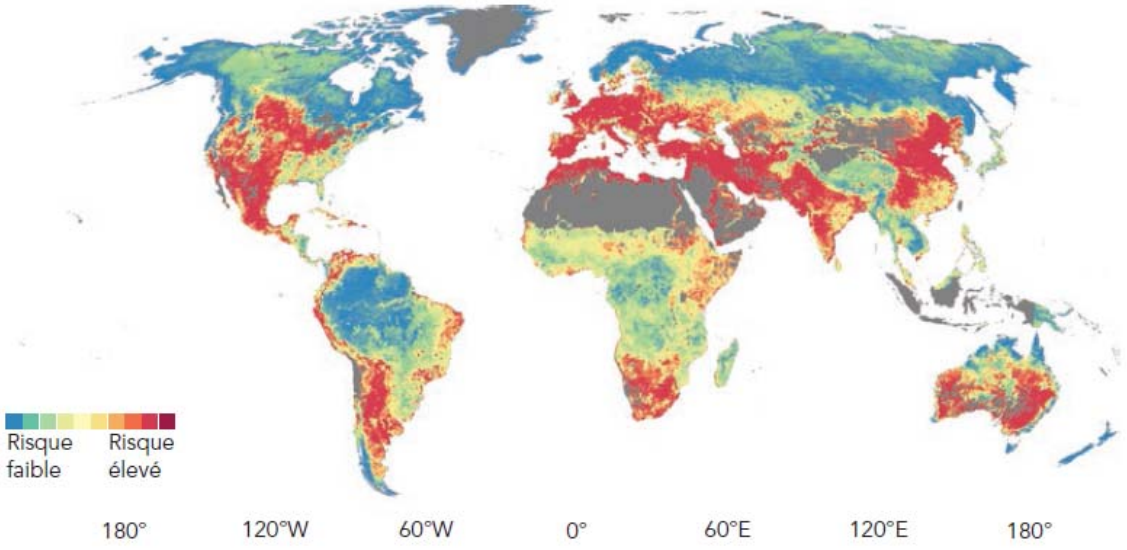


Figure 91 : Risque pour la qualité de l'eau que présentent la demande biologique en oxygène, l'azote et la conductivité électrique

Source *:Richard Damania and Al : Quality Unknown – The invisible water crisis ; World Bank 2019*

En plus de l'indicateur 6.3.2, d'autres indicateurs en relation avec la qualité de l'eau à l'instar de l'indicateur 3.3 relatif aux maladies transmissibles par l'eau peuvent être prises en compte dans l'élaboration d'un indicateur synthétique caractérisant l'état général de la qualité des eaux lors de la mise en œuvre de la stratégie.

III.4.3.2 Défis et Problématiques

Les défis et problématiques objets de cet axe stratégique se présentent comme suit :

- ✓ L'état actuel est marqué par l'absence d'une structure nationale unifiée, en charge du contrôle de la qualité de l'eau et par une architecture réglementaire réduite en matière de respect des directives relatives à la qualité.

- ✓ Il s'agit du manque de grille de qualité des eaux ainsi que des normes/décrets fixant notamment les teneurs limites à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances nocives et susceptibles d'être présentes dans les eaux de surface ou les eaux souterraines ; il est important de signaler que l'application de l'arrêté du 26 mars 2018, qui se réfère uniquement à des valeurs limites des rejets d'effluents dans le milieu récepteur sans tenir compte de la charge totale rejetée, rend l'application du principe pollueur payeur inéquitable.

- ✓ La surveillance de la qualité de l'eau est aussi marquée par un système éclaté d'observation et de suivi et par l'absence d'un mécanisme opérationnel intégré et fiable dans la matière ; en effet plusieurs intervenants sont impliqués dans le suivi et le contrôle de la qualité des eaux, avec deux groupes d'opérateurs assurant le suivi de la qualité des eaux de surface et souterraines : le premier est responsable du suivi et de la gestion de la ressource et des ouvrages, le second est responsable du contrôle et le suivi de la pollution hydrique et ses effets sur la santé et l'environnement ; le SINEAU, initié en 2013 pour pallier ces insuffisances, n'est toujours pas entré en fonction.

- ✓ Les eaux usées continuent à s'accroitre et à être insuffisamment traitées dans un contexte d'expansion et de concentration urbaine.

- ✓ Les eaux usées industrielles sont, dans de nombreux cas, rejetées dans la nature avec une charge plus au moins importante d'agents nocifs. Ces rejets polluent de vastes zones et leur effet atteint souvent les cours d'eau et dans certains cas les nappes phréatiques.

- ✓ Les cultures intensives et la multiplication des périmètres irrigués impliquant une utilisation massive des engrais et des pesticides avec des systèmes de drainage et de lessivage inadéquats constituent une des causes de l'accentuation des problèmes de qualité des eaux en Tunisie. En effet, la pollution diffuse d'origine agricole est particulièrement insidieuse car elle est beaucoup moins visible qu'une pollution ponctuelle accidentelle tout en ayant un pouvoir de nuisance important car ce type de pollution peut contaminer des volumes d'eau considérables. Aujourd'hui 60 % de la pollution de l'eau aux nitrates est imputée à l'activité agricole.

- ✓ Le processus d'eutrophisation des eaux superficielles est observé surtout au niveau des eaux stagnantes (retenues de barrage et lagunes côtières) et secondairement pour les eaux courantes (oueds). D'après les données disponibles, les bassins hydrologiques du Nord-Est paraissent les plus atteints. L'eutrophisation semble donc constituer une contrainte sérieuse pour une utilisation durable et multiple de ces ressources.

- ✓ La non-exploitation rationnelle des eaux souterraines atteint un stade alarmant dépassant largement le taux de renouvellement de la ressource. La « surexploitation » est confirmée par le rabattement continu du niveau piézométrique de la plupart des nappes. Ce rabattement est une conséquence de plusieurs facteurs : faibles précipitations affectant la recharge naturelle, croissance de l'exploitation suite à l'augmentation de la température et de la prolifération continue des forages illicites. Cela risque de se traduire, en l'absence de solution, par une détérioration de la qualité de l'eau suite à l'augmentation de sa salinité in situ ou par intrusion de l'eau de mer.

- ✓ La dégradation de la qualité de l'eau se traduit aussi par des baisses au niveau des rendements agricoles et l'abandon de certaines cultures exigeantes en termes de qualité d'eau d'irrigation.

- ✓ Les zones humides sont actuellement soumises à des fortes pressions en rapport avec la carence d'apport d'eau douce (notamment par la construction des barrages), la pollution et les aléas climatiques. Ces zones humides ont a priori pour fonction d'agir comme des milieux tampons naturels, qui absorbent les nutriments en excès et les substances toxiques qui, autrement, polluent les cours d'eau.

- ✓ Le dérèglement climatique et en particulier la hausse des températures et les changements des schémas hydrologiques avec plus de sécheresses et inondations, auront une incidence sur la qualité de l'eau et augmenteront sa pollution provenant de sédiments, de nutriments, de carbone organique dissous, d'agents pathogènes, de pesticides et de sel, de même que de la pollution thermique. En outre, l'élévation du niveau de la mer devrait provoquer une extension des zones de salinité des eaux souterraines et une incidence sur la disponibilité d'eau douce pour les habitants et les écosystèmes dans les zones côtières. Par ailleurs, les informations sur les incidences du changement climatique sur l'eau en Tunisie, en particulier sa qualité, restent très lacunaires vu l'absence d'études spécifiques approfondies en la matière.

- ✓ Le système hydraulique national est relié naturellement aux systèmes des pays voisins par partage de certaines nappes et certains cours d'eau. Ces eaux transfrontalières concernent plusieurs oueds dont les bassins versants sont partagés avec l'Algérie ainsi que les nappes sahariennes dont l'exploitation est commune à la Tunisie, l'Algérie et la Libye. La gestion de ces eaux transfrontalières est peu transparente. Seule la Tunisie respecte l'autolimitation des prélèvements. La gestion et la gouvernance de ces eaux transfrontalières mérite non seulement un suivi quantitatif mais également qualitatif, car la pollution liée aux activités industrielles et urbaines chez les pays voisins reste une menace potentielle en l'absence de traités et de conventions entre les trois pays limitrophes régissant le contrôle de la qualité de ces eaux.

III.4.3.3 Orientations Stratégiques pour une Eau en « Bon Etat »

La Stratégie pour la Qualité des Ressources en Eau et Impératifs de la Protection de l'Environnement (QRE-IPE) a pour but de protéger et restaurer les écosystèmes aquatiques de surface, souterrains et côtiers et de promouvoir leur utilisation durable, de faire cesser et inverser leur dégradation, et d'enrayer l'appauvrissement de la biodiversité. Cela vise à réduire, autant que nécessaire, la détérioration de toutes les eaux par des sources de pollution diffuses ou ponctuelles. Ainsi, l'objectif directeur stratégique défini selon l'approche SMART (spécifique, mesurable, atteignable et réaliste) est d'avoir, en 2050, une ressource en eau, toutes catégories confondues (eaux dev surface et eaux souterraines) en « bon état » tel que cela aura à être apprécié à partir des paramètres et de seuils quantifiés et mesurables.

Cet objectif stratégique est déclinable au niveau des orientations suivantes.

III.4.3.3.1 Orientation 1 : Amélioration du Cadre Règlementaire

La stratégie n'est efficace que si elle s'accompagne d'une réglementation bien conçue, qui incite les entreprises et les particuliers à respecter les directives relatives à la qualité de l'eau. Malgré les politiques et les objectifs mis en place en matière de la qualité de l'eau et de la protection de l'environnement, on constate des écarts par rapport aux dispositions prévues, dus à un niveau de conformité insuffisant et une application non-rigoureuse des réglementations, notamment en termes de contrôle et des mesures dissuasives en la matière (établissement des constats / procès-verbaux d'infraction, sanctions dissuasives, saisie de matériels et bouchage, etc.).

La mise en application des dispositions réglementaires doit être ciblée, et faire appel à toutes les sources de données disponibles. Cela doit s'appuyer sur des règles, procédures, sanctions, incitations et outils clairs, transparents et proportionnés, afin que les objectifs déjà établis puissent être atteints. Dans ce contexte les principes du « pollueur-payeur » et du « bénéficiaire-payeur » doivent être appliqués d'une manière explicite dans l'agriculture afin de protéger la qualité de l'eau en évitant que des nitrates ou autres polluants d'origine agricole ne s'écoulent dans les eaux souterraines ou superficielles. D'une façon générale, les sources de pollution diffuse dues à l'agriculture sont restées peu prises en compte, c'est pourquoi une attention particulière devrait être accordée au problème posé par la surcharge d'éléments nutritifs due aux engrais et aux effluents des activités d'élevage, entraînant des phénomènes d'eutrophisation et de prolifération d'algues.

III.4.3.3.2 Orientation 2 : Adoption de la Démarche Intégrée Prévention-Traitement-Restauration

La concrétisation de la lutte contre la pollution réside dans la maîtrise simultanée et intégrée des méthodes de « prévention » pour une production propre, de « traitement » et de « restauration », en les adaptant aux spécificités du problème à gérer.

La prévention pour la production propre devrait être l'option préférée aussi bien en termes de viabilité que d'investissement et d'accessibilité économique. La prévention de la pollution de l'eau doit donc être la première des priorités pour préserver la qualité de l'eau. Si, dans certains cas, le traitement s'impose en environnement naturel en raison de la contamination, cela devient plus complexe lorsqu'il s'agit de pollution due à des activités industrielles, avec des rejets pouvant être toxiques et dangereux. La restauration de la qualité de l'eau détériorée est plus onéreuse et plus coûteuse que la prévention, la remise en état d'un écosystème dégradé signifiant le rétablissement de l'environnement naturel d'origine dans toute sa complexité. La stratégie adaptée devrait être concrétisée selon une échelle d'interventions commençant par des interventions à l'amont, relativement efficaces mais plus faciles à mettre en œuvre, suivies d'interventions progressivement plus complexes, mais aux effets plus étendus.

III.4.3.3.3 Orientation 3 : Réduction-Elimination de la Pollution par les Eaux Usées Domestiques

L'orientation stratégique relative au volet assainissement consiste à assurer un service d'assainissement géré d'une manière durable, en optimisant les modes de gestion existants et avec la mise en avant des mesures les mieux adaptées ainsi que les actions de redressement nécessaires pour faire face aux dysfonctionnements et pressions subis par l'activité et initier de nouvelles dynamiques plus résilientes.

L'orientations fait l'objet de conversation entre les Acteurs de l'Eau Potable, les RNC et l'Energie Renouvelable (MEP-RNCER), avec un ciblage de ; i) l'impact de l'assainissement sur la qualité des eaux, et : ii) les indicateurs de suivi relatifs à cette composante.

L'objectif spécifique à cette orientation est un service d'assainissement avec la qualité requise et respectant les normes en vigueur. La conformité de traitement est considérée essentiellement pour trois paramètres de pollution : DCO pour la pollution organique, Azote total (Ntot) pour les nutriments et Coliformes fécaux pour la pollution bactériologique.

Le cadre réglementaire en la matière reste la Norme Tunisienne de rejet NT106.002 et les valeurs limites pour le rejet d'effluents dans le milieu récepteur fixés par l'Arrêté du Ministre des Affaires Locales et de l'Environnement et du Ministre de l'Industrie et des Petites et Moyennes Entreprises du 26 mars 2018.

Actuellement, presque la moitié du nombre de stations d'épuration et du volume traité ne répondent pas aux exigences de la norme pour le paramètre DCO (125 mg/l). Pour les deux autres paramètres (Ntot et Coliformes fécaux), le dépassement est de plus 90% par rapport au nombre de STEP et de 80% par rapport au volume traité.

D'ici à 2050, une amélioration de la qualité des eaux traitées est à viser pour le respect des normes. Pour atteindre cet objectif, les 9 mesures suivantes doivent être mise en œuvre.

i. Gestion planifiée et rigoureuse des infrastructures d'assainissement avec la réalisation à temps des programmes de réhabilitation et d'extension des infrastructures et la maintenance et entretien régulier avec couverture suffisante ;

ii. Adaptation des normes de rejet selon la sensibilité du milieu récepteur et l'usage ;

iii. Optimisation des conditions d'exploitation et mise à niveau des STEP ;

iv. Emploi des procédés d'épuration adaptés à la qualité des eaux usées, à la taille de la station et à l'usage dédié ;

v. Optimisation des procédés de traitement classiques (boues activées, lits bactériens, …) ;

vi. Séparation des eaux usées industrielles des eaux usées domestiques lorsque la fraction du volume ou la charge de pollution industrielle dépasse le taux de 20% et/ou lorsqu'il s'agit d'industries générant une pollution spécifique (métaux lourds, cyanures, margines, etc.) ;

vii. Désinfection des effluents du traitement tertiaire ;

viii. Traitement décentralisé pour les établissements / habitations trop dispersés ou situés dans des zones difficilement accessibles ;

ix. Promotion de la gestion en cycle plus ou moins fermé pour les nouveaux lotissements, tout en utilisant les avantages de la collecte et du traitement des fractions d'eaux usées séparément (eaux grises, eaux vannes, eaux pluviales, etc.) afin de faciliter et encourager la réutilisation sur place.

Le tableau suivant récapitule les principaux indicateurs de suivi relatifs à cette composante.

Tableau 133 : Objectifs d'Amélioration de la Qualité des Eaux Traitées

Horizon	2018	2025	2030	2040	2050
Pourcentage des STEPs non conformes	- DCO : 53% - Ntot :98% - Coliformes fécaux : 92%	- DCO : 40% - Ntot : 80% - Coliformes fécaux : 60 %	- DCO : 30% - Ntot : 70% - Coliformes fécaux : 50 %	- DCO : 20% - Ntot : 40% - Coliformes fécaux : 30 %	- DCO : 00% - Ntot : 00% - Coliformes fécaux : 0 %
Pourcentage du volume traité non conforme :	- DCO : 43% - Ntot :94.% - Coliformes fécaux : 83%	- DCO : 40 % - Ntot : 80% - Coliformes fécaux : 70%	- DCO : 30 % - Ntot : 60% - Coliformes fécaux : 50%	- DCO : 15 % - Ntot : 30% - Coliformes fécaux : 20%	- DCO : 0 % - Ntot : 0% - Coliformes fécaux : 0%

III.4.3.3.4 Orientation 4 : Réduction-Elimination de la Pollution par les Eaux Usées Industrielles

La stratégie pour la lutte contre la pollution par les eaux usées industrielles porte principalement sur les aspects suivants :

- **Dépollution/traitement des eaux usées industrielles selon les normes tunisiennes** : Cet aspect vise à améliorer les performances environnementales des entreprises tunisiennes et de mettre ces rejets en conformité aux normes tunisiennes. Pour l'industrie, cela répond à la préoccupation principale d'atténuer les impacts négatifs de l'industrie sur l'environnement. La dépollution vise à régulariser la situation des unités existantes vis-à-vis de la réglementation en vigueur. Cela concerne les projets existants qui sont : i) Soit en infraction par rapport à la réglementation environnementale en vigueur (suite à un contrôle des autorités compétentes (ANPE), à une plainte du voisinage, ou à un accident sur le site), ii) Soit sont existants avant la parution du décret 2005-1991 et doivent donc s'y conformer.

- **Mise en œuvre du Programme d'Equipement des Zones Industrielles Existantes en Stations d'Epuration Grappées :** Ce programme vise à l'assainissement de 7 importantes zones industrielles existantes caractérisées par une forte concentration en rejets industriels polluants, à savoir les zones industrielles de Nabeul, Bizerte, Ben Arous, Monastir et Sfax, avec pour objectif d'améliorer la gestion des eaux industrielles et de préserver les infrastructures d'assainissement destinées aux eaux usées domestiques ainsi que pour préserver la qualité des eaux épurées destinées à la valorisation.

- L'« état d'avancement du Programme », les « capacités des STEPS », la « dépollution des Hot-spots industriels », le « contrôle qualité des rejets » et « les mesures d'incitations » se présentent comme suit :

  - ✓ **Etat d'avancement selon rapport annuel ONAS de 2018** : La période de réalisation est prévue pour 2013-2026. Les mesures prioritaires d'accompagnement ont été accomplies, aussi bien sur le plan institutionnel que légal et organisationnel. Ces mesures, qui s'inscrivent dans le cadre de la première et deuxième tranche du programme, ont été approuvées par la Banque Allemande de Développement (KFW) et adoptées comme conditions préalables. Pour ce qui est de la réalisation de la première tranche du programme, il importe de signaler la signature du marché d'assistance technique et le démarrage des études entamées par un groupement de bureaux d'études.

Tableau 134 : Capacités des STEP(s) Grappées et situation Actuelle du Traitement des EU industrielles dans ces zones industrielles

STEP	Charge hydraulique		Charge polluante à l'entrée		Observations
	Eaux conventionnelles (m3/j)	Eaux spécifiques (m3/j)	Eaux conventionnelles (kg DCO /j)	Eaux spécifiques (kg DCO /j)	
Grappée Ben Arous	2 900	300	3 461	3 030	Réhabilitation de la STEP existante. Actuellement la STEP existante reçoit uniquement des eaux spécifiques par camions citernes. Les eaux usées conventionnelles sont rejetées dans la nature sans aucun traitement du à un problème de bouchage de la conduite de transfert (SP3).
Moknine	5 000		5000		Nouvelle STEP Grappée. Les eaux usées industrielles seront séparées des eaux usées domestiques dans le cadre du projet pour être traitées dans deux STEP différentes (Urbaine + Industrielle) qui seront réalisés dans le même site. Les eaux usées sont actuellement traitée dans la STEP existante
Grombalia	3 111	75	1 088	208	Nouvelle STEP Grappée. Les eaux usées industrielles sont rejetées actuellement dans Oued Tahouna sans traitement préalable. La filière physico-chimique

Tableau 134 : Capacités des STEP(s) Grappées et situation Actuelle du Traitement des EU industrielles dans ces zones industrielles

STEP	Charge hydraulique		Charge polluante à l'entrée		Observations
	Eaux conventionnelles (m3/j)	Eaux spécifiques (m3/j)	Eaux conventionnelles (kg DCO /j)	Eaux spécifiques (kg DCO /j)	
					projetée recevra les EU spécifique de la ZI OEB (GRB+SOL+BGB)
Bouargoub	1 925		4 029		Nouvelle STEP Grappée. Les eaux usées industrielles sont traitées actuellement dans la STEP communale Bouargoub.
Soliman	12 000		16 600		Les EU industrielles sont traités actuellement avec les EU domestiques au niveau de la STEP existante Borj Cedria qui sera réhabilité et étendu dans le cadre du projet pour recevoir et traiter la totalité des eaux usées produites.
Utique	1 256	100	1 680	1 373	Nouvelle STEP Grappée dans la ZI AFI. Les eaux usées industrielles sont rejetées actuellement dans la nature (Oued Tlid) sans traitement préalable.
Sfax	2 600		3 950		Nouvelle STEP Grappée / Problème de refus du site. Les eaux usées industrielles provenant des ZI Sidi Salem, Madagascar et en partie de la ZI NPP (Nouveau Port de Pêche) sont traitées actuellement dans la STEP Sfax Sud. Les eaux usées salées provenant de la ZI de NPP sont rejetées dans le bassin du port.

✓ **Dépollution des « Hot-spots » industriels** : Les régions les plus touchées par la pollution industrielle sont celles de Tunis, Bizerte, Kasserine, Sfax, Gafsa, Béja et Gabès. Ces régions comportent les industries les plus polluantes « hot-spots ». Ces hot-spots industriels sont tenus d'améliorer leurs performances environnementales et de se mettre en conformité avec les réglementations environnementales Tunisiennes. Les projets de dépollution des hot-spots industriels sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 135 : Projets de Dépollution des Hots-spots Industriels

Hot spot industriel	Gouvernorat	Milieu de rejet	Rejet	Coût projet de dépollution	Etat d'avancement	Source d'information
CPG (Laverie de M'Mdhilla +Shib+Metlaoui +Moularés + Redeyef)	Gafsa	Oued El Maleh + Oued Sebseb + Oued Thelja	57 600 (m3/j)	17 000 000 DT	-	**Projet PISEAU** Etude relative à l'actualisation de l'inventaire des principales sources potentielles de pollution des ressources hydriques et de la mise en place d'un réseau national de surveillance de la pollution hydrique (DGEQV/MEDD, 2007)
SNCPA	Kasserine	Oued Andlou	15 000 (m3/j)	5 000 000 DT	-	
La Générale alimentaire JOUDA	Kairouan	Nappe Plaine de Kairouan	2 700 (m3/j)	2 000 000 DT	-	
Société Tunisienne de Sucre (STS) + Société Tunisienne de Levure (STL)	Béja	O. Bessim puis O. Béja	2 000 (m3/j)	-	Projet pris en charge par l'ONAS, dans le cadre de la nouvelle station d'épuration de	Étude pour la mise en œuvre d'un programme intègre de dépollution du bassin versant d'oued Majerda (GEREP-

Tableau 135 : Projets de Dépollution des Hots-spots Industriels

Hot spot industriel	Gouvernorat	Milieu de rejet	Rejet	Coût projet de dépollution	Etat d'avancement	Source d'information
					Béja (projet n phase d'élaboration de DAO	Environnement/MALE, 2020)
Ginor (CST) + Rayen Food	Jendouba	O. Majerda	3 250 (m3/j)	40 000 000 DT	-	
SICAM	Béja	O. Majerda	1 000 (m3/j)	1 900 000 DT	-	
Tannerie Carthage leader	Manouba	O. Chafrou	110 (m3/j)	7 172 000 DT	-	
El Fouladh	Bizerte	Lac de Bizerte	100 000 T/an	11 495 000 €	AO sera lancé dès l'accord des bailleurs des fonds sur le mode de financement	**Projets intégrés dans le « Programme de dépollution du lac de bizerte, financé par la BEI »** **Site EcoPact Bizerte (Dernière mise à jour 2020)** http://ecopactbizerte.org/projects_category/depollution_industrielle
STIR	Bizerte	Mer Méditerranée	500 000 T/an	10 020 000 €	En cours d'évaluation des offres	
Société de ciments de Bizerte (SCB)	Bizerte	Lac de Bizerte	-	10 438 050 €	Projet achevé	
Groupe Chimique Tunisien (GCT)	Gabes/Sfax/Gafsa	Mer Méditerranée	-	1 323 000 000 DT	2009-2020	**Site de Ministère de l'Industrie, de l'Énergie et des Mines** http://www.gct.com.tn/performances-environnementales/plan-environnemental-du-gct-2009-2020/

- ✓ **Suivi et contrôle de la qualité des rejets industriels :** Le contrôle des rejets industriels est l'une des principales missions de l'Agence Nationale de Protection de l'Environnement (ANPE) et le moteur de l'ensemble de ses activités opérationnelles. D'après la loi portant sa création (Loi N° 88-91 du 02 Aout 1988, modifiée par la loi N°92-115 du 30 Novembre 1992 et la Loi N°2001-14 du 30 Janvier 2001), l'ANPE a pour missions entre autres d'assurer le contrôle et le suivi des rejets et des installations de traitement desdits rejets. A cet effet, l'Agence a mis en place un corps d'experts contrôleurs assermentés mobilisés sur l'ensemble du territoire. Ce corps de contrôleurs est chargé du suivi du fonctionnement, l'efficacité et le rendement des installations de traitement des rejets.

  L'ANPE compte actuellement 33 contrôleurs, disposant de 24 véhicules, avec la réalisation une moyenne de 6000 opérations de contrôle/an. Mais ces moyens sont très insuffisants pour pouvoir contrôler l'ensemble des unités polluantes. Les besoins de contrôle sont estimés à 60 équipes de contrôleurs en plus du staff de gestion et logistique (juristes, administrateurs, chauffeurs)

- ✓ **Incitation des industries pour les technologies propres et pour le traitement des rejets :** Des mesures d'incitation et d'encouragement ont été instituées depuis les années 90. Dans ce cadre, un Fonds de Dépollution a été mis en place par la loi n° 122/92 du 29 décembre 1992 (article 35) et porte sur « l'incitation des entreprises à l'utilisation de la

technologie propre et au traitement de leurs rejets ». Ce Fonds a permis, depuis sa création en 1993, la réalisation de la majeure partie des investissements de dépollution en Tunisie pour le compte des entreprises industrielles.

Sur la base de l'indicateur de suivi de la « lutte contre la pollution par les eaux usées industrielles » est le taux de traitement de ces eaux usées (DCO traitée/DCO brute), l'« Etude d'analyse des options d'atténuation des GES dans le secteur de l'assainissement-NAMA » (Rapport d'évaluation nationale des indicateurs H2020/PAN Tunisie-2020), a fait apparaitre que 50% des eaux usées industrielles ne sont pas traitées.

En perspective et suite à l'équipement des zones industrielles existantes en stations d'épuration grappées et la dépollution des unités industrielles notamment les « Hot-spots », on est en mesure d'avancer les objectifs de dépollution industrielle suivants :

- ✓ Horizon 2030 : un Taux de dépollution industrielle, notamment les Hot-spots, de 80%
- ✓ Horizon 2050 : un Taux de dépollution industrielle, notamment les Hot-spots, de 100%.

III.4.3.3.5 Orientation 5 : Réduction-Elimination de la Pollution par les Déchets Solides

Le programme national de gestion des déchets (PRONAGDES) assure la réalisation des décharges contrôlées dans les principaux chefs lieu de gouvernorat. Actuellement, il existe en Tunisie 14 décharges contrôlées en exploitation.

La production des déchets ménagers et assimilés (DMA) sur l'ensemble de la Tunisie a été en 2017 de 3,637 Millions de Tonnes alors que la quantité des DMA mise en décharge est de 1,993 millions de Tonnes, soit 55%.

Le Grand Tunis est le plus grand producteur des DMA, avec une quantité de 1,073 millions de Tonnes et la décharge de Jbel Chakir celle qui reçoit le plus de déchets annuellement, plus avec de 900 000 Tonnes.

Le mode de traitement appliqué aujourd'hui en Tunisie pour les DMA, avec enfouissement dans des décharges contrôlées (DC), présente certains problèmes pour l'environnement, notamment :

- ✓ Les DC ont des difficultés à gérer la surabondance de lixiviats ;
- ✓ Les DC présentent des risques potentiels de dégradations de l'environnement et d'effets négatifs sur la santé, dont l'émanation des odeurs nauséabondes ;
- ✓ Une faible acceptation sociale de ces infrastructures.

La Stratégie Nationale en Perspective de lutte contre la pollution par les déchets solides porte essentiellement sur la « valorisation optimale des déchets », afin de ne mettre en décharge que les « déchets ultimes », ce qui se traduit par les orientations suivantes :

- ➢ **Mise en œuvre de projets de réalisation d'Unités de Traitement et de Valorisation (UTV) :** L'ANGed s'y attèle, avec pour objectif leur substitution aux DC. L'ANGed a lancé des appels d'offres (DAO) pour la première tranche des projets de réalisation des UTV dans 8 gouvernorats (Gafsa, Sfax, Kasserine, Mahdia, Siliana, Kef, Kébili et Djerba), en plus du Grand Tunis avec une l'étude réalisée. Cette orientation est appelée à couvrir tous les gouvernorats du pays.
- ➢ **Valorisation de matière :** L'ANGED, a mis en place un ensemble de filières pour la récupération et le recyclage/valorisation de certains produits, parmi lesquelles :
  - Le système public de récupération de produits d'emballage particulièrement les plastiques, ECOLEF ;
  - Le système de gestion des déchets électriques et électroniques ;
  - Le système de gestion des huiles lubrifiantes, ECOZIT ;
  - Le système de gestion des huiles alimentaires, BIOZIT ;
  - Le système de gestion des piles et batteries ECOPILE,

- **Valorisation biologique des déchets organiques (compostage et biométhanisation) :** Le taux de compostage des déchets organiques reste faible malgré le lancement d'un Plan Directeur de Compostage en 2009 (GEREP-Environnement/ANGed).

  S'il existe quelques projets et initiatives privés en matière de compostage des déchets organiques, la principale contrainte réside dans l'absence de tri de qualité à la source.

  Quelques projets de biométhanisation au niveau agricole ont été également réalisés. Il s'agit surtout de petites unités à partir des déchets d'élevage.

- **Valorisation thermique des déchets :** Pour la valorisation thermique il s'agirait essentiellement de la thermolyse, un procédé de décomposition des déchets au moyen d'une pression et d'une température comprise entre 650° et 1200° en l'absence d'oxygène. La thermolyse n'a que très peu ou pas d'émissions, selon les déchets à traiter, car elles sont contrôlées et transformées en énergie. Cela permet de traiter tous les déchets séparés et non-organiques, et produit des gaz permettant de produire de l'électricité ou de la chaleur

  Toutefois, aucune installation similaire n'existe encore en Tunisie

L'indicateur de suivi de la composante « Réduction-Elimination de la pollution par les déchets solides » est le « taux de traitement de DMA » (déchets solides ménagers ou assimilés).

Actuellement, environ 90% des déchets DMA collectés sont mis en décharge (enfouissement), ce qui n'est pas considéré comme un traitement, mais plutôt une élimination. La quantité de déchets actuellement traitée/valorisé est estimée à 5%.

Aux Horizons 2030 et 2050, après réalisation des projets de l'ANGed (UTV) sur 2 tranches : 1ère tranche (D'ici 2030) concerne les 8 gouvernorats en plus du grand Tunis et la 2ème tranche (D'ici 2050) pour le reste gouvernorats, le taux de traitement des DMA dans les UTV sera le suivant :

Tableau 136 : Taux de Traitement des DMA (Déchets Ménagers et Assimilés) dans les OUTV (Unités e Traitement et de Valorisation)

Année	Quantité de DMA produite (Millions de tonnes)	Quantité de DMA collectable* (Millions de tonnes)	Quantité de DMA traitée (Millions de tonnes)	% de DMA traité
2030	4,139	3,925	2,232	57%
2050	5,050	4,787	4,787	100%

** Le pourcentage des déchets collectables représente 94,8% des déchets produits.*

III.4.3.3.6 Orientation 6 : Réduction-Elimination de la Pollution Agricole

L'utilisation excessive des engrais et des pesticides en agriculture engendre la dégradation de la qualité des ressources et plus particulièrement les eaux des nappes phréatiques par les phosphates et les nitrates. Les nitrates accusent des concentrations de plus en plus élevées surtout dans les régions Nord-Ouest et Centre-Est pour les nappes profondes et Nord-Est, Centre-Est et Sud-Est pour les nappes phréatiques.

L'accroissement des nitrates n'est explicable que par la pollution diffuse, due aux cultures intensives et à la multiplication des périmètres irrigués, impliquant l'intensification par les engrais chimiques. En plus, le manque de drainage et de lessivage compte parmi les principales faiblesses de la conduite des périmètres irrigués qui peut engendrer la pollution des eaux de surface.

Pour pallier ces risques de pollution à différents niveaux et en particulier des nappes, il est recommandé les orientations suivantes :

- Sensibilisation et formation des agriculteurs au sein des PI pour une utilisation rationnelle des pesticides et des engrais ;
- Renforcement du réseau d'observation et de contrôle de la qualité des nappes sous-adjacents aux périmètres irrigués ;

- Entretien du réseau du drainage au sein des PI et collecte et traitement des eaux de drainage souvent très polluées en engrais et pesticides ;
- Recours à l'agriculture biologique et la promotion de l'utilisation du compostage pour produire la fumure organique.

Un des indicateurs de suivi pour mesurer l'évolution de la situation dans les PI en relation avec la pollution agricole est la quantité moyenne d'engrais chimiques par hectare et par an. L'objectif étant de faire baiser ce coefficient de 200 kg/h/an à 20 kg/h/an.

III.4.3.3.7 Orientation 7 : Réduction de la Dégradation de la Qualité des Eaux Souterraines

Dans certains cas la surexploitation des eaux souterraines a atteint un stade dépassant largement la capacité de renouvellement de la ressource. Cela est confirmé par le rabattement du niveau piézométrique de la plupart des nappes, attribué à la prolifération des forages illicites.

Cela se traduit par une détérioration de la qualité de l'eau suite à l'augmentation de sa salinité in situ ou par intrusion de l'eau de mer. Le Diagnostic Eau 2050 Phase 2 avait mis en évidence la tendance croissante de la salinité des nappes notamment dans le Nord-Est et le Centre-Est pour les nappes côtières et le Sud-Ouest dans les zones limitrophes des chotts.

La dégradation de la qualité de l'eau se traduit aussi par des baisses au niveau des rendements agricoles, voire obligent à l'abandon de certaines cultures exigeantes en termes de qualité d'eau d'irrigation.

L'état de la surexploitation des nappes souterraines est illustré suivant deux indicateurs :

- ✓ Le taux d'exploitation
- ✓ Le nombre de forages illicites

Les principales orientations pour remédier à cette situation englobent entre autres :

- ✓ L'amélioration des connaissances relatives aux aquifères souterrains
- ✓ La sensibilisation des usagers à l'impact des forages illicites et de la surexploitation des nappes.
- ✓ Le renforcement institutionnel et l'application rigoureuse des réglementations notamment en matière de contrôle des prélèvements illicites (sanctions dissuasives, établissement des constats / procès-verbaux d'infraction, saisie de matériels et bouchage) des forages illicites
- ✓ Le renforcement de la recharge et l'alimentation des aquifères souterrains

III.4.3.3.8 Orientation 8 : Protection des Zones Humides - cas des Sites Ramsar -

En Tunisie, le nombre total de Zones Humides d'Importance Internationale atteint actuellement 41 sites, occupant une surface globale de 843.363 hectares, dont 30 unités naturelles (823.499 ha) et 11 ouvrages artificiels (19.864 ha).

Les Zones Humides d'Importance Internationale se situent sur l'ensemble du territoire, toutefois, en termes de surface, la région Sud - Ouest domine avec 600 507 ha, soit 71% de la surface occupée par tous les sites Ramsar.

Si à l'échelle nationale on peut considérer que le réseau des Zones Humides d'Importance Internationale est moyennement dégradé, certains sites importants le sont fortement, en raison des perturbations et changements importants affectant certains parmi les plus grands sites Ramsar tunisiens tel que : le Parc National de l'Ichkeul, le complexe Lagune de Ghar El Meleh et le delta de la Medjerda, Sebkhat Kelbia, Sebkhat Sijoumi et la lagune de Korba.

Ces écosystèmes sont actuellement soumis à de fortes pressions en rapport avec la carence d'apport d'eau douce (notamment par la construction des barrages), la pollution et les aléas climatiques.

La perturbation de la mobilisation des eaux de surface sur les sites Ramsar, soit par la construction des barrages ou les aléas climatiques (sécheresse), va engendrer la dégradation de ces écosystèmes, ce qui se reflète sur leurs particularités écologiques, leurs capacités d'accueil des taxons surtout aquatiques et leur importance dans le maintien de la biodiversité, avec une dépendance de l'intensité des perturbations de la mise en eau des barrages.

Les dégradations sont propres à chaque site Ramsar, en fonction de niveau de perturbation et de menaces, avec la possibilité d'adapter aux perturbations et retour à l'équilibre écologique lorsqu'il s'agit de perturbations de faibles ampleurs. La protection des « sites » dépendants des barrages porte sur la garantie de réception d'une quantité d'eau suffisante pour l'équilibre équilibre écologique.

Néanmoins, la garantie d'un apport d'eau douce à partir des barrages pour les sites Ramsar concernés doit tenir compte autres besoins des autres usages, notamment l'eau potable.

Sachant que la détérioration d'un site Ramsar aura de fortes répercussions, nous estimons que tous ces sites menacés doivent avoir un bon état écologique dès 2030.

- ✓ Interdire tous les rejets pollués (solides et liquides) ;
- ✓ Assurer un écoulement le long des lits d'oueds, en particulier pour ceux sur lesquels sont construits des ouvrages de mobilisation, par des lâchures d'eau conventionnelle ou moyennant un apport d'eau non conventionnelle (eaux usées traitées de bonne qualité) pour régénérer leurs systèmes écologiques.
- ✓ Assurer un suivi régulier de l'état écologique des sites Ramsar

Les états écologiques et les objectifs de restauration des sites Ramsar sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau 137: Sites Ramsar : Etat écologique et objectifs de restauration

Site Ramsar	Région	Etat de dégradation	Objectif de restauration	Action de restauration	Indicateur de l'efficacité
Ichkeul ; Ghar El Meleh et le delta Majerda	Région Nord-Est	**État moyennement dégradé** des Zones Humides d'Importance Internationale : (1) Ichkeul ; (2) Ghar El Meleh et le delta Majerda, surtout avec la carence des apports terrigènes (eau et sédiments) enregistrés. En effet, toute perturbation significative susceptible de toucher l'écologie de ces écosystèmes se répercutera automatiquement sur l'intégrité et l'équilibre naturel de tout le paysage régional ; cette situation est en grand rapport avec le concept de connexion biologique qui met en relation tous les sites proches appartenant au même écocomplexe.	D'ici 2050, avec la mise en eau d'une dizaine de réservoirs sur la haute et la moyenne vallée de la Majerda, ainsi que la situation déjà critique de la région, on estime que les risques de dégradation des Zones Humides d'Importance Internationale seront élevés. Ceci est dû en grande partie au cumul des impacts. Ils risquent d'être déclassés et intégrés le registre de Montreux de la liste rouge des sites Ramsar.	- Inventaire détaillé des deux sites Ramsar et identification de leurs besoins écologique (eau douce). - Mettre un plan de gestion spécifique pour chaque site pour assurer son équilibre écologique. - Mettre en place d'un programme de suivi environnemental pour les deux sites.	- amélioration de l'état écologique du site
Ain Dahab, Tourbières Dar Fatma et Réserve Naturelle Saddine	Région Nord-Ouest	Sur le plan écologique, les trois sites Ramsar : Ain Dahab, Tourbières de Dar Fatma et Réserve Naturelle de Saddine ne sont soumis à aucune pression environnementale particulière ou significative. **Leur situation écologique est relativement intègre et le niveau perturbation est faible à nul.**	En absence de toute connexion hydrologique avec les réservoirs projetés d'ici 2050, on estime qu'il n'y a pas de véritable risque de changement au niveau de la situation écologique actuelle des sites Ramsar. La situation des sites Ramsar demeure stable écologiquement avec un niveau de perturbation faible à nul.	- Mettre en place d'un programme de suivi environnemental pour les trois sites.	- Maintient de l'état écologique actuel
Sebkha kelbia	Région Centre-Est	Actuellement, avec la construction et la mise en eau de trois grands barrages sur oued Zeroud, oued Merguellil et oued Nebhana, **la situation écologique du site Ramsar Sebkha kelbia est moyennement dégradée**. Elle révèle un bouleversement significatif des conditions hydrologiques initiales et un changement profond des habitats écologiques surtout celles spécifiques aux organismes aquatiques.	D'ici 2050, avec la mise en eau du réservoir Khanguet Zazia qui draine l'eau jusqu'au oued Hatab lui-même connecté au barrage préexistant de Sidi Saad, la sebkhet Kelbia ne semble pas être impactée surtout qu'elle n'est pas concernée directement par l'écoulement de l'oued Zazia qui se caractérise déjà par un écoulement temporaire. L'intégrité de la sebkha dépend plutôt des lâchers réalisés à partir des trois barrages susmentionnés. Sur ce, la situation écologique est inchangée et le niveau de perturbation demeure moyen.	- Inventaire détaillé de Sebkha kelbia et identification de ses besoins écologique (eau douce). - Mettre un plan de gestion spécifique pour Sebkha kelbia pour assurer son équilibre écologique. - Mettre en place d'un programme de suivi environnemental pour le Sebkha kelbia.	- - amélioration de l'état écologique du site

Tableau 137: Sites Ramsar : Etat écologique et objectifs de restauration

Site Ramsar	Région	Etat de dégradation	Objectif de restauration	Action de restauration	Indicateur de l'efficacité
Sebkhat Noual	Région Centre-Ouest	Le site Ramsar naturel sebkhat Noual semble garder jusqu'à aujourd'hui sa naturalité. Ses particularités écologiques demeurent stables. **Le niveau de perturbation demeure faible à nul.**	Le site Ramsar n'a aucune relation hydrographique directe avec la mise en eau des réservoirs projetés. D'ici 2050, la situation écologique de ce site sera stable est le niveau de perturbation sera faible à nul.	- Mettre en place d'un programme de suivi environnemental pour le site Sebkhat Noual.	- Maintient de l'état écologique actuel
Bahiret El Bibane ; Complexe des zones humides de Chott el Guetayate et Sebkhet Dhreia et Oueds Akarit ; Rekhama et Meleh ; Complexe des zones humides de Sebkhet Oum Ez-Zessar et Sebkhet El Grine ; Djerba Bin El Ouedian ; Djerba Guellala ; Djerba Ras Rmel ; Golfe de Boughrara ; Oued Dekouk	Région Sud-Est	Actuellement, dans son ensemble, le réseau de sites Ramsar de la région sud-est (Bahiret El Bibane, Complexe des zones humides de Chott el Guetayate et Sebkhet Dhreia et Oueds Akarit, Rekhama et Meleh, Complexe des zones humides de Sebkhet Oum Ez-Zessar et Sebkhet El Grine, Djerba Bin El Ouedian, Djerba Guellala, Djerba Ras Rmel, Golfe de Boughrara et Oued Dekouk) est soumis en certaines localités à la pression de surexploitation et/ou à la pollution. **Le niveau de perturbation de ce réseau est qualifié de faiblement perturbé**	Le réseau de sites Ramsar n'ayant aucun rapport avec la mise en eau des réservoirs projetés d'ici 2050. Le réseau de sites Ramsar demeure inchangé est le niveau de perturbation régional demeure faible.	- Mettre en place d'un programme de suivi environnemental pour les sites Ramsar.	- amélioration de l'état écologique du site
Chott El Guetar ; Chott El Jerid ; Garaet Sidi Mansour ; Gorges de Thelja ; Marais Garaet Douza ; Zones humides oasiennes de Kébili	Région Sud-Ouest	Actuellement, dans son ensemble, le réseau de ses sites Ramsar de la région sud-ouest **n'et soumis à aucune perturbation**	Avec la mise en eau d'un réservoir sur l'Oued Kébir, il semble que les implications potentielles écologiques sur Chott Djérid et Chott El Guetar, susceptibles d'avoir des interactions hydrologiques avec ce barrage, seront insignifiantes. En effet, l'Oued Kébir constitue un affluent principal de Bayèche-Gafsa qui draine l'eau principalement jusqu'au Chott el Gharsa et n'entre en contact avec ces deux sites Ramsar que très rarement pendant les crues importantes. La connexion hydrologique entre l'Oued el kébir et chott El Guetar serait alors sporadique et négligeable. D'ici 2050, la situation demeurera stable et qualifié de faiblement perturbée.	- Mettre en place d'un programme de suivi environnemental pour les sites Ramsar.	- Maintient de l'état écologique actuel

III.4.3.3.9 Orientation 9 : Maitrise de la Qualité des Eaux Transfrontalières

La maitrise de la qualité des eaux transfrontalières passe par la coopération/coordination entre les trois pays concernés : Algérie, Tunisie, Libye. Malgré l'existence, depuis 1985, d'une CTMHE (Commission Technique Mixte de l'Hydraulique et de l'Environnement) Tuniso-Algérienne, les approches-pays en matière de gestion des ressources communes restent peu transparentes, avec données relatives à la qualité des eaux transfrontalières presque absentes.

L'orientation à retenir est d'œuvrer pour l'instauration d'une plateforme permanente de communication et de concertation par les trois pays impliqués, notamment en ce qui concerne la gestion de la qualité des eaux transfrontalières

III.4.3.3.10 Orientation 10 : Mise en place d'un Système d'Information Fiable de Suivi de la Qualité de l'Eau.

L'amélioration de la mesure de la qualité de l'eau est disposition essentielle pour la concrétisation de la Stratégie « Qualité des Ressources en Eau et Impératifs de la Protection de l'Environnement ».

Malgré les efforts déployés, la situation de l'information relative à la qualité des eaux reste encore éclatée. Plusieurs intervenants sont impliqués dans la production des données dont : l'ANPE, l'ONAS, la SONEDE, la SECADENORD, la DGBGTH, l'INM, INS, la DGGREE et DGACTA, avec non-homogénéité, fragmentation et dispersion des données.

Le Système National de l'Eau SINEAU initié en 2013 pour pallier ces insuffisances n'est pas toujours opérationnel.

Les principales orientations pour pallier ces difficultés englobent, entre autres :

- ✓ L'opérationnalisation du SINEAU afin d'offrir le suivi de la qualité des eaux et permettre l'échange entre les différents acteurs du secteur ;
- ✓ La surveillance systématique de la qualité de l'eau au niveau de toutes les sources d'eau de surface (notamment le suivi de la qualité des eaux dans les bassins versants des oueds) et les eaux et souterraines grâce à de nouvelles technologies pouvant rendre SINEAU plus performant, tout relevant le niveau fiabilité des données et de leur pertinence ;
- ✓ La diffusion de l'information auprès des différentes parties prenantes.

Par ailleurs, il s'agit de signaler l'apport de la « Modélisation Hydro Economique » développée par le Bureau d'Etudes dans le cadre d'Eau 2050 et ce que cela va ouvrir comme perspective non seulement pour la mise en cohérence et la fiabilisation de toutes les données concernant l'eau mais également et surtout pour une utilisation de simulation propre à l'arbitrage, la prise de décision la planification et le suivi.

III.4.3.3.11 Orientation 11 : Incorporation de l'Innovation Technologique pour le Suivi de la Qualité de l'Eau

Les technologies de l'information et de la communication peuvent utilement renforcer les politiques et les pratiques relatives à la qualité et la protection des ressources en eau, en permettant notamment une collecte de données pertinente dans le domaine de l'eau.

Différents outils (capteurs de contrôle en temps réel, imagerie satellitaire et instruments de traitement de données et de modélisation) peuvent être utilisés pour assurer la surveillance de la qualité de l'eau et lutter contre la pollution.

Pour ce faire, des données peuvent être recueillies à l'aide d'informations provenant des stations de surveillance in situ ou des échantillons prélevés. Au moyen de la télédétection, les satellites et les drones, peuvent aussi recueillir des données atmosphériques.

D'autres données peuvent être générées par ordinateur à l'aide de modèles d'apprentissage automatique, particulièrement intéressantes, vu que les stations de surveillance et la télédétection fournissent des données sur un nombre de points limités dans l'espace et le temps, tandis que les données modélisées peuvent combler des lacunes et donner une image plus complète de l'état de la qualité de l'eau. L'exploitation de ces éléments permet d'obtenir une image plus proche de la réalité.

Les nouvelles technologies peuvent aussi être utilisées pour améliorer l'application des règles et des normes relatives à la qualité et protection des ressources en eau. Ainsi, en se basant sur les blockchains, des contrats intelligents (smart contracts) peuvent être exécutés automatiquement lorsque les conditions sont remplies pour taxer automatiquement les pollueurs ou les préleveurs. Ces prélèvements automatiques apporteraient une touche de transparence supplémentaire.

III.4.3.3.12 Orientation 12 : Participation, Information, Communication, Sensibilisation

L'approche participative constitue un des principaux garants de l'acceptabilité sociale de la Stratégie et de sa mise en œuvre. Il s'agit en l'occurrence de :

- L'instauration d'un processus continu d'information et de communication entre les différentes parties prenantes. L'un des effets les plus attendus de la diffusion et du partage des données se trouve au niveau de l'adhésion collective à un projet commun. La communication concernera en particulier les résultats des activités de surveillance de la qualité de l'eau, au moyen de bilans et de rapports sur l'état de l'environnement ;
- La mise en place de dispositifs de mobilisation des différents acteurs, notamment les industriels et les agriculteurs, basés sur les principes de la bonne gouvernance (efficacité et efficience, transparence, redevabilité, durabilité, primauté du droit, éthique, etc.) ;
- La sensibilisation et la formation des différentes parties prenantes sur les différents aspects concernant la dégradation de la qualité des eaux et la protection de l'environnement ;
- L'élaboration et la mise en place de Plans d'Engagement des Parties Prenantes (PEPP) spécifiques aux différentes actions qui seront identifiées dans le cadre des 4 Plans d'actions qui vont faire l'objet de l'Etape 5 de l'étude Eau 2050.

III.4.3.3.13 Orientation 13 : Recherche Développement et Progrès Technique (RDPT)

Pour la qualité des eaux (QE), les efforts en matière de RDPT devraient être orientés vers la résolution pratique des problèmes auxquels la QE est confrontée, notamment :

- ✓ La promotion des technologies propres, la protection préventive de la ressource et sa prise en compte dans l'équilibre environnemental global ;
- ✓ L'utilisation des nouvelles technologies d'information et de communication dans le processus de suivi, contrôle et monitoring de la pollution ponctuelle et/ou diffuse dans le but d'instaurer un système de surveillance intelligent et d'alerte précoce ;
- ✓ Les techniques de modélisation pour combler les lacunes d'information notamment en ce qui concerne l'estimation des charges des polluants et les risques d'impact sur l'environnement associés à un système de production agricole ou industrielle ;
- ✓ La promotion de choix technologiques respectueux de l'environnement pour faciliter le transfert de technologies vertes tant pour l´adaptation que pour l´atténuation.
- ✓ La gestion des risques d'altération de la qualité des eaux dus à l'artificialisation du fonctionnement hydrologique par les divers types d'aménagement des bassins versants, couplés aux nouvelles techniques d'artificialisation de recharge des nappes souterraines, notamment en ce qui concerne le choix des sites de recharge, l'évaluation environnementale des aménagements envisagés, les exigences de la qualité des eaux de recharge (normes, impacts, etc.).

III.4.3.4 Etapes de la Mise en Œuvre

L'objectif de la concrétisation du présent Objectif Spécifique (OS) de la Stratégie Eau 2050 est de faire baisser risque élevé affiché par la Tunisie en matière de qualité de l'eau à un « niveau faible » selon la classification de la Banque Mondiale.

Si l'on accorde à un indicateur synthétique englobant l'état général de la qualité de l'eau, l'IGQE ou Indicateur Global de Qualité de l'Eau, une valeur conventionnelle 100 représentant la « valeur d'entrée » du risque élevé de l'état de la QE à l'année 2020, l'objectif serait de réduire l'IGQE à 20 à l'horizon de 2050. Le « gradient QE » ou ΔQE entre les 2 Horizons, qui est de 80, devrait être réduit à zéro le plus rapidement possible conformément aux échéances suivantes :

- 2025 : Passer de ΔQE à 0,8 ΔQE,
- 2030 : Passer de 0,8 ΔQE à 0, 2 ΔQE,
- 2040 : Passer de 0,2 ΔQE à 0 ΔQE.

III.4.3.4.1 Etape 1/Horizon 2025 : Arrêt de la Dérive en matière de Qualité de l'Eau et Prérequis de la MEO d'Eau 2050

i. Continuer les opérations engagées en matière de Qualité des Ressources en Eau et Impératifs de la Protection de l'Environnement (QRE/IPE) ;

ii. Renforcer le dispositif juridique et institutionnel par :

   a. L'Application rigoureuse de la Réglementation relative au contrôle de la pollution et les prélèvements illicites ;

   b. Institution/Renforcement les mesures d'Incitation au profit des industriels/agriculteurs pour la prévention de la pollution, l'adaptation des technologies propres et le traitement des rejets ;

   c. Révision du Projet de Lois du Nouveau Code des Eaux pour prendre en compte les Recommandations d'Eau 2050 ;

   d. Adoption de Normes de la qualité environnementale des eaux de surface ainsi que des eaux souterraines fixant notamment les Teneurs Limites pour un certain nombre de Substances Nocives susceptibles d'être présentes dans l'eau ; soit de normes appelées à favoriser le Rétablissement du Développement Equilibré de la Vie Biologique dans les eaux concernées, ou son maintien là où il est resté conservé ;

   e. Elaboration d'une Grille de Qualité des Eaux associant, par une série de paramètres physico-chimiques et hydro biologiques, des Valeurs Seuils à un certain nombre de Classes de Qualité.

   f. Amendement du Décret relatif à l'Etude d'Impacts afin de mieux identifier, apprécier et atténuer les éventuels risques associés à la pollution de l'eau ;

   g. Réactivation des travaux de la Commission Technique Mixte de l'Hydraulique et de l'Environnement en relation avec les eaux transfrontalières.

iii. Améliorer les Services d'Assainissements et les Généraliser pour couvrir les petites villes et les zones rurales ;

iv. Adopter les Nouvelles Technologies dans le domaine du Traitement des eaux usées domestiques et industrielles, notamment les technologies propres et économes en énergie ;

v. Promouvoir l'utilisation des Ressources en eau Non Conventionnelles et la réutilisation des eaux usées traitées tout en améliorant sa qualité via la généralisation du traitement tertiaire au niveau des STEP ;

vi. Assurer la réalisation des Stations Grappées pour les ZI ;

vii. Assurer la Dépollution des Hot-spots Industriels ;

viii. Assurer le Suivi et le Contrôle de la Qualité des Rejets Industriels ;

ix. Promouvoir l'Incitation des Industries à opter les Technologies Propres et le traitement de leurs rejets ;

x. Fermer et Réhabiliter les Décharges Sauvages.

xi. Réhabiliter les Décharges Contrôlées en fin de l'exploitation.

xii. Réaliser des Unités de Traitement et de Valorisation (UTV) ;

xiii. Renforcer le Réseau d'Observatoires et de Contrôle permanent de la qualité des Nappes sous-adjacents aux périmètres irrigués ;

xiv. Entretien du Réseau de Drainage des PI et collecte et traitement des eaux de drainage, souvent très polluées en engrais et pesticides ;

xv. Promouvoir l'Agriculture Biologique, dont l'utilisation du Compostage pour produire la fumure organique ;

xvi. Généraliser la Recharge des Aquifères Souterrains

xvii. Préserver et sauvegarder les Zones Humides, particulièrement l'assurance des besoins en eaux des sites Ramsar menacés par la construction de barrages

xviii. Renforcer l'Adaptation des Ecosystèmes et des ressources aux Changements Climatiques.

xix. Allouer les Ressources Humaines, Techniques, Scientifiques et Financières adéquates à la gestion rationnelle du système hydrique ;

xx. Promouvoir les projets de Recherche en lien avec la qualité et la protection des ressources en eaux ;

xxi. Adopter une démarche Participative pour la mise en place des actions de protection de la qualité des ressources en eaux et impératif de protection de l'environnement ;

xxii. Organiser des séances de Sensibilisation aux différents thèmes en rapport avec la protection des ressources en eaux tel que : l'agriculture propre, l'utilisation rationnelle des pesticides et des engrais chimiques, l'impact des forages illicites et la surexploitation des nappes.

III.4.3.4.2 Etape 2/Horizon 2030 : Engagement Effectif de la Stratégie Eau 2050 et de ses Plan d'action

i. Accélérer les opérations engagées en matière de Qualité des Ressources en Eau avec Impératif de la Protection de l'Environnement pendant la période 2022 -2025 ;

ii. Optimiser les procédés de traitement des eaux usées industrielles et domestiques ;

iii. Séparer les eaux usées industrielles des eaux usées domestiques lorsque la fraction du volume ou la charge de pollution industrielle dépasse le taux de 20% et/ou lorsqu'il s'agit d'industries générant une pollution spécifique (métaux lourds, cyanures, margines, etc.) ;

iv. Promouvoir la gestion en cycle plus ou moins fermé pour les nouveaux lotissements, tout en utilisant les avantages de la collecte et du traitement des fractions d'eaux usées séparément (eaux grises, eaux vannes, eaux pluviales, etc.) afin de faciliter et encourager la réutilisation sur place ;

v. Renforcer les capacités et les moyens d'actions (personnel qualifié, formation, logiciels, etc.),

vi. Renforcer les actions de sensibilisation sur les différents sujets en lien avec la protection des ressources en eaux

vii. Valoriser les résultats des projets de recherche et développement en lien avec la qualité et la protection des ressources en eaux ;

viii. Appliquer les Contrats Intelligents qui peuvent être exécutés automatiquement, lorsque les conditions sont remplies, pour taxer automatiquement les pollueurs ou les préleveurs.

ix. Réviser vers la hausse le seuil de sanctions relatives aux crimes environnementales notamment en ce qui concerne la pollution de l'eau

x. Application rigoureuse des réglementations notamment en matière de contrôle de pollution ponctuelle et diffuse ainsi que des prélèvements illicites (sanctions dissuasives, établissement des constats / procès-verbaux d'infraction, saisie de matériels, bouchage des forages illicites et fermeture provisoire ou définitive des activités polluantes).

xi. Assurer la combinaison efficace de dispositions réglementaires et de mesures d'incitation.

III.4.3.4.3 Etape 3/Horizons 2040 et 2050 : Maturation et Aboutissement de la Stratégie Eau 2050

i. Les ressources en eau, toutes catégories confondues (eaux de surface et eaux souterraines) sont en « bon état » sur la base des normes nationales en la matière ;

ii. La qualité des eaux est appréhendée à partir des paramètres et de seuils quantifiés et mesurables ;

iii. Meilleure compréhension des dangers et adaptation des méthodes normalisées d'évaluation de l'exposition et des risques ;

iv. Adéquation de la qualité aux usages pour éviter des coûts excessifs par rapport aux besoins de l'utilisation ;

v. Assainissement et production industrielle plus propre (réduction à la source, procédés propres, recyclage et valorisation des rejets)

vi. Technologie innovante de traitement des eaux usées domestiques/industrielles et développement de l'assainissement rural traduisant de nouvelles politiques environnementales ;

vii. Utilisation rationnelle des engrais chimiques et des pesticides et recours à l'agriculture biologique et la promotion de l'utilisation du compostage pour produire la fumure organique ;

viii. Combinaison efficace de dispositions réglementaires et de mesures d'incitation ;

ix. Investissements accompagnés de structures d'incitation appropriées, qui valorisent les performances, sanctionnent le gaspillage et récompensent la réussite ;

x. Système National d'Information sur l'Eau unifié opérationnel, disponible et ouvert ;

xi. Dispositif de veille et d'alerte au niveau des points alarmants de pollution en amont ou en aval du système hydrique ; et

xii. Cartes et systèmes interactifs de suivi de la qualité de l'eau.

III.4.4 Opérationnalisation du Sous-Levier « Dessalement »

III.4.4.1 Renforcement des Capacités de la Maitrise Technologique

III.4.4.1.1 Place du Dessalement dans l'Organigramme de la SONEDE

L'exploitation des stations de dessalement relève de la Direction Centrale de la Production. La gestion quotidienne actuelle de l'exploitation est assurée par les Services de Production de la Région de Médenine pour les SD (Stations de Dessalement) du Centre-Est et du Sud-Est et des Services d'Exploitation des Districts pour la Région Sud-Ouest.

Quant aux études, cela est assuré par la Direction du Dessalement et de l'Environnement de la Direction Centrale des Etudes.

L'organisation de la SONEDE a été « réaménagée » pour l'adapter au nombre important de SD du parc de dessalement (26), dans le cadre de l'Etude du Plan Stratégique Organisationnel de la SONEDE (2016).

III.4.4.1.2 La Maîtrise d'Œuvre

Sur la base des derniers projets de dessalement d'eau de mer, le Bureau d'études ne peut que confirmer l'acquisition de savoir-faire par la SONEDE, en constante amélioration, en termes de maîtrise d'œuvre. La SONEDE maitrise ainsi les techniques de conception des SDEM, l'établissement des cahiers des charges (directement ou en sous-traitance), le dépouillement des offres, l'élaboration des contrats, la direction et la surveillance des travaux (directement ou en sous-traitance), le suivi du planning des travaux et le contrôle des coûts.

Toutefois, les projets de dessalement se font avec du retard par rapport aux délais contractuels des Marchés, des études et des travaux. Les explications données renvoient aux capacités limitées en ressources humaines, rapporté au volume des missions, ainsi qu'à la complexité du « contexte » d'exécution des projets, en liaison avec les problèmes fonciers, sociaux, et de confirmation et appropriation des ressources d'approvisionnement de ces stations en eaux brutes (PNAQ1 et PNAQ2 et SDEM).

III.4.4.1.3 La Maîtrise de l'Exploitation

La maîtrise de l'exploitation des stations d'eaux saumâtres n'est pas encore optimale, en raison de la contrainte organisationnelle (nouveaux organigrammes en cours d'élaboration au sein de la SONEDE) et en ressources humaines liées à l'isolement géographique de la plupart des stations.

Toutefois, les retours d'expérience d'exploitation des SDEM sont encore limités pour pouvoir tirer les enseignements nécessaires de progrès.

Cependant, il n'y aurait pas a priori d'obstacle pour qu'à moyen terme le degré de maîtrise de l'exploitation des SDEM et l'atteinte des objectifs de coûts soit réalisée atteigne pour les stations d'eau saumâtre de Jerba/Zarzis/Gabes et ce, d'autant plus qu'un projet de formation à grande échelle dans le domaine du dessalement sera démarré prochainement dans le cadre de la réalisation du PNAQ2.

Néanmoins, il s'agit de garder à l'esprit que le progrès en savoir-faire dans le domaine de l'exploitation prendra du temps, en raison d'une contrainte d'embauche de personnel. En effet, pour l'exploitation des futures SDEM, la SONEDE va devoir embaucher (et former) un nombre très important de personnel (estimé par la SONEDE à plus de 250), sachant que le recrutement et la formation de ce nouveau personnel prendra plus de temps que les délais de construction des futures SD. Ainsi, le risque de ne pas disposer à temps du personnel nécessaire existe, ce qui signifie qu'une partie de l'exploitation pourrait devoir être sous-traitée au secteur privé, à condition que ledit secteur puisse disposer de meilleures aptitudes de recrutement et de formation, sachant également que ce serait une sorte de dysfonctionnement de la SONEDE se trouvant non pas volontairement mais dans une situation forcée d'externaliser une partie de ses services pour une technologie de pointe et de créer également une forme de dépendance qui peut impacter ses coûts.

Le niveau de connaissance, de compétence et d'engagement du personnel intervenant dans le domaine des études et d'exploitation des stations de dessalement n'est pas suffisamment homogène, avec une nécessité de mise à niveau. De plus, le nombre croissant de stations de dessalement exploitées par la SONEDE rend nécessaire la formation des différents décideurs au niveau central et régional eu égard à l'évolution de la technologie du dessalement ainsi qu'une meilleure mise en réseau des différents acteurs impliqués (en région et avec la centrale et/ou un futur centre de compétence en dessalement) afin de permettre l'échange d'expérience, le transfert de connaissances et le maintien d'un niveau élevé de performance des différentes stations.

A terme, l'Organigramme de la SONEDE aura à s'adapter, par une meilleure prise en compte de l'activité DESSALEMENT en pleine expansion.

III.4.4.1.4 Perspectives de Formation au sein de la SONEDE pour les besoins du Dessalement

En rapport à ce qui vient d'être développé aux 2 paragraphes précédents, la SONEDE doit élaborer et maintenir en application des programmes de formation et de mise à niveau du personnel intervenants dans les activités en rapport avec le dessalement.

III.4.4.1.5 Formation Universitaire et Professionnelle, et Veille Technologique

Vue la perspective de croissance du dessalement en Tunisie et dans le voisinage Méditerranéen et au Proche Orient, la Tunisie a l'intérêt à intégrer dans ses programmes d'enseignement supérieur, dans les écoles d'Ingénieurs et les ISET, et des programmes de formation professionnelles, des filières et modules de formation dans les métiers du dessalement.

L'établissement de partenariats avec le secteur privé, la recherche scientifique, et les écoles d'Ingénieurs au niveau international est à mettre en œuvre pour maintenir une veille technologique dans ce domaine d'avenir.

III.4.4.2 Evolution Technologique et Coût du Dessalement

La technologie de dessalement s'est améliorée et les coûts continuent de baisser. Entre 1980 et 2005 le coût de production de l'eau dessalée a diminué de plus de la moitié, soit en moyenne : -2,7% par an.

Bien que le dessalement reste plus coûteux comparé aux technologies conventionnelles de traitement de l'eau, de nouvelles réductions des coûts sont susceptibles de combler l'écart au cours des deux prochaines décennies. Les progrès les plus susceptibles d'être réalisés concerneront : la technologie de dessalement, le prétraitement, la gestion des saumures, l'efficacité énergétique et l'approvisionnement.

D'autres réductions importantes de coûts sont attendues, en particulier pour la SWRO (osmose inverse) dans laquelle les coûts devraient encore diminuer jusqu'à deux tiers au cours des deux prochaines décennies, en raison des améliorations technologiques dans la conception des membranes et l'intégration du système.

Le développement accéléré de la SWRO et une meilleure capacité de gestion des saumures devraient renforcer la tendance actuelle de mise en œuvre de projets de dessalement respectueux de l'environnement et durables dans le monde entier. Cette tendance sera également facilitée par les technologies émergentes avec une consommation d'énergie plus faible et des moyens moins coûteux pour atténuer les impacts environnementaux de la saumure et des déchets associés du dessalement.

À mesure que les technologies émergentes évolueront vers des systèmes de dessalement à grande échelle optimisés et fiables au cours des deux prochaines décennies, le dessalement connaitra une baisse importante des coûts, avec une meilleure « durabilité » environnementale.

III.4.4.2.1 Evolutions Technologiques dans le Mode de Dessalement Courant

Parmi les facteurs de réduction des coûts, l'amélioration de la productivité des membranes a doublé au cours des 20 dernières années.

Les améliorations se poursuivent à un rythme soutenu, car les éléments membranaires nouvellement développés offrent flexibilité et choix et permettent des compromis entre la productivité et les coûts énergétiques.

Ce sont les améliorations de l'efficacité des membranes plutôt que de la récupération d'énergie qui devraient renforcer la position de SWRO comme la technologie la plus compétitive en termes de coûts, dans la plupart des situations.

À ce jour, les membranes polymères ont dominé le secteur du dessalement par osmose inverse. De la fin des années 50 aux années 80, les travaux de recherche se sont concentrés sur la recherche de matériaux de membranes polymères optimaux. Au cours des décennies suivantes, les performances des membranes RO ont été optimisées via le contrôle des réactions de formation de membranes et l'utilisation de catalyseurs de polycondensation et d'additifs. La performance des membranes RO à la pointe de la technologie a été mise en évidence. Néanmoins, les progrès réalisés en matière de perméabilité sélective des membranes au cours de la dernière décennie ont été relativement lents et l'encrassement des membranes reste le problème principal de la technologie actuelle.

Les évolutions technologiques les plus importantes concernent les concentrateurs de saumure, avec des procédés discontinus (batch) permettant théoriquement d'approcher le minimum thermodynamique de l'RO. Il existe à l'heure actuelle sur le marché, des concentrateurs de saumure permettant d'atteindre un taux de conversion global compris entre 95 et 97%. Cette technologie permettra de minimiser la contrainte environnementale liée au rejet de la saumure. Le coût d'investissement de ces concentrateurs semble être inférieur à celui d'un étang d'évaporation.

Un procédé d'IRO semi-continu permettrait d'économiser 13% d'énergie sur le bloc OI de l'eau de mer avec un taux de conversion de 50% (Werber et al., 2017). Par ailleurs, on parle aussi d'augmenter le taux de conversion du bloc RO jusqu'à 60 %.

Toutes les autres optimisations envisageables (taille des racks, dimensions des membranes, rendement des pompes) n'amélioreront plus de manière significative la consommation spécifique des usines de dessalement. On peut dire qu'avec la technologie actuelle on tend vers l'optimum technique. C'est également pour cette raison que le coût de l'eau dessalée s'est stabilisée ces dernières années, autour d'un prix plancher de l'ordre de 0,5 euros/m3, quel que soit le pays.

III.4.4.2.2 Nouvelles Avancées Technologiques et Perspectives de Réduction des Coûts

En plus des progrès technologiques attendus dans le cadre des technologies de dessalement couramment utilisées, un certain nombre de nouvelles technologies ou adaptations novatrices émergent, pouvant offrir un potentiel de productivité encore plus élevée et des coûts plus bas, dont :

i. **Les membranes nano-structurées,** avec jusqu'à 20 % de plus de productivité que les membranes conventionnelles, ou bien pouvant fonctionner à la même productivité mais consomment jusqu'à 15 % moins d'énergie ;

ii. Si des **nanotubes de carbone,** avec une productivité beaucoup plus élevée, peuvent être développés, cela pourrait réduire les coûts de dessalement au niveau des technologies conventionnelles de traitement de l'eau d'ici une décennie ;

iii. **L'osmose avancée** (FO), actuellement utilisée principalement pour le traitement des eaux usées industrielles, est en cours de développement pour l'eau potable, avec le potentiel de réduire la consommation d'énergie jusqu'à un tiers (Korenak et al., 2017) ;

iv. La **distillation membranaire** (MD) pourrait presque doubler le rapport de récupération de l'eau de mer (de 45 %-50 % à 80 %).

v. La **rosée**, une technologie d'évaporation à basse température et à faible coût à un stade précoce de développement, pourrait réduire les coûts d'évaporation thermique jusqu'à un quart, en particulier dans les environnements chauds et secs.

vi. Les **techniques d'adsorption** peuvent réduire le colmatage et la corrosion dans les centrales thermiques, bien que la technologie soit encore coûteuse.

vii. Le **dessalement électrochimique** pourrait potentiellement réduire les coûts jusqu'à 15 % en raison d'une consommation d'énergie plus efficace.

viii. La **déionisation capacitive** (CDI) pourrait entraîner des réductions de coûts allant jusqu'à un tiers si les nombreux défis technologiques peuvent être surmontés pour en faire une solution courante ;

ix. Les **membranes biomimétiques** avec des structures d'aquaporine, qui sont des membranes modelées sur celles des organismes vivants, pourraient offrir la percée ultime dans le dessalement à basse énergie. Des recherches intensives sont en cours, mais elles n'en sont encore qu'aux premiers stades.

III.4.4.2.3 Impact Global des Perspectives de l'Innovation Technologique sur les Coûts

Les tendances actuelles à la réduction du coût du dessalement et, inversement, à l'augmentation des coûts des autres choix, devraient se poursuivre. La réduction constante des coûts de production d'eau dessalée, associée à l'augmentation des coûts des sources d'eau alternatives, devrait faire du dessalement de l'eau de mer une source d'eau de plus en plus attractive et compétitive, en particulier en tant qu'alternative fiable à l'épreuve de la sécheresse pour les communautés côtières.

Il n'est pas improbable que des réductions de coûts de 20 % entre 2016 et 2021 soient obtenues pour le SWRO, et de 60 % vers 2035.

Les évolutions suivantes sont prévisibles pour le SWRO.

Tableau 138 : Evolution Escomptée des Réduction de coûts de l'Osmose Inverse

Paramètre\ année	2016	2021	2035
Cout de revient (US$/m^3)	0.8 - 1.2	0.6 - 1.0	0.3 - 0.5
Cout d'Investissement (US $/1000 m^3/j)	1.2 - 2.2	1.0 - 1.8	0.5 - 0.9
Consommation spécifique d'énergie (kWh/ m^3)	3.5 - 4.0	2.8 - 3.2	2.1 - 2.4
Productivité des membranes (m^3/membrane)	28 - 47	35 - 55	95 - 120

***Source** : Voutchkov 2016, Banque Mondiale 2017.*

III.4.4.2.4 Financement de Réalisation des Projets de Dessalement et Effets sur les Coûts

➢ Modes de Réalisation des Projets et Maitrise des Risques

- Il existe des risques spécifiques au développement de grandes infrastructures de dessalement. Si les risques se concrétisent, cela peut affecter la capacité des projets à atteindre les résultats escomptés, affecter leur performance et entraîner des retards et des dépassements de coûts qui, à leur tour, peuvent affecter la viabilité économique et financière du projet.
- Le choix du mode d'acquisition est essentiel pour faire correspondre l'exposition aux risques à la capacité de gestion et cibler l'atteinte du meilleur rapport qualité/prix.
- Le promoteur d'un projet d'infrastructure dispose de trois moyens pour faire face au risque :

  a. « Faire front au risque » dans le cas de l'existence d'une capacité technique, managériale et financière suffisante pour le maitriser ;

  b. « Assurer » le risque si le marché offre de telles solutions ; ou

  c. « Transférer » ou « Partager » le risque avec un tiers. Les conditions dans lesquelles ces risques sont transférés ou partagés avec un partenaire privé par exemple, sont déterminées par l'instrument de passation des marchés adopté pour développer l'infrastructure concernée. Le choix de l'instrument de passation des marchés permettre la répartition du risque.

- Les risques associés au développement et gestion des projets de dessalements sont de plusieurs catégories :
  - Nature du au site
  - Complexité de la construction
  - Niveau de la performance
  - Risques opérationnels
  - Rapport de la demande à la capacité du projet
  - Cas de force majeure
  - Risque politique et institutionnel
  - Risque environnemental
  - Risque social
  - Risque de change, de taux d'intérêt (variable) du prêt.

- Les modes d'acquisition usuels en dessalement sont les suivants :
  a. Mode "Clés en main", également appelée EPC (Engineering, Procurement and Construction), dans laquelle l'entrepreneur privé est responsable à la fois de la conception et de la construction de l'installation ;
  b. Mode DBO (Design, Build, Operate), par lequel l'entrepreneur est également responsable de l'exploitation de l'usine pendant un nombre limité d'années, généralement de deux à cinq ;
  c. Mode BOOT (Build, Own, Operate, Transfer), par lequel le partenaire privé finance l'installation de dessalement et l'exploite pendant une longue période, généralement de 20 à 25 ans, en échange de paiements tarifaires liés à la capacité de l'usine et à la demande réelle en eau ;
  d. Mode « classique » d'acquisition, également connue sous le nom de DBB, rarement utilisé pour les projets de dessalement. Sous DBB (Design, Bid, Build), le propriétaire conserve le contrôle total mais assume également tous les risques.

Financement des Projets de Dessalement

La source de financement, telle que l'emprunt, les capitaux propres ou un mix des deux, est un déterminant clé des coûts totaux. La structure de financement (dette uniquement ou fonds propres et dette) et les sources de financement peuvent avoir un impact significatif sur les coûts du projet. Diverses sources de financement de projets, telles que les investisseurs en actions, les banques locales, les banques internationales et les fonds de pension, ont des attentes différentes en matière de retour sur investissement. Les coûts de la dette se situent généralement entre 3 % et 8 % et les « attentes » de rendement des capitaux propres s'étalent de 10 % à 40 %.

Pour les nouveaux entrants sur le marché du dessalement, les coûts de financement peuvent être élevés, même pour les pays développés dotés de marchés financiers sophistiqués.

Les marchés de dessalement plus matures peuvent consentir des rendements inférieurs et attirer une proportion plus élevée de dette à faible coût ou de financement à long terme des fonds de pension avec des conditions favorables.

Les coûts de financement de projet de dessalement incluent les dépenses pour obtenir tous les fonds et assurances nécessaires à la mise en œuvre du projet, depuis sa conception et son développement jusqu'à la construction, le démarrage et la mise en service.

Il s'agit notamment des éléments suivants :

- ✓ Intérêt pendant la construction,
- ✓ Réserve pour le service de la dette,
- ✓ Autres frais de financement,
- ✓ Divers et imprévus.

III.4.5 Opérationnalisation du Sous-Levier « Energies Renouvelables »

III.4.5.1 Eléments de Caractérisation des Energies Renouvelables

III.4.5.1.1 L'« Intermittence Energétique »

Le caractère « intermittent » des énergies renouvelables (ER) trouve son origine dans les « flux » sur lesquels cela repose, avec la dépendance de la luminosité du soleil pour le photovoltaïque, de la circulation du vent pour l'éolien et de l'écoulement des eaux pour l'hydroélectrique.

Il en résulte le fait que la production d'ER dépend grandement des conditions météorologiques et de l'alternance des cycles jour/nuit, avec ainsi une discontinuité et une variabilité difficilement prévisibles, nécessitant un stockage d'énergie plus ou moins important.

Il n'existe actuellement aucun moyen de stockage de ce genre d'énergie en grande quantité avec l'efficacité et le coût requis. Pour le cas du pompage à petites et moyennes puissances, le choix est de mettre en place des installations de pompage solaire « au fil du soleil ».

L'intermittence pourrait accentuer la vitesse d'usure des réseaux et perturber l'équilibre des réseaux électriques. Ce problème pourrait être résolu avec l'émergence de nouveaux systèmes électriques, comme les réseaux intelligents ou smart-grid, permettant d'assurer une meilleure gestion de la distribution de l'électricité, en facilitant les échanges d'information entre gestionnaires de réseau et consommateurs.

III.4.5.1.2 L'intégration aux réseaux existants

À mesure que les énergies renouvelables se diffusent, les aspects techniques et économiques liés à l'intégration d'une plus grande part d'énergie renouvelable aux réseaux électriques deviennent de plus en plus problématique. Les grandes stations de dessalement et de pompage nécessitent de l'énergie pour 24h/jour, d'où l'obligation de coopérer avec la STEG et au moyen de l'injection au réseau, soit une option restant limitée à l'objectif 30% en énergie renouvelable dans le total du mix électrique à l'Horizon 2030. Le 13ème Plan 2026-2030 prévoit le renforcement du réseau pour absorber cette capacité du « Renouvelable », notamment la construction d'une dorsale Nord/Sud de 400 KVA et le renforcement de l'interconnexion pour évacuer le surplus des énergies renouvelables.

III.4.5.1.3 Les Problèmes de Cohérence Inter-Systèmes Tarifaires

Les tarifs gaz et électricité pratiqués par la STEG sont subventionnés, ce qui a constitué un obstacle pour la rentabilisation des projets énergies renouvelables avec un certain impact sur la balance commerciale

Tableau 139 : Structure de la Tarification de l'Energie Electrique Moyenne Tension

Niveau tension : MT

Tarifs Moyenne Tension	Redevance de Puissance(1) (mill/kW/mois)	Prix d'énergie (mill/kWh) (1) (2)			
		Jour	Pointe matin été	Pointe soir	Nuit
Uniforme	5 000(3)	251			
Postes horaires	11 000	240	366	329	188
Pompage pour irrigation (4)	-	279	NA	Effacement	225
Irrigation agricole	-	189	Effacement	195(5)	138
Secours	6 000	264	407	365	200

Les « tarifs d'achat des excédents » sont considérés comme inappropriés à la rentabilité des entreprises, dont le profil de consommation ne coïncide pas parfaitement avec le profil de production d'électricité renouvelable (saisonnalité, profils journaliers, etc.).

L'absence de visibilité sur l'évolution du tarif de transport constitue une incertitude sur le long terme pour le porteur de projet concernant la rentabilité de son projet d'autoproduction.

L'évolution des prix devrait être prévisible pour le porteur de projet, en intégrant dans le contrat de vente de l'électricité excédentaire une clause qui définit clairement les conditions de modification du tarif et la formule de son indexation à des grandeurs économiques prévisibles.

III.4.5.1.4 Réglementation et Procédures de Réalisation de Projets

Les procédures relatives à la réalisation de projets d'énergie renouvelable sont considérées par le acteurs concernés du secteur privé comme lentes et complexes, incluant une longue série d'étapes à franchir : composition - considérée comme lourde - du dossier, examen du dossier par la CTER, avis ministériels, publication au JORT, réception des installations, etc.), en décalage par rapport aux exigences de délais de décisions dans les entreprises privées.

Les procédures ne seraient pas non plus compatibles aux procédures de marchés dans les établissements publics.

Le système de comptage et de facturation de l'énergie adopté pour les projets d'autoproduction serait également compliqué et difficile à gérer, particulièrement pour les entreprises abonnées en tarif MT uniforme. En effet, pour ce type d'abonnement, la comparaison entre la consommation de l'auto-producteur et la production de son installation ENRs se fait par pas de 10 min.

D'autres contraintes sont soulevées tel que :

- ✓ L'absence d'une Autorité de Régulation de l'Energie
- ✓ La réticence des investisseurs et des bailleurs de fonds quant aux dispositions relatives à la garantie de l'état, la force majeure politique, le changement de la loi, les accords directs.

III.4.5.1.5 Obstacles du Foncier

Les problèmes fonciers relatifs à la gestion de certains terrains entravent le développement du photovoltaïque et de l'éolien.

III.4.5.2 Apport des Energies Renouvelables au Développement du Dessalement

Le dessalement d'eau saumâtre et d'eau de mer constitue un des piliers de la stratégie nationale de mobilisation des ressources en eau, relativement aux ressources non conventionnelles.

Le dessalement devenu constitue déjà une solution incontournable pour répondre à des demandes spécifiques en eau potable notamment pour les zones trop dépourvues en ressources conventionnelles.

La technique la plus utilisée est celle de l'osmose inverse, la mieux adaptée pour le contexte technicoéconomique tunisien. Il s'agit d'un procédé de séparation de l'eau et des sels dissous au moyen de membranes devenant semiperméables sous l'action d'une haute pression de 54 à 70 bars pour le traitement de l'eau de mer. Le procédé fonctionne à température ambiante.

Le parc de station de dessalement en Tunisie comprend :

10 SDEM (stations de dessalement d'eau de mer), dont 5 « grandes » (Sfax 100.000 m3/j ; Zarat 50.000 m3/j, Djerba 50.000 m3/j, Sousse 50.000 m3/j et Gabès à 34.000 m3/j) et 5 « moyennes » (Kerkenah 3.600 m3/j, Skhira 1.2000 m3/j, Zarzis, Etc.)

15 SDES (stations de dessalement d'eaux saumâtres) dont les capacités varient entre 800 et 6.000 m3/j.

La technique RO est une technique énergivore, en effet la consommation spécifique d'énergie du mètre cube d'eau de mer d'énergie est estimée à 3kWh/m3 (l'énergie absorbée dépend de la salinité). Le recours aux énergies renouvelables constitue la solution pour le dessalement. L'expérience de la SONEDE dans l'utilisation de l'énergie solaire photovoltaïque est développée dans sa station de dessalement de Ben Guerdane (Médenine), où sont installés des panneaux solaires d'une capacité 212 kW crête.

L'approche adoptée, pour les SDEM et les SDES, est de mettre en place des centrales photovoltaïques connectées au réseau MT, plus avantageux sur le plan économique et avec une meilleure faisabilité que les systèmes isolés (off-grid).

Les installations photovoltaïques proposées couvrent 50% des besoins électriques, soit une économie d'énergie de 50%, la facture STEG après amortissement de 7 à 9 ans, sera ainsi divisée par 2.

Ainsi, le coût actuel du KWh, qui est de 250 Millimes, sera réduit de moitié, ramenant en conséquence le coût énergétique d'1 m3 d'eau de mer dessalée, consommant 3 KWh, à 375 Millimes/KWh, soit certes 50% de plus que le conventionnel mais avec un bilan environnemental nettement avantageux.

Il s'agit ainsi d'introduire le photovoltaïque connecté au réseau à partir de 2025, soit 1 SDEM 4 SDES stations tous les 5 ans. Ainsi 5 SDEM/SDES seront raccordées à des centrales photovoltaïques tous les 5 ans, réduisant de moitié le coût énergétique du m3 dessalé des différentes stations à l'horizon 2040 par le photovoltaïque raccordé au réseau.

L'agriculture étant un secteur grand consommateur d'eau, un dispositif de dessalement contribuera à limiter l'utilisation aberrante de l'eau potable pour l'irrigation.

III.4.5.2.1 Promotion des Grandes Centrales CSP avec Production d'Eau Douce par MSF

Les usines de dessalement utilisant la technologie MSF (dessalement par évaporation/ flash à multiples étages) ont une consommation d'énergie élevée par rapport aux autres technologies, mais peuvent être alimentées par des énergies renouvelables avec une production de haute qualité.

Ces usines génèrent environ 26% de toute l'eau dessalée dans le monde et, si elles sont couplées à l'énergie solaire, pourraient être moins chères que l'osmose inverse (RO) si la salinité est supérieure à 10 000 ppm.

A partir de 2040, il s'agirai de promouvoir des stations de dessalement à grande échelle ou de grande capacité (> 1 million de m3/j) pour l'eau potable et irrigation CSP/MSF, avec 100% d'autonomie énergétique.

Une usine MSF se compose principalement d'un évaporateur multi-flash, qui se compose d'une section de récupération de chaleur et d'une section de rejet de chaleur, pour réduire l'excès d'énergie du système,

Le système couplage CSP/MSF (CSP : technologie solaire à concentration) comprend un champ de collecteur concentré, un réservoir de stockage thermique et un sous-système de dessalement à plusieurs étages autorégulant. Le sous-système de stockage thermique est utile pour moduler l'alimentation en énergie thermique et permettre la production d'eau dessalée pendant les périodes de faible rayonnement et la nuit. La capacité du sous-système de dessalement est autorégulée, en fonction de la différence relative entre la saumure chaude et les températures d'eau de l'entrée.

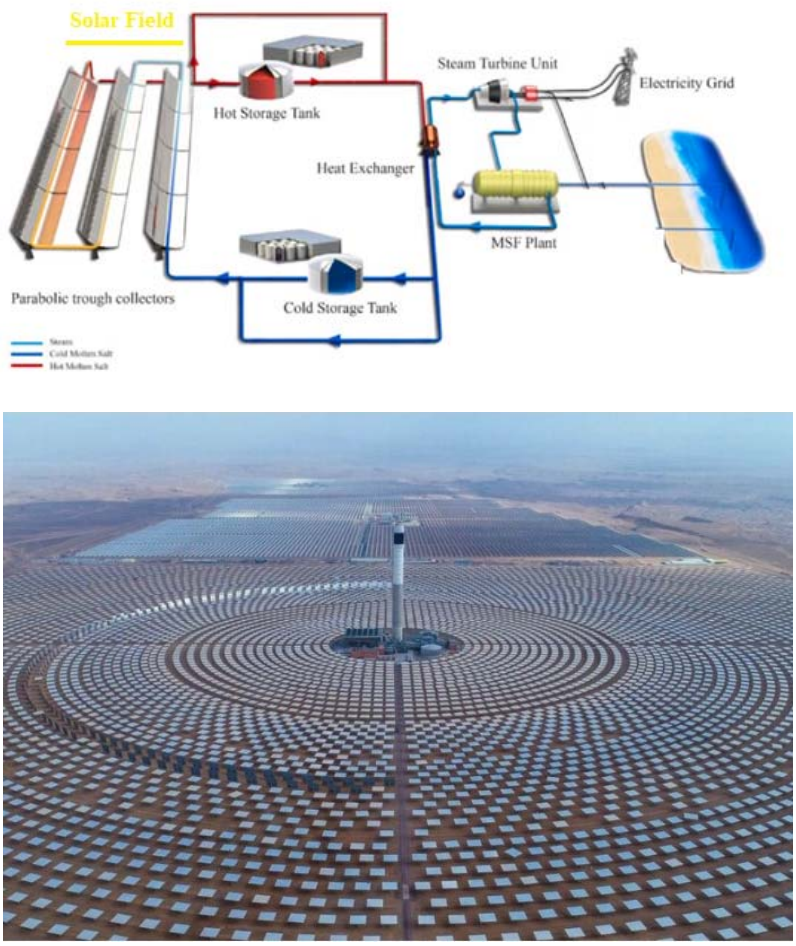


Figure 92 : Centrale dessalement par CSP/ Multi-Stage Flash-MSF
Source *:STUDI International, GKW*

III.4.5.2.2 SDEM par le PV pour la Recharge Artificielle Nappes

Pour la recharge artificielle des aquifères il peut être envisagé la réalisation de « mégaprojets » de dessalement fonctionnant au photovoltaïque et au gaz naturel, capable de « Transformer la Tunisie une grande Oasis ».

Un tel projet consister à injecter l'eau dessalée par compression dans les nappes souterraines localisées au Centre et au Sud de la Tunisie (entre les villes de Skhira et de Gabès), afin de bénéficier de la proximité de la mer, d'un ensoleillement important et du passage du gaz pour pouvoir faire fonctionner les centrales la nuit.

Il s'agirait d'un procédé révolutionnaire qui permet de dessaler de l'eau de mer pour l'injecter dans les nappes profondes (entre 100 et 700 m), permettant ainsi la constitution de réserve sans limite de stockage ni infrastructure de tuyauteries.

III.4.5.2.3 Dessalement de l'Eau par Cellule PV Multi-Fonction

Une nouvelle cellule photovoltaïque Multi-Couches permet d'assurer simultanément la production d'électricité et le dessalement de l'eau de mer.

L'accès à l'énergie et à l'eau potable représente un double enjeu pour les populations. La mise en place d'usines de dessalement et de champs de panneaux solaires ne se fait encore qu'à des coûts élevés, sans que cela puisse répondre aux deux enjeux. Des chercheurs sont arrivés à « relever le double-défi » en créant une cellule photovoltaïque qui utilise la lumière solaire à la fois pour générer de l'électricité et distiller de l'eau.



Figure 93 : Cellule PV multifonction

***Source** :STUDI International, GKW*

Un peu plus de 10% de la lumière solaire collectée par cette cellule photovoltaïque est consacrée à la génération d'un courant électrique, avec une efficacité qui n'est pas loin de celle de la technologie solaire conventionnelle. Une fraction du rayonnement solaire restant devient de l'énergie thermique, qui serait normalement perdue. Au lieu de cela, un empilement de membranes hydrophobes, placées entre des matériaux choisis pour favoriser l'évaporation et la condensation, absorbe cette chaleur.

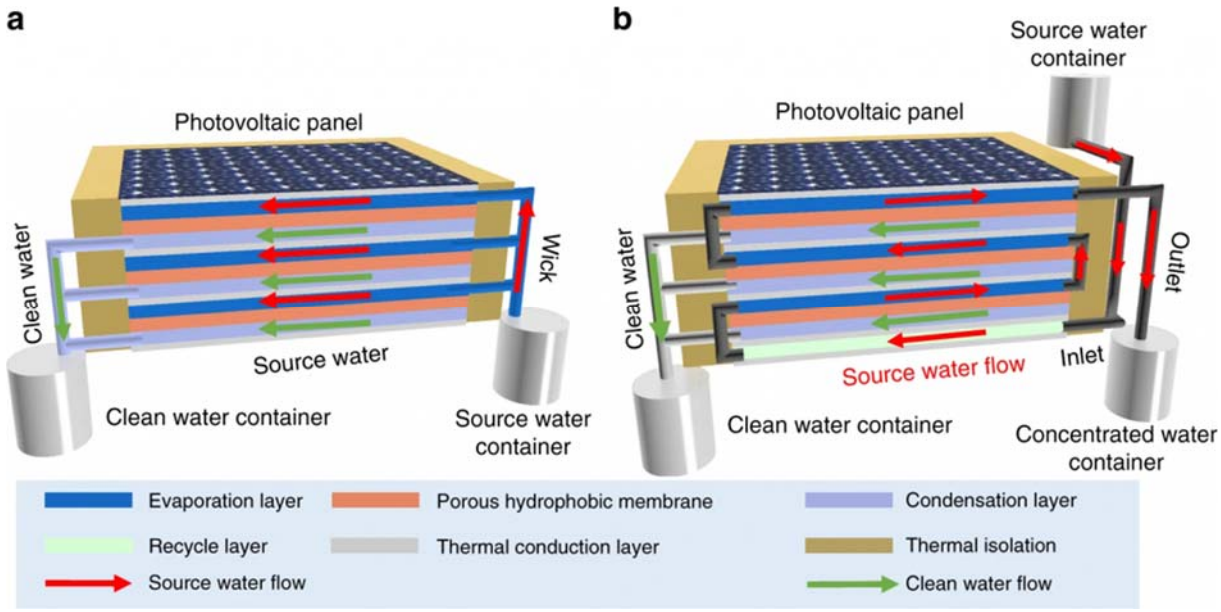


Figure 94 : Schéma de principe cellule multi-fonction

***Source** :STUDI International, GKW*

La chaleur oblige l'eau à se transformer en vapeur comme avec tout alambic solaire. Mais lorsqu'elle se condense, l'énergie thermique se déplace dans les membranes inférieures pour que le processus se répète. Cela permet un taux de distillation plus élevé. En empilant les membranes de cette façon, les chercheurs ont découvert qu'ils pouvaient améliorer les appareils solaires classiques, tout en produisant potentiellement cinq fois plus d'eau propre.

Un m^3 de ce dispositif distille plus de 1.6 litre d'eau de mer par heure et cela sans compromettre la quantité d'électricité produite par la cellule photovoltaïque.

III.4.5.3 Les Conditions d'Insertion dans le Basculement Mondial vers les Energies Renouvelables

III.4.5.3.1 Trop forte Croissance de la Demande en Energie Primaire de la Tunisie

La demande en énergie primaire en Tunisie a augmenté de 5,3% entre les dix premiers mois de 2020 et les dix premiers mois de 2021, en passant de 7.6 Mtep à 8 Mtep. La demande de gaz naturel a augmenté de 4% et celle des produits pétroliers de 8%.

III.4.5.3.2 Cadre Réglementaire de Promotion des Energies Renouvelables et Obstacles

La Tunisie a opté depuis 2015 pour un dispositif juridique et réglementaire pouvant permettre de tirer le meilleur profit des énergies renouvelables, en particulier l'énergie solaire.

La loi relative à la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables a été adoptée en mai 2015 (Loi n° 2015-12 du 11 mai 2015).

En aout 2016, l'Etat a publié le décret 1123, qui définit les critères et les mesures nécessaires pour la réalisation de projets de production et de vente d'électricité à partir des énergies renouvelables.

Trois ans plus tard, une nouvelle loi (Loi n°2019-47 du 29 mai 2019) a été approuvée afin d'accélérer le rythme de réalisation des projets de production d'électricité à partir des énergies renouvelables et lever les obstacles auxquels font face les investisseurs locaux et étrangers.

Le cadre juridique est décrit dans le schéma suivant :

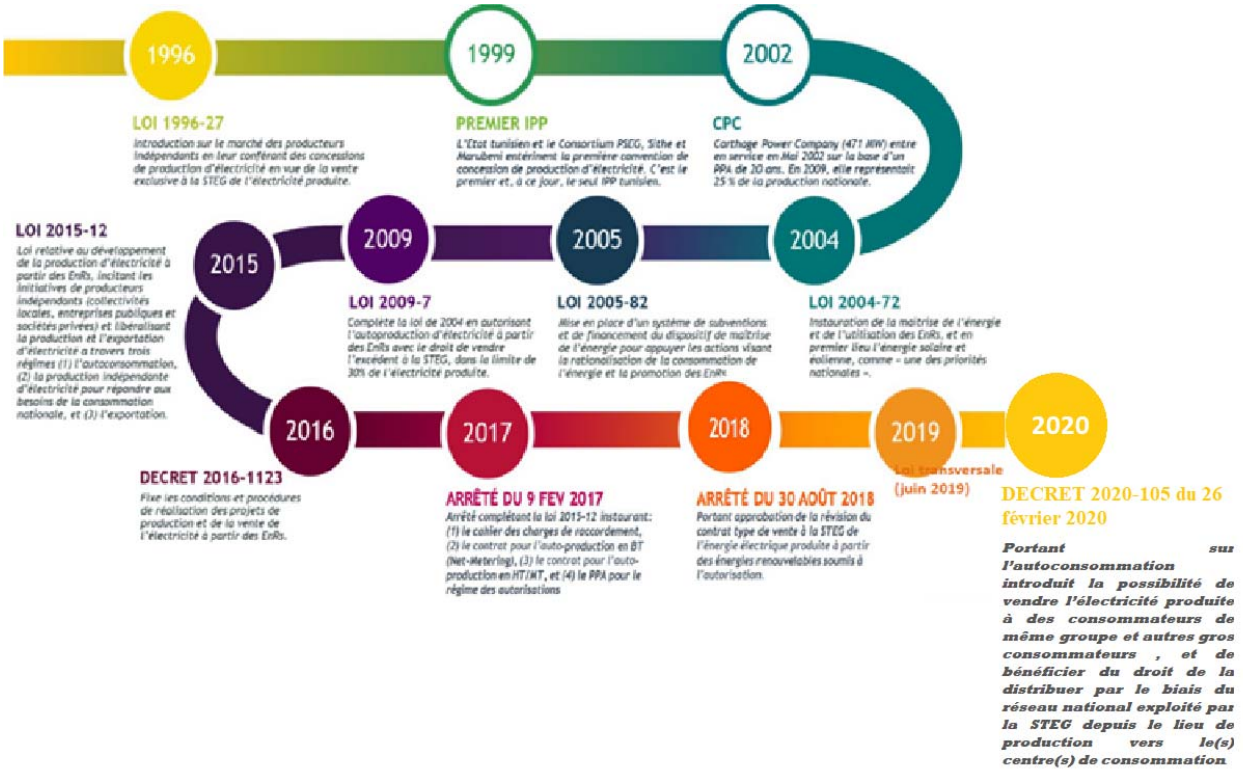


Figure 95 : Cadre juridique du régime de l'autoproduction

Source *:STUDI International, GKW*

La loi transversale, N° 47/2019 du 23 Mai 2019, relative à l'amélioration du climat d'investissement a amendé la loi N° 12/2015 relative aux Energies Renouvelables et ouvert la possibilité création de Sociétés d'« Autoproduction », permettant de produire et de vendre de l'électricité de source renouvelable à tous les opérateurs publics ou privés ayant une puissance souscrite minimale.

Un nouveau décret n°2020-105 du 26 février 2020, portant sur l'« Autoconsommation », introduit la possibilité de vendre l'électricité produite à des consommateurs de même groupe et autres gros consommateurs et de bénéficier du droit de la distribuer par le biais du réseau national exploité par la STEG, depuis le lieu de production vers le(s) centre(s) de consommation.

Ceci vient s'ajouter au droit du producteur de vendre les excédents éventuels à la STEG, dans la limite de 30% de la production annuelle, pour les installations raccordées aux réseaux haute et moyenne tension.

Toutefois, en dépit des dispositions réglementaires et de l'amélioration de la rentabilité économique des énergies renouvelables, l'activité continue à se heurter à plusieurs difficultés, et le rythme de réalisation des projets d'autoconsommation reste limité, ne permettant pas d'atteindre les objectifs fixés pour 2030, à savoir 30% du mix électrique.

Il semble que l'un des obstacles se situe au niveau du syndicat des salariés de la STEG qui considérerait que la production de l'électricité au moyen des énergies renouvelables par des entreprises privées, par le biais notamment la loi transversale 2019 qui prévoit la production par des SPV « Special Purpose Vehicle » et le transport de l'énergie via le réseau STEG pour la vendre aux abonnés STEG dans les zones industrielles, constitue une voie vers la privatisation de la STEG, avec risques de pertes d'emploi.

Il semble ainsi que, sut la base de ce genre de considération, il y ait un blocage de raccordement au réseau de la STEG, aussi bien concernant l'autoconsommation que la concession, ce qui aurait eu pour effet le « blocage des projets », avec effet négatif sur les prédispositions des investisseurs étrangers et Tunisiens.

C'est ainsi que la centrale solaire appartenant à la société ENI serait en attente d'être raccordée au réseau électrique de la STEG depuis 17 mois.

Ainsi, une concertation nationale entre les différentes parties prenantes : Ministère en charge de l'énergie, STEG, UGTT, UTICA, société civile, collectivités territoriales, etc. devra être instaurée pour débloquer la situation des projets ER's.

III.4.5.3.3 Types de Mesures Réglementaires pouvant Débloquer la situation des Projets ENR

Il s'agit de simplifier les procédures pour écourter le temps d'obtention des permis. Il s'agirait également de déclarer ces projets "d'intérêt public" et les faire bénéficier de conditions administratives avantageuses par rapport aux projets non efficaces d'un point de vue énergétique et environnemental en termes de bilan carbone et d'effet sur le changement climatique.

Une évaluation du dispositif règlementaire et des démarches vers son amélioration seraient d'un grand apport pour le secteur des énergies renouvelables et permettrait au pays de remédier au retard affiché en matière de déploiement de ces énergies au moyen des mesures suivantes :

- Allégement des modalités et procédures en général ;
- Mise en place d'une procédure « fast track » très simplifiée pour les installations de petites tailles en dessous d'une capacité à définir en introduisant le principe de cahier de charges ;
- Faciliter l'octroi de l'autorisation d'investissement des projets EnR's ;
- Rendre le contrat PPA plus attractif.
- Sauvegarder le caractère incitatif du coût de transport de l'électricité produite par les EnR's.

III.4.5.3.4 Objectifs de Production des ENR et Conditions de Réalisation

A l'horizon 2050, l'objectif est d'installer des moyens de productions d'électricité ENR pour fournir 50% en énergies renouvelables dans le mix énergétique. L'évolution du taux de pénétration se présente comme suit :

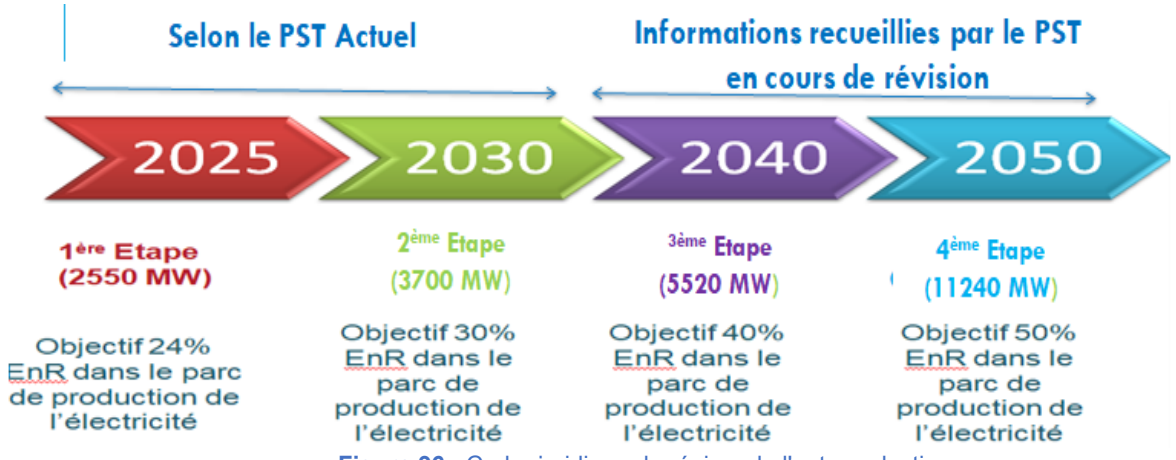


Figure 96 : Cadre juridique du régime de l'autoproduction

Source *:STUDI International, GKW*

Tableau 140 : Evolution des ressources renouvelables en Tunisie

	2020	2025	2030	2040	2050
Taux de pénétration EnR	3%	24%	30%	40%	50%
Solaire PV	172 MWc	1376 MWc	2000 MWc	2340	6200
Eolien	245 MW	1404 MW	1275 MW	2200	3600
CSP			450	800	1140
Biomasse			100	180	300
hydroélectrique	67 MW				
Total	484	2780	3825	5520	11240

Source : *STUDI International, GKW*

S'agissant d'un objectif national, les entreprises nationales concernées par le secteur de l'eau : SONEDE, SECADENORD et ONAS, ont déjà lancé des projets pilotes de démonstration, dont le pompage et le dessalement et la valorisation des boues de STEP. Toutefois la contribution de ces acteurs reste modeste en raison plusieurs facteurs, tels que l'insuffisance des moyens humains et financiers et les obstacles réglementaires.

Répondre efficacement à la demande en énergie, intégrer les énergies renouvelables et atteindre les objectifs cités ci-dessus nécessite de :

- Intégrer dans le même cadre de vision : l'ensemble des composantes du système (Production, Gestion Stockage au moyen de batteries, volants d'inertie, piles à combustible, hydrogène, STEP), pour toutes les étapes de : conception, développement et fabrication ;
- Concevoir des technologies fiables et adaptées aux différents usages, notamment pour la maîtrise de la demande ;
- Intégrer de nouveaux « objets » électriques (mobilité électrique ou hybride, déploiement massif de bâtiments producteurs d'énergie…) et de nouvelles technologies de l'information de la communication ;
- Fournir aux territoires les outils de dimensionnement et technologies de planification des réseaux et du système énergétique, en intégrant les ressources disponibles localement ;
- Faciliter les avancées technologiques et les évolutions organisationnelles, avec de nouveaux modèles d'affaire qui restent également à concevoir.

III.4.5.4 Options Stratégiques d'Opérationnalisation du Nexus Eau/Energie

Au niveau de la stricte production d'énergie électrique, l'eau et l'énergie sont étroitement liées : Les « centrales hydroélectriques » puisent leurs sources dans les retenues d'eau et les « centrales thermiques » sont refroidies à l'eau de mer, lac et rivières.

III.4.5.4.1 Maitrise du Coût de l'Energie pour la Réalisation des Objectifs d'Eau 2050

➢ Mise en place de Centrales PV pour la SONEDE

La SONEDE constitue le premier consommateur d'énergie en Tunisie, sa consommation a atteint, durant l'année 2020, 520 GWh en électricité soit 3% de la consommation nationale, les dépenses énergétiques ayant été de 135 Millions DT, ce qui représente 24% du prix de revient de l'eau potable !

Le pompage représente 88% de la consommation d'énergie, avec une consommation unitaire de de 0,5 kwh/m3 et le dessalement 11% de la consommation d'énergie, avec une consommation spécifique de 1,7 Kwh/m3, le coût d'énergie du m3 d'eau de mer dessalé est de l'ordre de 750 Millimes/KWh.

Pour faire face à cette situation critique, en termes de « Facture énergétique », la SONEDE se doit d'envisager le recours aux énergies renouvelables, sachant que la SONEDE a une première expérience de mise en place, en 2013, d'une centrale photovoltaïque de 212 kWc, installée au sol, au niveau de la station de dessalement de Ben Guerdane.

Il s'agirait ainsi pour la SONEDE de la mise en œuvre d'un plan d'efficacité énergétique, englobant :

- L'utilisation des meilleures technologies dans les stations de dessalement d'eau de mer tels que les membranes d'osmose inverse les moins consommatrices d'énergie et les systèmes de récupération par échangeurs de pression isobariques permettant de réduire le ratio de consommation d'énergie (kWh/m3) d'environ 30% par rapport aux anciennes technologies. Ces nouvelles technologies ont été adoptées pour les stations de dessalement d'eau de mer de Jerba et de Zarat en cours de réalisation ;
- L'installation de variateurs électroniques de vitesse permettant l'amélioration de l'efficacité énergétique des stations de pompage et la maîtrise de la pression dans les réseaux surpressés ;
- L'acquisition d'équipements de pompage à performances énergétiques plus élevées ;
- La mise en place de réseaux d'eau intelligents (gestion intelligente de l'offre et de la demande) permettant de les rendre communicants et offrant à la SONEDE une connaissance approfondie et une meilleure maîtrise de ses infrastructures afin de contrôler et diagnostiquer les problèmes, de prioriser et gérer, en continu et à distance, les opérations de maintenance, d'utiliser les données fournies pour élever le niveau de performance des réseaux de distribution d'eau, en particulier le paramètre énergétique, et de permette aux clients de la SONEDE de suivre leurs consommations d'eau, ce qui gage de transparence et de rationalisation.

La SONEDE devrait mieux recourir aux énergies renouvelables par la réalisation d'une ou plusieurs centrales PV, dans un site ensoleillé du SE ou du SO, et/ou sur les lacs du barrage notamment dans le NO, et dispatcher l'électricité pour les différentes stations (Sfax, Zarat, Djerba, Sousse et Gabès).

L'effet escompté est une réduction du coût de l'eau potable, sachant que le poids du coût énergétique dans le m3 est de 17% ; en effet, la réalisation d'une centrale PV de 150 MWc pour un coût de 350 Millions de D amortissable en 7 ans, est capable de réduire de moitié la facture énergétique de la SONEDE, correspondant actuellement à un niveau de consommation électrique de 520 GWh/an.

La solution « Energies Renouvelables » est d'autant plus opportune que la consommation énergétique de la SONEDE va augmentation de 7 % par an pour atteindre 1.000 GWh en 2030 (voir tableau ci-dessous).

Ainsi, en situation de statu quo, en 2030 le coût de l'énergie atteindra 35% du coût total de l'eau.

Tableau 141 : Evolution de la consommation de la SONEDE

	2020	2025	2030	2040	2050
Consommation (GWh/an)	520	730	1000	2000	4000
Solaire PV	150 MWc	220 MWc	300 MWc	600 MWc	

***Source** : STUDI International, GKW*

➢ Mise en place de Centrales PV pour la SECADENORD

L'Infrastructure hydraulique de la SECADENORD est représentée comme suit :

- ✓ 116 km de canal en béton à ciel ouvert
- ✓ 447 km de conduite en charge,
- ✓ 10,2 km de tunnels,
- ✓ 3,8 km d'aqueducs,
- ✓ 36 stations de pompage (SR, S/Forage, …) regroupés dans 10 complexes

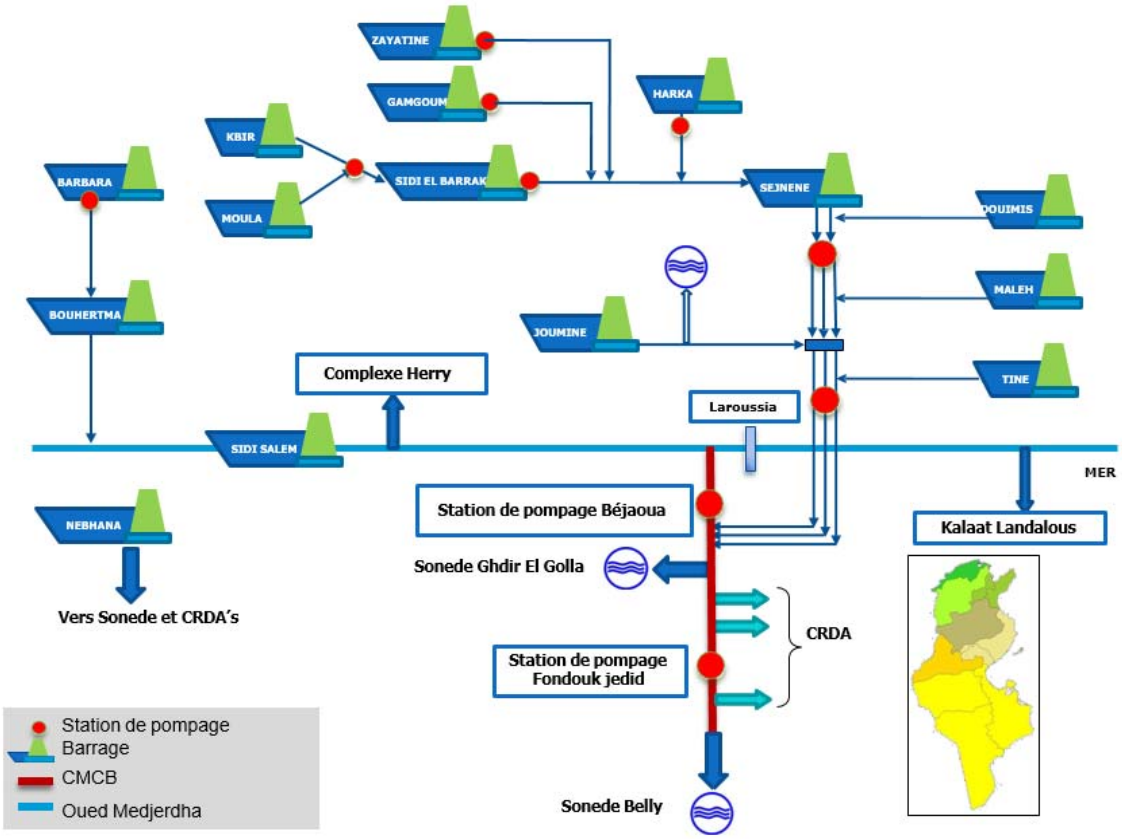


Figure 97 : Les stations de pompage et de transfert d'eau de la SECADENORD

Source *:STUDI International, GKW*

La quantité d'eau pompée transférée en 2020 par la SECADENORD a été de 805 Millions de m3, à un coût total de 18 millions DT, correspondant à une consommation de 128 GWh.

Le coût de l'énergie de la SECADENORD représente 80% du CA.

Tableau 142 : Projection de la consommation SECADENORD 2020-2050

	Consommation en GWh				
	2020	2025	2030	2040	2050
Station Fondouk Jedid	25,562	35,852	50,284	98,917	194,584
Station Bejaoua	15,714	22,040	30,912	60,808	119,619
Station Kalaat Andalous	9,575	13,429	18,835	37,052	72,887
Complexe El Herri	6,65	9,327	13,082	25,733	50,621
Complexe Sidi El Barrak	53,46	74,980	105,164	206,873	406,951
Complexe Barbara	9,886	13,866	19,447	38,256	75,255
Complexe Nabhana	0,016	0,022	0,031	0,062	0,122
Complexe Sejnane/joumine El Meleh	0,116	0,163	0,228	0,449	0,883
Complexe Zayatine	6,659	9,340	13,099	25,768	50,690
Complexe El Moula et Elkebir	0,008	0,011	0,016	0,031	0,061
TOTAL	127,645	179,030	251,099	493,950	971,674

Source *:STUDI International, GKW*

La réduction de la consommation électrique du Complexe SECADENORD exige le recours à l'énergie solaire pour l'éclairage et le pompage (partie exhaure des stations).

La solution en « énergies renouvelables » pour la SCEDENORD se présente sous la forme de deux variantes :

(i) Variante 1 : Centrale PV Unique, dans un site du Sud, avec utilisation du réseau STEG pour la dispaching de l'énergie ;

(ii) Variante 2 : Multiples Centrales PV desservant directement les site DECADENOR ;

- Pour la Variante 1, cela correspond à la solution « grande centrale PV », réalisable dans un réglementaire tel que celui de la « Loi Transversale » ou autre, dans un site ensoleillé du Sud de la Tunisie tel que : Matmata, Gabès, Tozeur, Kébili, Tataouine.

  L'énergie produite sera transportée par le réseau STEG vers les différents complexes (Station (Fondouk Jedid, Station Bejaoua, Station Kalaat Andalous, Complexe El Herri, Complexe Sidi El Barrak, Complexe Barbara, Complexe Nabhana, Complexe Sejnane/joumine El Meleh, Complexe Zayatine, Complexe El Moula et Elkebir)

  Le coût de transport qui sera fixé via un décret d'application.

  La centrale PV unique qui aura une « puissance de départ » de 40 MWc, sera pour un coût d'investissement de 100 millions TND.

  L'évolution dans le temps en termes de « puissance installée » se fera comme suit :

Tableau 143 : Projection de la Puissance Installée de SECADENORD 2020-2050

	2020	2025	2030	2040	2050
Consommation (GWh/an)	127,645	179,030	251,099	493,950	971,674
Centrale PV	40 MWc	54 MWc	76 MWc	150 MWc	295 MWc
Coût d'investissement	100 M TND	135 MDT	190 MDT	300 MDT	550 MDT

- Pour la variante 2, il s'agit du dimensionnement, coût et temps de retour d'investissement suivants pour l'« année de départ » :

Tableau 144 : Projets de centrales photovoltaïques pour alimenter les complexes SECADENORD

	Année 2020			Estimation de la puissance à installer en KWc	Estimation du coût d'investissement	Temps de retour sur investissement TR
Complexe	Consommation (GWh)	Qtté pompé et transféré (Millions m3)	Coût (Millions de TND)	Puissance crête à installer en (KWc)	Coût en (TND) clé en main	TR
Station Fondouk Jedid	25,562	182,575	8,004	7988,125	18 372 687,500	8 ans
Station Bejaoua	15,714	202,678	3,321	4910,625	11 785 500,000	7,8 ans
Station Kalaat Andalous	9,575	35,103	1,705	2992,1875	7 480 468,750	9,4 ans
Complexe El Herri	6,65	15,95	1,479	2078,125	5 403 125,000	9,4 ans

Tableau 144 : Projets de centrales photovoltaïques pour alimenter les complexes SECADENORD

	Année 2020			Estimation de la puissance à installer en KWc	Estimation du coût d'investissement	Temps de retour sur investissement TR
Complexe	Consommation (GWh)	Qtté pompé et transféré (Millions m3)	Coût (Millions de TND)	Puissance crête à installer en (KWc)	Coût en (TND) clé en main	TR
Complexe Sidi El Barrak	53,46	128,625	12,817	16706,25	36 753 750,000	6,8 ans
Complexe Barbara	9,886	19,596	2,743	3089,375	7 414 500,000	
Complexe Nabhana	0,016	12,545	0,006	5	20 000,000	
Complexe Sejnane/joumine El Meleh	0,116	193,468	0,026	36,25	126 875,000	
Complexe Zayatine	6,659	14,354	1,208	2080,9375	5 410 437,500 TND	
Complexe El Moula et Elkebir	0,008	0	0,002	2,5	11 250,000 TND	
TOTAL	**127,645**	**804,894**	**31,311**	**39889,375**		

Source: *STUDI International, GKW*

➢ Valorisation des Boues de STEP de l'ONAS par la Transformation en Biogaz

La quantité d'eau actuelle traitée par l'ONAS est de 240 Millions m3, avec une perspective de doublement en 2050, pour atteindre 480 Millions de m3.

L'énergie consommée par l'ONAS est de 110 Gw/an, avec une facture énergétique de 20 Millions DT/an.

La solution d'« Elimination des boues d'épuration » constitue à la fois une opportunité écologique et d'économie énergétique, la valorisation des boues au niveau des 115 STEP de l'ONAS par la digestion anaérobie constitue ainsi un moyen de valorisation à ne pas rater.

Le biogaz produit est transformable en énergie électrique à travers des moteurs à gaz. L'électricité produite devrait permettre de couvrir 30% de la consommation globale de la STEP. Pour le reste, 50% de la consommation devraient être couverts par le PV, 10% devrait provenir de l'Efficacité Energétique, soit au total une autonomie de 90%.

Pour les stations dont la capacité de desserte dépasse les 100 000 habitants, l'opération valorisation du biogaz aura à être accompagnée par un complément de PV alors que pour les petites stations, la majeure partie de l'énergie, 70%, proviendra du biogaz et 30% des ER.

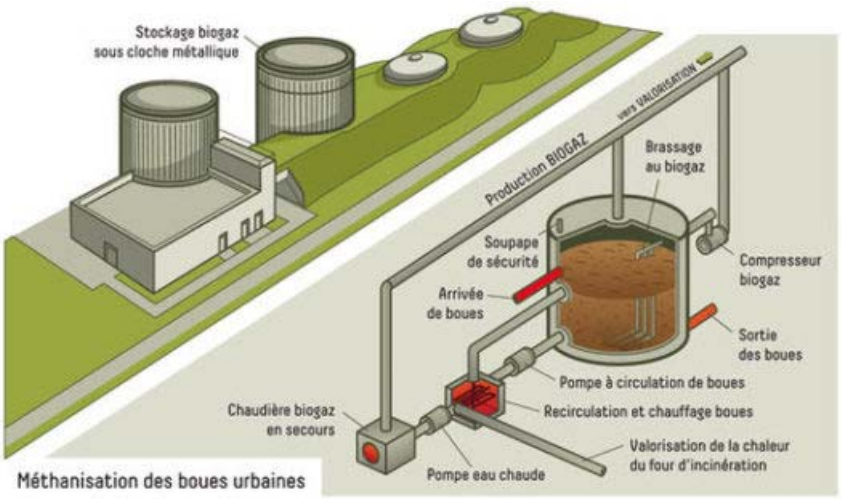


Figure 98 : Méthanisation des boues de STEP

Source *:STUDI International, GKW*

Le tableau ci-dessous présente les perspectives des ER au service de la REUSE et des RNC à l'horizon 2050.

Tableau 145 : Tableau énergétique alternatif des Ressources Non Conventionnelles-REUSE

	2020	2025	2030	2040	2050
Volume (Mm3/an)	21,9	120	103	155	175
Coût (TND)/m3 (*)	-	0,750	0,950	1,550	2,500
Efficacité Energétique	10%	10%	10%	10%	10%
Cogénération	3 stations	10 stations	12 stations	40 stations	60 stations
Economie d'énergie	30%	30%	30%	30%	30%
Photovoltaïque	-	30 stations	100 stations	200 stations	70 stations
Réduction d'énergie PV	-	50%	50%	50%	50%
Economie d'énergie	-	90%	90%	90%	90%

(*) : ces volumes ont été calculés d'après la liste des STEP BAMC à l'horizon 2050
- 3 stations en 2020
- 10 stations en 2025
- 12 stations en 2030
- 40 stations en 2040
- 60 stations en 2050 (en se basant sur une moyenne 8000 m3/j)

(**) : Evolution du coût du KWh de 5% par an.

Source: *STUDI International, GKW*

III.4.5.5 Du Nexus Eau-Energie à la Synergie Système Hydrique/Système Electrique

III.4.5.5.1 L'Obstacle « Stockage de l'Energie »

L'un des plus grands enjeux de l'efficacité énergétique concerne le stockage d'énergie en grand volume sur un temps moyen ou long.

En effet, stocker l'énergie, c'est offrir la possibilité de séparer les espaces/temps de la production et de la consommation.

Les hydrocarbures – pétrole et charbon principalement présentent l'avantage du stockage alors ue ce n'est pas le cas de l'énergie électrique.

L'essor des énergies renouvelables reste lié à cette problématique, aggravée par l'intermittence.

Toutefois il existe des techniques pour pallier cette contrainte, avec différents degrés de maturité :

- Les batteries, caractérisées par leur capacité d'adaptation, la technologie s'appliquant au stockage stationnaire et mobile plus particulièrement celui des véhicules, renvoyant à des questions d'autonomie en rapport avec l'évolution des technologies électrochimiques lithium ;
- L'hydrogène, une technique très prometteuse, toujours l'objet de recherche et de développement pour la faire maturer.

Au regard de la transition énergétique et de la lutte contre les émissions de CO2, il convient d'apprécier de manière spécifique les objectifs du stockage stationnaire et ceux du stockage dédié à la mobilité.

L'un des objectifs du stockage stationnaire est de permettre aux énergies renouvelables de déployer tout leur potentiel d'efficacité au service de la satisfaction des besoins électriques et énergétiques des particuliers, des entreprises, des territoires, des administrations et services publics.

Dans cette optique, il s'agit d'éviter de perdre de l'électricité produite quand la production est supérieure à la demande et, inversement, assurer la permanence de l'alimentation quand la demande est forte alors qu'une partie des équipements solaires ou éoliens ne produit pas.

Le stockage a ainsi pour objectifs de :

- Rationaliser l'utilisation des productions intermittentes ;
- Maitriser l'équilibre demande/production et ainsi de contribuer à la stabilité du réseau électrique ;
- Assurer une fiabilité forte aux moyens renouvelables qui fonctionnent hors réseau ;
- Permettre aux énergies renouvelables une place plus importante dans le mix électrique.

III.4.5.5.2 Créer un Cadre Réglementaire Adapté aux Spécificités du Stockage

Il n'existe aujourd'hui aucun cadre juridique tenant compte des missions d'utilité collective du stockage et adapté à ses spécificités. C'est indéniablement un frein à son développement.

De plus, le primat du principe de concurrence tend à entraver les logiques d'optimisation du système énergétique, logiques dont les opérations de stockage/déstockage sont partie intégrante. L'absence de cadre juridique conduit à traiter les opérations de stockage par assimilation à d'autres réalités. Ainsi, l'exploitant d'un système de stockage est considéré comme un consommateur au moment où il soutire de l'électricité pour la stocker, puis il est considéré comme un producteur au moment où il la réinjecte dans le réseau. Le résultat est qu'il doit s'acquitter deux fois des frais d'accès au réseau.

Une disposition devrait être intégrée qui prévoit que le tarif d'utilisation du réseau public de transport d'électricité sera réduit « pour les installations permettant le stockage de l'énergie en vue de sa restitution ultérieure au réseau, en fonction de l'efficacité énergétique de l'installation de stockage et sans excéder ».

Un cadre réglementaire s'avère également indispensable pour l'intégration des systèmes de stockage au sein des bâtiments (exemple des batteries). Actuellement, en effet, les professionnels n'ont pas de lignes directrices suffisamment précises en la matière.

Il est également nécessaire de ne pas appliquer à des réalités nouvelles des règlementations qui leur sont inadaptées. À titre d'exemple, installer une pompe de rechargement hydrogène implique le passage par un parcours d'autorisation identique à celui d'un site industriel classé à risque. Une réglementation spécifique s'avère ainsi indispensable. Dans le même esprit, les travaux de normalisation et de standardisation doivent être amplifiés et accélérés afin de favoriser l'émergence de solutions sécurisées aux plans technique, sanitaire et juridique.

III.4.5.5.3 Promotion de Projets de Pompage-Turbinage avec Reconstitution de Potentiel

D'ici 2050 les nouvelles énergies renouvelables participeront au moins à la moitié (50%) du mix électrique de la Tunisie. Le potentiel de pompage turbinage en Tunisie est estimé à 2.000 MW

La principale technologie est celle des Stations de transfert d'énergie par pompage (STEP). Ce système est lié à l'énergie hydraulique et donc aux barrages.

À la différence d'un barrage classique, le pompage-turbinage est basé sur l'exploitation de deux retenues d'eau à des hauteurs différentes : Lorsque la production électrique est abondante et peu chère et qu'elle est excédentaire au regard des besoins du réseau, elle est utilisée pour pomper l'eau du bassin inférieur vers le bassin supérieur. Celui-ci devient ainsi le lieu de stockage d'une énergie qui pourra être réutilisée par gravité quand le besoin s'en fera sentir. Dans ce cas, l'eau passe par une turbine qui produit l'électricité.

Cette technologie, beaucoup utilisée à travers le monde, permet de stocker de grande quantité d'énergie électrique par l'intermédiaire de l'énergie potentielle de l'eau.

Moyennant cette technique, les stations de transfert d'énergie par pompage (STEP) permettent d'éviter le gaspillage d'énergie pendant les heures creuses (nuit, week-end) et de pallier ainsi l'intermittence de la production électrique du secteur éolien et solaire qui ne peuvent pas fonctionner en permanence. Lors des pics de consommations, l'opérateur de référence (la STEG) peut ainsi mettre en fonctionnement très rapidement, en environ 6 minutes leurs les barrages à retenue d'eau pour pallier la forte demande.

Les STEP peuvent être activées sur de courtes durées (parfois quelques minutes), en tant que capacités électriques d'appoint. En consommant plus d'électricité qu'elles n'en produisent elles sont activées en dernier recours pour sécuriser le réseau électrique. Suivant la capacité des réservoirs et le type de machine, la phase de production peut durer de quelques heures à plusieurs jours. Comme pour toutes les centrales hydroélectriques classiques, les STEP sont d'autant plus puissantes que la chute d'eau entre les deux bassins est haute. On distingue les STEP ayant un potentiel d'utilisation :

- « Journalier » lorsque les réservoirs disposent d'une capacité de stockage équivalente à quelques heures de production,
- « Hebdomadaire » lorsque les réservoirs stockent un volume d'eau suffisant pour produire de l'électricité en continu durant plusieurs dizaines d'heures.

Lorsque la demande d'électricité est faible (et le prix de l'électricité peu élevé), la STEP pompe l'eau vers le bassin supérieur afin de stocker de l'énergie. Lorsque la demande d'électricité est forte (et le prix de l'électricité moins élevé), la STEP turbine l'eau, exploitant son énergie potentielle due au différentiel d'altitude entre les deux bassins. Elle restitue ainsi de l'électricité sur le réseau.

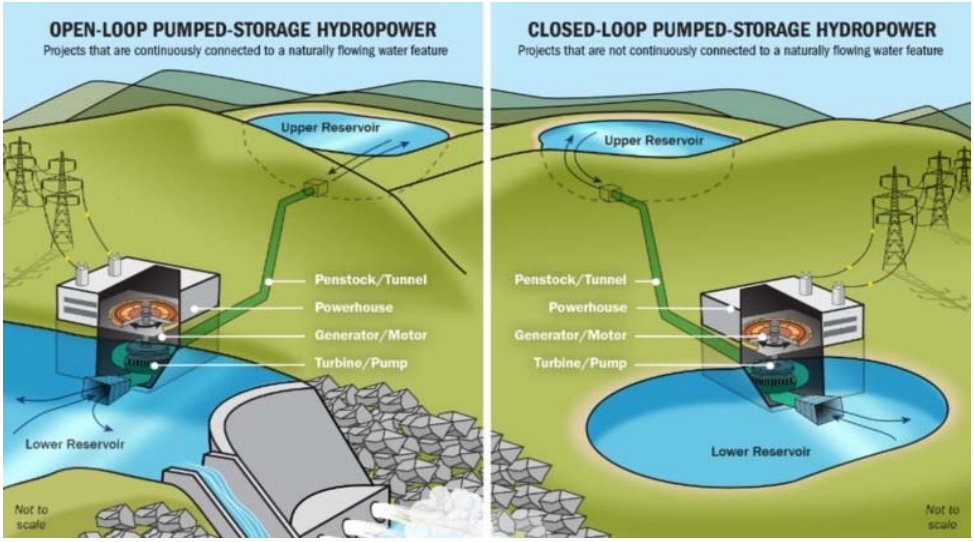


Figure 99 : Principe du Stockage par Pompage/Turbinage

Source *:STUDI International, GKW*

Les STEP sont, à l'heure actuelle, le meilleur système connu et le moins cher pour stocker le surplus d'électricité produit par les énergies intermittentes comme l'énergie éolienne ou l'énergie solaire et sont aussi la technique la plus mature de stockage stationnaire de l'énergie.

Equipées de turbines à pompe cela permet de gérer la fluctuation de la demande, avec pour conséquence une gestion de l'équilibre production-consommation déterminant pour la stabilité du réseau électrique et son exploitation en continu, tout en limitant les coûts de production lors des pics de consommation alors que les STEP à vitesse fixe permettent seulement la régulation électrique en mode production, sans possibilité d'ajuster la puissance absorbée lors du pompage. Le pompage n'est possible qu'avec une quantité fixe d'énergie.

Ainsi, si la quantité d'énergie disponible pour le stockage est faible, une STEP équipée d'une turbine-pompe à vitesse fixe ne pourra pas la stocker alors que les STEP à vitesse variable permettent de réguler le niveau d'énergie qu'elles consomment, et donc de réguler la puissance absorbée pendant le pompage, en étant ainsi capables de pomper de l'eau même si la quantité d'énergie disponible est faible.

Le rendement des cycles de pompage/turbinage s'en trouve fortement amélioré car le réservoir d'une STEP à vitesse variable peut être rempli en permanence. Cette souplesse permet de réduire les séquences d'arrêt et de redémarrage de la STEP, mais aussi d'améliorer la qualité de l'électricité injectée dans le réseau (maintien de la fréquence et de la tension).

De petites centrales à pompage-turbinage peuvent contribuer au stockage d'énergie et à une production flexible décentralisée afin d'intégrer les énergies intermittentes.

Il s'agit alors de noter qu'il n'y aura pas de développement en masse de l'éolien et du solaire sans solutions de stockage à grande échelle. Seule la technologie de pompage-turbinage (STEP) permet de répondre à ce défi de méga-stockage. Les STEP sont indispensables dans la perspective d'une économie tournant à forte part d'éolien et de solaire.

La Tunisie, au climat semi-aride, a un potentiel hydrographique faible et ne compte qu'une seule « rivière » pérenne, la Medjerda, l'énergie hydroélectrique y est exploitée par 4 barrages principaux (entre 4 et 36 MW), atteignant aujourd'hui, avec l'apport de barrages plus petits, une puissance installée de 62 MW. La centrale hydraulique de Sidi Salem, construite entre 1980 et 1984 avec une puissance installée brute de 34 MW, est la plus importante des réalisations.

Une étude de faisabilité d'une centrale de pompage turbinage (STEP de 400 à 500 MW) à Sidi El Barraq pour le stockage de l'énergie a été envisagée par la STEG. A l'horizon 2050, 8 sites sont envisageables pour un potentiel de 2.000 MW.



Figure 100 : Photo du Barrage Sidi El Barrak

Source *:STUDI International, GKW*

III.4.5.5.4 L'Hydrogène Vert

L'hydrogène peut devenir un vecteur de stockage selon le schéma suivant : l'électricité excédentaire est utilisée pour réaliser une électrolyse de l'eau (via un électrolyseur) ; elle est ainsi convertie en hydrogène H2 stockable sous forme gazeuse, liquide ou solide.

Quand le besoin se manifeste, cette énergie est ensuite restituée via, par exemple, une pile à combustible, qui reconvertit l'hydrogène et l'oxygène en électricité (et en eau) pendant les périodes de forte

consommation. Il est également possible d'utiliser l'hydrogène en l'injectant dans le réseau de gaz naturel. Ce dernier peut absorber une proportion d'hydrogène allant de 5 % à 15 % selon les différentes sources consultées.

Cela peut également passer par le méthane de synthèse, produit par la combinaison de l'hydrogène avec du CO2. Cette opération porte le nom de méthanisation.

Dans les deux cas de figure, gaz naturel et méthane, l'énergie électrique initiale n'est pas restituée sous forme d'électricité mais de gaz. On parle à son propos de « Power to Gas » ou de « Power to X ».

Le « Power to X » et en particulier l'hydrogène vert font l'objet de l'intérêt des acteurs du domaine en tant que levier potentiel de la transition énergétique mondiale. L'intérêt trouve son origine dans les nombreux avantages qu'offre la conversion de l'électricité d'origine renouvelable en hydrogène et ses dérivés pour faire avancer la transition énergétique.

L'Hydrogène n'est pas seulement une source d'énergie mais un « vecteur énergétique » qui peut être stocké, à grande échelle et sur le long terme. Les propriétés de l'hydrogène permettent différentes applications, selon le procédé de production :

- Dans un réseau de gaz naturel mélangé au méthane pour générer de la chaleur ;
- Dans un véhicule comme source d'énergie pour une motorisation électrique (l'électricité est produite par une pile à combustible intégrée dans le véhicule) ou thermique (combustion directe de l'hydrogène) ;
- Dans le réseau électrique, pour produire de l'électricité.
- Pour la production d'H2 par les EnR avec injection d'une partie dans le réseau national du gazoduc.

L'hydrogène peut aussi intervenir dans le domaine de la chimie et y valorisé pour ses propriétés chimiques :

L'hydrogène est utilisé comme matière première dans les secteurs du raffinage d'hydrocarbures, de la production d'engrais, et certains usages de la chimie ;

L'hydrogène mélangé au CO2 produit du méthane de synthèse, molécule identique au gaz naturel. Des carburants synthétiques dérivés peuvent également être produits à travers cette filière : Méthanol, Diesel, Kérosène. Le méthanol produit par captage de CO2 et de l'hydrogène est exportable.



Figure 101 : Applications de l'hydrogène vert

***Source** :STUDI International, GKW*

L'hydrogène peut ainsi être considéré comme un levier essentiel de la transition énergétique vers une économie décarbonée.

A l'horizon 2050 le développement maximal de la « filière hydrogène » aura un effet très positif que le système énergétique, l'environnement et l'économie dans son ensemble.

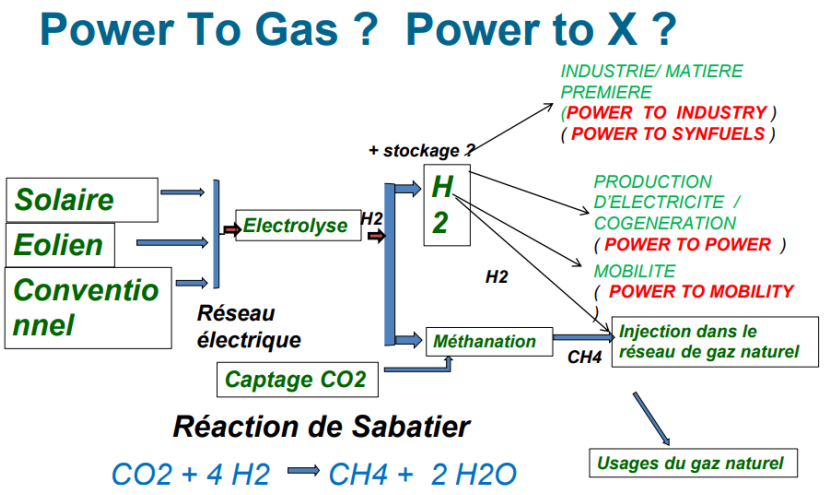


Figure 102 : Principe de l'hydrogène vert

Source *:STUDI International, GKW*

➢ Etapes du Développement de la Filière Hydrogène

❖ Etape 1 (Horizon 2025) : 10 % d'hydrogène décarboné/l'hydrogène industriel global

Pour le développement de l'industrie de l'hydrogène vert en Tunisie, il sera envisagé d'utiliser dans cette période l'hydrogène localement comme matière première dans l'industrie, en particulier pour la production de l'ammoniac vert dans l'industrie des engrais

Sur une installation de 120 MW solaires en consacrer production 12 MW à la production de 278 tonnes de H2 par an.

❖ Etape 2 (Horizon 2030) : Production de 20 % d'hydrogène décarboné

Il s'agit d'une étape d'hydrogène qui devrait être mise sous le signe de l'export de produits issus de l'hydrogène vert vers des pays à objectifs de décarbonation car pendant cette période les coûts des produits de l'hydrogène vert sont encore élevés, comparés aux produits conventionnels. Le développement de l'industrie de l'hydrogène vert reposerait sur des « projets pilotes » bénéficiant du soutien des pouvoirs publics et de financement bonifié.

Les objectifs quantitatifs seront en rapport avec un solaire de 440 MW pour une production de 3.048 tonnes d'H2 par an (utilisant 150 MW).

❖ Etape 3 (Horizon 2040) : Production de 30 % d'hydrogène décarboné

Avec cet Horizon apparaitront des conditions plus favorables, notamment la réduction des coûts des produits de l'hydrogène vert et la mise en place d'une réglementation environnementale permettant la promotion de projets de production économiquement viables. Il devrait en être de même pour les exportations de combustibles liquides synthétiques, tels que le kérosène, le diesel, l'essence dans le cas de l'adoption d'une réglementation environnementale encourageante dans les régions importatrices des dérivés de l'hydrogène vert comme l'Europe, ce qui présentera des opportunités pour la Tunisie pour mieux développer la filière.

L'utilisation locale de produits de l'hydrogène vert dans le secteur de l'électricité, comme vecteur pour le stockage de l'énergie et dans le transport comme carburant, pourrait soutenir l'expansion de l'industrie de l'hydrogène en Tunisie, les projets pilotes pour ces secteurs auront à être lancés à court ou moyen terme afin de tester les applications technologiques et les adapter au contexte Tunisien en vue d'optimiser leur plus grand déploiement à moyen et long terme.

❖ Etape 4 (Horizon 2050) : 40% de part d'hydrogène vert dans la production totale

Sur 3.900 MW solaires, 435 MW permettront une production de 10 440 tonnes de H2 par an.

Pour cette période et au-delà, la rentabilité concernant l'ammoniac, l'hydrogène et les carburants synthétiques verts destinés à l'exportation sera élevée et le développement des technologies et de l'industrie de l'hydrogène vert s'accélérer à l'international et localement.

III.4.5.5.5 Réduction de l'Evaporation des Eaux de Surface par des Centrales PV Flottantes

Il s'agit de favoriser la synergie entre la production hydroélectrique et le photovoltaïque flottant, afin que demain les barrages puissent se transformer en « Centrales Hydro-Solaires ».

La solution est inspirée d'un projet développé avec succès au Japon, la centrale solaire flottante de Kyocera au Sud-est de Tokyo, aboutissant à un parc solaire de 180.000 m², aménagé sur la surface de réservoir d'eau Yamakura, d'une puissance de 13,7 MWc.



Figure 103 : Centrale PV flottante au Japon

Source *:STUDI International, GKW*

L'utilisation des panneaux solaires flottants dans les barrages présente l'avantage de l'utilisation conjointe de l'infrastructure de la centrale hydroélectrique (stations et lignes de transmission) avec, par ailleurs, l'évitement des coûts d''expropriation.

L'objectif de ce genre de projet est l'optimisation des rendements des barrages dont la capacité des infrastructures est sous-exploitée, l'augmentation de l'efficacité et de la sécurité énergétique et la baisse des coûts de production.

La conséquence écologique, pour l'écosystème des barrages, se trouve au niveau de l'ombre résultants de l'installation des panneaux PV, avec plusieurs effets :

- Refroidissement de l'eau et effet modérateur du changement climatique ;
- Réduction de 50% de l'évaporation de l'eau, qui peut encore plus importante pour une surface d'eau plus prégnante que la profondeur ;
- Limitation de l'eutrophisation nocive pour la faune aquatique.



Figure 104 : Technologie PV flottante

Source *:STUDI International, GKW*

La Tunisie qui dispose de 40 barrages peut équiper leurs plans d'eau de plateformes flottantes avec ainsi le double-avantage de diminuer l'évaporation de l'eau et d'alimenter les agglomérations jouxtant les barrages en électricité produite par l'énergie photovoltaïque.

La SONEDE et la SECADENORD en particulier, avec un besoin pour une capacité photovoltaïque de 500 MWc, l'équivalent de 2 Millions de m² de panneaux PV, peuvent déployer ce genre de dispositifs sur les barrages de Oued El Meleh, Sidi El Barraq, Bouhertma, pour un coût de 1 milliard TND.



Figure 105 : Barrages Tunisie

Source *:STUDI International, GKW*

III.5 Opérationnalisation du Levier 5 des Politiques d'Aménagement du Territoire et du Développement Régional et Local (PAT-DRL)

L'élaboration de la stratégie Eau 2050 s'effectue dans un contexte marqué par l'absence d'une référence actualisée de la politique d'aménagement du territoire. Le dernier document, le SDATN, élaboré en 1997 mais approuvé une dizaine d'années plus tard, ne peut servir de référence pour le futur. L'élaboration de l'étude d'un nouveau schéma est annoncée par le Ministère de l'Equipement.

Pour cette raison, les développements qui suivent prennent en compte les évaluations du SDATN effectuées depuis son élaboration et s'inspirent des nouvelles orientations de la politique publique postérieures à la Révolution.

III.5.1 Introduction

Le système hydrique a une dimension territoriale forte, qui recoupe l'ensemble de ses composantes, en affectant leur contenu et leur fonctionnement, se traduisant par la diversité géographique des ressources et de la demande ainsi que des conditions de mobilisation, de transfert et de desserte.

L'AT-DRL, en tant que mode d'intervention de l'Etat dans le territoire, contribue, directement ou indirectement, à la modification de la configuration spatiale du système hydrique, en faisant du territoire un enjeu pour la politique hydrique et également comme un levier pour la réalisation de ses objectifs.

Depuis l'indépendance l'Etat tunisien a engagé des stratégies, des programmes et des projets qui ont eu des effets marquants sur le système hydrique, tant au niveau de la demande (création de nouveaux foyers de demande dans plusieurs régions sous forme de périmètres irrigués, d'espaces urbains, de zones d'activités industrielles et touristiques) qu'au niveau de la mobilisation des ressources (surtout par des barrages dans le Nord et des forages dans le Centre et le Sud), ou de l'allocation spatiale (par des schémas directeurs des ressources en eau pour le Nord, le Sud et le Centre et des transfert interrégionaux).

Dans la perspective de la Stratégie Eau 2050, de nouvelles orientations de la politique territoriale suscitées par la Révolution de 2011 et des changements annoncés ou attendus en matière d'organisation territoriale, la relation entre politique hydrique et politique d'AT-DRL est à redéfinir.

La stratégie Eau 2050 sera en synergie avec une PAT-DRL innovante dans sa vision du futur du territoire tunisien, ses options stratégiques, son programme d'action et sa démarche de mise en œuvre et de gouvernance. Une telle synergie permettra un meilleur accomplissement des composantes de la stratégie Eau 2050 tout en posant de nouveaux défis à l'aménagement du territoire et en ouvrant de nouvelles perspectives aux processus de développement régional et local.

Etant appelé à favoriser une réorganisation du territoire national de manière à améliorer son fonctionnement et le préparer pour l'accompagnement des politiques et stratégies de développement, l'aménagement du territoire sera mis en œuvre par les changements à introduire à ses cinq piliers, à savoir : le développement métropolitain, le développement régional et local, la connectivité et la vie de relation, le système d'infrastructure écologique, la gouvernance territoriale.

III.5.2 Problématisation et principes de base d'intervention

III.5.2.1 Problématisation

Le territoire tunisien souffre de déséquilibres et des dysfonctionnements de plusieurs ordres, qui affectent inégalement les régions, opposent régions dynamiques et régions en difficultés et se traduisent par des nuances et une variabilité de la problématique de l'eau.

➢ La discrimination spatiale

Il s'agit d'une discrimination entre, d'un côté, les régions du NE et du CE et, d'un autre côté, les autres régions, ainsi qu'entre milieu urbain et milieu rural, en matière de structure économique, d'opportunités de développement, d'accès aux facteurs et de conditions sociales, particulièrement dans les domaines suivants :

- ✓ Discrimination économique par le degré de compétitivité distinguant régions et milieux ;
- ✓ Discrimination socioculturelle par le degré de développement humain ;
- ✓ Discrimination socio-économique par les niveaux de revenu et l'emploi ;
- ✓ Vulnérabilité écologique généralisée mais territorialement différenciée.

➢ L'évolution démographique contrastée

Résultant essentiellement de la discrimination économique et en matière d'accès aux services et infrastructures de base, cela se traduit par :

- ✓ L'ampleur des courants migratoires et leur orientation vers les régions orientales et les grandes villes ;
- ✓ La tendance au dépeuplement des régions occidentales ;
- ✓ Les inégales densités de peuplement, aux dépens des régions de l'Ouest et du Sud du milieu rural où les faibles densités et le dépeuplement risquent de poser problème à la pérennité des services.

➢ Une transition urbaine inégalement accomplie

L'importance des villes est un fait majeur qui s'est affirmé comme le moteur du développement. Mais les insuffisances sont nombreuses :

- ✓ L'urbanisation est inégalement répartie entre régions (enregistrant un taux bas dans les régions du Nord-Ouest et du Centre-Ouest et un éloignement relatif des villes entre elles, surtout celles de taille moyenne et grande) ;
- ✓ Le processus de métropolisation est inégalement accompli ;
- ✓ Les lacunes hiérarchiques du système urbain persistent et freinent la transition métropolitaine

➢ Les systèmes de transport orientés vers Tunis et les pôles littoraux

Malgré la densification du réseau routier et le développement portuaire et aéroportuaire les insuffisances persistent :

- ✓ La prééminence de la fonction « drainage vers l'Est » assurée par le réseau ferroviaire et même le réseau routier ;
- ✓ L'impact insuffisant sur le développement régional, encore limité à la desserte des centres administratifs (surtout les chefs-lieux de gouvernorat), qui serait dû à la prédominance de la fonction de drainage exercée par les axes routiers majeurs dont l'évolution en corridors économiques (ou de développement) ne s'est pas effectuée.

➢ La résilience territoriale inégale résultat du blocage de la transition territoriale

La transition territoriale s'étant effectuée à un rythme inégal entre les régions, une forte disparité en matière de résilience territoriale est apparue.

- ✓ Les économies régionales du Nord-Est et du Centre-Est se sont distinguées par une relative résilience qui explique la résistance ou l'adaptation ou même la croissance de certaines activités soumises à des pressions émanant du marché mondial (le textile, les composants automobiles, les TIC, etc.). Celles de l'Ouest ont moins résisté.
- ✓ Les écosystèmes, partout caractérisés par une forte vulnérabilité, ont subi des pressions croissantes, particulièrement dans les villes et les zones rurales des régions dynamiques, alors que l'implication des agents à l'origine de ces pressions est encore insuffisante (notamment en matière de prise en charge des coûts).

➢ Des politiques d'aménagement et de développement hésitantes et parfois dépassées par l'évolution du réel

Les politiques et programmes d'AT-DRL engagés ont introduit des changements sensibles dans la configuration territoriale et les régions (promotion de centres administratifs, déconcentration, diffusion des équipements de base, lancement de pôles de développement, etc.), mais des insuffisances sont à aussi relever, dont :

- ✓ L'absence de vision à long terme, qui a pour résultat un changement trop rapide des options majeures de la politique d'AT (entre celles du SNAT de 1984 et celles du SDATN de 1998 par exemple) et parfois des incohérences spatiales entre les politiques sectorielles ;
- ✓ L'inadéquation des découpages territoriaux avec les exigences du développement, qui s'exprime par la taille souvent modeste du niveau régional (le gouvernorat) ne satisfaisant pas au critère des économies d'échelles.

III.5.2.2 Principes de base d'intervention de la PPAT (Politique Publique d'Aménagement du Territoire)

Le dilemme que l'AT est appelé à résoudre est, d'une part, l'exigence de mobilisation de volumes d'eau supplémentaires pour répondre aux besoins pressants de développement et, d'autre part, le fait que les ressources sont limitées, coûteuses à mobiliser et menacées.

L'origine du dilemme se trouve dans le défi d'assurer les deux missions de l'AT :

i. Procéder à la réorganisation d'ensemble du territoire et ce qui en découle en termes de changement la répartition de la demande de l'eau et ce qui en résulte comme nouveaux défis au système hydrique pour assurer une fourniture en adéquation avec la nouvelle répartition de la demande ;

ii. Veiller à l'équilibre du territoire et à la durabilité de ses composantes, dont la composante hydrique, aussi bien avec le renforcement pour répondre à la Demande qu'avec la réduction de la pression pour tenir compte de l'Offre.

La pertinence de la politique d'AT est conditionnée par l'établissement d'un compromis entre la mobilisation et la protection. Dans le cas tunisien, le compromis qui a prévalu a été en faveur de la première mission, avec l'orientation de la politique hydrique en priorité vers l'accroissement de l'offre et sa diffusion géographique. A l'avenir, un nouveau compromis est à établir pour assurer, à la fois, la correction des déséquilibres territoriaux hérités et la transition de l'ensemble du territoire vers la compétitivité.

III.5.2.2.1 Trois Principes Généraux d'Orientation pour la PPAT

a. Prise en compte des orientations de la nouvelle Constitution (centralité de la question du développement régional, discrimination positive, territorialisation en districts) ;

b. Valorisation des innovations méthodologiques en matière d'AT-DRL dans le monde (référence aux pôles de compétitivité, corridors de développement, régions fonctionnelles) ;

c. Changement de paradigme en matière d'AT-DRL, en mettant en avant les nouvelles conceptions en matière de rôle des villes, de connectivité, de répartition des activités, de découpage.

III.5.2.2.2 Attributs de la Nouvelle Vision du Territoire Horizon 2050

i. Compétitivité des territoires ;

ii. Equité dans l'accès aux équipements sociaux et aux chances de développement ;

iii. Durabilité de l'environnement ;

iv. Bonne gouvernance territoriale.

III.5.2.2.3 Objectifs Stratégie d'Aménagement du Territoire et de Développement Régional et Local

Les objectifs sont synthétisés de la manière suivante :

a. Objectifs Transversaux

- Efficacité économique,
- Equité socio-territoriale,
- Durabilité des écosystèmes, et
- Bonne gouvernance territoriale.

b. Objectifs Territoriaux

- Equilibre régional,
- Développement agro-rural, et
- Transition urbaine et métropolitaine.

III.5.3 Système Hydrique, Aménagement du Territoire (AT) et Développement Régional et Local (DRL)*

III.5.3.1 Faire du Système Hydrique un Levier de Restructuration Métropolitaine dans le Nord-Est et le Centre-Est

Engagées dans un processus de métropolisation, les deux régions du Nord-Est et du Centre-Est sont soumises à des contraintes de plus en plus fortes, nécessitant de revoir la place de la politique de l'eau dans leurs processus de développement.

L'espace Nord-Est a évolué vers une organisation en région métropolitaine mal structurée, où Tunis a un poids hégémonique, concentre les activités et la population, avec comme effet pervers la congestion, l'habitat spontané et l'étalement urbain, la banalisation des fonctions, la satellisation des espaces locaux du Cap Bon, du « Sahel de Bizerte » et des plaines du Tell Inférieur du Fahs et de Mjez El Bab, la marginalisation des zones montagneuses et le blocage des dynamiques de restructuration autour de Bizerte et de la conurbation de Nabeul-Hammamet et la sous-valorisation des potentialités.

Le Centre-Est, autrefois formé de deux régions distinctes, le Sahel et les Basses Steppes, a évolué vers un espace organisé, au nord, autour d'une conurbation métropolitaine formée d'une cinquantaine de villes, et au sud autour de Sfax, deuxième métropole du pays. Des signes de congestion commencent à s'y manifester et des restructurations spatiales sont à engager.

Appelé à contribuer à la solution de ces problèmes, l'aménagement du territoire devra relever les défis suivants : la reconversion fonctionnelle et le redéploiement des activités économiques, la restructuration urbaine, la gouvernance inclusive, etc. Des défis qui, une fois réussis, vont contribuer à la réorientation des flux migratoires vers les villes tout en réduisant l'appel à des populations d'autres régions.

III.5.3.2 Assurer une Eau de Qualité et en Rapport avec la Croissance Démographique

Ayant fondé leur développement économique et leur croissance démographique sur la mobilisation des ressources naturelles, économiques et humaines des régions intérieures ainsi que sur un rôle d'interface avec le monde extérieur, les régions du Nord-Est et du Centre-Est vont garder une primauté démographique, même si le rythme de croissance sera modéré par le ralentissement escompté des flux migratoires originaires des régions intérieures.

De 2014 à 2050, selon le scénario de « stabilisation » de l'INS, 1.756.131 habitants additionnels sont attendus pour ces 2 Grandes Régions. Selon la même hypothèse, la population totale projetée pour 2050 est de 8.522.942 habitants dont 6.985.260 en milieu urbains, alors que les effectifs ruraux auront tendance à diminuer.

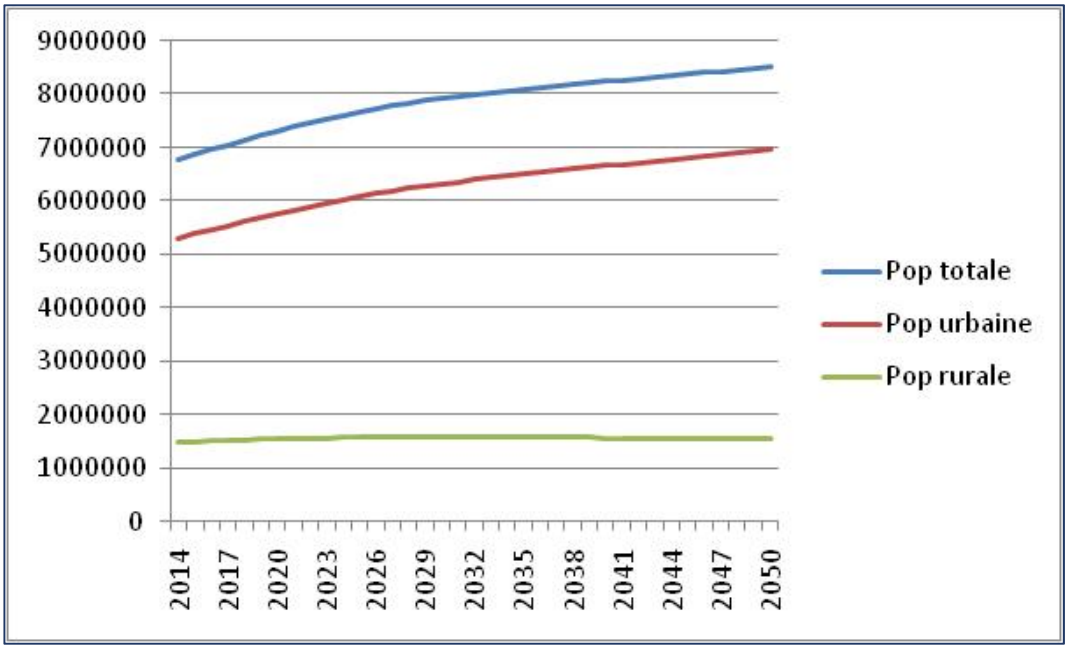


Figure 106 : Projections de la population par milieu dans les régions métropolitaines (Nord-Est et Centre-Est)

***Source** :STUDI International, GKW*

Sur la base de ces projections sociodémographiques pour le Nord-Est et le Centre-Est, la sécurisation de l'approvisionnement en eau pour ces Régions est nécessaire, sans que cela puisse compromettre celui des autres régions ni hypothéquer leur développement.

III.5.3.3 Promouvoir une Politique Hydrique d'Appui à la Reconversion Fonctionnelle des Espaces d'Activité

Parallèlement à la sécurisation ces régions doivent s'engager dans une nouvelle dynamique régie par la logique de métropolisation et reposant sur des systèmes intelligents, combinant des fonctions à contenu immatériel important, des ressources humaines hautement qualifiées, un cadre de vie de qualité et un environnement sain et durable.

De plus en plus intégrées dans l'économie mondiale, dépendantes d'intrants et de produits intermédiaires importés et de plus en plus soumises aux risques de la concentration et la congestion, l'économie des régions métropolitaines est appelée à évoluer pour devenir moins dépendantes des ressources naturelles, car de plus en plus convoitées et limitées, et appelées à redéployer les activités les moins compétitives.

➢ Stimuler la Productivité de l'Agriculture

L'agriculture irriguée intensive, basée sur un approvisionnement en eau à bon marché et une main d'œuvre sous rémunérée et orientée vers des produits de faible valeur marchande, ne pourra pas se maintenir. Une partie des périmètres irrigués devront procéder à des transformations techniques permettant de réduire les besoins en intrants matériels et d'améliorer la productivité du travail et la qualité des produits, ce qui les rendra en mesure de supporter le coût croissant de l'eau. Les autres périmètres devraient évoluer vers des usages moins exigeants en eau (par exemple, l'agriculture pluviale avec si possible une irrigation d'appoint). Certains pourraient être restitués à l'environnement naturel, le cas des parties les plus soumises aux risques d'inondations dans la BVM et des berges de nombreux lacs et lagunes qui parsèment les régions concernées dans le Nord-Est et le Sahel.

➢ Encourager le Redéploiement des Industries Agroalimentaires

Le NE et le CE consomment 90% de l'eau fournie aux industries et concentrent les industries alimentaires qui consomment beaucoup d'eau. La localisation de ces industries est ancienne et s'explique par la recherche de proximité des bassins de production de matières premières agricoles, ce qui n'est plus le cas d'un nombre croissant d'entreprises qui s'approvisionnent dans les nouveaux bassins de production des régions intérieures (les usines de conserves du Cap-Bon et les huileries de Sfax). L'aménagement du territoire facilitera le redéploiement et les délocalisations vers les autres régions.

➢ Orienter le Développement Touristique vers le Haut Standing capable de supporter le coût de l'eau

Les pôles touristiques du Nord-Est et du Centre-Est sont les plus anciens du pays. Ayant fondé leur développement sur le tourisme de masse, ils sont appelés à évoluer en standing. Leur fonctionnement ne doit plus reposer sur le coût des facteurs (dont l'eau). Ils doivent supporter l'augmentation du coût de l'eau résultant du recours obligé aux eaux non conventionnelles telles que les eaux de dessalement et les EUT. Les nouveaux projets touristiques doivent s'inscrire dans ce nouveau contexte.

Globalement, les usages hydrovores doivent céder la place à d'autres moins exigeants en eau tout en étant compétitifs.

III.5.3.4 Restructuration Spatiale et Urbaine pour l'Amélioration du Cadre de Vie

Il s'agit d'un axe majeur de l'aménagement du territoire qui contribue directement à la modification de la géographie de la demande en eau et indirectement à changer les conditions de l'offre.

➢ La restructuration spatiale et urbaine

L'établissement de nouveaux rapports entre pôles métropolitains (Tunis, dans le NE, Sousse-Monastir et Sfax, dans le Centre-Est) et leurs aires métropolisées (qu'elles soient urbaines ou rurales) implique la réorganisation de ces dernières en systèmes d'appui hiérarchisés (encadrés par Bizerte, Nabeul-Hammamet, dans le cas du Nord-Est), par un système décentralisé (comme la conurbation du Sahel) ou par un système de polarisation de l'arrière-pays intérieur (Zaghouan et Mjez El Bab, dans le Nord-Est, El Jem dans le Centre-Est, etc.).

Cette restructuration du NE et du CE en aires métropolitaines centrales et aires métropolitaines d'appui (formés de systèmes sous-régionaux d'appui aux métropoles) fera des villes les lieux principaux de la demande en eau en contrepartie du poids décroissant des périmètres irrigués. A l'horizon 2050, le Nord-Est et le Centre-Est compteraient environ 8.5 millions d'habitants dont 7 millions de citadins, soit 62% et 68% des totaux nationaux (selon le scénario de stabilisation des projections démographiques).

- **L'amélioration du cadre de vie**

La satisfaction de nouveaux besoins en qualité de vie et d'environnement (impliquant la maîtrise de l'urbanisation anarchique, l'aménagement de parcs et d'espaces verts, le nettoyage de la voirie, la réhabilitation des nombreuses zones humides, etc.) se répercutera par une demande environnementale de l'eau que le système hydrique sera obligé de prendre en compte en lui consacrant une partie des ressources. Deux changements majeurs de la demande en eau vont se produire : une diminution de la demande suite aux restructurations et au redéploiement et une meilleure aptitude à supporter les coûts croissants de l'eau.

Ceci devrait s'accompagner par le changement du tissu entrepreneurial et du contenu social des espaces concernés qui seraient en mesure de se prendre en charge et de supporter les coûts croissants de l'eau et même de contribuer à l'approvisionnement, notamment par l'offre d'alternatives (EUT et si nécessaire Dessalement).

III.5.4 Le Système Hydrique (SH) en tant que Levier de l'Aménagement du Territoire (AT) et du (Développement Régional et Local (DRL) des Régions de l'Ouest et le Sud

III.5.4.1 Le SH en Accompagnement de la Croissance Démographique

A l'inverse des régions métropolitaines et dans la perspective du Scénario Eau DD, les régions de l'Ouest et du Sud vont s'inscrire dans une dynamique de croissance qui aboutira à un changement démographique notoire. Les projections de la population à l'horizon 2050 débouchent sur une reprise démographique qui reposera essentiellement sur les dynamiques urbaines. De 2014 à 2050, une population additionnelle de 1.094.127 habitants viendra s'ajouter à celle recensée en 2014. Elle s'installera en milieu urbain.

Le monde rural sera moins répulsif, avec même un léger accroissement des effectifs. Mais ce changement et cette reprise de la croissance rurale iront en s'atténuant à partir des années trente et surtout à partir des années quarante. Les besoins en eau potable vont augmenter et les besoins en eau d'irrigation également, dont ainsi une pression sur les ressources. Des modifications dans l'allocation et la mobilisation des ressources sont à introduire. Elles seront parmi les facteurs clés de l'évolution.

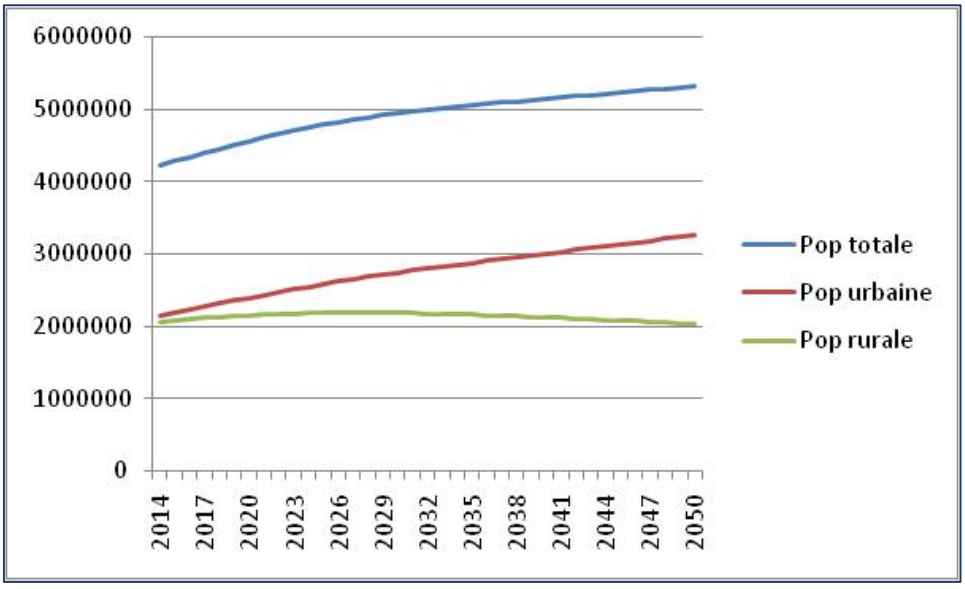


Figure 107 : Projections de la population par milieu dans les régions de l'Ouest et du Sud

Source *:STUDI International, GKW*

III.5.4.2 Le SH en tant que Levier du Développement Régional

Durant les décennies précédentes les périmètres irrigués ont constitué (avec l'urbanisation) l'axe de développement majeur dans ces régions. Des périmètres irrigués publics ont été aménagés (dans les différentes régions) ou modernisés (surtout dans les oasis et le Nord-Ouest). D'autres ont été créés par les populations locales en mobilisant l'eau des nappes phréatiques ou semi-profondes (dans les plaines de Sidi Bouzid, par exemple). Nombre de petites villes et de centres ruraux ont bénéficié des programmes d'encadrement administratif, d'équipements publics et de la politique de déconcentration pour devenir des pôles de développement (la majorité des chefs-lieux de gouvernorat). Dans toutes ces régions la mobilisation de l'eau s'est placée au cœur des dynamiques de développement et s'est imposée comme un déterminant majeur de l'aménagement du territoire.

Actuellement, la relance des dynamiques fondées sur la mobilisation des ressources pose problème, surtout que ces dernières sont trop sollicitées et que des alternatives véritables n'ont pu être engagées de manière soutenue.

L'aménagement du territoire est alors appelé à :

- **Contribuer à la consolidation des dynamiques locales par une fourniture raisonnée de l'eau,** accompagnée d'aménagements et de politiques de développement efficientes permettant une meilleure insertion dans les chaînes de valeur. Un meilleur accompagnement dans les segments amont et aval, réalisé par des mesures et programmes de formation, techniques et financiers et un effort de désenclavement, par la densification des réseaux de desserte et leur amélioration, permettront de limiter les contraintes qui affectent l'activité agricole et d'améliorer ses performances et la mettre ainsi en situation de pouvoir s'adapter à un contexte de raréfaction de l'eau.
- **Promouvoir des alternatives aux activités hydrovores**, comme les industries (notamment agroalimentaires ou employeuses de main d'œuvre), les services et le tourisme, l'économie numérique, etc. Le développement de cette dernière sera crucial pour le développement des territoires ruraux, y compris ceux en situation périphérique, la création d'emploi et l'amélioration du revenu des ménages.
- **Favoriser la mobilisation de ressources en eau supplémentaires**, car le recours aux eaux usées traitées (surtout près des villes) et au dessalement (surtout dans le sud, en s'appuyant sur l'utilisation de l'énergie solaire) ne pourra pas réduire la pression accrue sur les ressources.

III.5.4.3 Une Desserte en Eau d'Accompagnement de l'Accroissement Urbain et la Transition Métropolitaine de l'Ouest et du Sud

Dans les régions de l'Ouest et du Sud la dynamique urbaine engagée depuis les années soixante a été rendue possible par un approvisionnement adéquat en eau potable. Cette logique persistera dans les régions où le taux d'urbanisation est encore faible (Sidi Bouzid, Jendouba, etc.).

La question est différente pour les régions où l'urbanisation n'a pas abouti à l'émergence du niveau métropolitain. Les villes de Gabès, dans le Sud-Est, Kairouan, dans le Centre-Ouest, et la boucle de villes du Nord-Ouest, n'ont pas réalisé ce saut qualitatif.

A Gabès, où le problème hydrique est l'un des facteurs de blocage et une contrainte au développement de l'arrière-pays et où le renforcement des fonctions supérieures existantes (universitaires, transport aérien et/ou maritime à Gabès), l'accès à de nouvelles fonctions (industries, TIC, tourisme, commerce, services hospitaliers) et à de nouvelles infrastructures (transports rapides, TIC) resteront à l'ordre du jour, la solution du conflit pour l'eau entre la ville, l'industrie et l'agriculture se fera par la restitution des ressources aux utilisateurs locaux (surtout dans l'arrière-pays et pour les nouvelles cultures) et le recours au dessalement et à la REUSE seront un facteur décisif pour la transition métropolitaine[112].

[112] Parallèlement à l'arrêt de la pollution.

Pour Kairouan et la boucle des villes du Nord-Ouest, la réduction des transferts vers d'autres régions favorisera le développement de l'arrière-pays des villes, alors que le développement des infrastructures d'assainissement permettra de préserver la qualité des eaux tout en augmentant les disponibilités locales. Dans tous les cas, l'évolution attendue va engendrer une augmentation de la demande en eau et nécessitera des initiatives innovantes.

III.5.4.4 Intégrer la Desserte en Eau dans les Stratégies d'AT-DRL

En dehors des pôles de croissance que représentent les périmètres irrigués et les villes, les régions non métropolitaines, formées surtout d'espaces locaux d'agriculture pluviale et de zones naturelles peuplées par un habitat rural de type villageois ou dispersé, la disponibilité de l'eau est cruciale, à la fois pour le maintien de la population sur place (par la desserte en eau potable et l'accès à l'eau d'irrigation), pour la conservation des sols et la protection des ouvrages hydrauliques situés en aval (comme les barrages dont certains sont menacés d'envasement). **L'approvisionnement en eau doit s'inscrire dans des stratégies intégrées pour l'impulsion du développement local**

Actuellement, ce genre de démarches intégrées est considéré comme nécessaire et pertinent et se justifie par le constat des faibles résultats auxquels ont abouti les différents programmes et projets réalisés dans ces espaces depuis les années soixante-dix.

La révision de l'approche du développement concerne la gestion du domaine hydrique et les différentes formes de mobilisation des ressources en eau, dont la CES. En plus de la valorisation de l'eau verte par les cultures et l'alimentation de réservoirs de barrages et d'autres ouvrages de mobilisation par les eaux de ruissellement, ces espaces offrent en effet des ressources potentielles supplémentaires mobilisables par les ouvrages de CES. C'est vers cette conclusion qu'a abouti l'étude d'élaboration de la nouvelle stratégie de conservation des eaux et des sols en Tunisie, conduite par le groupement BRL-STUDI (2017), qui a conclu à la nécessité d'inscrire la CES dans des Projets d'Aménagement et de Développement Intégré des Territoires (PADIT).

III.5.4.5 Articuler entre Système Hydrique, Développement des Corridors et Amélioration de la Connectivité

En Tunisie, comme partout ailleurs, les infrastructures de transport constituent l'axe majeur de l'aménagement du territoire.

Depuis les années soixante l'effort public a été orienté vers la construction ou la modernisation des ports et aéroports et surtout vers le développement du réseau routier. Ce dernier s'est étoffé par la mise en place de réseaux régionaux (généralement selon un schéma radial à partir des chefs-lieux de gouvernorat) et par le lancement d'un vaste chantier de désenclavement des zones rurales portant sur la desserte routière et les services de transport rural. A partir des années quatre-vingt, la construction d'autoroutes est amorcée sur les axes les plus fréquentés desservant la capitale.

Tout en poursuivant les objectifs de structuration des espaces régionaux et de desserte du monde rural, la politique actuelle s'oriente dans deux directions majeures :

- La construction d'un réseau autoroutier de configuration radiale (qu'on pourrait qualifier de réseau d'intégration nationale) dont la fonction principale est de rapprocher les régions de la capitale, Tunis, tout en facilitant les liaisons avec les pays voisins. Amorcée par les premiers segments réalisés depuis Tunis, elle se poursuit par des projets en cours (liaisons Bousalem-Algérie et Gabès-Libye) ou programmés (l'autoroute Tunis-Gafsa et ses bretelles).

- La construction d'une série d'axes transversaux destinés à évoluer en corridors de développement[113] et constituer des corridors économiques attractifs aux investisseurs. Des corridors économiques transversaux Est-Ouest entre les ports maritimes et les pôles frontaliers sont engagés par le renforcement et la RN11 Tunis-Kairouan et la réhabilitation prochaine de l'axe ferroviaire Sousse-Kasserine. Des études sont annoncées pour la modernisation des liaisons routières Sfax-Sidi Bouzid-Kasserine, Gabès-Gafsa-Kasserine et Gabès-Tozeur-Hazoua[114]. Une fois complétés par deux autres à projeter (la rocade du Nord-Ouest et l'axe sub-frontalier Tabarka-Kasserine), ces différents axes devraient constituer l'infrastructure de base des corridors de développement.

L'AT pourra s'appuyer sur une ossature routière qui devra contribuer à une nouvelle configuration du territoire tunisien et une recomposition territoriale et régionale de l'Ouest et du Sud.

III.5.4.6 Accompagnement des Corridors de Développement par une Desserte en Eau Optimisée

La formation des corridors va entraîner une nouvelle géographie de la demande en eau.

Avec la formation des corridors les villes et régions de l'ouest et du sud seront mieux reliées aux centres métropolitains et aux pôles littoraux, ce qui aura pour effet d'attirer les opérateurs économiques, de diversifier les liens interrégionaux et de multiplier les possibilités d'intégration dans de nouvelles chaînes de valeur. Ceci sera d'autant possible que ces corridors auront pour effet de limiter la dépendance de Tunis que la configuration radiale du réseau autoroutier radial tend à renforcer.

Chaque corridor va ainsi entraîner l'émergence d'une succession de pôles de développement et de zones de dynamisme économique et démographique sous la forme de périmètres irrigués, zones d'activités, villes, agglomérations rurales, etc. Des pressions accrues seront exercées sur les ressources en eau locales.

Par ailleurs, une réflexion reste à engager sur la pertinence du modèle des corridors Est-Ouest. Sans des mesures et actions relatives aux facteurs économiques (dont les ressources en eau), l'émergence et la durabilité de dynamiques nouvelles sera hypothéquée.

III.5.4.7 Assurer l'Accès Social à l'Eau pour les Zones Rurales d'Arrière-pays des Corridors

Des mesures et programmes d'économie d'eau sont à prévoir, des apports supplémentaires sont à assurer et des alternatives moins exigeantes en eau que l'agriculture intensive sont à promouvoir (services, industries, agriculture pluviale). Une dynamique nouvelle sera lancée qui aidera à mieux supporter les risques et l'augmentation des coûts. Mais la vigilance sera de mise pour **éviter que cette dynamique n'arrive pas à ses limites et ne soit pas un facteur de déséquilibre économique, environnemental et social.** Un accompagnement technique et financier devra promouvoir les économies d'eau et, si nécessaire, les reconversions.

Dans les zones rurales et en dehors des futures zones de dynamisme, la densification du réseau de routes aura un impact sensible sur la desserte en eau. L'aménagement de nouvelles routes rurales va désenclaver les zones marginales et faciliter la mise en place de réseau de desserte en eau potable. Dans la même logique d'équité, la desserte devra être assurée à prix abordable.

III.5.4.8 Articuler le Système Hydrique à l'Aménagement et la Réhabilitation des Espaces Naturels

Le territoire tunisien est formé de systèmes écologiques interdépendants, dont l'équilibre et la durabilité dépendent de l'état et du contenu de chaque système, des processus de portée globale (comme le changement climatique) et des modifications, sollicitations et pressions exercées par l'action humaine (pressions d'autant plus fortes que le pays se caractérise par l'ancienneté du peuplement et les fortes densités humaines).

[113] D'autres axes transversaux sont prévus pour faciliter le desserrement des réseaux des régions métropolitaines.
[114] Il s'agit de les transformer en axes à double voie avec des rocades d'évitement des villes.

Sensée orienter l'intervention humaine et la politique publique relative à l'eau, la stratégie Eau 2050 est appelée à tenir compte de cette interdépendance, en procédant à une gestion prudente, tout en profitant des possibilités offertes par l'intégration et la complémentarité des actions engagées.

Les systèmes écologiques se caractérisent par une vulnérabilité associée à une extension géographique limitée qui nécessitent, du fait de la grande diversité des milieux, un capital de savoir et de savoir-faire particulièrement riche, un défi qui reste à relever.

Les zones humides comptent 250 entités relevant de 34 catégories différents (soit la majorité des catégories couvertes par la classification internationale Ramsar, qui en compte 42). Du fait de l'extension limitée du territoire et exception faite du Sud et de quelques secteurs de la Tunisie orientale, ces systèmes sont généralement de taille modeste, à l'image des tourbières de Dar Fatma (Kroumirie) et de Mejen Ech Chitane (Mogods) qui s'étendent respectivement sur 13 et 7 ha.

Les systèmes écologiques sont vulnérables sous l'effet de la géologie et du climat, une position de transition à partir de la zone aride et désertique, marquée par l'instabilité et l'insuffisance pluviométriques. Il s'agit également de la fragilité des sols, la prédominance d'une végétation pauvre, steppique et désertique, les risques d'inondations et la prédominance de ressources non renouvelables. Autant de caractères et de faiblesses impliquant, en matière d'aménagement et de développement territorial, des solutions et des démarches appropriées.

Au cours des trois dernières décennies l'Etat a posé les premiers jalons de la politique environnementale selon une vision intégrative et globalisante, qui considère les écosystèmes comme des composantes déterminantes et a pour objectif de mettre le peuplement et la localisation des activités humaines et des infrastructures en harmonie avec les objectifs d'équilibre et de durabilité.

Les principales actions ont porté sur le développement et la diffusion du savoir relatif à l'environnement, le traitement des impacts des activités humaines sur certains écosystèmes localisés, l'introduction de nouveaux modes de gestion des ressources, la mise en place du cadre législatif et des premiers outils de planification environnementale (comme la Stratégie et le plan d'action nationaux pour la biodiversité 2018-2030 ou les plans de gestion environnementale, etc.).

III.5.4.9 Synergie Eau 2050 / Politiques d'Aménagement / Réhabilitation des Espaces Naturels

Sur le long terme, la construction d'une vision environnementale nouvelle de l'AT et d'une démarche favorisant la durabilité aura à être en harmonie avec les orientations de la stratégie Eau 2050.

La vision environnementale de l'AT recherchée devrait partir du principe que tout espace naturel (qu'il soit de portée régionale ou locale) fait partie d'un territoire, approprié par une collectivité, et aménagé pour une vocation bien déterminée (environnementale, économique, sociale, etc.), et qu'ainsi toute intervention d'AT dans cet espace a pour obligation conforter la gestion des ressources de cet espace (dont la ressource hydrique). Par l'élaboration des documents et outils de planification spécifiques (comme les schémas, plans d'aménagement, plans de zonage, etc.), l'AT intervient au niveau amont comme un cadre de référence global pour toute intervention environnementale.

Ainsi, la sauvegarde et la réhabilitation des zones naturelles renforceront la bonne gestion des ressources en permettant de réduire les contraintes ou même d'améliorer les potentialités. A titre d'exemple, pour le cas des zones humides, l'allocation d'un volume d'eau aux dépens des usages anthropiques permettra la recharge des nappes sous-jacentes, l''augmentation du potentiel en eau local et l'amélioration la qualité de l'eau (surtout dans les secteurs affectés littoraux par la salinisation).

Il en est de même pour la sauvegarde des espaces forestiers et des zones de forte pente (montagnes et plateaux) où les aménagements (par les ouvrages de CES) permettront la sauvegarde tout autant que la mobilisation des ressources en eau disponibles et le peuplement.

Un nombre d'autres principes, objectifs et actions relevant de la stratégie Eau 2050 sont compatibles avec les orientations de la politique environnementale de durabilité, d'équilibre, de réhabilitation et revalorisation. Par la réalisation de ses objectifs spécifiques la stratégie Eau 2050 contribue à l'atteinte des objectifs de la politique environnementale.

III.5.4.10 Prise en compte par Eau 2050 de la Diversité des Milieux Naturels

Inclure dans la stratégie Eau 2050 une dimension territoriale permettra son adaptation aux contextes régionaux et locaux.

Des stratégies et des plans et schémas directeurs spatiaux sont à élaborer ou actualiser non seulement pour les ressources en eau mais également pour l'ensemble des composantes du milieu naturel.

Ainsi, concernant la politique d'eau à engager dans les régions et zones non métropolitaines (notamment le NO, le CO et les secteurs du Sud exposés à l'érosion et à la déperdition des eaux de ruissellement), des mesures incitatives et des ouvrages efficients seront mis en œuvre pour la protection des zones humides (sebkhas et lagunes littorales, sebkhas intérieures), la limitation des usages hydrovores, la recharge des nappes côtières surexploitées et salinisées, etc. D'autres options fourniront des ressources alternatives, tels que le dessalement, l'utilisation des eaux usées traitées (sachant que ces régions concentreront près des deux tiers de la population tunisienne et des rejets hydriques), etc.

Dans ces régions, non métropolitaines, en plus des actions localisées dans des secteurs de conflit industrie-agriculture (comme la plaine de Kasserine), il s'agira d'assurer une couverture quasi-générale du territoire par les réseaux d'assainissement (surtout dans les bassins-versants des barrages et autres ouvrages hydrauliques) et par les ouvrages de CES dont la programmation dans le cadre des PADIT sera effective. Il s'agira également de mobiliser les ressources alternatives, particulièrement les eaux de dessalement, dans le Sud, dont la production sera facilitée par l'énergie solaire, plus aisée à mobiliser que dans les autres régions.

III.5.4.11 Articulation Gouvernance Hydrique / Gouvernance Territoriale

Les orientations de la politique d'aménagement attendue vont dans le sens de la mise en place d'une nouvelle organisation territoriale du pays reposant sur la régionalisation et la décentralisation. L'objectif est de créer des niveaux d'administration territoriale adaptés aux espaces de déploiement des populations, des entreprises et acteurs sociaux (régions fonctionnelles, régions métropolitaines, territoires), sachant que ces unités spatiales constituent le cadre territorial de la politique d'aménagement ainsi que celles relatives aux ressources naturelles (comme la politique de l'eau).

Trois orientations d'aménagement vont s'affirmer :

i. **Une nouvelle régionalisation** portant sur la promotion de l'échelle des grandes régions, celle des districts, comme échelle de gouvernance (coordination, planification, mise en œuvre et gestion) et comme niveau de résilience. L'échelle locale est à affirmer, également. Quant à l'échelle « régionale », celle des gouvernorats, elle est à redéfinir et affiner.

ii. **Des démarches régionales** seront promues pour être des déclinaisons régionales de la stratégie nationale d'AT, chaque région étant à organiser en système territorial intégré, doté de ses propres pôles et ses axes structurants.

iii. Le **processus de décentralisation,** favorisé par les dynamiques en cours ou attendues sera renforcé, en précisant la mission de chaque instance, ses ressources humaines, ses finances.

Ces orientations marqueront également la gestion et la planification des systèmes hydriques ainsi que les outils.

III.5.4.12 Transformation des Organes de la Gouvernance

➢ La gouvernance de niveau territorial

Il s'agira d'une gouvernance du niveau du territoire qui diffère de la gouvernance par unité naturelle. Ce niveau de gouvernance territoriale a pour intérêt de prendre en compte, dans le même système hydrique territorial, des zones de vocation hydrique différente mais complémentaires (une zone de CES et une nappe souterraine dont l'alimentation est conditionnée par l'efficacité des ouvrages de CES). Dans d'autres cas affecte au même territoire des zones peuplées mais ne disposant pas de ressources suffisantes et des zones peu peuplées mais disposant de certaines ressources, l'intérêt étant d'instaurer des synergies de complémentarité.

Deux niveaux sont concernés : le niveau du **District** prévu par la Constitution et un niveau **local** à définir.

- **Les instances de la gouvernance décentralisée**

Pour les nouvelles entités spatiales des instances de gouvernance sont à créer, pour intervenir dans la gestion des territoires et de leurs ressources. L'institution de Districts devrait déboucher sur la création de Conseils Régionaux d'Aménagement du Territoire, auxquels pourraient s'adjoindre des Conseils Régionaux de l'Eau. Il en sera de même pour le niveau local, qui verra l'installation de Comités Locaux de l'eau en plus des Comité Locaux d'Aménagement du Territoire.

III.5.4.13 Réforme des Outils de Planification Hydrique au Niveau Territorial

III.5.4.13.1 Renforcer le référentiel de la politique de l'eau en étoffant l'arsenal de planification relatif aux différentes composantes du système hydrique

A l'exception de l'aménagement du territoire, qui dispose depuis les années quatre-vingt de schémas nationaux (SNAT puis SDATN), et des secteurs qui ont établi leur propre schéma ou stratégie, plusieurs composantes de développement d'importance majeure pour le domaine de l'eau sont appelées à préciser leurs orientations pour le futur, dont les « Périmètres Irrigués ». L'établissement d'une **Stratégie Nationale des Périmètres Irrigués** et d'un **Plan Directeur** auront un effet d'enrichissement sur le contenu de la Stratégie de l'Eau et celle de l'Aménagement du Territoire.

III.5.4.13.2 Affirmer la dimension territoriale de la planification hydrique en l'inscrivant dans la territorialisation générale

Les plans de l'eau doivent être en synergie avec les schémas d'aménagement du territoire en contribuant à leur élaboration et au choix des options en relation avec la gestion de l'eau.

Le Ministère en charge de l'Aménagement du Territoire a élaboré, depuis les années quatre-vingt, six schémas régionaux d'aménagement du territoire (SRAT). La création des Districts par la Constitution de 2014 a établi le cadre institutionnel de la démarche.

Dans le domaine de l'eau, les trois outils de planification régionale élaborés à partir des années quatre-vingt (PDE du Nord, PDE du Sud et PDE du Centre) devraient être remplacés par des **Plans Directeurs Régionaux des Eaux** (PDRE) en suivant la subdivision finale qui sera adoptée (en six ou sept, huit ou plus de Districts).

Des plans locaux sont à établir. Ils sont d'ailleurs prévus par le projet de nouveau Code des Eaux dont l'article 37 institue la planification des ressources en eau aux différentes échelles territoriales et mentionne l'élaboration de plans locaux, régionaux et nationaux.

III.5.5 Opérationnalisation de la Contribution du Levier « PAT-DRL » aux différents Objectifs Spécifiques d'Eau 2050

Les changements attendus ou à introduire dans la politique d'aménagement du territoire au cours des prochaines décennies auront des effets multiples sur la gestion du système hydrique, tout comme celle des autres ressources naturelles. L'accès à l'eau en quantité suffisante et durable et de bonne qualité en sera l'enjeu majeur.

Sur les 10 objectifs majeurs que la stratégie Eau 2050 s'est fixée, 7 sont visés en premier lieu par les cinq piliers de l'AT. Le développement qui suit les présente en indiquant les piliers concernés.

III.5.5.1 Contribution aux objectifs de l'Organisation et Développement des Territoires

III.5.5.1.1 Opérationnalisation de la Contribution du Pilier 1 de « Restructuration Métropolitaine »

Les actions à engager dans le cadre de ce pilier vont contribuer par :

i. La réduction du niveau général de la demande par les économies à réaliser suite aux reconversions agricoles et à la délocalisation des autres activités hydrovores, comme les industries agroalimentaires, ce qui aura pour effet de mieux supporter l'effet des années sèches ;

ii. L'augmentation du volume d'eau disponible par la mobilisation de l'important potentiel en REUSE (les régions métropolitaines concentreront en effet près de dix millions d'habitants en 2050 soit 72.1% de la population tunisienne, dont la grande majorité en milieu urbain) ;

iii. L'amélioration de la recharge des nappes surexploitées (Mateur, Oued Guéniche, Ras Jebel, Sijoumi, Mornag, Grombalia, El Houaria, Côte orientale du Cap Bon, Sahel Sud, Chaffar) à la faveur des travaux de restauration et de réhabilitation des nombreuses zones humides côtières ou intérieures (Garaat Ichkeul, Lac de Bizerte, Lagune de Ghar El Melh, Sebkhas de Tunis, Lagunes et Sebkhas du Cap Bon, Lagunes et Sebkhas du Sahel, etc.)[115] ;

iv. La protection des installations humaines et des zones agricoles des risques d'inondation, par la mise en œuvre de mesures et actions de freinage de l'étalement urbain et de lutte contre l'urbanisation anarchique dans le domaine public hydraulique des villes et les zones à risque d'inondation (surtout dans la Basse Vallée de la Medjerda, les plaines basses, etc.).

III.5.5.1.2 Opérationnalisation de la Contribution du Pilier 2 de « Transformation territoriale et développement régional et local des régions de l'Ouest et du Sud »

En plus des résultats attendus de la mobilisation des eaux usées traitées et des mesures de lutte contre l'urbanisation du domaine public hydraulique, deux contributions majeures sont attendues :

a. L'amélioration de la recharge des nappes surexploitées, surtout dans le Centre-Ouest (Nadhour-Sisseb, Kairouan, Sidi Bouzid, Kasserine-Foussana, Gafsa-Nord, Gabès, etc.) et principalement par la REUSE (près des grandes villes) ou les transferts à effectuer depuis le NO pendant les années de pluviosité extrême.

b. L'un des effets attendus des actions et projets d'aménagement et de développement local est de favoriser la stabilisation du peuplement pendant les années difficiles. L'inscription de la CES dans le cadre d'une démarche de plans locaux d'aménagement (ou les PADIT, préconisés par la stratégie de CES de 2017) permettra d'améliorer son efficacité et offrirait des aliments alternatifs au bétail en années de sécheresse tout en contribuant à la recharge des nappes et la valorisation de l'eau verte par les cultures[116].

III.5.5.1.3 Opérationnalisation de la Contribution du Pilier 3 de « Mise en place des Corridors et d'amélioration de la Connectivité »

La contribution de ce pilier à la gestion des extrêmes sera essentiellement à l'actif des programmes de désenclavement rural qui favorisera :

i. La sécurisation des déplacements dans le monde rural pendant les crues ;

ii. La sécurisation de l'approvisionnement en eau potable des populations dispersées (surtout au moyen des campagnes de lutte contre la soif, menées dans les régions du Sud et du Centre) ;

[115] Sur les 26 nappes rechargées actuellement, 15 sont dans les régions littorales.
[116] La nouvelle stratégie de CES élaborée en 2017, préconise l'insertion de la CES dans les PADIT (Plans d'Aménagement et de Développement Intégré des Territoires). L'aménagement et le développement intégré des territoires ne doit pas comporter uniquement la CES, mais également d'autres actions de développement économique et social. Ceci permettra de soutenir l'amélioration de l'agriculture pluviale, intégrer l'adaptation au changement climatique, cibler les zones d'intervention en termes de sensibilité et effectuer des ajustements techniques.

iii. L'amélioration de l'accès au marché et aux services d'encadrement et d'appui publics, ce qui favorise la résilience des territoires ruraux.

A noter, par ailleurs, que la mise en place de corridors de développement dans les régions de l'Ouest et du Sud devrait se traduire par une augmentation des densités de population dans ces corridors et les territoires proches, là où la desserte par le réseau et la sécurisation de l'approvisionnement en eau auront à être assurées.

III.5.5.1.4 Opérationnalisation de la Contribution du Pilier 4 d'« Aménagement et Réhabilitation des Espaces Naturels »

En s'inscrivant dans des démarches de planification intégrées (tels que les PADIT), les composantes du Pilier (CES, protection et réhabilitation des zones humides, assainissement des eaux usées, gestion des décharges, sauvegarde de la biodiversité, etc.) auront des effets directs et indirects en matière de gestion des extrêmes, particulièrement par :

a. La possibilité de mobilisation des nappes phréatiques des zones humides ;

b. Les alternatives de recharge des nappes qu'offrent les EUT dans les régions de concentration de population ;

c. La sécurisation de l'alimentation du bétail par le recours, en période difficile, aux fourrages alternatifs que forment les plantes cultivées dans les ouvrages de CES.

III.5.5.1.5 Opérationnalisation de la Contribution du Pilier 5 de « Gouvernance Hydrique Adaptée à la Gouvernance Territoriale »

Trois contributions sont possibles :

i. Généralisation de la desserte en eau dans le contexte de la Communalisation intégrale (les communes auraient un rôle dans le financement)

ii. Meilleure réactivité des territoires face aux extrêmes par le raccourcissement des circuits de prise de décision que permet la création des districts et la décentralisation ;

iii. Possibiité d'organisation des transferts à l'échelle des districts et régions.

III.5.5.2 Contribution à la Mitigation des Effets du Dérèglement Climatique- MEDC (D3)

La lutte contre les changements climatiques revêt plusieurs dimensions économique, sociale, culturelle et technique et s'effectue dans tous les espaces et territoires où des solutions appropriées sont à mettre en œuvre. C'est pour cette raison que l'AT tunisien et la politique de développement régional et local sont appelés à y contribuer substantiellement. A travers l'apport de solutions appropriées aux problématiques d'aménagement des différents types de territoire cela contribue à créer les conditions spatiales nécessaires à l'atténuation des effets des changements climatiques, à s'y adapter et à renforcer leur capacité de résilience.

La sauvegarde et la valorisation du patrimoine technique traditionnel et l'introduction de solutions innovantes seront plus faciles dans le nouveau contexte territorial recherché.

III.5.5.2.1 Réduction des émissions de gaz à effet de serre

La lutte contre l'étalement urbain et, en conséquence, la diminution des déplacements, le développement de moyens de transports peu consommateurs d'énergie (RFR et autres types collectifs) et la diminution des activités énergivores (par les reconversions), vont réduire la consommation d'énergie et les rejets de gaz, ce qui appuiera la contribution tunisienne à l'atténuation des effets du changement du climatique à l'échelle globale.

III.5.5.2.2 Amélioration de la recharge des nappes côtières et réduction de leur salinité par les programmes de mobilisation des EUT

Il s'agit d'une autre forme d'atténuation en réponse à la salinisation des eaux des nappes phréatiques littorales, affectées par le relèvement du niveau de la mer résultant du réchauffement attendu du climat. Cette contribution sera sensible dans les secteurs côtiers, surtout dans la région de Tunis, le Cap-Bon et le Sahel méridional.

III.5.5.2.3 Réduction de la demande en eau (contribution la plus importante)

Les options préconisées pour les villes et les espaces ruraux (densification, offre d'habitat décent, reconversions fonctionnelles, etc.) seront mises en œuvre par des solutions et mesures appropriées (prix, habitat collectif, reconversion des périmètres irrigués les moins performants vers des activités économes en eau, etc.) ce qui aura comme résultat une adaptation aux effets du changement climatique.

III.5.5.3 Contribution à la Satisfaction Raisonnée de la Demande en Eau d'Irrigation- SRDEI (D5)

La création de périmètres irrigués représente la principale intervention de l'aménagement du territoire en milieu rural, particulièrement dans les régions de l'ouest et du sud. Pour les populations locales, elle restera un axe privilégié. Néanmoins et même si la création de nouveaux périmètres sera modérée, la satisfaction raisonnée de la demande sera impérative.

Les mesures et projets d'AT et de DRL vont créer les conditions spatiales pour rendre possible la satisfaction raisonnée de la demande d'eau d'irrigation que ce soit en permettant aux irrigants de supporter le coût croissant de l'eau ou de s'adapter en procédant aux reconversions.

III.5.5.4 Contribution à la « Sauvegarde des Ecosystèmes » (SES)

En érigeant les zones naturelles existant dans les différentes régions du pays en « Zones de sauvegarde » et en inscrivant les actions de conservation (comme la CES ou la restauration des zones humides) et les actions de valorisation dans le cadre de démarches intégrées, l'aménagement et le développement des territoires aura un rôle efficient dans la sauvegarde des écosystèmes et par conséquent dans la réduction des déséquilibres qui risquent d'affecter le système hydrique. Y contribuent également la prise en compte des autres possibilités offertes par l'aménagement des zones naturelles (recharge des nappes, diversification des sources de revenu, etc.) et l'adhésion suscitée des populations locales aux projets de sauvegarde participatifs.

III.5.5.5 Contribution au « Développement Inclusif et Durable des Territoires- DIDT »

Deux visions sont possibles.

- Une vision centrée sur les effets directs et les effets indirects : les aménagements seront favorables au DIDT dans les régions « prioritaires » (NO, CO, Sud) et localement aux territoires ruraux et quartiers urbains pauvres.

  Ainsi, l'aménagement de nouveaux PPI dans la région de Sidi Bouzid ou les projets de sauvegarde des oasis ou de CES dans les secteurs collinaires vont créer de l'emploi, améliorer le revenu des ménages, …

- Une vision centrée sur les effets induits dans les régions métropolitaines (concernées par la diminution des ressources en eau, les reconversions et les délocalisations).

  Les effets induits s'expriment par les changements du climat d'investissement, des mentalités qui peuvent être des facteurs de développement en incitant les acteurs locaux à prendre des initiatives, surtout quand ils sont boostés par les opérateurs publics et les partenaires du développement.

Dans ce dernier cas, Eau 2050 et ses composantes ne sont pas à considérer uniquement comme une source de contraintes, mais également comme une source d'opportunités. Le défi à relever est de pouvoir saisir ces opportunités.

Par exemple, l'augmentation du coût de l'eau et la diminution des disponibilités peuvent pousser à des reconversions vers des activités plus rentables, créatrices d'emploi et contribuant à la sauvegarde de l'environnement.

Il suffit de s'orienter/ trouver des filières (nouvelles) pour les produits actuels ou ceux résultant des reconversions (comme les produits de l'agriculture pluviale…).

L'agriculture pluviale pourra être rentable en suivant la démarche « produits de terroir » (démarche « Un village, un produit » préconisée par la coopération japonaise, ou en trouvant de nouvelles utilisations et des débouchés nouveaux pour les produits locaux, d'où l'importance de l'effort de prospection et de créativité qui doit accompagner la reconversion (huiles essentielles, culture d'avocat, circuit court, agro-tourisme…).

Tout cela est conditionné par d'autres contributions de l'AT. L'AT doit accompagner, appuyer, susciter les dynamiques nouvelles.

III.5.5.6 Contribution à la « Gouvernance Participative, le Pilotage Rationalisé et l'Innovation (G2PRI) »

L'objectif stratégique de G2PRI implique la participation effective, dans tout processus de gouvernance (dont celui de la gouvernance de l'eau), de l'ensemble des acteurs des régions et territoires par le biais de leurs institutions et structures représentatives. La réalisation de cet objectif exige des conditions spatiales telles que l'affirmation d'entités territoriales structurées et la prise de conscience par les populations de leur appartenance à leur territoire.

La contribution de l'ATDRL est de créer et/ou consolider les conditions spatiales en question à savoir la reconnaissance du territoire comme un fait réel ou en projet dont la structuration spatiale, l'équipement et la dynamisation seront effectués par la mise œuvre d'un ensemble de projets ou programmes d'aménagement ou de développement.

III.5.5.7 Synthèse des effets des projets d'aménagement du territoire sur le système hydrique

La contribution des projets d'aménagement du territoire et de développement local peut être synthétisée par deux types d'effets : des effets directs et des effets indirects.

III.5.5.7.1 Les effets directs

Il s'agit des changements introduits dans les caractéristiques du système hydrique par la simple mise en œuvre des projets d'aménagement du territoire (ils apparaissent immédiatement après).

- **Effets sur la Demande**
  - Augmentation de la demande par installation de nouvelles activités (PPI) ;
  - Augmentation de la demande par relocalisation d'activités ayant quitté d'autres territoires ;
  - Augmentation de la demande avec l'extension la desserte des zones rurales ;
  - Diminution de la demande par reconversion rurale vers une activité sobre en eau bleue ;
  - Diminution de la demande par délocalisation d'activités hydrovores (usines agro-alimentaires) ;
  - Recours des ménages à l'économie d'eau.

➢ **Effets sur l'Offre**

- ✓ Augmentation de l'offre par la mobilisation de nouvelles ressources (EUT, Dessalement, Recharge des nappes par la CES, érection de périmètres de recharge, l'alimentation des zones humides…) ;
- ✓ Amélioration de la qualité de l'eau potable par le dessalement (rendu moins contraignant dans les espaces dynamiques où les consommateurs sont en mesure se supporter des coûts supérieurs comme dans les aires métropolitaines).
- ✓ Amélioration de la qualité de l'eau d'irrigation par recharge artificielle
- ✓ Extension des réseaux d'eau potable ;
- ✓ Amélioration de la gouvernance de l'eau.

➢ **Effets relatifs à la Gouvernance**

- ❖ Création d'instances de niveau régional et local avec la mise en place des districts et la décentralisation
- ❖ Promotion de la coopération entre territoires pour la gestion de l'eau (pour le transfert et le recyclage des eaux usées, pour la localisation des décharges et la réduction de la pollution des eaux...).

➢ **Effets concernant l'environnement**

- ✓ Protection et revalorisation des zones naturelles (zones humides, zones forestières, etc.).

III.5.5.7.2 Les Effets Indirects : d'Amélioration des Performances du Système Hydrique

Il s'agit des changements introduits dans les caractéristiques du système hydrique par la réalisation des effets directs (extension des réseaux avec l'appui des institutions locales) et par le changement du climat général de la gestion de l'eau (diminution de la consommation suite aux campagnes menées par les institutions locales en faveur de l'économie d'eau).

- ➢ Meilleures conditions de réalisation des infrastructures hydriques par le développement des réseaux de transport et le désenclavement des zones rurales ;
- ➢ Diminution du coût de la desserte par la densification urbaine et la promotion de l'habitat collectif ;
- ➢ Amélioration de la gestion des réseaux, de leur entretien et du fonctionnement du système par la densification urbaine et la promotion de l'habitat collectif.
- ➢ **Emergence de nouveaux facteurs dans le développement et la gestion du système hydrique**
- ➢ Amélioration des capacités des usagers à supporter l'évolution du coût de l'eau suite à l'amélioration des revenus des ménages dans les zones concernées par la mise en œuvre des projets de développement local et régional ;
- ➢ Implication des villes et des métropoles dans les investissements hydriques (dans les régions concernées) ;
- ➢ Développement dans les régions d'un climat des affaires favorable aux reconversions et aux innovations technologiques appropriées pour le développement du système hydrique.

III.6 Opérationnalisation du Levier 6 d'Objectivation du Décisionnel et de la Régulation par l'Economique de l'Eau (ODR2E)

III.6.1 Conceptualisation introductive

Le paradigme qui prévaut actuellement pour maitriser le Système Hydraulique de Tunisie est constitué d'un ensemble de savoirs, important certes, mais qui reste insuffisant pour cadrer l'implémentation de la Stratégie Eau 2050 avec de nouveaux objectifs pour relever de très grands défis. Car, il y a lieu de noter l'absence de savoirs théoriques harmonisés, permettant d'assurer l'accompagnement rationnel recherché. En effet, le paradigme productiviste agricole qui a prévalu s'oriente vers sa fin de son cycle. Sa mise en difficulté est due essentiellement à son incapacité à gérer la question environnementale.

Aussi la mise en œuvre de la Stratégie Eau 2050 aura-t-elle à s'appuyer sur une démarche combinant savoirs techniques et institutionnels et exploitant en continu les données générées par les divers systèmes de suivi-évaluation du système hydrique.

Dans cette perspective, la rationalisation économique de la stratégie est à interpréter comme une posture méthodologique visant l'objectivation des choix publics alternatifs par l'analyse économique. Cela ne vise pas la concrétisation du primat économique, car ce serait en contradiction avec l'essence même du scénario de développement durable qui fonde la Vision Eu 2050 retenue. Il s'agit juste de la prise en compte concomitante des dimensions sociales, écologiques, institutionnelles et donc politiques des réalités objet de la stratégie. L'éclairage économique permettra alors d'établir des équivalences en termes de coûts et d'avantages entre divers choix stratégiques, pouvant favoriser l'une ou l'autre de ces dimensions.

Les données à utiliser dans ces mises en rapport avec les diverses dimensions de développement sont à déduire de la connaissance de terrain. Les savoirs des sciences sociales sont appelés dans ce cas à relativiser ceux des génies civil et rural. Il s'agit ainsi d'un nouveau paradigme qui demeurera en cours de construction tout le long de la mise en œuvre de la Stratégie Eau 2050. La recherche restera à mobiliser pour développer davantage et compléter les savoirs nécessaires.

Dans le cadre de l'Opérationnalisation de la Vision en tant que transition vers l'élaboration de la Stratégie, il s'agit d'illustrer, ci-après, la rationalisation par l'économique de la Stratégie par le biais des trois prédispositions suivantes :

i. Faire face à la complexité de l'arbitrage entre deux objectifs distincts, voire contradictoires, tel que d'un côté la recherche de l'efficacité économique maximale et, d'un côté, la prise en compte des exigences de l'équité, car, lors des décisions d'allocation des ressources, le décideur aura souvent à arbitrer entre ces deux objectifs ;

ii. Vu que l'homologation des prix des produits agricoles et des intrants utilisés constitue l'un des instruments les plus utilisés par les pouvoirs publics pour orienter l'activité agricole, il s'agira de montrer, à travers des exemples concrets, l'intérêt de l'éclairage économique pour assurer un meilleur arbitrage du soutien public entre activités agricoles, entre exploitations et entre acteurs économiques ;

iii. Enfin, appliquer la rationalisation aux divers choix visant un même objectif, celui de la sécurité alimentaire.

III.6.2 Les Outils de la Rationalisation Décisionnelle

III.6.2.1 L'Arbitrage entre Efficacité Economique et Equité Sociale dans l'Allocation des Ressources Hydriques

Dans le cadre de l'opérationnalisation de la Vision fondée sur le scénario dit de développement durable, on considère que la régulation des ressources hydriques devra viser une croissance soutenue et inclusive, prenant en compte les exigences des écosystèmes.

La réalisation d'une telle croissance requiert, entre autres, l'amélioration de l'efficacité allocative de la distribution de l'eau, dans l'objectif de fournir l'eau en priorité à l'usager qui en assure la meilleure valorisation. L'action publique visant cette amélioration est ainsi appelée à rompre avec les instruments de gestion de cette ressource qui n'auraient visé, jusque-là, que l'amélioration de l'efficacité technique, celle de la réduction des pertes par les techniques d'économie d'eau, considérant ainsi les demandes d'eau comme une donnée « exogène ».

En outre, la recherche de la « croissance » devrait, selon la logique de la Vision Eau 2050, rester compatible avec les exigences de l'« équité », le gestionnaire de la ressource ayant ainsi à arbitrer entre ces deux objectifs. L'estimation du prix économique capable d'assurer l'équité peut alors aider le gestionnaire à identifier le choix optimal. Les coûts dans ce cas pourraient être approchés par les deux versions « primale » et « duale » d'un modèle de programmation mathématique.

III.6.2.2 Rappel de la méthode l'optimisation proposée

III.6.2.2.1 La méthodologique

L'exercice de modélisation à conduire cherche à prendre en compte deux principales exigences, la première de nature économique relative à l'efficacité, et la seconde intégrera les préoccupations politiques d'équité régionale et d'emploi.

L'efficacité économique est à déterminer par un « modèle d'optimisation sous contraintes », traduisant le primat économique, permettant d'aboutir à l'allocation optimale des ressources disponibles en eau, travail et terre, affectées à des activités bien déterminées et spatialement définies.

Le modèle permet, dans sa version « primale », de fournir, d'une part, l'assortiment des activités garantissant le maximum de valeurs ajoutées pouvant être réalisé avec les dotations en ressources prises en compte et, d'autre part, la résolution du modèle dégage une estimation des coûts d'opportunité (prix économiques) des ressources.

Toutes les activités figurant dans la solution optimale sont en mesure de valoriser les ressources à ces prix économiques. En revanche, celles qui ne dégagent pas des valeurs ajoutées suffisantes pour assurer de telles rémunérations se trouveraient hors base, exclues de l'usage des ressources. L'élimination de ces activités « hors base » tout en étant économiquement justifiées, peut ne pas l'être au regard de l'objectif de l'équité. Pour faciliter l'accès de ces activités à la solution optimale il s'agit de leur « sous-facturer » les ressources afin qu'elles puissent y accéder à des « prix inférieurs à leurs coûts d'opportunités ».

La prise en compte de ce genre d'exigence à caractère sociopolitique mais pouvant peser sur l'accès des activités économiques aux ressources considérées, sera conduite par le biais de la version « duale » du modèle de programmation. Une version duale qui intègre les modifications de coûts d'opportunité des ressources tels qu'estimés par la version primale du modèle. La reconfiguration de ces coûts traduit ainsi les préoccupations sociopolitiques.

Des coefficients multiplicateurs des coûts d'opportunités sont à élaborer pour assurer de telles réductions. Les rapports entre croit démographique dans la zone considérée et le taux moyen de croissance de la population nationale ainsi qu'entre l chômage observé dans la zone et celui enregistré à l'échelle nationale peuvent être utilisés pour pratiquer ces réductions.

- **Séquençage de la mise en œuvre de la méthodologie**

Dans sa version primale, la modélisation à entreprendre devra, dans une première étape et à partir d'un échantillon d'activités agricoles spatialement définies, trouver l'allocation optimale des ressources rares considérées. Cette allocation pourrait se traduire par l'exclusion de certaines activités de l'accès aux ressources prises en compte. On peut admettre que l'exclusion de ces activités, dont la justification économique n'est pas avérée, menace la faisabilité sociopolitique d'une telle allocation.

Pour tenir compte de ces éventuelles contraintes de faisabilité, une deuxième version du -modèle est conçue, la version duale. Cette deuxième version pourrait intégrer les réductions des coûts d'opportunité des ressources aux activités agricoles pratiquées dans des zones socialement prioritaires, logique de la discrimination positive.

➢ Spécification de la version primale du modèle d'optimisation

❖ Les Activités discriminées par les contraintes

Si les Xj, avec j= 1 à n, représentent les activités agricoles retenues (l'exemple de X pouvant être la culture de la tomate pratiquée dans la région du Cap Bon à distinguer de la tomate conduite dans la région de Gafsa), chaque Xj participe à la fonction objectif par sa valeur ajoutée notée Cj de telle sorte que la fonction objectif à maximiser puisse être notée par Z= ∑j Cjx Xj

En outre, chaque Xj a des consommations des ressources exprimées par des coefficients techniques notés par aij exprimant la consommation unitaire de la ressource i par l'activité Xj. Dans ce cas, ∑j aijx Xj correspond à la dotation totale de la ressource i, soit Ri, avec l'observation que les cultures fourragères seront traitées de manière spécifique en tant que consommations intermédiaires à de l'élevage bovin.

❖ Les Ressources ressortant comme contraignantes

Les deux principales ressources contraignantes prises en compte dans le présent cadre sont les surfaces irriguées et les volumes d'eau disponibles pour l'irrigation.

Les quantités d'eau à dédier à l'irrigation sont obtenues en défalquant du total des ressources disponibles les volumes alloués à l'eau potable, aux écosystèmes et aux autres activités économiques. L'estimation de ces volumes nécessite la formulation d'un certain nombre d'hypothèses, tel que cela a été élaboré au niveau des autres composantes de la présente étude. La transition démographique fait passer la Tunisie à 13,8 millions d'habitants à l'Horizon 2050,

i. La consommation unitaire d'AEP domestique est supposée finir par se stabiliser autour à soit 100 l/j/habitant,

ii. La consommation AEP est augmentée d'un maximum de 30% pour couvrir les besoins des collectivités et du tourisme,

iii. Le taux de desserte AEP passera de 85% à 100 %,

iv. Le rendement de distribution passera de 77 à 85 %,

v. La croissance de l'activité industrielle sera d'environ 6%/an, et la demande d'eau résultant de cette activité est supposée diminuer de 1%/an par effet de dématérialisation de l'économie et de 2%/an par effet du progrès technologique qui rend le recyclage de l'eau toujours plus efficient.

Et ce n'est que suite à la satisfaction prioritaire de la demande en eau potable que l'agriculture irriguée pourra disposer du potentiel disponible en ressources.

III.6.2.3 Principaux résultats attendus de la modélisation

III.6.2.3.1 Résultats fournis directement par l'optimisation

La résolution de la version primale donnera principalement deux résultats majeurs, à savoir les activités retenues dans la solution de base et leurs importances et les coûts d'opportunités des ressources productives prises en compte. Des coûts d'opportunités notés par β. Pour chaque activité Xj de la solution de base, l'équation suivante doit être vérifiée

$$Cj = \sum i\ aij.\ \beta i$$

C'est-à-dire que la valeur ajoutée dégagée par toute activité « retenue dans la solution de base » est suffisante pour payer les ressources qu'elle utilise à leurs coûts d'opportunité. Etendu qu'à l'inverse, les « activités hors solution de base » génèrent des valeurs ajoutées insuffisantes pour payer leurs consommations des ressources rares, car insuffisamment compétitives pour accéder à ces ressources.

III.6.2.3.2 Le recours à la « dualité »

Les « spéculations hors solution de base » peuvent avoir des fonctions sociales importantes, lorsqu'elles sont pratiquées par des paysans dans des zones de sous-emploi, où l'agriculture est la principale source de revenu. Leur maintien est alors politiquement souhaité.

C'est alors que la version « duale » du modèle peut exprimer, pour chaque activité retenue, les égalités entre « valeurs des consommations des ressources » et « valeur ajoutée ». L'objectif de la version étant la « minimisation » de la valeur des ressources, évaluées à leurs coûts d'opportunités tels qu'estimés par la version primale. Si W est la valeur de ressource le modèle se présente alors comme suit :

Min W= ∑i βi x Ri avec i= 1 à L (le nombre des ressources prises en compte),

Sous réserve que √j, on a Cj ≥ ∑iaijxβi (1) ;

La résolution de la version duale, formulée de cette manière, ne peut aboutir qu'aux mêmes résultats que la première version, ceux de l'égalisation Z=W, faisant ainsi que les activités retenues soient les mêmes dans les deux versions.

C'et ainsi que la prise en compte des préoccupations exige la modification, pour les activités jugées politiquement prioritaires, de l'équation (1) et ce, par la multiplication de son second membre par un coefficient α strictement inférieur à l'unité, soit :

Cj ≥ ∑iaijxβixα, avec α < 1

Avec ce changement, des activités qui étaient « hors solution base » de la version primale « intègrent » celle de la version duale. Mais il s'en suit dans la fonction objectif une baisse de W, conduisant ainsi à l'inégalité : W< Z, la différence, (Z- W) constituant la mesure du « coût économique du rééquilibrage social ».

Au vu de la baisse du surplus agricole dégagée mais aussi sur la base de l'appréciation des effets politiques que la réalisation de l'efficacité économique peut entrainer, le gestionnaire de la ressource eau sera plus à même d'arbitrer entre les deux objectifs recherchés.

III.6.2.4 L'instrument homologation des prix : un essai d'analyse économique

III.6.2.4.1 Les différentes échelles d'analyse des effets

Les échelles à distinguer devraient permettre l'appréciation de la distribution du soutien public, éclairer ainsi la question de l'équité et orienter les interventions futures des pouvoirs publics.

III.6.2.4.2 L'évaluation des effets à l'échelle de l'exploitation agricole

Il s'agit d'effets variables selon le type d'exploitation, en tant que résultat du double dualisme structurel et technologique qui caractérise l'agriculture tunisienne. La prise en compte d'une telle différenciation d'ordre structurel permet de distinguer « deux agricultures » conduites par « deux grandes catégories » d'exploitations. La première, représentée par des exploitations à structures équilibrées et adoptant les nouvelles technologies, concerne une conduite par des « gestionnaires », ouverts à l'innovation et aux échanges sur les marchés. Une telle agriculture serait à « vocation économique », avec contribution à la croissance et aux exportations.

A l'opposé, la deuxième agriculture est composée d'exploitations peu dotées en ressources naturelles et en équipements et adoptant des itinéraires techniques traditionnels qui n'ont que peu évolué. Cette agriculture, pratiquée sur des terres fragilisées et par des exploitants peu enclins à l'innovation technologique, aurait un « caractère social et environnemental ». Il s'agirait alors d'une catégorie à interpréter comme un modèle à même de concilier les activités productives conduites et les exigences de durabilité des systèmes écologiques en place, avec maintien de la biodiversité, à travers l'emploi de semences locales et le respect des ressources productives. Ce modèle de production est aussi dépositaire d'un « appris culturel » contribuant à la « stabilité des sociétés rurales ».

Chacune de ces agricultures aura une trajectoire d'évolution qui lui est adaptée et devrait être concernée par une stratégie de développement qui lui est propre. Elles ont en outre des coûts de production différents, les exploitations dites à caractère économique afficheraient les coûts de production à l'unité de produit les moins élevés. Se poserait alors la question du coût de production à considérer lors de la décision d'homologation des prix : celui des exploitations de la première catégorie (innovante) ou de la deuxième (traditionnelle). En cas d'alignement sur les coûts de production des exploitations de la 2ème catégorie, celles de la 1ère réaliseraient des surprofits et seraient peu incitées à poursuivre le processus intensificateur, alors que pour celles à performances économiques plus modestes, il s'agirait continuer à produire dans les mêmes conditions.

Dans un cas d'alignement des prix sur les coûts de la 1ère catégorie, les exploitations traditionnelles finiraient par disparaitre alors que celles de la 1ère catégorie continueraient l'intensification de leurs systèmes de production.

Ainsi, compte tenu de la diversité des structures d'exploitation, l'instrument « homologation des prix » s'avère insuffisant pour la régulation des productions objet d'actions publiques. Le couplage de cet outil avec un « paiement direct » aux exploitants les moins performantes devrait s'imposer. Cela peut être assimilé à un « Paiement pour Stabilisation Sociale et Durabilité Environnemental (P2SDE) ».

Ce genre différencié d'homologation des prix peut constituer, d'une part, une reconnaissance explicite de l'existence de ces deux agricultures et, d'autre, part un moyen de découpler la régulation des deux fonctions de l'agriculture : « économique » et « socio-écologique ».

III.6.2.4.3 L'Evaluation à l'échelle d'une branche de production (d'un produit)

Les taux de protection nominale et effective (TPN et TPE) sont les ratios les plus utilisés pour évaluer les effets de l'intervention sur les prix d'un produit donné et sur ceux des intrants utilisés pour sa production.

Le taux de protection nominale (TPN), qui ne prend en compte que les prix du produit concerné, est calculé selon la formule :

TPN= (Pi - Pw)/Pi ce taux est en général exprimé en pourcentage,

Où : Pi est le prix intérieur exprimé en monnaie locale,

Et Pw est le cours mondial du produit concerné reconverti en monnaie locale.

Des taux positifs signifient que le produit concerné est protégé et que ses producteurs sont rémunérés à des prix supérieurs aux cours mondiaux de leur produit.

Le TPE (taux de protection effective) tient compte des prix intérieurs et mondiaux du produit ainsi que des intrants utilisés. Il est calculé selon la formule qui suit :

TPE = (VAi- VAw)/VAi

Où VAi est la valeur ajoutée calculée avec les prix intérieurs du produit et des intrants utilisés ;

VAw est la valeur ajoutée calculée avec les cours mondiaux du produit et des intrants utilisés ;

Un TPE positif signifie que l'intervention des pouvoirs publics sur les prix se traduit par des transferts positifs au profit des producteurs du produit étudié.

Un TPN négatif avec un TPE positif traduisent une situation de taxation du produit couplée à une subvention des intrants utilisés. Cette dernière peut être justifiée par le soutien d'autres produits qui utilisent les mêmes intrants ou une partie de ceux requis par la production du produit sous considération. Dans un tel cas, les producteurs sont incités à intensifier leur système de production.

III.6.2.4.4 L'évaluation à l'échelle de catégories d'acteurs : les « producteurs agricoles » et les « consommateurs »

Le soutien public au secteur agricole tunisien sera capté au travers de l'estimation de trois grandes catégories d'indicateurs : l'Equivalent Soutien aux Producteurs (ESP), l'Equivalent Soutien aux Consommateurs (ESC), et L'Equivalent Soutien Total (EST),

L'ESP mesure la valeur monétaire annuelle des transferts bruts de l'ensemble de la société aux producteurs agricoles. Cette valeur est exprimée au niveau de l'exploitation agricole et aux prix du producteur « farm gate prices ».

L'ESP peut être aussi exprimé en tant que taux de soutien, par le rapport de la valeur du soutien à celle de la production agricole.

Les principales composantes de l'ESP sont : (i) le « Soutien des prix du marché (SPM) », qui mesure l'écart entre le prix du marché intérieur et le prix frontière (CAF ou FOB) d'un produit agricole donné exprimé en prix au producteur, multiplié par la quantité de la production. L'écart des prix est souvent appelé protection (déprotection) du produit considéré, (ii) les « Paiements au titre de l'utilisation d'intrants », mesurant la somme des transferts bruts aux producteurs agricoles au titre de l'utilisation d"intrants, fixe ou variable, spécifique ou d'un groupe spécifique d'intrants ou facteurs de production, (iii) les « Paiements implicites » sous forme de services divers (infrastructure nationale, aide sous forme de campagnes de traitement contre des maladies ou octroi d'intrants ou d'aliments pour bétail).

L'ESC est un indicateur qui mesure la valeur monétaire annuelle des transferts bruts, exprimée par le prix au producteur (farm gate price), au bénéfice des consommateurs de produits agricoles. Ces transferts résultent de décisions de soutien au consommateur.

L'ESC comprend : (i) les transferts explicites et implicites aux consommateurs résultant du soutien des prix du marché ; ce sont des transferts aux producteurs agricoles pour les biens agricoles produits et consommés à l'intérieur, (ii) les transferts au budget et/ou aux importateurs pour la part de la consommation concernant les produits importés et (iii) les transferts aux consommateurs destinés à compenser leur contribution au soutien des prix du marché d'un produit spécifique, il s'agit d'un transfert supporté par les contribuables.

Un ESC négatif mesure la taxe implicite à la consommation liée aux politiques en faveur du secteur agricole.

L'EST est un indicateur de la valeur monétaire annuelle de tous les transferts bruts des contribuables et des consommateurs découlant des mesures de soutien à l'agriculture, déduction faite des recettes budgétaires associées, Il mesure le coût global du soutien à l'agriculture à la charge des consommateurs, transferts des consommateurs et des transferts des contribuables, déduction faite des recettes de douanes à l'importation des recettes fiscales.

Il convient de noter que le modèle d'optimisation proposé et les indicateurs d'évaluation du soutien public ont un caractère générique, c'est-à-dire qu'ils peuvent être utilisés plus qu'une fois. En effet, les changements des données utilisées légitiment le recours à ces outils. Un système de suivi serait nécessaire pour permettre aux gouvernants de capter ces éventuels changements.

III.6.2.5 Régulation et Sécurité Alimentaire

Il s'agit d'identifier les éléments de la Stratégie appelée à concilier entre les deux acceptions de la question alimentaire : la souveraineté et la sécurité. La Stratégie comportera ainsi deux volets majeurs : Le premier permettra à la Tunisie de s'adapter aux changements anticipés des marchés internationaux des produits alimentaires, en vue de l'atteinte de l'objectif de souveraineté. Le second vise l'amélioration de l'efficacité des instruments des politiques agricoles adoptés par la Tunisie, une amélioration devant conduire à maitriser le déficit de la balance commerciale des produits agricoles, c'est-à-dire atteindre la sécurité alimentaire. A cet effet, les instruments actuels auront à être repensés.

Sur la base de ce qui précède il s'agira de disposer d'un côté de l'analyse de la balance commerciale alimentaire et, d'un autre côté, de l'appréciation des efficacités des instruments utilisés pour la régulation des diverses catégories des produits échangés.

III.6.2.6 Evaluation de la Stratégie Agroalimentaire Existante

III.6.2.6.1 Eléments de dimension mondiale de l'alimentaire

Sur le plan des principes, la déclaration universelle des droits de l'homme proclamée en 1948 reconnaît le droit à l'alimentation comme l'un de ses principes fondamentaux. Plus récemment, en 1992, la Déclaration Mondiale sur la Nutrition a reconnu que « l'accès à des aliments nutritionnellement appropriés et sans danger est un droit universel ». Mais, la réalité des faits est en contraste avec ces principes affichés, des millions de personnes subissant encore et de plus en plus les ravages de la faim, un état des choses qui peut avoir son explication politique, néanmoins plaçant l'humanité devant un défi de nature éthique. Les choix politiques des décideurs sont identifiables par le contenu des choix de politiques agricoles en jeu. Etant entendu que les contenus (instruments) des politiques de régulation des marchés des produits agricoles mises en œuvre, dépendent largement de l'organisation des sociétés considérées et de la nature de leurs modèles de développement et plus particulièrement des systèmes de soutien aux agriculteurs à travers le monde.

C'est ainsi que pour l'Europe, plus grand espace de partenariat et d'échange pour la Tunisie, les prix fixés au niveau des producteurs agricoles ont été l'un des premiers piliers de la politique agricole commune (la PAC), mise en œuvre pour garantir des revenus considérés comme « décents » aux agriculteurs et surtout pour les inciter à augmenter leurs productions.

Toutefois, les excédents de production générés par cette politique ont induit l'adoption de quotas de (plafonnement) de production. Dans une étape ultérieure, le souci de réduire les distorsions des prix a été à l'origine de l'instauration d'un découplage entre soutiens directs et indirects. Ainsi, rien que pour ce cas de politique agricole, bien que fort significatif, il en ressort que les outils de régulation des marchés agricoles, tant sur le plan du contenu qu'au niveau des aspects organisationnels, ont évolué sous l'effet de contextes de type socioéconomique.

III.6.2.6.2 Rétrospective de la Stratégie Alimentaire en Tunisie

Pour faire face à la question alimentaire la Tunisie indépendante a adopté, dans une première étape, une politique d'autosuffisance alimentaire. Cela consistait à satisfaire les besoins alimentaires de la population par les productions agricoles locales. Dans ces conditions, le recours aux marchés internationaux des produits en question était sinon non pratiqué, du moins rare.

Avec le début des années quatre-vingt, l'avènement du paradigme libéral et particulièrement la théorie des avantages comparatifs qu'il prônait, la politique de l'autosuffisance alimentaire, telle que pratiquée en Tunisie, avait été considérée comme économiquement inefficace car, selon la théorie des avantages comparatifs, un pays doit importer les produits agricoles que d'autres pays peuvent produire à des coûts plus faibles que les siens.

Pour ce genre de pensée libérale il avait ainsi été établi que les pays ont un « intérêt économique » à s'engager dans des échanges internationaux « mettant à profit leurs avantages comparatifs », la Tunisie ne pouvant de la sorte faire l'exception et par conséquent appelée à abandonner l'option de l'« autosuffisance alimentaire » pour adopter une politique de « sécurité alimentaire ».

Ce nouvel objectif avait été interprété comme étant l'équilibre de la balance commerciale des produits agroalimentaires. Par ce genre d'équilibre commercial la sécurité alimentaire était considérée comme atteinte. Il convient tout de suite de rappeler que même cet équilibre d'ordre commercial n'a été que rarement atteint, signifiant que les valeurs de l'export de productions agricoles nationales n'arrivaient pas à couvrir pas la valeur de l'import de consommations alimentaires, l'Etat étant ainsi appelé à avoir recours à des moyens financiers extra-agricoles pour faire face aux importations des produits agroalimentaires.

Or, en plus de la difficulté d'atteindre même cet objectif « révisé » de la stratégie alimentaire, les changements du contexte international incitent les gouvernants de la Tunisie à repenser leurs choix de régulation en la matière.

III.6.2.6.3 Vers le Réexamen de la Vision Alimentaire

L'objectif de réduction du déficit de la balance commerciale ainsi que l'adaptation de la politique alimentaire du pays aux changements anticipés du contexte international sont les arguments majeurs qui justifient la nécessité de repenser les choix publics portant sur cette question alimentaire.

Il est évident que les agents économiques impliqués dans les échanges commerciaux avec le reste du monde ont été aiguillonnés dans leurs choix productifs et commerciaux par des actions publiques. La réduction du déficit de la balance commerciale requiert donc l'analyse de l'intervention publique visant à influencer les activités de production et de commercialisation des productions agroalimentaires.

- **Classification de l'export alimentaire**

L'examen des échanges des produits agricoles et alimentaires de la Tunisie avec le reste du monde permet de classer ces produits en trois catégories, (i) les produits destinés principalement à l'exportation, (ii) les produits importés et (iii) et enfin ne faisant l'objet que d'échanges limités et sporadiques.

A chacune de ces catégories de produits, les pouvoirs publics ont mis en œuvre des instruments spécifiques de régulation. Ces derniers sont ci-après présentés.

➢ Produits phares de l'export alimentaire

Les exportations tunisiennes sont dominées par deux productions, l'huile d'olives et les dattes, dont les contributions moyennes peuvent être estimées respectivement à 50 % et 10 % des valeurs des exportations tunisiennes et ce, pour des deux dernières décennies. Ces deux produits emblématiques des exportations tunisiennes utilisent des eaux vertes pour l'olivier et bleues pour le palmier. Ce dernier est irrigué à partir de nappes fossiles.

➢ Régulation de la « production » des deux produits d'exportation

Pour encourager les agriculteurs à augmenter les surfaces plantées en olivier, un projet dit PAF (projet d'arboriculture fruitière) initié à partir du début des années quatre-vingt a été mis en œuvre. Des incitations financières ont constitué une composante majeure de ce projet. Elles ont visé l'encouragement des agricultures à s'adonner à l'arboriculture.

De plus, l'apurement foncier des terres collectives du Centre et du Sud, opération réalisée gratuitement, est à considérer comme une autre incitation de nature institutionnelle à la plantation de l'olivier. Ces incitations conjuguées à des prix en augmentation ont permis l'extension des surfaces plantées en olivier. Actuellement, ces surfaces occupent près de 1,7 million d'hectares soit plus que le tiers de la SAU. Cette extension des plantations s'est faite, notamment dans la région de la Tunisie centrale, au détriment des emblavures céréalières et des parcours collectifs.

Toutefois, malgré la création de l'institut de l'olivier chargé de la mise au point d'itinéraires techniques autorisant l'intensification de la conduite de cette arboriculture et la réduction de sa saisonnalité, les améliorations des rendements des plantations d'oliviers sont restées modestes. Dans ces conditions, le croît de la production d'olives résulte essentiellement de l'extension des surfaces plantées. Le graphique suivant visualise les évolutions des surfaces et des productions

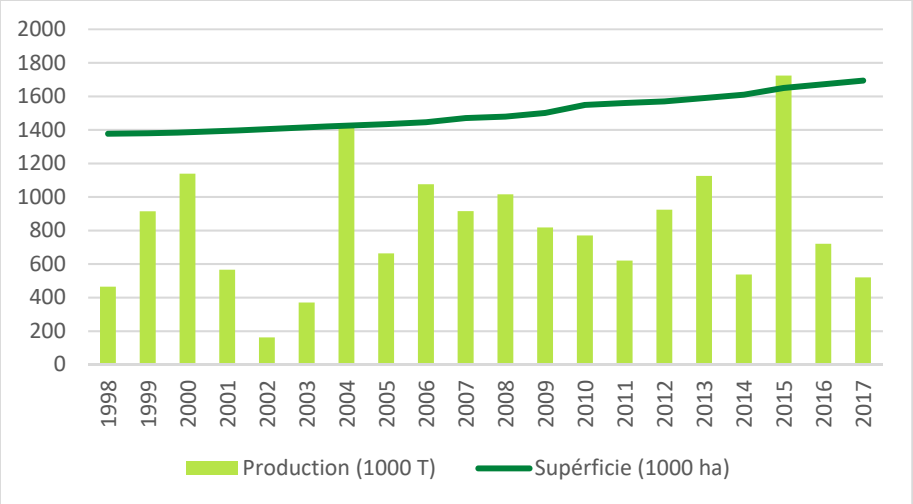


Figure 108 : Evolution des supérificise et de la production des oliviers (1998-2017)

***Source** :STUDI International, GKW*

Durant toute la période d'observation, les surfaces réservées à l'olivier n'ont pas cessé d'augmenter. En revanche, les productions ont fluctué en fonction des conditions climatiques, sans afficher un tend montrant une certaine amélioration des rendements.

Pour augmenter les productions des dattes, les pouvoirs publics ont réalisé des projets de sauvegarde des anciennes oasis mais aussi de création de nouvelles plantations.

Les composantes des projets de sauvegarde concernent les aspects hydrauliques et agronomiques. Les actions hydrauliques ont porté sur l'amélioration des régimes hydriques des oasis concernées par la création de nouveaux forages et par la mise en place de réseaux en dur en remplacement des séguias en terre. L'installation de conduites en dur devrait réduire les pertes d'eau lors de sa distribution.

L'objectif du volet agronomique était de réduire les densités de plantation jugées très élevées et d'augmenter la part de la variété Deglet dans la composition variétale des anciennes oasis. Des aides financières ont été prévues dans le cadre de ces projets. Elles ont incité les agriculteurs à s'engager dans le processus de modification de la composition variétale de leurs plantations.

Les propositions concernant les itinéraires techniques étaient quasi absentes. Les améliorations des rendements observées dans l'immédiat de l'après projet seraient dues à l'apport supplémentaire d'eau. Il convient de signaler que peu de recherches agronomiques sont accomplies dans ce domaine. Le savoir agronomique se rapportant à la phœniculture est encore modeste.

Outre l'augmentation des productions de dattes, notamment la Deglet, la création de nouvelles oasis a visé des objectifs sociaux de création d'emplois et d'amélioration des revenus de certains ruraux. A cet effet, les surfaces plantées ont été attribuées à des bénéficiaires non-propriétaires dans les anciennes oasis. A chaque bénéficiaire un lot de 1,5 ha a été attribué.

Il importe de signaler que ces aménagements se sont traduits par des changements des modes de régulation de l'accès à l'eau d'irrigation.

➢ La régulation de type « biens communs » - cas des Oasis -

Pour élucider l'importance des effets de ces aménagements hydroagricoles sur la régulation des ressources hydriques, il est nécessaire de rappeler les caractéristiques des biens communs.

Les économistes classent les biens selon deux critères. Le premier se rapporte à l'existence ou non de rivalité au niveau de l'usage. Le second se rapporte à la possibilité d'exclure un usager de la consommation d'un bien. Les communs (ou commons) seraient des biens dont « l'usage s'accompagne de rivalités, l'unité consommée par un usager ne peut l'être par un autre et aussi par la difficulté, voire l'impossibilité, d'exclure un usager d'accéder à ce bien ».

Tout usager d'un bien commun se trouve devant un dilemme, dit de Hobs, l'obligeant à choisir entre la recherche de son intérêt individuel ou celui de l'ensemble des usagers.

Il est évident que la stratégie individualiste adoptée par des usagers conduirait à la disparition du common lui-même. C'est ce qui a justifié la métaphore due à Hardin (1968) : « la tragédie des communs ». Dans les faits, cette stratégie individualiste s'exprime par des consommations supérieures au quota individuel institué, par des comportements de free riding (resquilleurs), le refus de payer sa contribution aux frais de fonctionnement et de maintenance des services assurant la fourniture du bien lui-même.

Sur la base de cette définition des communs, on peut accepter d'assimiler les services de l'eau dans les nouvelles et anciennes oasis à des commons. Toutefois, certains auteurs distinguent dans cette catégorie de biens les « commons de l'histoire » des « nouveaux communs ». Les premiers seraient institutionnalisés, c'est-à-dire que leur usage est régi par des règles acceptées et respectées par l'ensemble des usagers. Ces commons seraient, dans un tel cas, autogouvernés et ne feront pas l'objet de comportements de free riding. Les nouveaux commons seraient gouvernés d'en haut avec des règles ne jouissant pas de l'adhésion des usagers.

L'eau irrigant les anciennes oasis avant les projets de sauvegarde serait de la catégorie des commons de l'histoire ; En revanche, celle issue des forages est à assimiler des nouveaux commons. Ils font l'objet de free riding.

Le respect des principes dus à Ostrom publiés dans son livre « Governing the commons » permet d'instaurer une approche de régulation s'apparentant à l'autogouvernance. Cette dernière, conduit à la responsabilisation des usagers et réduirait ainsi les comportements de free riding. Il convient de signaler que le Code des eaux de 1975 et sa version révisée actuellement en discussion n'ont pas intégré ces principes. De ce fait, les GDA institués ne peuvent pas conduire à une institutionnalisation de la régulation mise en œuvre.

Plusieurs études ont été initiées par l'Administration visant l'amélioration des performances des GDA. Parmi celles-ci, on peut citer « la Pérennisation des GDA » initiée par la DG du Génie rural dans le cadre des actions du PISEAU. Une autre étude non moins importante dont l'objectif est de prévoir les étapes du transfert de la gestion des PPI aux associations d'irrigants : Le programme « PAPAGIR » fait partie de ces programmes d'actions menés depuis 1990 et visant un tel objectif. PAPAGIR est conduit par la DG/GR et le CIRAD (UMREAU).

➢ Régulation de la commercialisation des produits exportés

Pour l'exportation des quantités produites de dattes et d'huiles d'olives des filières agroalimentaires spécialisées ont été créées. Les filières impliquent des organisations sociales composées des producteurs, des intermédiaires et des exportateurs ; pour la régulation de la commercialisation les pouvoirs publics ont recours à deux instruments majeurs. Le premier est de nature économique, le prix de référence. Le second a un caractère plutôt institutionnel, c'est le Groupement Interprofessionnel des Dattes (GID) pour les dattes et l'Office National de l'Huile (ONH) pour de deuxième produit.

La gouvernance observée de ces deux filières n'a pas permis l'instauration de dialogues objectifs et donc responsables entre leurs différents maillons. Une incompréhension totale règne entre ces opérateurs. Le nombre relativement élevé des producteurs et la diversité de leurs situations socioéconomiques ont constitué des handicaps de taille à leur organisation.

➢ Instruments de régulation des produits importés

Comme le montre le graphique ci-après, les céréales représentent la part la plus importante des importations tunisiennes des produits agroalimentaires. Il est par conséquent utile de concentrer l'analyse sur ces produits.

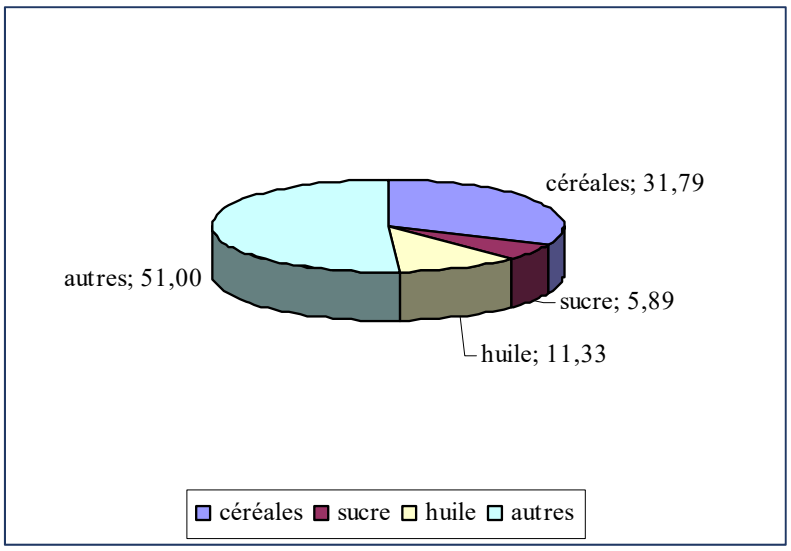


Figure 109 : Structure des importantions en %

Source *:STUDI International, GKW*

➢ Caractérisation de la céréaliculture

La céréaliculture en Tunisie est une activité ancienne et essentiellement pluviale. Ses emblavures et ses rendements sont largement dépendants des conditions climatiques, notamment la pluviométrie. La superficie emblavée annuellement se situe en moyenne autour de 1,45 Million d'ha. Mais cette superficie connaît d'importantes variations interannuelles, pouvant fluctuer entre 2,03 millions d'ha pour 1996 et 1,17 million d'ha pour 2002, soit 58 % !

La variabilité à l'échelle nationale cache des spécificités régionales. En effet, dans la région de l'extrême Nord, zone appartenant essentiellement à l'étage subhumide, les emblavures sont stables. En revanche, les régions Nord où il y a prépondérance du semi-aride supérieur, les emblavures sont relativement stables mais le ratio superficies récoltées sur superficies emblavées est affecté pendant les années de sécheresse.

Le Centre où le semi-aride moyen et inférieur et l'aride supérieur dominent, les superficies emblavées et les productions céréalières restent strictement liées à la pluviométrie. L'apport du Centre reste, cependant, décisif pour la production nationale. Le Centre-Est qui renferme essentiellement des systèmes basés sur l'oléiculture contribue faiblement à la production céréalière.

Pour la région Sud qui est représentée par l'aride supérieur, inférieur et l'étage saharien, la pratique de la céréaliculture, essentiellement l'orge, dépend largement des précipitations.

Les différences régionales ont aussi des conséquences sur les variations des surfaces allouées aux diverses espèces cultivées. C'est ainsi que les emblavures de blé tendre, culture pratiquée essentiellement dans la région la plus arrosée du pays, connaissent le moins de variabilité. En revanche, les surfaces de l'orge qui est l'apanage des zones à pluviométrie fluctuante, essentiellement le Sud, présentent les variations les plus importantes. Il en est aussi le cas du blé dur pratiqué traditionnellement par l'ensemble des céréaliculteurs du pays.

Les variations des surfaces, consécutives aux pluies anticipées et/ou enregistrées, rendent, du point de vue agronomique, le respect de rotations de cultures techniquement acceptables une tâche sinon impossible, du moins difficile. On assistera donc à la pratique d'assolements peu protecteurs de la fertilité des sols, du type céréales sur céréales. De telles pratiques sont peu compatibles avec la durabilité de la céréaliculture, notamment sur des sols en pente épuisés par le manque d'apport de matières organiques et par des processus érosifs actifs. Ces faits trouvent leur traduction dans les productions et les rendements enregistrés.

Outre les variations des emblavures, les rendements connaissent aussi une variabilité interannuelle considérable, allant en moyenne annuelle globale de 5 à 20 quintaux par hectare pour le blé dur, de 5 à 25 quintaux pour le blé tendre et de 4 à 15 quintaux pour l'orge. Devant de telle incertitude les agriculteurs, du moins les plus averses au risque, vont adopter une stratégie de minimisation des avances aux cultures, c'est-à-dire des soins apportés aussi bien aux cultures qu'aux sols mis en culture.

Toutefois, en dépit de telles stratégies, on assiste à une certaine progression des rendements moyens entre 1985 et 2008 : avec des accroissements de 10 à 15 qx/ha pour le blé dur et de 6 à 9 qx/ha pour l'orge. Ces améliorations pourraient s'expliquer par l'adoption de certains éléments du paquet technologique de la révolution verte, notamment, l'usage des semences sélectionnées.

Malgré les améliorations des rendements, la part de la céréaliculture dans la valeur de la production a légèrement baissé. Elle a, en effet, représenté près de 14,6% de la valeur de la production agricole durant la période allant de 1971 à 1986 et seulement 13% de cet agrégat au cours de la dernière décennie (2000-2010)

Au niveau de la consommation, le poste « céréales » s'élevait à environ 8% des dépenses totales des ménages en 1986 et à seulement 5,6 % en 2005, date de la dernière enquête nationale de consommation. Leur consommation assure 60% et 70% des apports caloriques et protéiniques respectivement. Selon les statistiques de l'INS, les dépenses pour l'acquisition des céréales et dérivés sont évaluées en 2015 à 14.6% des dépenses alimentaires des ménages, soit environ 4% de leurs dépenses totales.

Compte tenu de l'importance socioéconomique de ce sous-secteur, dès l'indépendance la Tunisie a conçu et mis en œuvre une politique de régulation des céréales en rapport avec ses différentes spécificités

➢ Régulation de la céréaliculture aux niveaux production et commercialisation

Les instruments majeurs des politiques de régulation sont au nombre de trois : Le premier est de nature purement « technique » visant la modernisation des techniques de production, le second concerne le domaine « économique » et consiste à instaurer un régime de prix administrés, le troisième à caractère « institutionnel » concerne la mise en place d'un dispositif en charge de la mise en œuvre de la politique de régulation décidée.

✓ Modernisation des techniques de production

L'introduction du paquet technologique de la révolution verte peut être considérée comme l'innovation technologique la plus importante qui a concerné l'agriculture pluviale durant les trente dernières années. Les semences céréalières dites sélectionnées sont produites à l'échelle nationale. Elles ont remplacé, dans une certaine mesure, les semences prélevées sur les récoltes des années antérieures. En effet, pour leurs besoins en semences, les céréaliculteurs s'approvisionnent, sur le marché, à hauteur de 80% de leurs besoins pour le blé et seulement de 20% en ce qui concerne l'orge.

L'adoption des nouvelles technologies autorisant des gains de productivité des facteurs de production a été largement influencée par les autres instruments des politiques agricoles mises en œuvre par les pouvoirs publics, notamment celles ayant concerné les prix, la recherche agricole et la vulgarisation.

Toutefois, cette évolution technologique est loin d'être uniforme. En effet, des unités de production appliquant les techniques innovantes coexistent avec des systèmes de production restés, sous le poids de leurs contraintes de structures, traditionnels sur le plan des techniques adoptées et peu intégrés au marché. On assiste ainsi à une diversité des systèmes de production mais aussi des stratégies de revenu adoptées par les agriculteurs.

L'exiguïté d'une bonne partie des exploitations agricoles conjuguée à une grande variabilité des rendements des céréales confère aux revenus agricoles un caractère secondaire, voire marginal, et aléatoire. Les exploitants, pour survivre, devront avoir d'autres sources de revenu extra-agricoles.

Globalement, des changements des techniques de production sont objectivement repérables. Ainsi en matière de mécanisation, le nombre de tracteurs est passé de 10.000 en 1960 à 35.000 en 1994 et 47.000 en 2022. Ce processus de mécanisation de l'agriculture s'est élargi intégrant les moissonneuses batteuses et les semoirs tractés. Par ailleurs, 5 kg d'engrais chimiques étaient utilisés à l'hectare au début des années 60 et 44 kg en 2018.

✓ Instruments de nature économique : les prix administrés

La fixation des prix par l'Administration a été opérée en vertu du régime des prix dits taxés institué par la loi 70-28 du 19 mai 1970. Conformément au contenu de cette loi, les producteurs et les distributeurs des produits céréaliers sont contraints à vendre à des prix uniques sur tout le territoire. Aux différentes échelles des circuits de commercialisation de ces produits, les prix sont fixés par les soins de l'Administration. Les prix au producteur sont annoncés au début de chaque campagne.

Comme instrument de régulation, les prix administrés ont constitué l'outil privilégié, mobilisé par l'Etat pour assurer l'approvisionnement des consommateurs en produits agricoles à bas prix. De tels prix permettaient de réduire les salaires des secteurs non-agricoles et particulièrement l'industrie et d'améliorer la compétitivité coût de l'économie.

Avec le renchérissement des prix des produits agricoles sur les marchés internationaux, vers la fin des années soixante-dix et le début des années quatre-vingt, la préoccupation de la sécurité alimentaire a pris le devant des objectifs de l'autorité publique. Cela a constitué la seconde fonction assignée à l'agriculture, se rapportant à la réalisation de la sécurité alimentaire du pays.

Pour augmenter l'offre nationale des céréales, les prix homologués qui étaient jusque-là inférieurs aux cours mondiaux de ces produits ont été révisés à la hausse. Autrement dit avant cette révision à la hausse, les céréaliers étaient taxés, ce qui équivaut à dire que les productions locales des céréales étaient déprotégées.

A partir de 2007, année qui a vu une flambée des cours mondiaux des céréales, les prix intérieurs ont été fixés à des niveaux supérieurs aux prix à l'importation. Il s'agit d'une période de protection de la céréaliculture nationale. Malgré cette révision à la hausse des prix au producteur, la réponse de l'offre des céréales à cette incitation a été en deçà des attentes.

Le graphique suivant illustre les évolutions des prix au producteur des principales céréales sur la période 1983-2009.

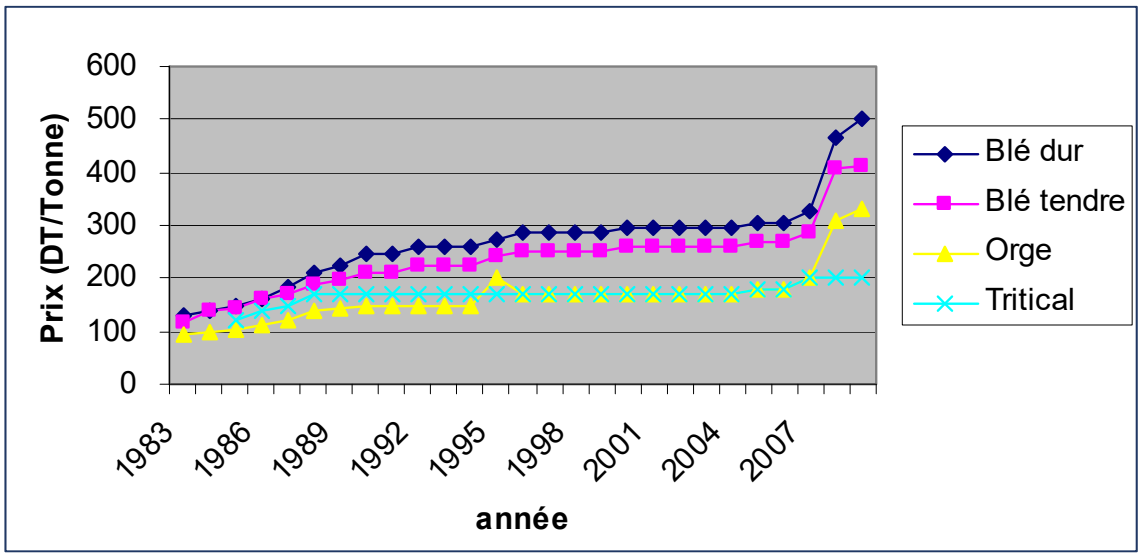


Figure 110 : Evolution des prix des céréales au producteur

Source *:STUDI International, GKW*

L'examen du graphique ci-dessus permet de constater que les prix des céréales ont connu une augmentation notable jusqu'au début des années quatre-vingt-dix, pour se stabiliser jusqu'au milieu des années deux mille. Ces prix ont été révisés à la hausse depuis la flambée des cours mondiaux des céréales à partir de 2007.

Comme le montre le graphique suivant, la révision à la hausse des prix des céréales au producteur s'est poursuivie au cours des décennies suivantes

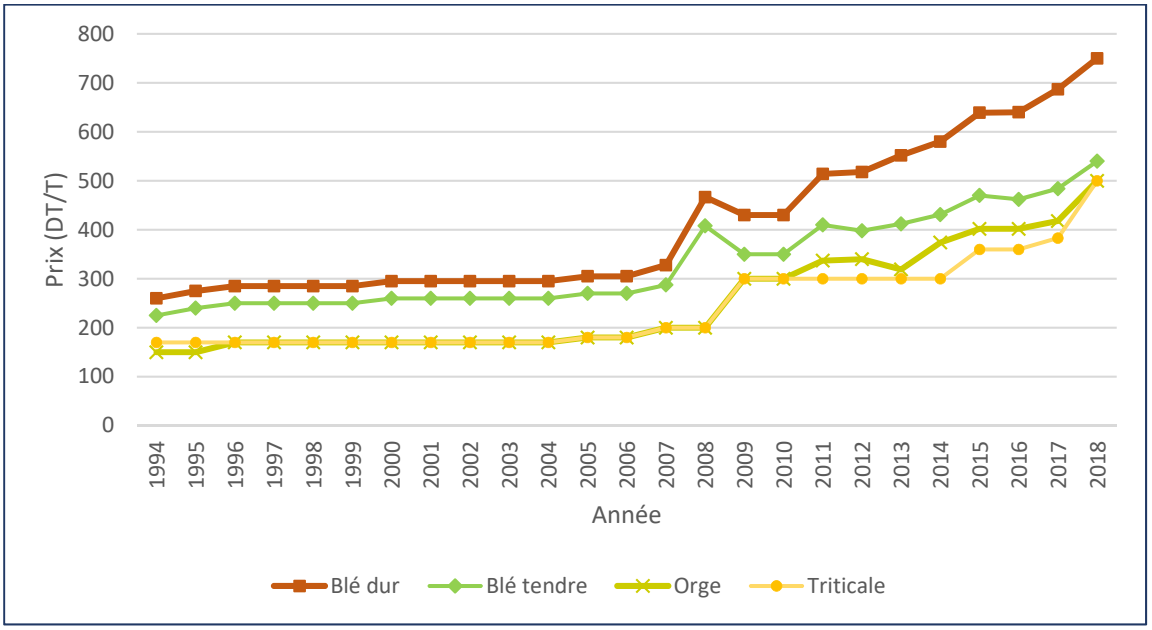


Figure 111 : Evolution des prix des céréales au producteur –prix constants (1994-2018)

Source *:STUDI International, GKW*

Les révisions des prix homologués en rapport avec les cours mondiaux enregistrés peuvent être mieux illustrées par le calcul des taux de protection nominale et effective des céréales.

Il convient de rappeler que le taux de protection nominale qui ne prend en compte que les prix du produit concerné est calculé selon la formule :

TPN= (Pi - Pw)/Pi ce taux est en général exprimé en pourcentage

Où : Pi est le prix intérieur exprimé en monnaie locale

Et Pw est le cours mondial du produit concerné reconverti en monnaie lovcale

Le TPE, le taux de protection effective tient compte, des prix intérieurs et mondiaux des intrants utilisés. Il est calculé selon la formule qui suit

TPE= (VAi- VAw)/VAi

Où VA iest la valeur ajoutée calculée avec les prix intérieurs du produit et des intrants utilisés

VAw est la valeur ajoutée calculée avec les cours mondiaux du produit et des intrants utilisés

L'estimation de ces taux pendant diverses périodes permet donc de capter l'évolution des prix homologués en rapports à celle des prix mondiaux. Le tableau 131 présente des estimations de ces taux ci-après.

Tableau 146 : Estimation des taux de protection nominale et effective des diverses céréales moyenne 1990-2009.

	1990-1994		1995-1999		2000-2004		2005-2009	
	TPN	TPE	TPN	TPE	TPN	TPE	TPN	TPE
Céréales	1.36	1.67	1.21	1.40	1.13	1.27	0.87	0.91
Blé dur	1.43	1.74	1.17	1.30	1.14	1.27	0.87	0.91
Blé tendre	1.76	2.53	1.41	1.74	1.33	1.60	1.02	1.11
Orge	1.19	1.46	1.39	1.86	1.01	1.08	0.82	0.84

***Source** : Distorsions aux incitations et politique agricole en Tunisie Elachhab Fathi et Zidi Faicel*

✓ Les Structures en charge de la mise en œuvre de la politique céréalière

La création de structures en charge du fonctionnement des marchés des céréales constitue le deuxième pilier. L'office des céréales (OC) crée en 1960 est la structure pivot du dispositif créé. Il a la charge de la mise en œuvre de la politique des prix. Il a recours à des mandataires spécialisés (Coopérative centrale du blé- COCEBLE, Coopérative centrale des grandes cultures- CCGC) ayant la responsabilité de la collecte et du stockage des céréales. L'OC (et ses mandataires) agit en tant que monopsone sur le marché des céréales, mais toutes ses transactions se font à des prix fixés par des textes législatifs et annoncés au début de chaque campagne. Il a aussi la charge de l'importation des quantités nécessaires pour satisfaire la demande nationale.

Les céréales stockées sont ensuite rétrocédées aux transformateurs à des prix réduits, inférieurs à ceux payés aux producteurs. La différence entre les prix pratiqués est financée par le budget de l'OC, rubrique dite de « soutien du marché des céréales » et supportée par la caisse générale de compensation créée par la loi no 70—26 du 15 Mai 1970. Cette caisse est destinée à agir sur les prix des marchandises, produits et services de première nécessité notamment au moyen de subvention et de péréquation.

A partir de 2005, des tentatives de désengagement de l'Etat au profit d'acteurs privées ont été enregistrées. C'est ainsi que l'approvisionnement en intrants, assuré pendant longtemps par l'OC et ses mandataires, a fait l'objet d'une privatisation progressive. De plus et en vue d'encourager l'initiative privée et d'assurer le désengagement de l'OC des activités à caractère concurrentiel, les collecteurs privés se sont engagés depuis 2005 dans l'activité de collecte des céréales locales. L'importance de leur activité a été estimée à près de 25% du total national en 2008.

➢ Instruments de régulation des produits faisant l'objet de peu d'échanges avec le reste du monde

Il s'agit essentiellement des fruits et légumes produits dans des périmètres irrigués publics ou privés. Ils sont destinés principalement au marché national. Les productions réalisées permettent de satisfaire l'essentiel de la consommation locale. Des importations sont observées durant les périodes de soudure pour certains produits, la pomme de terre notamment. On observe aussi des exportations de fruits sur des marchés le plus souvent limitrophes. Leurs échanges avec le reste du monde restent modestes.

Les produits de l'élevage, lait et dérivés et les viandes font aussi partie de cette catégorie de biens.

Ces produits connaissent des difficultés de commercialisation sur les marchés locaux. Les interventions publiques visant la régulation de ces marchés n'ont eu que des effets réduits, s'agissant de produits faisant le plus souvent l'objet de mévente. Ce risque commercial peut être considéré comme un élément explicatif de l'état d'intensification des périmètres où les agriculteurs s'adonnent à ces spéculations.

Les deux principales filières qui structurent ces marchés (lait et tomate) connaissent des difficultés de coordination entre leurs divers maillons. Leurs acteurs n'ont pas pu instaurer des contrats de production liant les producteurs et les industriels. Là aussi l'intervention publique non objectivée par une connaissance des coûts de production des produits agricoles consentis par les intermédiaires et les transformateurs n'a pas permis l'instauration des bases d'une autogouvernance de ces filières. Les agriculteurs estiment qu'ils sont sous rémunérés et perçoivent des prix en deçà des valeurs de leurs produits. Une analyse en termes de chaines de valeurs de ces filières pourrait élucider une telle assertion.

Même si les produits de cette catégorie ne sont que peu échangés avec le reste du monde, leur production fait appel et de plus en plus à des intrants importés. Ces importations concernent les semences et plants ainsi que les produits de traitement pour les cultures, les composants des aliments concentrés, et les vaccins pour l'élevage, un élevage conduit de plus en plus hors sol et ses besoins en aliments concentrés ne cessant d'augmenter.

Conscients de l'effet sur l'économie des importations de semences maraichères, le Gouvernement a, dès le début des années quatre-vingt, identifié et étudié l'opportunité de produire localement ces semences. L'étude de factibilité d'un projet Tuniso-Algérien de production de ces semences a été élaborée et la faisabilité s'est avérée concluante mais le projet a été abandonné pour des raisons qui restent encore méconnues.

Un bilan devise de la conduite de cette catégorie de produits est de nature à éclairer leurs effets sur la balance commerciale.

➢ Prise en compte des réalités des marchés internationaux

Depuis la crise de 2007 – 2008 durant laquelle les mécanismes du marché ont montré leurs limites et les Etats les plus acquis au libéralisme ont retrouvé d'anciens réflexes protectionnistes en plus du dérèglement climatique et ses effets sur les marchés avec la baisse des productions, on enregistre une accentuation de la volatilité des cours mondiaux des produits agricoles, remettant au-devant de la scène des choix politiques agricoles le concept de la « souveraineté alimentaire ».

Il convient de noter qu'un tel concept est paru pour la première fois en 1996 pour que cela soit à l'origine d'un développement basé essentiellement sur les échanges internationaux et la division internationale des productions que cela impose aux divers pays.

Le concept est défini par la FAO comme étant « le droit international qui laisse la possibilité aux pays ou aux groupes de pays de mettre en place des politiques agricoles les mieux adaptées à leurs populations, sans qu'elles puissent avoir un impact négatif sur la population d'autres pays », soit concept de nature purement politique sans prise en compte des préoccupations économiques.

La Tunisie qui importe une part importante de ses besoins en céréales, un aliment de base pour l'ensemble de sa population, peut être amenée à considérer la « souveraineté alimentaire » comme étant « la satisfaction des besoins nationaux en produits céréaliers par une production locale ou du moins d'une part de ces besoins ». L'identification de cette « part » demeurant une décision d'ordre politique.

Outre cette décision de nature politique, la Tunisie aura à repenser les instruments de régulation utilisés afin de réduire le déficit de la balance commerciale des produits agroalimentaires. Cette réduction pourrait être atteinte en remplaçant les importations par des productions locales et/ou en augmentant les exportations. Une nouvelle stratégie de développement agricole pourrait s'avérer nécessaire. Les éléments majeurs de cette stratégie sont développés ci-après.

III.6.2.7 Eléments de Nouvelle Stratégie de Développement Agricole

Il a été déjà avancé que les éléments de la mise en œuvre de la rationalisation par l'économique de la Vision et la Stratégie Eau 2050, spécifiquement pour volet agricole, sont structurés autour de deux piliers majeurs. Le premier concerne l'amélioration de la cognitive des décideurs. Le second précise les actions à publiques permettant d'exploiter les marges de manœuvre de réduction des importations ou d'augmentation des exportations.

Cela a été également structurée autour de trois actions publiques majeures : l'arbitrage entre efficacité et équité, l'homologation des prix et la gestion de la question alimentaire. Les éléments de la stratégie de sa mise en œuvre sont présentés dans ce qui suit selon ce contenu.

III.6.2.7.1 Les Données pour l'Objectivation des Décisions Publiques

L'effort d'objectivation doit permettre aux décideurs de fonder leurs choix sur des données quantifiées et fiables. Cet effort est à garantir à travers une série d'actions distinctes mais complémentaires. Ces actions sont ci-après présentées

- ✓ La caractérisation des « deux agricultures de la Tunisie : sociopolitique et économique » devra traduire leur double dualisme technico-structurel ; cela aura également à tenir compte des localisations des exploitations de ces deux agricultures ;
- ✓ Un échantillon représentatif de chacune de ces deux agricultures ainsi définies est à constituer ; au niveau de chaque échantillon, des enquêtes portant sur les aspects technicoéconomiques sont à conduire à une fréquence annuelle ;
- ✓ L'exploitation des données recueillies au terme de chaque enquête permettra éventuellement de distinguer divers types d'exploitation au niveau de chacune de ces de deux catégories d'agricultures ;
- ✓ Les données collectées permettront aussi de renseigner l'occupation des sols moyenne de chaque type d'exploitations distingué ; les coûts de production des spéculations pratiquées par ces types d'exploitations seront aussi estimés ;
- ✓ Les données ainsi collectées permettront d'estimer les valeurs ajoutées dégagées par les spéculations pratiquées ainsi que les revenus des exploitants des deux agricultures ;
- ✓ La base informationnelle ainsi constituée alimentera le modèle d'optimisation en données portant aussi bien sur les coefficients techniques que sur la contribution de chaque activité à la fonction objectif ;
- ✓ En outre, la comparaison des divers coûts de production des spéculations aux prix homologués permet d'identifier les exploitations-type « incitées » à produire à prix homologués et celles qui seront contraintes à changer d'orientation culturale ;
- ✓ Sur la base des données collectées au cours de chaque enquête, il est possible de calculer les TPE pour les divers types d'exploitation et les diverses spéculations pratiquées ;
- ✓ Un système de suivi de ces taux de protection effective permettra d'en élaborer une série chronologique ; l'examen de telles séries permet de capter la répartition et l'évolution du soutien public au fil du temps ; une analyse politique de telles évolutions sera riche d'enseignements.

III.6.2.7.2 Actions Publiques d'Amélioration la Sécurité Alimentaire

➢ Stratégies d'Accroissement de l'Export

La stratégie de souveraineté alimentaire comporte des éléments communs aux deux principaux produits exportés, l'huile d'olive et les dattes, et des éléments ayant un caractère spécifique à l'un ou l'autre de ces produits.

✓ Eléments Communs aux 2 Produits de l'Export

L'augmentation des valeurs des exportations alimentaires requiert l'amélioration de l'efficacité économique des deux principales filières agroalimentaires concernées. Cette amélioration se fera à travers une plus grande intégration verticale des productions agricoles et des Industries Agro-Alimentaires (IAA).

Les divers acteurs de ces filières devront considérer la compétitivité de ces dernières comme des « biens communs » dont la gestion devra être « institutionnalisée ». Une telle institutionnalisation conduira à une « autogouvernance des filières ».

Les dattes et les olives constituent des « spécialisations » pour les exploitations qui les produisent. D'une manière générale, la spécialisation dans une production suppose que les producteurs concernés maîtrisent les processus de production et les marchés des produits., alors que cette maîtrise reste à parfaire dans le cas des deux produits, particulièrement dans le cas des dattes concernant les aspects techniques.

Une meilleure maîtrise des techniques de production par les agriculteurs est à réaliser à travers une vulgarisation plus active et plus ciblée dans le cas des oléiculteurs et par l'acquisition de connaissance résultant de nouvelles recherches dans le cas des dattes. Ces acquisitions techniques devront se traduire par des augmentations des rendements, notamment de l'olivier. Le croit des productions d'olives résulte, comme il a été précédemment signalé, essentiellement des extensions des oliveraies.

Une meilleure connaissance des marchés de consommation autorise des différentiations des produits exportés en fonction des goûts des consommateurs. De telles différentiations à assurer par les IAA sont sources d'augmentations des prix à l'exportation, ce qui se traduit par de meilleures valorisations des productions agricoles.

✓ Eléments Spécifiques à la Filière Dattes

Il convient de rappeler que la production des dattes utilise des eaux fossiles qui ne sont plus institutionnalisées. En effet, ces eaux pouvaient être considérées jusqu'au début des années 1980 comme des « communs de l'histoire ». A partir de cette datte les arrangements institutionnels en place ont été remplacés par un Office, géré par l'Administration. Cet état des choses n'a pas empêché les comportements de « free riding ». En effet, si la pratique des forages illicites observée à Kébili venait à être généralisée, les ressources d'eau risqueront la salinisation par intrusion des eaux du Chott. Ces phénomènes semblent devenir des faits dans la région de Douze.

Une « gouvernance de ressources » est à instaurer à travers le renforcement de « GDA repensés ». Le renforcement de ces structures passe d'une part par des formations appropriées de leurs responsables. D'autre part, le fonctionnement des GDA est à démocratiser et ce, en éliminant les coalitions verticales que certains membres de leurs comités de gestion cherchent à avoir avec des responsables politiques locaux. Cette autorégulation n'est qu'une adaptation des « institutions de l'histoire » au nouveau contexte.

La « gouvernance » peut être aussi, et alternativement, renforcée par une structure du type Office, qui prendrait en charge l'ensemble des aspects hydroagricoles.

✓ Eléments Spécifiques à la Filière Huile d'Olive

Les extensions des plantations d'oliviers, qui sont réalisées au détriment des surfaces réservées aux céréales et aux parcours, sont à « réguler ». Les prix des céréales et des aliments de bétail seront les instruments pour gouverner optimiser l'interdépendance. Des modèles du type multi-marché peuvent être utilisés à cet effet.

Par ailleurs, compte tenu des difficultés rencontrées par certains oléiculteurs lors de la trituration de leurs productions, une carte des capacités de trituration des olives est à établir. Des aides et des prêts peuvent être associés à l'implémentation de ces capacités dans les zones de nouvelles productions.

➢ Stratégies de Réduction de l'Import

✓ Eléments Justificatifs de la Régulation Existante

La politique de régulation des marchés des céréales et dérivés a permis l'approvisionnement régulier des consommateurs à des prix fixes et réduits. Cela a aussi permis aux céréaliculteurs d'être informés, au début de chaque campagne, du prix auquel ils pourront vendre leurs récoltes pour ne pas être ainsi contraints à formuler des anticipations à propos des prix.

Toutefois, cette régulation a entraîné un accroissement de la demande nationale de ces produits que l'offre nationale n'a pas été en mesure de satisfaire. Des importations de plus en plus chères et importantes ont été ainsi nécessitées pour combler le déficit commercial. Le coût des importations est venu aggraver le déséquilibre de la balance courante. On peut rappeler que les importations céréalières ont représenté, comme il a été précédemment précisé, en moyenne près de 31% du total des importations des produits agricoles et agroalimentaires.

De plus, comme corollaire aux fluctuations interannuelles de la production nationale et la quasi-constance de l'accroissement de la consommation, les importations ont connu d'importantes variations interannuelles. En outre, le soutien des marchés des céréales s'est soldé par des dépenses de plus en plus difficiles à supporter par le budget de l'Etat dont le déficit n'a fait qu'augmenter.

Ainsi, avec le temps, cette politique de régulation s'est soldée par des aggravations des déficits interne et externe. Les effets de la régulation des marchés des céréales sur les équilibres macroéconomiques constituent une justification supplémentaire de la nécessité de repenser la régulation de la production des céréales.

Aux deux déficits interne et externe, vient s'ajouter, depuis 2007, la probable difficulté de s'approvisionner sur le marché mondial, l'ensemble de ces facteurs rendant la poursuite de la même politique de régulation des céréales peu judicieuse et sa réforme une nécessité.

✓ Eléments pour une Stratégie de Réforme

Le contenu des réformes est structuré autour de deux principes majeurs, distincts mais non moins interdépendants. Le premier concerne la reconnaissance de la diversité des réalités des céréaliculteurs, et le second renvoie à la prise en compte de la variabilité climatique lors du paiement des producteurs.

❖ Prise en Compte de la Diversité des Réalités des Céréaliculteurs

Il y a lieu de rappeler qu'un dualisme aussi bien structurel que technologique caractérise les céréaliculteurs. De grandes exploitations de plaine bien équipées contrastent avec d'autres dont les tailles sont faibles et avec des ressources de plus faible niveau ; ces dernières étant en général mal situées et ayant la forme de lanières sur les hauteurs, le cas des Amdoun (région de Béja) en étant une illustration, avec en plus une pratique d'itinéraires techniques traditionnels, à l'origine de processus érosifs particulièrement avancés, leur production ayant ainsi un coût environnemental des plus élevés.

Le dualisme se trouve prolongé par une diversité de stratégies de revenu adoptées par les céréaliculteurs. La recherche de la subsistance observée essentiellement au niveau d'exploitations de petite taille, mal situées, est l'une de ces stratégies ; l'excédent de production par rapport aux besoins de la famille, est livré à l'OC. La stratégie de disposer d'un appoint de revenu adoptée par des exploitants gérant des exploitations de petite taille est une autre illustration de cette diversité.

Les grandes exploitations en revanche adoptent en général une stratégie de préservation du patrimoine. Les propriétaires de telles unités de production profitent d'une rente différentielle de situation et se trouvent, en général, peu incités à intensifier et à diversifier leurs spéculations. En effet des prix au producteur fixés pour permettre aux petites exploitations de se maintenir génèrent des surprofits aux grandes exploitations.

Ainsi il s'agit bien de deux catégories d'exploitations céréalières fort distinctes. La première regroupe les unités de production ayant des marges d'intensification limitées, s'agissant d'exploitations situées sur des hauteurs ou dans des étages bioclimatiques semi-aride inférieur à aride. C'est une agriculture à caractère social.

La deuxième catégorie d'agriculture est pratiquée par les exploitations des plaines du Nord recelant des marges d'intensification réelles. L'étude « programme de développement du secteur céréalier » élaborée par la FAO en 1986 estime la superficie occupée par ces exploitations à près de huit cent mille hectares.

C'est la céréaliculture intensifiable, qui permet d'obtenir des rendements moyens pouvant atteindre les quarante quintaux par hectare.

Les deux catégories d'agriculture devraient être ciblées par des instruments complètement différents, à définir dans le cadre de toute politique de régulation des marchés des céréales. Cette politique aurait un premier objectif essentiellement social, de maintien des populations et de protection de l'environnement pour la première catégorie. Des paiements directs couplés avec les prix administrés en vigueur et conditionnés par le respect de la fertilité des sols pourraient constituer l'évolution souhaitée. Pour la deuxième catégorie d'agriculture, les prix homologués actuellement en vigueur devront être complétés par des paiements de compensation visant à réduire les risques physiques encourus par ces céréaliculteurs.

❖ Paiement pour le gel de terres marginales

On estime la perte annuelle de sol, par dégradation de leur fertilité due à leur exploitation, à l'équivalent de près de 20.000 ha. Pour endiguer ces processus érosifs, l'Etat a consenti d'importants investissements dédiés à la protection de l'environnement, aménagements de Conservation des Eaux et des Sols (CES) et reboisement forestier. Le traitement des terres à céréales a concerné près 70.000 ha au cours de la première stratégie de CES et 5.000 ha au cours de la deuxième (période 2002-2011). La troisième stratégie couvrant la période 2020 à 2050 n'a pas encore démarré.

Les investissements prévus et réalisés dans le cadre des stratégies de CES peuvent être interprétés comme la traduction de la volonté de la collectivité nationale de protéger les ressources naturelles, notamment édaphiques.

La lutte contre l'érosion des sols et contre la perte de leur fertilité peut être envisagée à travers des incitations positives à mettre en œuvre par l'Etat au profit de la première catégorie d'agriculteurs. Ces incitations aiguillonneraient les agriculteurs concernés vers des options soit de gel de terres c'est-à-dire de leur utilisation uniquement en tant que parcours, soit d'utilisation de techniques plus conservatrices (agriculture de conservation).

Le montant de l'incitation à mettre en œuvre devra avoisiner le coût des travaux de CES les plus utilisés, les banquètes, ramenés à l'ha. Ce coût est à comparer au rendement en valeur de la céréale la plus pratiquée dans ces situations écologiques difficiles, l'orge.

Dans le cas où il y a égalité entre le coût de l'action CES et la valeur du rendement, l'agriculteur accepte de geler sa terre est de recevoir ce coût. Un paiement supplémentaire est à prévoir dans le cas contraire.

❖ Prise en compte de l'aversion au risque

Le deuxième principe, de la prise en compte de l'incertitude climatique, renvoie aux résultats obtenus par les céréaliculteurs en tant que conséquence aux importantes fluctuations des productions des céréales et partant des revenus des producteurs.

Ces fluctuations sont largement déterminées par la pluviométrie, une variable non contrôlable par les céréaliculteurs.

Il convient de relever que les prix annoncés en début de chaque campagne ne prennent aucunement compte de cette variabilité des productions. Il en résulte des fluctuations des revenus bruts de loin plus importantes que celles obtenues dans la situation où les prix refléteraient, un tant soit peu, les tensions sur les marchés des céréales, ce qui correspondrait à une régulation par le marché. Autrement dit, la régulation actuelle par les prix fait supporter la totalité du risque physique par les producteurs des céréales.

En tant qu'agents économiques averses au risque, les céréaliculteurs n'adopteront pas, dans un souci de minimisation des effets de l'incertitude sur leurs revenus, les techniques de production les plus intensives pour minimiser leurs pertes en cas de mauvaises années.

L'existence de rentes de situation couplée avec l'importance de ce risque physique n'incitent pas les grandes exploitations à intensifier leurs systèmes de cultures ni à ensemencer la totalité de leurs superficies.

Pour pallier le risque physique, il s'agit de réduire les effets sur le revenu des céréaliculteurs des fluctuations des rendements et ce, par des paiements de compensation.

Des schémas de stabilisation des rendements par paiement de compensation sont à concevoir en complément de la politique des prix actuellement en vigueur ; cette stabilisation de revenu peut être obtenue par des paiements de compensation, positifs dans le cas de mauvaises années et négatifs dans le cas contraire. Ces programmes de paiement fonctionneraient comme un système d'assurance qui pourrait à terme s'autofinancer.

Une première étape pilote est à conduire par l'Etat et à financer sur fonds publics. Celle-là devra fiabiliser les paramètres de ce système d'assurance et conduire, dans un deuxième temps, à sa « socialisation ». Cette évolution réduira le coût budgétaire de ce deuxième pilier de la politique alternative de régulation, avec des paiements de compensation, les exploitations « intensifiables » seront incitées à mettre leurs épargnes à profit pour accumuler et pour financer l'adoption des paquets technologiques disponibles, voire même à innover.

La mise à profit du potentiel de production et son extension pour la deuxième catégorie d'agriculture, à réaliser à travers cette politique de stabilisation des revenus, permettra d'obtenir une augmentation substantielle de l'offre nationale des céréales. Celle-ci constituera une solution au souci de réduction des importations de céréales et donc de rééquilibrage de la balance commerciale des produits agroalimentaires. Cela permettre la réalisation de l'objectif de la sécurité alimentaire.

En première appréciation des effets anticipés de la mise en œuvre de ces instruments, cela permet de conclure à une réduction des déficits internes et externes et à une stabilisation des revenus des céréaliculteurs. Ce qui améliorera en conséquence la sécurité alimentaire du pays. Ces premiers résultats sont assortis d'une réduction de l'érosion particulièrement active sur les terres marginales cultivées en céréales.

Sur le plan de la conception des politiques agricoles, cette réforme permet de dépasser le primat économique au profit d'un nouvel équilibre laissant une place aux considérations sociales ainsi qu'aux préoccupations environnementales.

La réussite de cette réforme dépendra dans une large mesure du pouvoir politique à acquérir par les céréaliculteurs et de leur engagement dans la voie de la réforme des politiques en vigueur.

Les impacts anticipés de cette réforme concernent d'une part, la réduction du déficit externe par une augmentation de l'offre nationale et d'autre part, le soulagement de la caisse générale de compensation dû à l'achat des céréales, sur le marché national, inférieurs à leurs cours mondiaux.

Les deux catégories d'agriculture devraient être ciblées par des instruments complètement différents, à définir dans le cadre de toute politique de régulation des marchés des céréales. Cette politique aurait un objectif essentiellement social, de maintien des populations et de protection de l'environnement pour la première catégorie. Des paiements directs couplés avec les prix administrés en vigueur et conditionnés par le respect de la fertilité des sols pourraient constituer l'évolution souhaitée. Pour la deuxième catégorie d'agriculture, les prix homologués actuellement en vigueur, devront être complétés par des paiements de compensation visant à réduire les risques physiques encourus par ces céréaliculteurs.

III.6.2.7.3 Stratégie d'Intensification des Périmètres Orientés « Marché Local »

Pour réaliser l'objectif d'intensification des périmètres irrigués, il faudra améliorer le fonctionnement des circuits d'écoulement des productions de ces périmètres. La connaissance de ces circuits constitue un préalable incontournable. Le suivi des campagnes de production des principaux produits, complété par des analyses en termes de chaines de valeur, devront fournir la connaissance suffisante à des interventions éclairées des pouvoirs publics. Cette connaissance permettra aussi l'estimation des valorisations d'eau par les différentes cultures.

L'instauration d'une autogouvernance obtenue par une plus grande responsabilisation des GDA est un autre élément de cette nouvelle stratégie. Cette responsabilisation est à faire précéder par des formations ciblées des cadres de ces structures. Il est évident que l'institutionnalisation de la gestion de ces périmètres réduirait les comportements de free riding. Les irrigants, débarrassés de la poursuite de leurs seuls intérêts, contribueront à l'entretien des infrastructures en place, ce qui se traduit in fine par la réduction les pannes d'alimentation de ces périmètres.

Un autre objectif non moins important de la nouvelle stratégie est la réduction des importations requises par cette catégorie de produits.

A cet effet, on peut relancer le projet de production des semences des cultures maraichères abandonné début des années quatre-vingt. Des recherches sont à mener pour sélectionner des espèces fruitières à partir du patrimoine génétique national et rompre avec la dépendance totale de l'étranger.

Dans le cadre du même objectif, l'élevage hors sol basé sur les aliments concentrés dont les constituants sont importés est d'une durabilité économique et financière problématique. Le retour des cultures fourragères, notamment d'hiver, dans les périmètres irrigués peut constituer la solution de ce problème. La pratique des cultures fourragères valorisant des eaux collectées par des travaux CES est une manière de rompre avec le choix d'un élevage « off-shore », avec des vaches importées, alimentées par des produits importés, mais dont la production est consommée localement par des Tunisiens.

III.7 Opérationnalisation du Levier 7 de Promotion de la Gouvernance Participative et du Pilotage Rationalisé (PG2PR)

III.7.1.1 Orientations d'Adaptation de l'Institutionnel Hydrique

III.7.1.1.1 Prééminence du niveau local

L'extrême variabilité temporelle et spatiale de l'hydrologie tunisienne, la fragilité des écosystèmes et la diversité des usages, en rapport notamment avec les systèmes agricoles ou encore socioéconomiques, tel que le plus ou moins important taux d'urbanisation, justifient le « renforcement » du niveau local, jusque-là « parent pauvre » de la gouvernance, alors que la ressource du type aquifère assez prépondérante en matière d'irrigation correspond plus au niveau local.

C'est ainsi que si l'on voulait prendre en compte un « futur pouvoir hydrique des communes », pour les « communes à dominante rurale », chaque commune peut se retrouver avec une moyenne de 25.000 ha de terres agricoles, 2.000 ha de terres en irrigué, 2.000 exploitants et près d'une dizaine de GDA, ce qui correspond à un potentiel productif important et un enjeu institutionnel et socioéconomique de taille.

C'est également à ce niveau local que l'on peut approcher au mieux :

a. Les besoins en eau potable et d'irrigation,

b. L'état des ressources, et

c. La position des acteurs, notamment ceux du secteur privé, dont les fournisseurs informels de l'eau de boisson.

L'un des maillons faibles du développement en général et de l'eau en particulier se trouve dans la faible dotation en gouvernance du niveau local. L'Etat et la puissance publique donnent trop souvent l'impression de s'arrêter au niveau « Gouvernorat ». La Tunisie a trop souffert d'une déconcentration et d'une décentralisation manquées.

En milieu semi-urbain et rural, le niveau « local » peut s'avérer comme étant un niveau hydrique de pertinence, notamment pour l'aspect cognitif des phénomènes écologiques et socioéconomiques à propos desquels l'on procède souvent par grossières approximations. Le développement de proximité et participatif se règle à l'échelle locale, de même que la responsabilisation, notamment par le biais de l'associatif GDAiste ou autre.

III.7.1.1.2 Opportunité de l'Institution de Contrats Hydriques Etat-Région

Concernant le niveau régional, il y a lieu de distinguer le niveau « Gouvernorat », qui correspond à l'échelle actuelle de la déconcentration de l'Etat, devant être suivie à plus ou moins brève échéance par la mise en place du « pouvoir régional », des autres niveaux macro-régionaux, tel que la décomposition en 6 Districts : NE/NO/CE/CI/SE/SO, ou encore la classification plus proche de la typologie écosystémique en « Nord », « Centre » et « Sud », très pertinente pour la question de l'eau.

Le but de la gouvernance restant toujours « la satisfaction des besoins en eau dans la durabilité », il s'agit plus particulièrement de la prise en compte des « aléas », étant entendu que si la Demande est à flux réguliers, l'Offre en eau est régie par le dit aléa.

Si la question de la maitrise de l'aléa hydrique est à caractère national et nécessite ainsi une vision et une stratégie à cette échelle, la mise en œuvre implique également les deux niveaux « régional » et « local », à la fois en termes de participation à la maitrise de l'aléa de l'Offre (travaux de CES, …) et de rationalisation/adaptation de la Demande.

L'organisation actuelle de la gouvernance de l'eau demeurant à dominante largement « nationale/centrale », le niveau régional de Gouvernorat, le seul institutionnellement opérationnel, reste à caractère globalement « applicatif », c'est-à-dire de simple relai du Top down national/central.

Cela tendrait à faire penser que la « régionalité hydrique » est pratiquement inexistante. Toutefois, cela dépend de la configuration régionale, dont particulièrement la prédominance ou non des PIP (Périmètres

Irrigués Privés), soit la situation dans laquelle la maitrise aussi bien de la gestion de la ressource que des usages échappe assez largement à l'acteur public.

Néanmoins, le rôle actuel du régional « niveau gouvernorat » reste assez globalement circonscrit à la transmission du Top down vers le niveau « local » et la contre-transmission du Bottom-up informationnel vers le national-central, alors que ce qui manquerait à ce niveau « régional » ce serait ce qu'il lui faut en compétence et en autorité pour qu'il sorte de la fonction de simple relai dans les deux sens « descendant » et « ascendant », pour se transformer en acteur-partenaire porteur d'une vision, capable d'infléchir les processus auxquels il a actuellement affaire pour les approfondir, les dynamiser afin d'en améliorer la rationalité et la durabilité.

Cela devrait se traduire au niveau du « Domaine public de l'eau (DPE) » pour aller vers une « territorialisation du DPE », dans le sens d'un partenariat Etat-Régions par le biais duquel la « rationalité de l'eau » est plus « explicitée » et non plus seulement « descendante » à partir du « centre », pour que le consensus social et la solidarité territoriale ne soit pas un vain mot mais constitue une véritable émanation à la fois de source nationale et régionale dans laquelle une question comme celle du transfert puisse trouver l'acceptabilité qui lui revient.

Cette approche devrait permettre de dépasser la question des régions « émettrices » et d'autres « réceptrices » des flux d'eau pour aboutir au concept de l'« eau facteur de développement inclusif et durable », par le biais notamment de l'évaluation socioéconomique et environnementale des choix et arbitrages en termes de coûts/avantages pour la collectivité nationale, la région, les catégories sociales, les unités économiques de production et les ménages.

III.7.1.1.3 Renforcement du Pilotage Stratégique de Niveau National-Central

Décomposer le système de gouvernance pour le recomposer sur les bases qui conviennent ne consiste pas à le désarticuler. Bien au contraire. Il s'agit d'en coconstruire la durabilité, afin que la gouvernance puisse endogénéiser les impératifs de l'équilibre et ne se mette pas dans une position de recherche d'« équilibres hors système », qui ne fera que perturber son fonctionnement.

Le niveau national/central se met dans la position de recherche d'optimisation entre tous les objectifs et moyens en jeu, englobant toutes les ressources, tous les usages, tous les territoires et toutes les catégories sociales. L'optimisation se faisant sur la base de données objectivées en termes de coûts/avantages, avec la prise en compte des contraintes, qu'elles soient d'ordre social (l'impératif de l'eau potable), de souveraineté (sécurité alimentaire), économique au sens de la collectivité (croissance, échanges) ou écologique (aléas et extrêmes, risque climatique, qualité des eaux, fragilités des sols).

L'un des plus grands enjeux peut se trouver précisément au nveau de l'objectivation. En effet, trop souvent le pilotage souffre des « évidences » en matière de données, que cela concerne les quantités d'eau, la qualité, la performance des équipements et réseaux, les coûts ou les prix. Ce qui est souvent observé c'est que chaque catégorie d'acteurs a souvent ses « propres données » et qu'ainsi c'est essentiellement à travers la confrontation entre systèmes d'information qu'il s'agira d'améliorer l'objectivation.

La mise en place d'une « Instance de Régulation Hydrique », dotée de l'autonomie vis-à-vis des différents acteurs y compris l'Administration centrale, constitue en général le recours institutionnel pour améliorer l'objectivation et l'optimisation.

Toutefois, avec ou sans instance de régulation, le pilotage exige une forte concertation avec les différents acteurs aux divers échelons du territoire : local, régional et national, pour établir les consensus sur les données de base, les niveaux de performance, les normes et les objectifs spécifiques et collectifs.

Dans ce cadre, le Modèle Hydro-Economique (le Mo-Hy-Ec) devrait constituer l'instrument privilégié à la fois : de la concertation, l'optimisation, l'arbitrage et la dynamique managériale du Système dans son ensemble. Il se substituera à l'optimisation par tâtonnement.

Le renforcement des capacités du pilotage de niveau central-national ne signifie nullement pour « plus de centralisation » mais, bien au contraire, pour plus d'ouverture participative sur les dives enjeux et défis de l'hydrique, ce qui est alors en jeu c'est de donner les moyens nécessaires pour que ce « niveau » soit à hauteur de la complexité en jeu par l'innovation et l'adaptation.

III.7.1.2 Orientations d'Ouverture sur Meilleure Adaptation Institutionnelle

Le cadre institutionnel est interprété comme l'ensemble des règles organisant les rapports des divers acteurs intervenants dans la mobilisation, l'allocation et les usages de l'eau. Il convient de noter que le domaine de l'eau comme le reste du secteur agricole est institutionnellement saturé.

Cela est explicable par deux facteurs. Le premier d'ordre historique, lié à l'extrême prépondérance de l'Etat dans l'administration directe des domaines stratégiques, la promotion du développement et la réalisation des projets publics capitalistiques nécessitées par la phase de l'immédiat postindépendance et qui se sont perpétuées sans remise en question malgré le changement de cotexte. Le deuxième facteur est d'ordre juridique et est en rapport avec la notion de « Domaine Public de l'Eau », qui renvoie à une « étatisation » de l'eau, accordant à l'Etat un « pouvoir absolu » en matière d'eau.

L'évolution, à titre de réflexion ouverte et d'hypothèse de travail, vers un concept juridique du genre « Domaine de l'Intérêt Général de l'Eau » ou « Domaine de l'Utilité Sociale de l'Eau » pourrait constituer une ouverture sur ce qui se dessine comme formes institutionnelles nouvelles telle que la responsabilisation des Collectivités Territoriales, Locales et Régionales.

Si le rôle très centralisateur de l'Etat en matière de développement et plus particulièrement dans le domaine de l'eau avait pu cadrer avec toute la phase de construction et de mise en fonctionnement des grands systèmes dudit développement, l'évolution de la société au moyen notamment de la libéralisation et la décentralisation et de l'adoption de la gouvernance qui prévoit un processus de prise de décisions polycentrique peut devenir anachronique.

Ce qui est recherché ne peut être nullement l'« éclatement du système » mais la construction d'une nouvelle cohérence, dans laquelle il y a d'un côté un Etat garant de la cohésion générale et la durabilité et d'un autre côté des acteurs de gestion des ressources, des usages et de l'eau et les collectivités territoriales qui, tout en s'inscrivant dans la démarche de cohésion nationale et sociale, interviennent à partir des positions autonomes que leurs permettent leurs statuts, qu'il ne s'agit pas dans ce cas de les vider de leur contenu.

La confusion institutionnelle et la déresponsabilisation risquant de faire de l'Etat un « tuteur trop prépondérant », intervenant directement dans le fonctionnement d'organismes et institutions censés être autonomes, mais se trouvant de la sorte dans l'obligation d'assumer les conséquences de leurs écarts à la bonne gestion et leurs déficits, n'a fait que trop renforcer la centralité et, de manière mécanique, accroitre la déresponsabilisation et le dysfonctionnement, chacun étant assuré qu'il y a « un Etat qui assumera en dernière instance ».

La « fausse institutionnalité » qui consiste à mettre en place un cadre d'organisation et de rapport à l'Etat prévoyant l'« autonomie de gestion » alors que la réalité est toute autre, devient source de dysfonctionnement, parce que l'organisme concerné ne dispose pas de la latitude nécessaire pour déployer sa stratégie de développement et de management.

Ainsi, l'une des dispositions de base de la nouvelle gouvernance dans le domaine de l'eau devrait être liée au passage à l'application rigoureuse de la réglementation existante, celle qui régit les statuts juridiques des organismes et acteurs opérant dans ledit domaine.

III.7.1.3 Opportunité de la Création du ANEI (Agence Nationale de l'Eau d'Irrigation)

Au vu des exigences adaptations du cadre institutionnel et des besoins de décentralisation de la prise de décision telle que requise par la gouvernance, la création d'une **Agence Nationale de l'Eau d'Irrigation (ANEI)** peut constituer une alternative.

En effet, l'« usage » de loin le plus important en matière eau concerne l'irrigation, qui accapare 80% des ressources, en plus de tous les effets liés à la qualité de l'eau à travers la salinisation et la pollution résultant de l'utilisation d'intrants et en rapport avec l'impact sur les sols.

Au-delà des réalisations du GR en matière d'eau d'irrigation, qui ont été pour certains régions comme le Centre-Ouest à l'origine d'une incontestable révolution agraire, beaucoup de fissures sont apparues au niveau du secteur irrigué, qui peuvent sérieusement en compromettre la durabilité.

Le domaine de l'irrigation est passé auparavant par le système des « Offices de Mise en Valeur (OMV) » qui avaient relativement bien fonctionné sous la forme de véritables Agences Régionales de Développement Agro-Rural, avec les deux avantages de la proximité et l'existence de moyens pour assurer un service efficace de gestion des réseaux et d''appui aux exploitants.

Ces OMV ont été supprimés et leurs fonctions partagées entre le GR, les CRDA et les AIC-GDA. Le nouveau montage institutionnel de substitution n'a pas réalisé l'efficience attendue. Par ailleurs l'ensemble de l'opération économique liée à l'irrigation continue à échapper au calcul de rationalité qui doit établir l'analyse coût/avantage des processus et justifier ainsi les opérations y afférentes.

L'évolution vers la mise en place d'une ANEI en charge des réseaux et des aquifères publics, assurant l'acquisition de l'eau auprès de « fournisseurs primaires » et sa distribution aux « utilisateurs finaux » que sont les irrigants, pourrait constituer une avancée sur la voie de la rationalisation. L'ANEI se doterait dans ce cas d'un dispositif de calcul économique couvrant toute la chaine-eau dont elle a la responsabilité, lui permettant entre autres de faire apparaitre la réalité du coût de l'eau, la manière de construire une tarification rationalisée et une méthode d'appui et d'encadrement agro-rural pouvant intégrer aussi bien le souci de l'intérêt de l'exploitant à obtenir une rémunération satisfaisante pour son produit, que la préoccupation de la collectivité nationale à fournir l'eau à sa juste valeur (en rapport avec le coût économique de l'eau).

III.7.1.4 Orientation de Transformation Institutionnelle des GDA

Des AIC, aux GIC et aux GDA, de l'eau potable, à l'irrigation et à la fonction hydrique englobant les deux genres d'usage, les expériences « associatives » en matière d'usages de l'eau ont continué d'être conduites, avec des résultats mitigés, le tout soulevant des questions auxquelles les réponses pertinentes attendent d'être apportées.

Les principaux éléments d'évaluation de l'expérience mettent en relief les aspects suivants :

i. Une aire de « compétence » pour le GDA extrêmement réduite, se limitant au suivi des paiements de l'eau par les irrigants et la « petite maintenance » du réseau ;

ii. Une capacité technique, financière et administrative qui n'est même pas à la hauteur de ces missions aussi limitées soient-elles ;

iii. Une certaine déconnexion entre adhérents et le CA du GDA ;

iv. Une liaison directe entre les « agents » techniques, administratifs et financiers (du GDA) et le CRDA, tendant à transformer le GDA en une cellule « déconcentrée » du CRDA ;

v. La limitation de la vocation du GDA à la stricte question hydrique, à l'exclusion de tous les autres volets pouvant intéresser le « Développement », tel que la désignation 'GDA' semble le signifier, empêchant toute approche développementaliste multidimensionnelle pouvant être à l'origine d'une gestion de l'eau avec un niveau de rationalité plus élevé.

Tout concourt à montrer que la « tare originelle » des GDA se trouve dans leur « création par en haut » et non pas comme une émanation de la volonté des exploitants eux-mêmes. C'est ainsi que le blocage de l'extension des missions du GDA à d'autres préoccupations tel que l'approvisionnement, la commercialisation ou le financement, semble provenir du fait « qu'il a été prévu » que ce genre de dispositif d'appui relèverait d'une autre catégorie institutionnelle, les « SMSA ».

Ainsi lorsque l'Etat se met à « fabriquer du partenariat de base », cela ne tend qu'à créer un « associatif d'Etat », sous la forme d'excroissance de l'Etat et non pas d'institutions où « autonomie » et « responsabilisation » deviennent les deux faces de la même monnaie.

L'absence de « structuration régionale et nationale » des GDA constitue le clair révélateur de cette approche de partenariat tronquée.

Considérer l'eau comme un « facteur de développement », offrant certes beaucoup d'opportunités mais également objet de beaucoup de contraintes, dont la complexité pour sa gestion collective requiert un véritable arbitrage sur la base des avantages pour chaque partie mais aussi « ce qu'il en coûte » à chacun et pour la collectivité, cela exige que les différents acteurs disposent de l'information et que les modalités de gestion de l'eau soient suffisamment explicitées.

Quelque-soit l'évolution institutionnelle que connaitra le domaine de l'eau, fédérer les GDA aux échelles : locale, régionale et nationale, sur une base d'authentique représentativité, présente l'avantage de la promotion d'un véritable partenariat dans lequel chaque acteur assume la responsabilité qui lui revient.

Par ailleurs, la structuration des GDA aux différents niveaux territoriaux et le renforcement des capacités qui devrait en découler, peuvent constituer un facteur favorable à l'évolution vers une « Organisation à caractère National, Régional et Local du Système GDA », autour d'objectifs de « développement », qui vont au-delà de la question de l'eau, vers l'intégration de préoccupations relatives aux filières et chaines de valeur.

III.8 Opérationnalisation du Levier 8 de Lutte contre le Dérèglement Climatique

III.8.1 Introduction : L'Elaboration de cette Composante de la Stratégie en tant que Synthèse des Eléments avancés dans la Vision

Le Modèle Hydro-Economique développé dans le cadre d'Eau 2050 a été sollicité pour identifier l'impact du changement climatique par unité d'espace et de temps, afin de préparer les dispositions à prendre pour que ledit impact soit le moins contraignant possible sur le plan écologique, social et économique.

L'un des secteurs les plus concernés sera l'agriculture et l'agroalimentaire, que cela soit sous la forme de décision de « déplacement » des activités vers des zones plus « accueillantes » ou, au contraire, de mesures d'« adaptation » pour que les activités concernées puissent être « viabilisées » dans le nouveau contexte bioclimatique.

Pour les écosystèmes concernés par le changement climatique, il s'agit du constat de l'extrême fragilité des ressources naturelles en général et des sols en particulier et l'aggravation en vue pour cause de changement climatique. La Tunisie est en passe de mettre en œuvre une stratégie rénovée de CES (c.f. DGACTA) qu'il s'agira à la fois de continuellement renforcer et optimiser pour atteindre l'effectivité dans la réalisation de ses objectifs.

Le CC affecte tous les écosystèmes à travers les changements impactant les températures, les précipitations et le niveau de la mer. Ainsi, l'hydraulique et l'agroalimentaire, même en étant en position de « faible influence sur la climat » comparés aux autres domaines socioéconomiques, se trouvent dans un état de « forte dépendance » vis-à-vis du changement du climat sous les effets des activités extra-hydriques et hors domaine agroalimentaire.

Aussi, s'agit-il, dans le cadre d'Eau-2050, de prendre la thématique du CC avec la précaution qu'il faut, en prenant compte du fait que le domaine de l'eau est plus dans la position de l'impacté que de l'impactant.

Rappelons qu'en 2018 la Tunisie a occupé la 35ème place (sur 183 pays) en termes de classement décroissant en matière de vulnérabilité aux extrêmes climatiques en 2018, révèle l'Indice mondial des risques, en marge de la 25ème Conférence des Parties sur le Climat. D'après cette 15ème édition du classement indiciaire, la Tunisie est le pays le plus vulnérable aux extrêmes climatiques dans la région de l'Afrique du Nord[117].

A cet effet, selon les études faites dans le cadre de la Contribution aux éléments de la phase préparatoire du processus du Plan National d'Adaptation (Axe 2)[118], l'analyse de l'évolution des variables physiques et des indicateurs climatiques a permis de constater une tendance nette au réchauffement et à une baisse des précipitations sur le long terme, avec :

a. Une augmentation des températures minimales, moyennes et maximales au niveau national, avec une hausse des températures moyennes comprise entre +1.5°C (RCP 4.5) et +1,9°C (RCP 8.5) à l'horizon 2050, et +1.9°C (RCP 4.5) et +3,9°C (RCP 8.5) à l'horizon 2100. L'augmentation est plus importante dans le Sud de la Tunisie.

b. Une diminution des précipitations annuelles au niveau national entre -14 mm (RCP 4.5) et -22 mm (RCP 8.5) à l'horizon 2050 (soit entre -6% et -9%), et -23 mm (RCP 4.5) et -45 mm (RCP 8.5) à l'horizon 2100 (soit entre -9% et -18%) par rapport à la période de référence pour laquelle les précipitations annuelles moyennes observées sont de 250 mm.

Le domaine hydrique n'est pas comme le transport, l'habitat, la production électrique à partir de l'énergie fossile ou certaines industries, un domaine contributeur au dérèglement climatique. Bien au contraire, l'hydrique subit de plein fouet les impacts d'autres activités.

C'est pour cela qu'il s'agit dans cette partie du rapport de rappeler, rassembler et synthétiser ce qui a été avancé dans la Vision comme éléments de réduction de l'effet du Dérèglement Climatique, appelés à concourir, dans le cadre de la mise en œuvre de la politique nationale en la matière, à assurer de meilleures conditions pour l'atteinte des objectifs d'Eau 2050.

[117] Rapport de Germanwatch sur l'indice mondial des risques climatiques,2019.
[118] Impact des effets du changement climatique sur la sécurité alimentaire. Contribution aux éléments de la phase préparatoire du processus du plan national d'adaptation (axe 2)

III.8.2 Les Impacts Agro-Climatiques pour le Contexte Tunisien

Aux difficultés structurelles que connait le secteur agricole tunisien vont de plus en plus s'ajouter les impacts du changement climatique. Toutes les régions sont concernées par l'augmentation des aléas, affectant toutes les cultures mais plus particulièrement les céréales.

Sur cette base, les projections réalisées par IFPRI[119] pour les céréales montrent un doublement des importations, qui pourraient atteindre plus de 5 millions de tonnes en 2050. Les mêmes projections montrent une stabilité dans le commerce net d'autres produits alimentaires tels que les viandes, les oléagineux et les légumineuses, voire une augmentation sensible pour les fruits et légumes.

La céréaliculture, produit alimentaire de première nécessité, serait la plus affectée par les effets des changements climatiques selon les projections, s'agissant d'un secteur hautement stratégique pour : l'agriculture tunisienne, la sécurité alimentaire et l'équilibre de la balance commerciale, sachant par ailleurs que cette culture est pratiquée essentiellement en mode pluvial[120].

La variabilité du climat a des conséquences immédiates sur les rendements des cultures céréalières, en très grande majorité en mode pluvial. Ainsi, la production céréalière fluctue de manière spectaculaire d'une année à l'autre, en fonction précisément des aléas pluviométriques enregistrés dans le Nord du pays.

Le traitement des données entre 1998 et 2011 montrent une corrélation significative entre l'évolution des précipitations et celles des récoltes des céréales (figure ci-dessous).

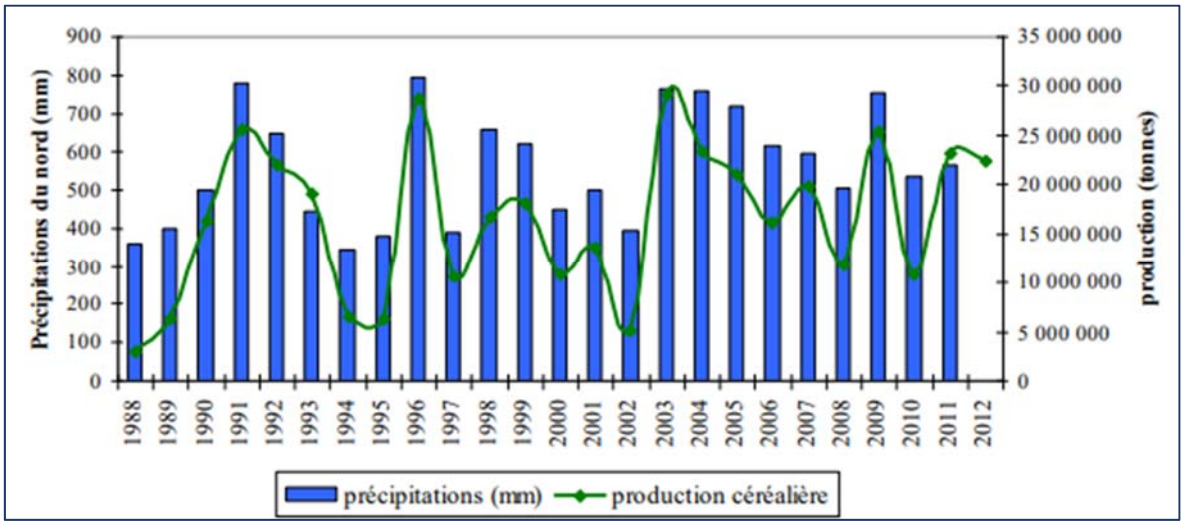


Figure 112 : Fluctuation de la production céréalière en rapport avec les précipitations annuelles dans le Nord

Source *:STUDI International, GKW*

Selon ce genre de rétrospective[121], il ressort que, toutes choses étant égales par ailleurs, si la pluviométrie dans le Nord accuse un déficit de 100 mm cela se solde par un « manque à gagner » de production de 6 millions de quintaux, soit l'équivalent de 280 Millions de DT-2018, ou encore 2,8 MDT pour chaque millimètre de pluie perdu.

[119] International Food Policy Research Institute, IFPRI
[120] ZAHAR Y., 2001. Maîtrise de la croissance démographique, gestion économique de l'eau, et intensification de la céréaliculture en Tunisie. Quelles perspectives d'adéquation future ? Sécheresse n°2, vol.12, pp. 103-110.
[121] ZAHAR Y., 2018. Elaboration de la requête du Plan National d'Adaptation « Sécurité alimentaire et priorités d'adaptation dans le secteur Agricole en Tunisie » Description brève de la vulnérabilité du secteur agricole et sécurité alimentaire aux changements climatiques, FAO.

III.8.2.1 Modélisation des effets des changements climatiques : Simulation de cas significatifs

La modélisation des effets des changements climatiques sur les ressources en eau prend en considération l'additionnalité des impacts liés aux différents forçages, sollicitations et pressions subis par les ressources en eau.

Le système eau est soumis à des forçages divers naturels et anthropiques et à de nombreuses sollicitations et pressions.

i. Les forçages sont climatiques, hydrologiques, sédimentologiques, limnologiques et démographiques.

ii. Les sollicitations concernent notamment l'efficience, la qualité, la consommation spécifique, le recours à la technologie et l'intégration du Nexus, soit :

   a. Les consommations spécifiques agricoles ;

   b. Les consommations spécifiques domestiques ;

   c. Les consommations en eau industrielle (gros consommateurs, secteurs, agroalimentaire, textile, manufacture, etc.) ;

   d. Les consommations en eau touristique (saisonnalisée).

iii. La pression sur la ressource est binomiale Usagers/Etat et concerne respectivement les surfaces des PIP et les surfaces des PPI.

Ces facteurs additionnés contribuent à la diminution des ressources disponibles, résultat d'un appel d'eau en forte croissance, lié précisément à l'augmentation concomitante des différentes demandes en provenance des différents usagers.

La diminution de la ressource en eau conjuguée à la poursuite de l'augmentation de la demande a pour conséquences principalement :

i. Des déséquilibres offre-demande, avec pour effet une gestion tendue des ressources en eau ;

ii. Des dysfonctionnements dans la gestion des ouvrages hydrauliques (barrages, forages, etc.) ;

iii. Des dysfonctionnements dans la gestion de l'eau potable, des zones industrielles et touristiques ;

iv. Des dysfonctionnements dans la gestion des périmètres irrigués ;

v. Des risques de conflits et de tensions à caractère territorial.

Cette dynamique se passe dans un contexte limnologique et sédimentologique d'intrusion des eaux marines, de salinisation des nappes, d'augmentation de la charge polluante et de sédimentation rapide des retenues des barrages. Ces facteurs conjugués compliquent d'année en année l'équation du gestionnaire, et l'expose au crash hydrique en cas de sécheresse.

III.8.2.1.1 Simulation des effets du CC sur la ressource : cas du Barrage de Sidi Salem

La figure ci-dessous illustre la simulation de la variation du volume de stock dans le barrage de Sidi Salem « avec » et « sans » forçage CC à l'horizon 2050 et en tenant compte de l'évolution de l'envasement du barrage dans les deux cas.

Le barrage Sidi Salem dispose de la plus grande retenue de la Tunisie (814 Mm3). A cause d'un rythme d'envasement relativement accéléré, son volume utile s'est réduit de 233 Mm³.

En juin 2016 le niveau d'eau atteint un minimum absolu qui a mis en danger la sécurité d'approvisionnement en eau de plusieurs régions du pays. Ce n'est qu'en 2018 que le barrage a repris son fonctionnement normal. Les projections à l'horizon 2050 montrent que la situation connue en 2016-17-18 risque de se reproduire 11 fois au cours des 30 prochaines années (compte tenu de la diminution de la capacité du barrage), mais jusqu'à 19 fois sous l'effet conjugué de la sédimentation et des changements climatiques.

Cette situation « d'un grand barrage à vide » peut durer de quelques mois à deux cycles hydrologiques successifs (figure ci-dessous).

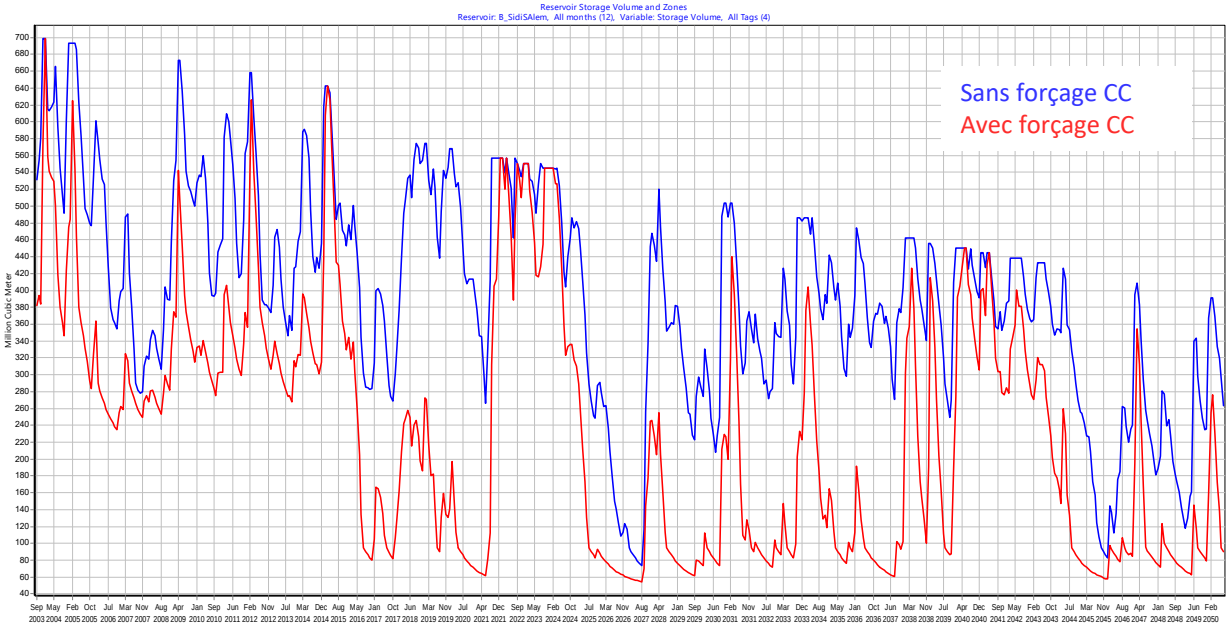


Figure 113 : Simulation de la variation du volume du stockage de barrage Sidi Salem

***Source** :STUDI International, GKW*

III.8.2.1.2 Simulation des effets du CC sur la ressource : Canal Medjerda-Cap Bon

Sur la base des projections climatiques introduites dans le modèle, la simulation (figure ci-dessous) montre que le régime d'écoulement actuel de 1 à 2 mois de transfert à pleine capacité hydraulique du canal va devenir de 6 mois à plein régime, de 2020 à 2040, avant d'atteindre 8 mois de flux tendu à la fin du cycle de la simulation (entre 2040 et 2050).

Ainsi, la capacité hydraulique du canal va atteindre ses limites dans les années 2040 à 2050.

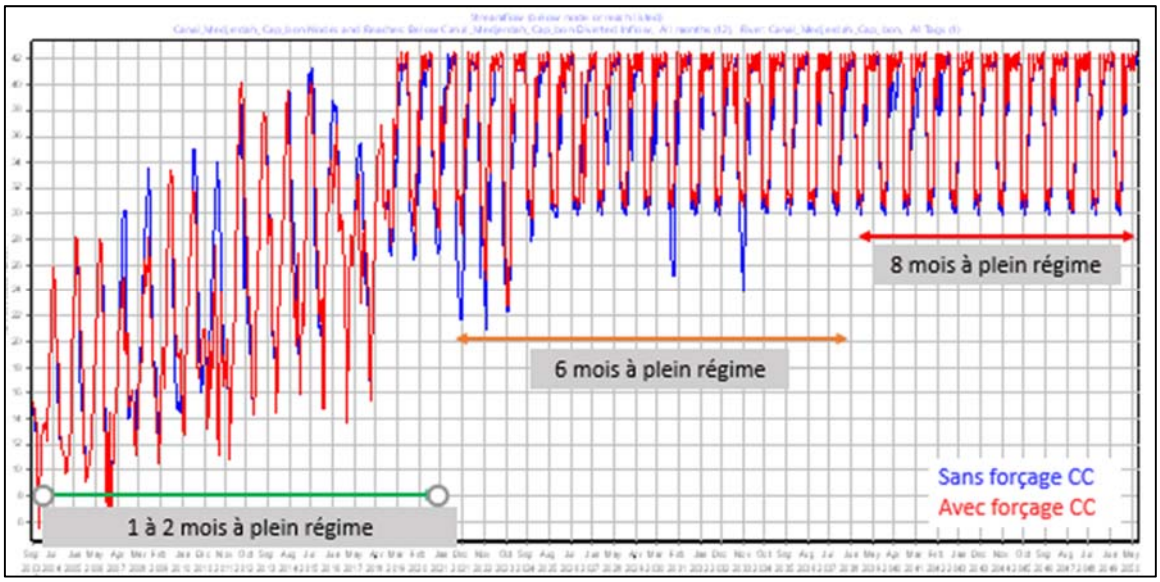


Figure 114 : Simulation de la variation du régime d'écoulement dans le canal Medjerda-Cap Bon

***Source** :STUDI International, GKW*

III.8.2.1.3 Simulation des effets du CC sur la demande d'AEP urbaine à Nabeul

La demande en eau potable domestique, industrielle et touristique, va augmenter d'ici 2050 en fonction de la croissance démographique et de la consommation spécifique. Dans le cas illustré ci-dessous, le changement climatique n'a pas d'impact majeur, quoique dans l'habitat individuel il pourrait croitre par l'arrosage (effet minime à l'échelle de la ville).

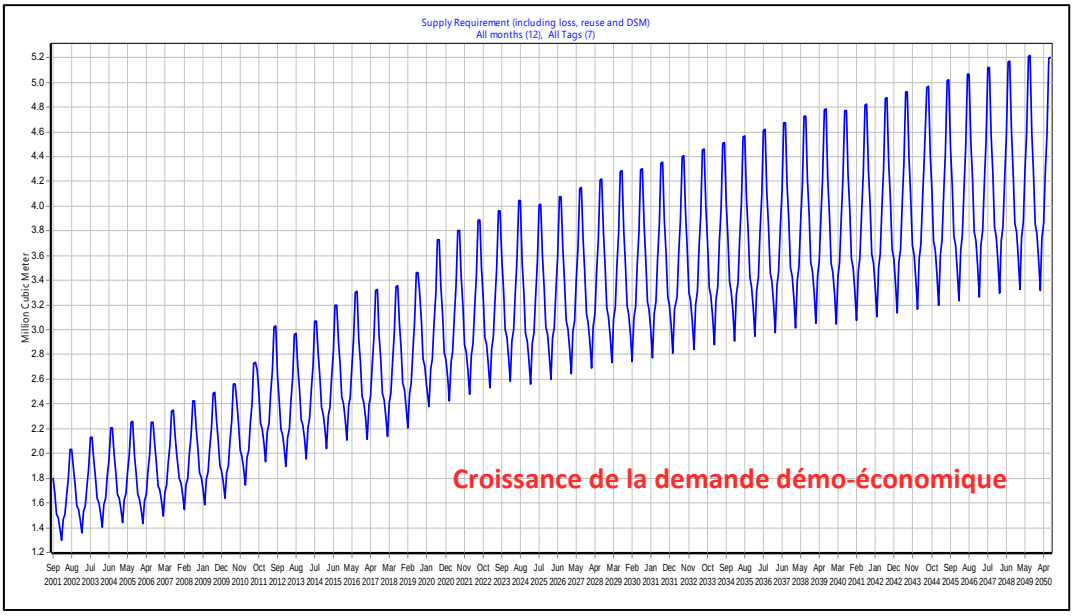


Figure 115 : Simulation de la variation de la demande en eau urbaine à Nabeul

***Source** :STUDI International, GKW*

III.8.3 Exigences de la Résilience Climatique

III.8.3.1 Le Résilience Proactive par l'Adaptation des Infrastructures au CC

La Tunisie a élaboré des documents de référence pour l'adaptation aux changements climatiques, dont :

- Les Rapports nationaux, tels que la Contribution Prévue Déterminée de la Tunisie (2015)[122], la 3ème Communication Nationale (2017)[123], le Plan d'Adaptation National (PNA) aux changements climatiques (2021)[124].
- L'Etude des Tendances et des Projections Climatiques en Tunisie. Institut National de la Météorologie, et le Portail changement climatique de l'INM (en cours de construction)[125].

Pour autant, la Tunisie n'a pas véritablement élaboré de plan de remplacement des infrastructures (réactif ou proactif) lui permettant d'assurer une résilience aux changements climatiques. Comme la plus grande vulnérabilité de la Tunisie a trait à la concentration de son activité économique et de sa population sur le littoral, un plan stratégique en rapport avec la thématique devrait veiller à identifier les infrastructures les plus vulnérables à la rareté de l'eau et à la hausse du niveau de la mer. De plus, l'ajustement des normes aux conditions climatiques anticipées constituerait un atout certain dans la réduction des impacts des changements climatiques. L'inaction rendra encore plus coûteux les futurs ajustements, de là l'impératif de concevoir des stratégies d'adaptation au plus tôt.

Afin d'optimiser les mesures d'adaptation, il est impératif d'anticiper aussi bien les difficultés que les opportunités, notamment là où des décisions d'investissement à long terme se présentent.

[122] Contribution Prévue Déterminée au Niveau National de la Tunisie- Ministère de l'Environnement et du Développement Durable. 2015.
[123] Elaboration de la Troisième Communication Nationale de la Tunisie au titre de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC). Ministère des affaires locales et de l'environnement. 2017.
[124] TUNISIE – Contribution aux éléments de la phase préparatoire du processus du plan national d'adaptation. 2021.
[125] **http://41.224.247.198:8080/INM/web/#**
http://aria-technologies-webapps.s3.eu-west-3.amazonaws.com/inmclimat/index.html

III.8.3.2 Le Changement de Paradigme pour une Meilleure Adaptation au CC

Il s'agit, principalement, d'appuyer la transition vers des systèmes de production agroalimentaire résilients et développer un cadre scientifique, technique et institutionnel dynamique et efficace en réponse aux impératifs climatiques à travers une adaptation progressive et transformative.

Il s'agit, en particulier, de favoriser la synergie entre la production alimentaire et l'utilisation durable des ressources naturelles « eau et sol » ainsi que de l'énergie « disponible, efficace et renouvelable » dans le pays.

Cela passe par la transition vers l'agriculture de conservation et l'agriculture biologique et par la recherche scientifique et expérimentale d'adaptation climatique des espèces résilientes, ainsi que des systèmes de protection des ressources naturelles.

En plus de la transition agricole, d'autres transitions seront nécessaires, en synergie avec le développement durable d'ordre alimentaire, environnemental, énergétique, technologique, social et économique.

Au niveau institutionnel, des Consortia[126] de filières de céréales, huile, élevage, etc. procèderont par association en groupements d'entreprises, de comptoirs et de représentants des marchés intérieurs et extérieurs (au niveau des ambassades), fédérant les différentes professions de la filière (offices, producteurs, consommateurs, syndicats professionnels, recherche scientifique, etc.) pour une gouvernance participative entre acteurs, en vue de promouvoir des opérations économiques, marketing, financières, scientifiques ou culturelles, pour le développement de la filière concernée, la gouvernance, la transparente, la prospection de nouveaux marchés à l'export, l'amélioration de la production, de la productivité, de la qualité du produit final, la promotion de labels de terroirs.

En combinant des solutions d'investissement et de renforcement de capacités, la vision future permettra à la Tunisie de développer un modèle agricole résilient : renforcement des capacités et soutien réglementaire au niveau régional, appui technique et financier aux communautés rurales, anticipation proactive de l'adaptation climatique (avant terme et par principe de précaution), recherche & développement, innovations technologiques, transition numérique et agriculture intelligente, agriculture biologique et de conservation, finance et assurance climatique, développement régional inclusif social et solidaire, découplage (eau & énergie), croissance soutenue, résiliente et durable, etc.

III.8.3.3 Le Recours à l'Infiltration Assistée

La diminution des ressources en eau de surface par l'effet des changements climatiques engendre conséquemment une hausse significative de l'opportunité d'utilisation des ressources en eau souterraine, comme mesure d'adaptation au changement climatique. L'infiltration assistée au niveau des lits des oueds permettra le stockage des écoulements de surface excédentaires dans les réservoirs souterrains pendant les périodes d'abondance, afin d'en faire usage ultérieurement et durant les cycles secs.

La recharge des nappes est parmi les possibilités d'adaptation les plus importantes pour réduire la vulnérabilité au changement climatique et à l'irrégularité hydrologique, avec plusieurs avantages potentiels, notamment le stockage de l'eau pour une utilisation future, la stabilisation et/ou la récupération des niveaux d'eau souterraine dans les aquifères surexploités, la réduction des pertes par évaporation, la réduction de l'intrusion saline ou l'hydromorphie des sols.

III.8.3.4 Les Barrages Telliens de Deuxième Génération

L'envasement des barrages constitue un problème prégnant parce que cela diminue le volume utile des barrages et entrave ainsi leur fonction de mobilisation et de régulation des eaux de surface. Les techniques de dévasement sont à prospecter et à développer (l'Algérie a lancé un programme expérimental à ce sujet). Toutefois, les vannes de vidange de fond des barrages de la Tunisie sont généralement de calibres inadaptés aux forts taux de turbidité des eaux de ruissèlement enregistrés en Tunisie (80g/l pour le Zeroud

[126] Un consortium est une entente entre plusieurs personnes, associations ou entreprises en vue d'une coopération pour l'exécution d'une ou plusieurs opérations économiques, financières, scientifiques ou culturelles.

en septembre 1969. 100g/l, 100 millions de tonnes de sédiments charriés et déposés dans la basse vallée de la Medjerda suite aux crues de mars 1973[127)].

Le remplacement d'un grand barrage tel que Sidi Salem se fera par des barrages de tailles plus réduites, mais répandus sur une plus grande superficie du territoire. Cette option est considérée comme une alternative en vue de développer une infrastructure résiliente au changement climatique, d'autant plus que plus le barrage est petit, moins importante sera l'évaporation. Implanter ces barrages dans les régions telliennes (généralement moins développées que les basses vallées) s'intègre par ailleurs dans une approche hydraulique plus sociale et plus inclusive que les grands barrages.

Les barrages de deuxième génération doivent être plus résilients aux extrêmes et aux changements climatiques. Leur conception doit inclure les forts aléas et irrégularités de l'hydrologie tunisienne, et permettre une meilleure régularisation des ressources en eau, avec moins de pertes par évaporation et par déversements en crues, et une meilleure disponibilité de la ressource les années sèches (conception des barrages selon une hydrologie bayésienne, à la fois stochastique et heuristique).

III.8.3.5 Option pour Miser sur la REUT

Avec le changement climatique, les écosystèmes d'eau douce sont particulièrement menacés. L'augmentation des températures de l'eau, la diminution du ruissellement et l'assèchement des zones humides vont augmenter la vulnérabilité de la ressource par rapport à la pollution et aux nuisances, qui ne feront qu'augmenter en conséquence de la baisse de l'écoulement et la diminution de la capacité de dilution et d'autoépuration des cours d'eau.

La disponibilité des ressources hydriques orientées « usage » est également étroitement liée à la qualité de l'eau, étant donné que la pollution des sources hydriques peut exclure différents types d'utilisation. L'augmentation des rejets d'eaux usées non traitées, combinée au ruissellement agricole et au traitement inadéquat des eaux résiduelles de l'industrie, entraine la dégradation de la qualité de l'eau.

Des approches de contrôle de la pollution hydrique auront à être mises en place, dont l'interdiction ou le contrôle de l'utilisation de certains contaminants afin d'éliminer ou de limiter leur entrée dans les eaux usées par des moyens règlementaires, techniques voire l'application de sanctions dans le cadre la lutte contre l'impunité et l'instauration du principe « pollueur-payeur ».

Les eaux usées vont constituer une composante essentielle du cycle de l'eau et doivent être intégrées sans la gestion globale de l'ensemble du cycle de l'eau : à partir du prélèvement, du traitement, la distribution, l'utilisation, la collecte et le traitement après utilisation de l'eau douce, jusqu'à la réutilisation et le retour ultérieur à l'environnement, où cela vient réapprovisionner la source pour des prélèvements d'eau ultérieurs, en particulier dans un contexte de rareté.

Dans un contexte où la demande en eau douce augmente sans cesse et où les ressources en eau limitées subissent de plus en plus des contraintes du fait de la surexploitation, la pollution et l'effet du changement climatique, il ne serait plus possible de négliger les opportunités qu'offre l'amélioration de la gestion des eaux usées.

La réutilisation des eaux usées traitées va constituer une option nouvelle pour développer des activités agricoles dans un cadre d'économie circulaire, sociale et solidaire, particulièrement dans les zones péri-urbaines et aux environs des quartiers périphériques (floriculture, cultures fourragères et pastorales, plantations forestières, parcs urbains récréatifs, etc.).

Une autre alternative consisterait à réutiliser les eaux usées traitées dans les industries non alimentaires (papeterie, textile, refroidissement, hydromécanique, turbinage industriel, etc.).

[127] CLAUDE, J & CHARTIER, R. (1977) Mesure de l'envasement dans les retenues de six barrages en Tunisie, campagne de 1975. Cahier ORSTOM série hydrologie. Vol XIV n°1. pp 3-35

III.8.3.6 Sensibilisation et Incitation à l'Economie de l'Eau

La sensibilisation à l'économie de l'eau peut se faire par une communication « générale », au moyen de médias ou à travers des évènements. Les compagnes en question doivent reposer sur les conséquences désastreuses du gaspillage ou de la pollution de l'eau, pour une prise de conscience de l'importance de l'eau et des principes et valeurs pour sa gestion collective en tant que bien commun.

La sensibilisation doit être accompagnée par la proposition de solutions et mesures concrètes d'économie de l'eau, notamment doter les ménages d'une robinetterie économe en eau, qui d'ailleurs représente une filière à développer en Tunisie et à l'export. La Tunisie peut occuper une place commerciale importante en matière fabrication d'articles sanitaires et d'équipements des logements économes en eau.

Le déploiement de compteurs intelligents est également une mesure à mettre en place, pouvant assurer un suivi fin et personnalisé de la consommation d'eau pour limiter les gaspillages, en permettant aux particuliers, aux entreprises et aux collectivités d'accéder à leur relevé des compteurs en continu, d'être facturés sur la base de leur consommation réelle, de détecter immédiatement des incidents ou risques sur leurs installations (fuite par exemple) avec des économies d'eau conséquentes.

Même principe pour les réseaux de distribution d'eau, eux aussi voués à devenir de plus en plus « smart » : Des capteurs installés sur le réseau permettent de suivre la qualité de l'eau, de limiter les pertes, de détecter des fuites.

Ces mesures s'intègrent dans une vision globale de « smart-living » à l'échelle de l'habitat et de « smart-city » à l'échelle de la ville. Dans ce cadre, un projet est déjà planifié à Bizerte et qui consiste à développer le programme « Bizerte Smart City ». Lancé en avril 2017, ce projet vise à créer un écosystème spécialisé dans les Smart Cities et dans les énergies renouvelables. Il s'agit d'une vision du territoire à l'horizon 2050 prenant en compte les enjeux relatifs à l'aménagement intelligent et durable du territoire, englobant les nouvelles technologies capables de faciliter la vie du citoyen et mettre en harmonie la ville et son environnement.

La récupération de l'eau de pluie constitue également un moyen de valorisation de la ressource dans un contexte de raréfaction. Les politiques publiques dans ce domaine doivent encourager les populations à collecter et à utiliser de l'eau de pluie surtout que la Tunisie dispose d'une grande tradition en la matière.

Des techniques de collectes plus modernes peuvent être également envisagées. Les citernes en plastique alimentaire constituent une alternative à considérer. Ces réservoirs peuvent être équipés de filtres et d'un robinet d'usage. Les autorisations de bâtir doivent être systématiquement subordonnées à un système de collecte individuel des eaux pluviales.

La SONEDE doit mettre en place un système incitatif au profit des clients résidentiels voulant réduire leur consommation d'eau du réseau public par l'installation d'un système de récupération de l'eau de pluie pouvant être destinée aux usages domestiques et non alimentaire de l'eau (chasse d'eau, nettoyage, lavage et arrosage complémentaire).

III.8.3.7 La Smart-Irrigation Climato-Vigilante et en Pilotage Efficient

L'irrigation en Tunisie n'a pas réussi à ce jour à mettre en place une véritable politique d'économie et d'efficience des usages de l'eau dans les périmètres irrigués. Les pertes et les gaspillages sont considérables (estimés à plus de 40%) et pénalisent les autres secteurs vitaux de l'économie quant à l'accès à une ressource précieuse (industrie, tourisme, villes).

La « smart-irrigation » a pour objectif de réaliser des économies d'eau substantielles en liant l'irrigation à l'humidité du sol et les données météo.

Les dispositifs d'irrigation intelligents combinent des technologies d'irrigation centralisée et des capteurs d'humidité du sol avec pour objectifs de réduire la consommation d'eau de manière significative et de maintenir un approvisionnement en eau optimal et stable pendant tout le cycle de la plante, ce qui permet d'augmenter sa résilience aux changements climatiques[128]. .

[128] https://www.maya-project.eu/

La performance d'une irrigation intelligente repose sur sa capacité à ajuster les quantités d'eau apportées aux variables climatiques (pluviométrie, température, humidité du sol, etc.). Cela nécessite d'avoir des sondes d'humidité connectées, mais également des contrôleurs d'électrovanne pilotés à distance.

L'adjonction de compteurs d'eau connectés permet de maximiser les économies d'eau en détectant les fuites cachées et d'avoir une gestion plus juste par le contrôle instantané ou régulier des débits. Une station météo complémentaire, locale ou à proximité, permet d'avoir une justification agronomique par adéquation des quantités d'eau apportées.

Cette option est également génératrice d'emplois et de savoir-faire à même de placer la Tunisie dans le leadership de l'expertise et la maitrise de ces nouveaux systèmes, avec un potentiel d'export, technique et technologique très important, vers d'autres pays, notamment en région MENA et sur le continent africain.

III.8.3.8 Sécurité Alimentaire et Résiliente au Climat

La revue stratégique sur la sécurité alimentaire et nutritionnelle en Tunisie, réalisée récemment (2017) par l'ITES[129] avec l'appui du PAM a révélé que l'offre alimentaire est suffisante en Tunisie, grâce à l'amélioration de la production et de la productivité locale. La Tunisie occupe la 53ème place sur 113, mais cela n'a pas empêché l'augmentation de l'importation des produits alimentaires qui représente 9,2% du total des importations du pays. La part des céréales dans la valeur des importations alimentaires dépasse 43%, suivies par les huiles végétales et les sucres et dérivés.

S'agissant des risques qui menacent la sécurité, la « revue » évoque plusieurs risques dont le changement climatique et la dégradation des ressources naturelles, particulièrement l'eau, le pays étant classé 33ème en matière de risque imminent de pénurie d'eau d'ici 2040 (World Resource Institute), s'agissant du risque de perdre plus de 80% de ses ressources d'eau non renouvelables.

La demande alimentaire sera confrontée aux incidences du changement climatique, qui réduisent déjà le rendement des cultures dans certaines régions du monde, une tendance qui devrait se confirmer à mesure que les températures continueront à augmenter. Les céréales de base, telles que le blé, le maïs et le riz sont parmi les cultures les plus touchées. Le changement climatique devrait augmenter la volatilité des prix des produits agricoles et réduire la qualité des aliments.

Cela constitue un défi majeur pour la Tunisie, les céréales constituant l'aliment de base de la population, dont le régime « méditerranéen » est caractérisé par une forte consommation de produits végétaux, particulièrement les céréales, qui procurent 49% des calories, 51% des protéines, 42,5% du fer et 19% du calcium (INS, 2015). Selon la dernière enquête de l'INS de 2015, les dépenses alimentaires en céréales représentant environ 4% des dépenses globales des ménages et 13% des dépenses alimentaires totales. La consommation des ménages est estimée à 174,3 Kg/ habitant/an, avec 164,6 kg pour le milieu urbain et 195 kg pour le milieu rural.[130]

La demande totale en céréales est estimée en moyenne à 5 millions de tonnes par an. Or, malgré les efforts déployés en vue de satisfaire cette demande, le pays demeure déficitaire en céréales et n'assure qu'environ la moitié de ses besoins. L'analyse des importations montre que malgré la fluctuation des importations, la tendance reste haussière en raison notamment de l'accroissement démographique, du développement de l'industrie de la transformation des céréales[131].. la production est en grande partie une culture pluviale, restant soumise aux aléas climatiques. La Tunisie est ainsi confrontée à un problème de dépendance extérieure qui s'accompagne d'une forte dépense en devises et des cours fluctuants du marché mondial.

Comme moyen de résilience face au changement climatique et aux aléas des cours mondiaux, le stockage de réserves stratégiques des céréales s'impose. La capacité de stockage existante (près de 45% des besoins) demeure insuffisante pour faire face à une année de bonne récolte, ou une flambée du cours du marché international. Ceci doit être accompagné par l'amélioration et la modernisation du système de stockage pour éviter les pertes liées au vieillissement des équipements de manutention des céréales, les pertes dues aux insectes et rongeurs, l'humidité et les pertes lors de la manipulation des grains. Le

[129] ITES, 2017 : La sécurité alimentaire et nutritionnelle en Tunisie. 245 pages.
[130] MARPH, Analyse de la filière céréalière en Tunisie et identification des principaux points de dysfonctionnement à l'origine des pertes.
[131] ONAGRI

renouvellement et le renforcement des équipements et du matériel doit également concerner les machines agricoles pour éviter les pertes à la récolte.

Ces mesures doivent être accompagnées par une réforme de la politique de subvention à savoir : contenir les charges de compensation à un niveau compatible avec les capacités financières du pays, cibler autant que possible la compensation pour permettre de la diriger vers les ménages qui en ont vraiment besoin et réduire les subventions destinées à la transformation des céréales.

Les habitudes alimentaires auront également à s'adapter. L'évolution des quantités consommées par personne et par an (figure ci-dessous) montre une diminution progressive de la consommation des céréales de 1985 à 2015. Mais le tableau indique également une croissance sensible des produits alimentaires caloriques (viandes, lait, œufs, etc.).

Le changement des habitudes alimentaires et la diminution de la consommation des céréales doivent se poursuivre et être accompagnées par une diminution du gaspillage

Tableau 147 : Rappel de l'évolution de la consommation de céréales par personne et par an (en Kg)

	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015*
Total céréales (1)	204,4	196,4	187,0	180,4	182,6	180,7	174,3
Légumes frais	77,6	81,5	72,7	76,2	78,3	78,5	85,3
Légumes transformés (2)	46,8	52,2	52,6	54,7	60,2	60,8	64,0
Fruits	38,9	53,0	43,1	61,2	70,8	66,0	80,8
Viande et Volaille	17,8	19,9	21,0	24,8	26,9	29,8	32,5
Poissons	6,1	7,1	5,8	6,7	9,4	9,7	9,3
Laits	37,5	38,8	40,0	44,5	53,9	95,0	109,7
Produits laitiers (3)	14,1	19,6	25,2	33,5	29,6	34,2	40,7
œufs (pièce)	77,0	97,0	98,0	119,0	132,8	166,7	186,9
Huiles végétales	20,8	25,1	23,0	24,1	22,7	23,9	25,7
Sucre et produits sucrés	16,5	17,4	16,1	17,4	16,7	15,8	15,3

Source (INS, 2010). (1) En équivalent grains, (2) En équivalent légumes frais, (3) En équivalent lait frais.

***Source** : INS, 2010*

L'Amélioration de la résilience de l'agriculture et de l'équilibre de la balance agroalimentaire est primordiale dans un contexte de changement climatique et de raréfaction des ressources. Cette amélioration s'effectue par le renforcement du partenariat public - privé[132] dans toute la chaine de valeurs des principaux produits à l'exportation (huile d'olive, dattes, produits de la mer, agrumes, etc.) de la production, la transformation, l'emballage, la commercialisation, (certification, labellisation, marketing des exportations agricoles, agroalimentaire, mais également bio, cosmétique, thérapeutique, médicinale, etc.).

Le partenariat public - privé doit pouvoir contribuer à améliorer la valeur économique et commerciale des produits à l'exportation (notamment l'huile d'olive qui est vendue essentiellement en vrac et à faible valeur ajoutée), à l'équilibre de la balance agro-alimentaire qui doit être élargie à une balance agroécologique (production bio, etc.), et à mieux compenser la valeur en devises étrangères des importations des denrées alimentaires de base (céréales, huiles, sucre, etc.)

L'huile d'olive est un produit stratégique aussi bien pour l'agriculture tunisienne que pour l'ensemble de l'économie nationale, puisque cela représente un produit fortement exporté (plus de 75% de la production en moyenne sur la période 2003 – 2017), contribuant ainsi à la régulation de la balance alimentaire. Par ailleurs, il est aujourd'hui connu que la plupart des exportations tunisienne de l'huile d'olive se fait en vrac vers l'UE, notamment vers l'Italie où l'huile tunisienne est mélangée, mise en bouteille et vendue avec des étiquettes « made in Italy ». Ceci induit un grand manque à gagner par rapport à la vraie valorisation des exportations tunisiennes qui devraient se faire le plus sous formats conditionné, biologique, et biologique conditionné.[133]

[132] Stratégie de développement des exportations tunisiennes des fruits et légumes transformés. Ministère du commerce et du tourisme – UTICA. 2011.
[133] ONAGRI, 2018 : Analyse des échanges extérieurs des principaux produits agricoles et voies d'amélioration.

Les figures ci-dessous illustrent la part des produits alimentaires exportés et importés à fin Mars 2021. L'huile d'olive et les céréales sont les deux produits stratégiques dans les échanges : l'huile d'olive constitue 38.3% des exportations totales et les céréales constituent 54.5 % du total des importations.

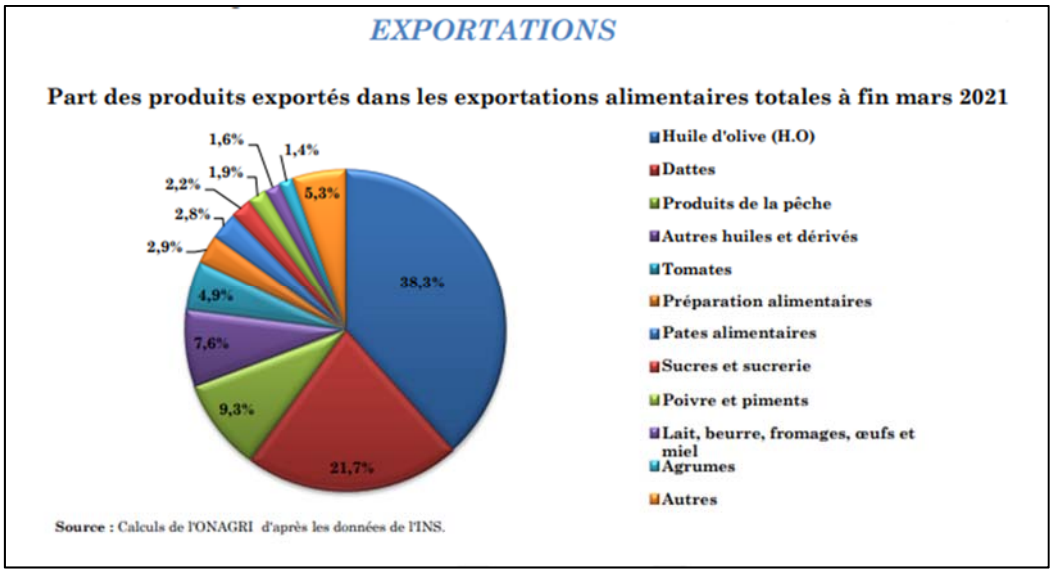


Figure 116 : Part des produits exportés dans les exportations alimentaires totales à fin Mars 2021
***Source** :STUDI International, GKW*

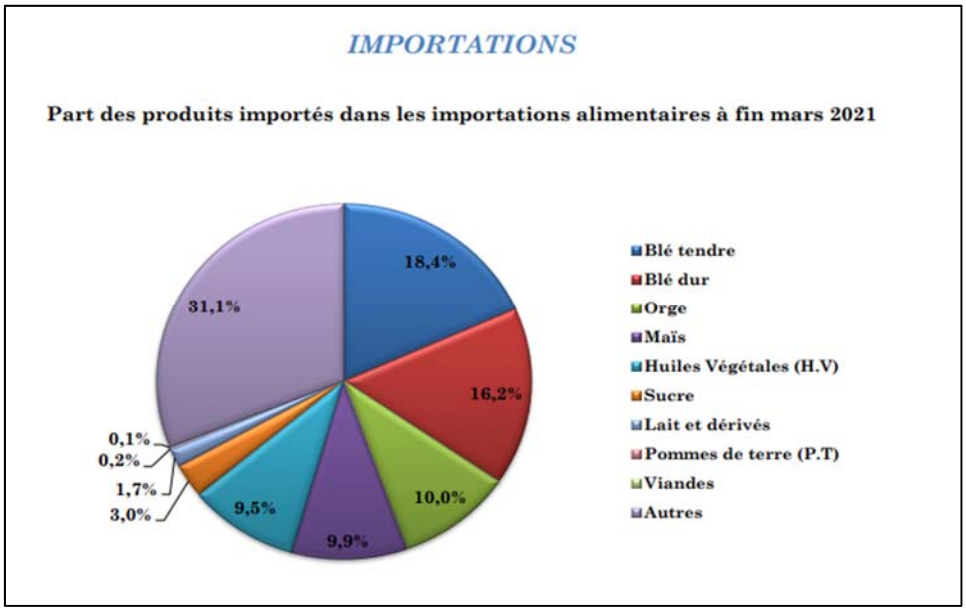


Figure 117 : Part des produits importés dans les importations alimentaires totales à fin Mars 2021
***Source** :STUDI International, GKW*

L'analyse de l'évolution de l'eau virtuelle dans les exportations et les importations en termes de quantité d'eau (Mm3) et en termes de prix (M$) montre que la Tunisie est dans un rapport de 1 à 2 entre 2000 et 2010. L'objectif serait donc de chercher un équilibre ou la quantité de l'eau virtuelle exportée serait égale à la quantité d'eau virtuelle importée.

Cet équilibre ne serait atteint qu'on misant sur la valeur ajoutée qui permettrait d'augmenter les prix des produits destinés à l'export pour une même quantité d'eau utilisée pour leurs productions.

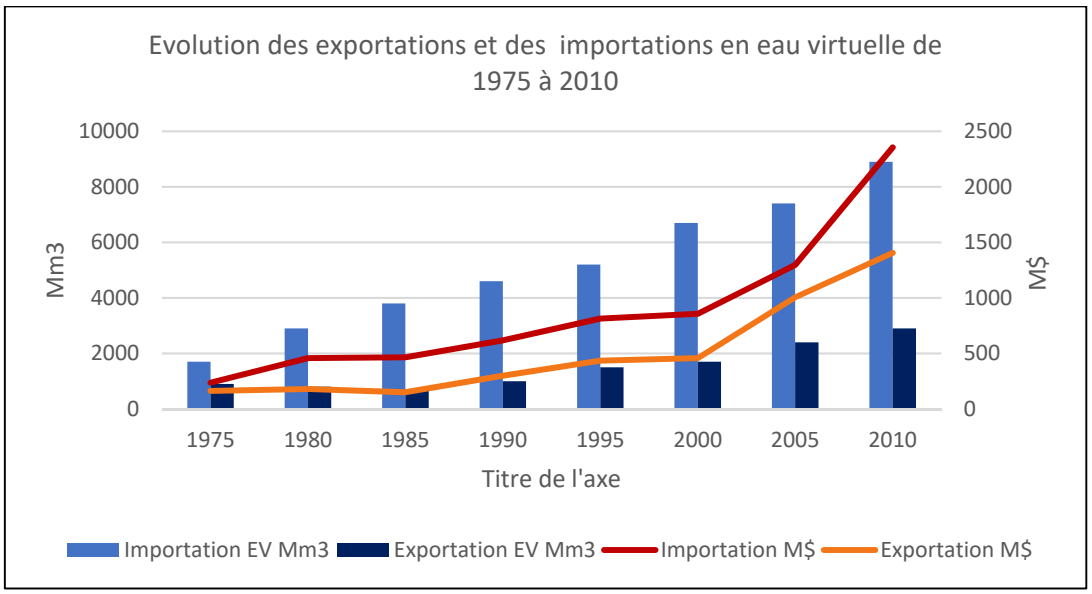


Figure 118 : Evolution des exportations et des importations en eau virtuelle de 1975 à 2010

Source *:STUDI International, GKW*

Il en ressort que des stratégies spécifiques à l'huile d'olive et aux céréales en vue d'équilibrer la balance alimentaire doivent être mises en place du fait qu'il s'agisse des produits les plus importants en termes d'échange mais également en termes de produits garants de la souveraineté alimentaire du pays.

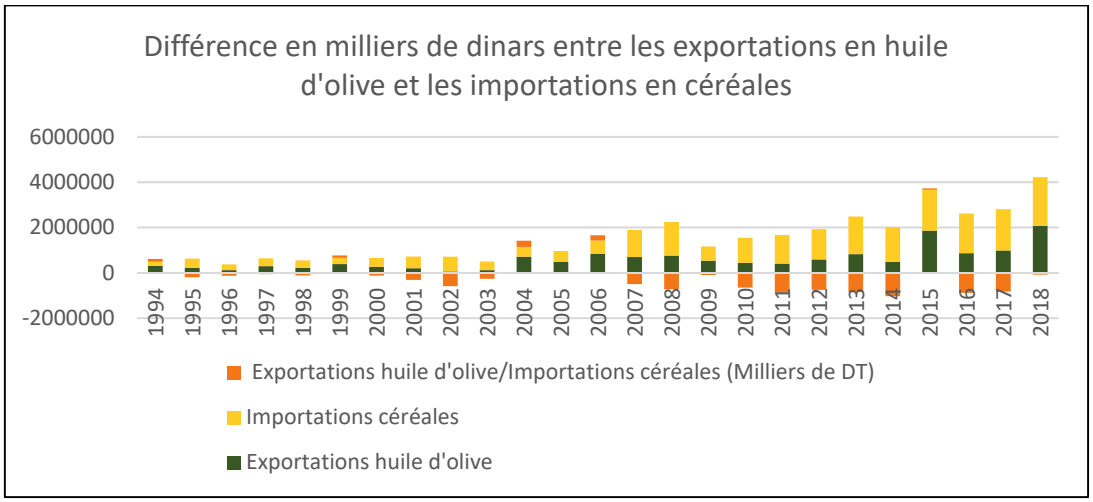


Figure 119 : Différence en milliers de dinars entre les exportations en huile d'olive et les importations en céréales

Source *: Annuaires statistiques agricoles, traitement STUDI*

La figure ci-dessus illustre la différence en milliers de Dinars entre les exportations en huile d'olive et les importations en céréales de 1995 à 2018. Cette approche comparative montre que pour la plupart des compagnes les exportations en huile d'olive ne couvrent pas les importations en céréales.

Dans un contexte d'une balance commerciale, globale et agroalimentaire, déficitaire, accroître la valeur des exportations et limiter la valeur des importations doivent être parmi les premières solutions envisageables. Booster les exportations constitue l'alternative la plus plausible du fait des opportunités offertes en termes d'augmentation de la production et de valorisation des produits. Toutefois, ceci nécessite l'amélioration de la compétitivité et l'environnement des affaires (investissement, logistique, gouvernance stratégique, chaines de valeur, diplomatie économique, etc.).

Partant de cette préoccupation, deux simulations ont été effectuées avec pour objectif d'« équilibrer la balance entre les exportations en huile d'olive et les importations en céréales » pour les compagnes 2017 et 2018 :

En 2018 les importations en céréales ont été de 3 530 milles Tonnes selon les annuaires des statistiques agricoles, l'équivalent de 2 150 MD, soit un déficit de 127.7MD par rapport à l'exportation de l'huile de l'olive.

Selon la simulation, il faudrait augmenter à 28% la part de l'huile d'olive conditionnée pour couvrir le déficit engendré par les importations de céréales.

Tableau 148 : Rappel de la Simulation de l'Exportation d'huile d'olive/ Importation céréales (2018)

	Exportation huile d'olive				Importation Céréales		Exportation huile d'olive		
	Etat de référence				Etat de référence		Simulation		
	Q (T)	Valeur (MD)	% Q	Prix (1000 DT /T)	Q (1000 T)	Valeur (MD)	Q (T)	Valeur (MD)	% Q
Vrac	184 628	1 804,4	91,6%	9,8	3 530	2 150,7	145 134	1 422,3	72%
Conditionné	16 948	218,6	8,4%	12,9			56 441	728	28%
Total	201 576	2 023					201 576	2 150	

***Source** : STUDI International, GKW*

La même simulation a été effectuée pour les exportations en huiles d'olive et les importations en céréales pour 2017. En effet, Pour 2017 les exportations en huile d'olive sont de 95 288 tonnes (environ la moitié des exportations en 2018) contre 3 601 665 tonnes d'importation de céréales.

La simulation montre que même si l'accroissement des exportations en huile d'olive conditionnées est de 100%, cela ne permettra pas de couvrir la totalité des importations en céréales mais de diminuer le déficit engendré par l'importation des céréales par rapport à l'exportation de l'huile d'olive de 855 MDT à 590 MDT.

Ces simulations démontrent l'importance de prêter une attention particulière aux cultures conduites en pluvial, notamment l'oléiculture. S'orienter vers les produits agricoles ayant une grande valeur ajoutée, de qualité et labellisés est également une nécessité. En particulier, il d'agit d'augmenter leur valeur par le biais du développement de l'industrie agroalimentaire.

Ainsi, parallèlement à la poursuite de la croissance des exportations agricoles, la Tunisie aura à développer, rénover et moderniser son industrie agroalimentaire, exploiter les produits qui sont des spécialités locales, mais connues mondialement et qui apportent une grande valeur ajoutée aux exportations, sans oublier de renforcer la labellisation pour ce genre de produits, avec l'organisation de formations aux techniques de production en faveur des agriculteurs.

Il s'agit aussi de conquérir des marchés encore inexploités, tels que ceux des plantes ornementales, aromatiques, médicinales, cosmétiques, diététiques, homéopathiques, thérapeutiques, etc. Les atouts de la filière biotechnologique restent également très porteurs. Au regard des potentialités sur les marchés internationaux et des atouts de la Tunisie (en termes de biodiversité, de savoir-faire, etc.), l'exportation des produits biologiques et biotechnologiques se confirme comme un pilier de la croissance pour les prochaines années.

En optant pour l'agriculture biologique, l'agriculteur peut aspirer à augmenter son revenu. Les agriculteurs « bio » auront à agir en étroite collaboration avec les industriels chargés de traiter et de conditionner les produits à vendre comme c'est déjà le cas pour l'huile d'olive et les dattes.

Les produits agricoles biologiques contribuent à concurrence de 14% dans la valeur globale des exportations agroalimentaire en 2018, assurant ainsi une progression nettement remarquable comparée au taux de 4% enregistré en 2010[134].

[134]http://www.onagri.tn/uploads/images/filieres/bio/mai2019/Fiche-indicateur-BIO-MAi2019.pdf

Le tableau ci-dessous montre l'évolution de la contribution des produits bio dans la valeur des exportations. La Tunisie peut donc très bien se positionner sur ce marché vu la longue expérience acquise par certains producteurs et industriels qui ont su s'intégrer dans les grandes chaînes de distribution en Europe et ailleurs. Les perspectives s'annoncent prometteuses à condition de savoir diversifier les produits exportés pour ne pas se limiter essentiellement à l'huile d'olive et aux dattes. Il est possible d'exporter d'autres produits à valeur ajoutée, en grandes quantités, comme le miel, les conserves alimentaires et autres.

Tableau 149 : Rappel de l'Evolution de la contribution des produits bio dans la valeur des exportations

Année	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Contribution des produits BIO dans la valeur des exportations	4%	4%	4%	5%	5%	9%	11%	13%	14%

***Source** : ONAGRI*

III.8.3.9 L'adoption de l'ICD (Irrigation Complémentaire Déficitaire)

En termes de stratégie alimentaire la Tunisie a changé de concept en passant de l'« autosuffisance alimentaire » à celui de « sécurité alimentaire », où l'objectif consiste à ce que la valeur des exportations agricoles doit permettre d'équilibrer la balance commerciale alimentaire.

Ali Mhiri[135] préconise l'« irrigation complémentaire » pour assurer la sécurité d'e l'approvisionnement minimum en produits stratégiques tel que les céréales, l'objectif étant la réduction de la contrainte de l'aléa pluviométrique, l'augmentation des rendements et leur stabilisation à un niveau pouvant être considéré comme l'équivalent d'un bon rendement du système pluvial, de sorte qu'il ne puisse pas y avoir de « mauvaises récoltes » pour cause de déficit pluviométrique.

Le découplage des systèmes pluviaux de l'aléa pluviométrique sera assuré par le comblement du déficit pluviométrique mensuel par rapport à la pluviométrie moyenne locale par des « Irrigations Complémentaires Déficitaires (ICD) », économes en eau mais avec une efficacité hydrique supérieure, se traduisant par de la productivité physique et de l'efficience économique.

III.8.3.10 L'Assurance Climatique

Les agriculteurs sont les premiers à subir les conséquences des changements climatique notamment liées aux événements extrêmes tels que les inondations et la sècheresse. Cette situation concerne non seulement les exploitants dont le revenu et la consommation dépendent directement de l'agriculture, mais aussi les habitants des régions rurales dont les revenus du travail, salarié ou non, sont indirectement fonction de la propagation de résultats agricoles favorables dans la chaîne de valeur et les relations locales. Les chocs climatiques non assurés affectent ainsi les ouvriers agricoles, les fournisseurs d'intrants, les chefs d'entreprise et les travailleurs de l'agroalimentaire ainsi que les fournisseurs de biens et de services non marchands de l'économie rurale non agricole.

Les agriculteurs auront ainsi à faire face à l'augmentation de la fréquence et l'intensité des événements climatiques défavorables, alors que, sans dispositif de protection, ils ne peuvent pas faire face à ces risques.

A cet effet, la CTAMA a été chargée de gérer le « Fonds d'indemnisation des agriculteurs et pêcheurs victimes de calamités naturelles ». Le Fonds, institué par la Loi de Finances de l'année 2018 est activé. Les ressources proviennent d'une dotation annuelle de 30 MD allouée par le Budget de l'Etat, d'une cotisation de 2.5% sur la valeur des produits et des frais de production, à payer par les assurés eux-mêmes, et d'une taxe de 1% sur les produits agricoles.

Si la souscription à cette assurance est facultative, l'accès à la couverture des risques sera limité aux assurés. Un grand effort pédagogique est nécessaire afin d'en expliquer les modalités opérationnelles.

Il faut par ailleurs développer une protection sociale de la paysannerie rurale, avec notamment la création d'un fonds national d'adaptation et de résilience climatique et d'un nouveau concept de compensation des

[135] Ali Mhiri. L'agriculture tunisienne à la croisée des chemins. Quelle vision pour une agriculture durable?», 2018.

prix des denrées alimentaires de base, mais ciblé uniquement pour les populations vulnérables et en majorité rurales.

III.8.3.11 La Promotion d'une CES de Terroir, Inclusive, Productive, Ecologique et Résiliente

La production agricole sur terres non irriguées exige une utilisation optimale de l'environnement physique de chaque écosystème sol-culture-climat. Dans les zones pluviales, les mesures de première importance sont celles de la conservation des ressources en eau et en sol et de la promotion de pratiques agricoles susceptibles de contrôler le ruissellement, avec la récupération de l'eau et la conservation du sol.

A cela, il faut conjuguer la sélection de variétés résilientes aux effets des changements climatiques, ces variétés devant être à valeur ajoutée, résilientes à la sécheresse et capables de mieux valoriser les réserves en eau du sol.

Un plan d'adaptation des populations vulnérables au climat doit être mis en œuvre pour réduire les impacts climatiques sur les populations, notamment les plus précaires Le rôle social de l'eau prendra toute son importance dans la conservation des eaux et du sol et dans le maintien des conditions de subsistance des populations rurales les plus vulnérables[136]. Une inclusion sociale et solidaire des régions menacées par les risques climatiques futurs sera nécessaire pour éviter la désertification et l'abandon par les populations de leurs terres.

Le Programme d'Adaptation au Changement Climatique des Territoires vulnérables de Tunisie (PACTE)[137] est censé contribuer au développement durable et à l'adaptation aux changements climatiques des territoires ruraux vulnérables, avec comme objectif de définir et mettre en œuvre des politiques, stratégies et projets structurants de gestion intégrée des ressources naturelles dans les zones prioritaires d'intervention par les acteurs locaux et nationaux. Cet objectif s'articule autour de :

(i) La gestion rationnelle et durable des ressources naturelles vulnérables ;

(ii) Le développement économique des territoires ruraux et ;

(iii) L'amélioration de la gouvernance du développement territorial.

Les allocations d'eau aux zones humides doivent également faire partie de la vision CES[138] : La Tunisie est parmi les pays dont le rapport « superficie zone humide /superficie totale du territoire » est la plus élevée. Sur l'ensemble des 42 types de zones humides couverts par la classification Ramsar, 34 sont présents en Tunisie[139].

La valeur économique des zones humides est très variée, allant de la pêche, l'aquaculture, l'irrigation, la production du sel, le pâturage aux intérêts paysagers et récréatifs. Toutefois, il s'agit de constater que les barrages ne remplissent pas de fonction écologique en faveur des zones humides, le débit écologique défini par les études n'étant pas respecté par les gestionnaires du fait de la forte tension de la demande en eau des barrages. Garantir des allocations en eaux régulières à ces zones sensibles aux CC leur permettra de conserver leurs fonctions hydrologiques et écologiques : gestion intégrée des eaux par la rétention des eaux dans le bassin versant, l'écrêtement des crues, le soutien d'étiage et la recharge des nappes.

Une CES écologique et résiliente au climat des zones humides consiste ainsi en l'aménagement des bassins versants et des voies d'eau pour conduire l'eau de ruissellement des cours d'eau secondaires (non barrés) jusqu'aux zones humides. Ces aménagements peuvent être des endiguements des cours d'eau des affluents et des dérivations des eaux de ruissellement vers les principales zones humides, généralement en aval des versants et des réseaux hydrographiques.

[136] Aménagement et conservation des terres agricoles pour une gestion durable des ressources naturelles dans un contexte du changement climatique. DGACTA. COP21, Paris.
[137] Le Programme d'Adaptation au Changement Climatique des Territoires Ruraux Vulnérables de la Tunisie (PACTE). DGACTA/AFD.
[138] Elaboration de la nouvelle stratégie d'aménagement et de conservation des terres agricoles. DGACTA. BRLi/STUDI : 2017.
[139] L'Observatoire Tunisien de l'Environnement et du Développement Durable (OTEDD) (2018), Guide pour la Gestion Durable des Zones Humides en Tunisie

La mise en œuvre des aménagements CES dans le futur doit passer de l'échelle du bassin versant à l'échelle de la parcelle et doit s'appuyer sur les agriculteurs pour qu'ils s'approprient les aménagements afin de les pérenniser. Le travail des aménagements CES doit être un travail intégré, où l'Etat doit intervenir certes en tant qu'acteur principal mais en totale synergie avec les différents acteurs nationaux, régionaux et locaux concernés.

III.8.3.12 L'Adaptation Climatique de l'Equipement et de l'Habitat Rural

En milieu rural on peut faire les constants suivants :

i. Une infrastructure de logements ruraux rustiques, dispersés et sous équipés ;

ii. Une infrastructure routière (routes secondaires et pistes rurales) assez dégradée, en manque d'ouvrages hydrauliques et d'entretien ;

iii. Une desserte en eau potable généralement par puits ou bornes fontaines, mais pas ou peu de raccordement à un système d'assainissement ;

iv. Une infrastructure commerciale de base limitée au strict service de base (épiceries, boulangeries, etc.) ;

v. Des unités de soins de base à faibles encadrement médical et moyens médicaux (première intervention, urgence, accouchement, etc.) ;

vi. Des établissements scolaires éloignés de l'habitat avec des enfants parcourant des kilomètres en bordures de routes ou en zones forestières, avec tous les risques que cela comporte, et souvent un abandon scolaire précoce ;

vii. Un faible encadrement institutionnel ;

viii. Une quasi-absence d'activité extra-agricole ;

ix. L'absence de structures de financement de proximité.

Cette situation est aggravée par l'intervention et services administratifs centraux, régionaux et locaux dénués de capacités de prise en charge des problèmes ruraux[140]. Les moyens des collectivités restent insuffisants pour réaliser les objectifs du développement local et répondre aux attentes[141].

L'orientation stratégique pour l'amélioration de la résilience sociale rurale d'articule autour des axes suivants :

i. Réduction de l'habitat précaire et vulnérable aux futurs extrêmes climatiques (pluies torrentielles, crues sporadiques, pluies intenses et plus récurrentes, etc.) ;

ii. Renforcement de l'habitat vernaculaire et/ou rustique par des équipements durables et de préservation des ressources naturelles (eau, énergie) : Collecte des eaux pluviales pour une plus grande résilience des besoins domestiques aux pénuries d'eau (plus aléatoires et plus fréquentes), et équipement de certains logements par des panneaux solaires domestiques (éclairage LED des logements pur atténuer la facture énergétique : résilience financière) ;

iii. Renforcement de la résilience au CC de l'infrastructure routière rurale (routes et pistes) par des travaux complémentaires d'ouvrages de drainage routier (buses, dalots, fossés latéraux, etc.). Ces travaux seront à même de mieux résister aux averses-crues sporadiques (plus intenses et/ou plus récurrentes du fait des changements attendus du climat) et de pérenniser les usages routiers au quotidien dans les passages difficiles (traversée des cours d'eau, etc.) ;

[140] Un nouveau découpage territorial et communal a vu le jour en 2016, sans renforcement des capacités locales, et avant même la création des conseils régionaux.

[141] Journal officiel de la République tunisienne (JORT) N° 43 du 27 mai 2016. Il intervient suite à la création de 85 nouvelles municipalités (350 au total) complétant la couverture intégrale du territoire tunisien, conformément aux nouvelles dispositions constitutionnelles. Ainsi, l'ensemble des Tunisiens seront considérés effectivement en milieu communal, quel que soit leur lieu de résidence.

iv. Renforcement de l'infrastructure sociale de base et particulièrement les établissements scolaires par :

   a. Des systèmes de collecte des eaux pluviales, traditionnels, avec traitement à la chaux des toitures des salles de classe doublés en bas de citernes (en plastique alimentaire) et de conservation de l'eau avec robinet d'usage pour les élèves) ;

   b. Equipement des toilettes par un système d'assainissement des eaux usées (fosses septiques, etc.) ou raccordement à un système collectif (préservation des ressources en eau en raréfaction contre la pollution) ;

   c. Panneaux solaires et d'éclairage LED des salles de classes, des bureaux et des espaces collectifs de l'établissement (résilience financière des coûts de fonctionnement des établissements) ;

   d. Renforcement de l'infrastructure de transformation et d'accès au marché (centre de collecte et de commercialisation des produits du terroir, marché hebdomadaire de produits agricoles à encourager, tels que le miel, les figues de barbarie, etc.).

III.8.3.13 L'Approche par le Nexus « Eau/Energie/Alimentation »

Il s'agit d'une démarche climato-vigilante, pour une agriculture intelligente, faite d'indicateurs quantifiables concernant l'empreinte eau, l'empreinte énergétique, l'empreinte carbone, et probablement l'empreinte « solaire » ou plus généralement l'énergie renouvelable.

Les restrictions en matière de ressources exigent un recentrage vers une efficacité accrue de leur utilisation, une meilleure gestion de la demande et des schémas de consommation plus durables. Sans ces changements, les trajectoires actuelles de développement pourraient menacer de pousser les systèmes socio-écologiques, toutes échelles confondues, vers des seuils critiques et des ruptures.

Les axes d'orientation stratégique en la matière sont les suivants :

i. Introduire la préoccupation de l'efficacité énergétique dans les productions agricoles : systèmes d'irrigation, machines agricoles, etc. ;

ii. Promouvoir davantage l'autoconsommation de l'énergie photovoltaïque dans les secteurs agricole et agroalimentaire ; les promoteurs et entreprises des secteurs devraient être sensibilisés davantage concernant l'avantage de ce régime et son potentiel de l'économie des coûts électriques ;

iii. Valorisation énergétique des déchets des industries agroalimentaires ; une analyse du potentiel de valorisation des rejets des industries agroalimentaires est nécessaire pour définir des options économiques de valorisation des déchets dans toute la chaine d'approvisionnement ;

iv. Simplifier les procédures d'octroi des aides aux investisseurs pour installer ou renouveler des systèmes d'économies d'eau.

III.8.3.14 Le « Découplage » Eau/Croissance

Le découplage permet d'atteindre un deuxième stade de la gestion de la demande qui s'intéresse à augmenter l'efficacité sectorielle de l'utilisation de l'eau.

Il s'agit de « la gestion de la demande au sens fort », qui vise à déconnecter la courbe de la demande en eau de celle de la croissance économique et de la croissance démographique.

Cette déconnexion suppose essentiellement des mesures qui jouent sur la réallocation de l'eau entre différents secteurs d'usage.

Dans un contexte de raréfaction des ressources liée au changement climatique, il est opportun d'envisager un modèle de croissance économique à faible empreinte eau en misant sur des activités pas ou peu consommatrices en eau, notamment pour celles destinées à l'export ; Cela consiste à miser davantage sur l'exportation des technologies, du digital et de l'intelligence artificielle, des services autres que le tourisme, etc. ; d'autant qu'en Tunisie, le secteur des TIC connaît une hausse rapide avec un taux de croissance annuel moyen de 11 % en valeur réelle entre 2009 et 2014[142] ; Ces activités doivent être davantage encouragées en ciblant en particulier l'offshoring.

En effet, la contribution de l'agriculture reste autour de 10% de la valeur ajoutée totale de l'économie (figure ci-dessous) alors que 80% des prélèvements d'eau sont destinés à l'agriculture.

L'oléiculture devient dans ce cas une activité porteuse, à développer en tant que chaine de valeur.

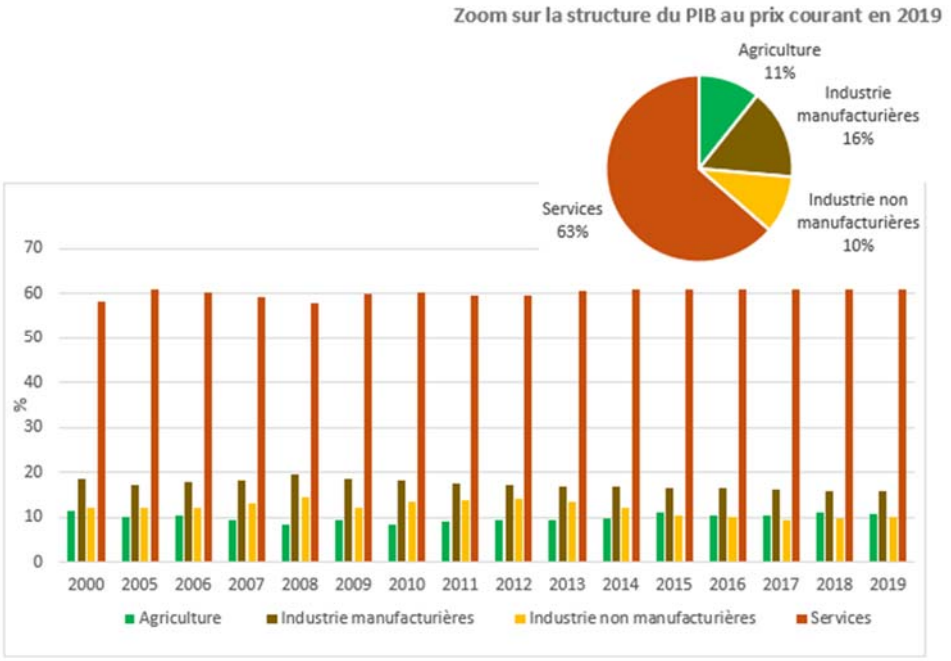


Figure 120 : Structure du PIB aux prix courants de 2000 à 2019
***Source** : l ITCEQ, Tableau de bord sur la compétitivité de l'économie Tunisienne. Traitement STUDI*

La répartition des emplois selon les secteurs d'activités (RGPH 2014) se présente comme suit : 55% dans le secteur des services, 18.3% dans le secteur des industries manufacturières, 10,5% dans le secteur agriculture et pêche et 16,2% dans le secteur des industries non manufacturières (y c le BTP).

Le découplage lié à l'industrie serait en train de s'opérer par le changement de structure intra-sectorielles : le secteur des IME (industries mécaniques et électriques) se positionne comme premier secteur exportateur avec une part de 28%, devançant le secteur des ITH (industries du textile et de l'habillement), avec une part de 24%.

D'autres filières à haute valeur ajoutée, sont potentiellement en dynamique croissance et/ou en promesse de de dynamique croissance, avec plus de perspective d'employabilité les cadres, les techniciens et la main d'œuvre qualifiée. Les secteurs tels que la biotechnologie, la pharmacologie, la télémédecine, les technologies du numérique, le service et conseil (finance, ingénierie) constituent les filières d'avenir, notamment dans un contexte de changement climatique et de raréfaction des ressources naturelles, mais également par leurs forts potentiels à l'export, notamment de l'économie immatérielle et du savoir. Toutefois, la structure des exportations ne laisse la place actuellement qu'à une part seulement de 7% pour les produits industriels à « haut contenu technologique ».

[142]https://oxfordbusinessgroup.com/news/tunisie-des-exportations-tic-accrues-et-une-meilleure-connectivit%C3%A9

III.9 Déploiement de la Modélisation Hydro-Economique pour Identifier le Bilan Hydrique par Usage et par Région aux Différents Horizons d'Eau 2050

III.9.1 Modélisation de la Gestion Harmonisée Eaux de surface / Eaux souterraines et de Maitrise des Extrêmes Hydro-Climatiques

III.9.1.1 Les Inputs : Données et Hypothèses

III.9.1.1.1 Les Données

- **Apports en eaux de surface**

Les apports en eaux sont introduits comme données d'entrées au Modèle. Des séries mensuelles entre 2002 et 2018 ont été introduites par cours d'eau. La vérification des apports arrivant aux niveau barrages s'est basée sur une analyse comparative des apports fournis par les gestionnaires des barrages avec les volumes mesurés au niveau des stations hydrométriques les plus représentatives de chaque bassin versant.

Les données introduites au niveau de chaque barrage correspondent aux :

- ✓ Capacité dynamique à la cote RN en tenant compte du rythme d'envasement annuel ;
- ✓ Capacité de l'évacuateur de crue ;
- ✓ Courbe Hauteur/Volume en 2002 ;

Le modèle simule un bilan mensuel par barrage en calculant les entrées/sorties pour chaque pas de temps. Le modèle permet au barrage de libérer de l'eau dans la zone de conservation pour répondre aux exigences/besoins en aval. Une fois que le stock ait atteint la zone tampon, des restrictions seront imposées sur les soutirages par l'utilisateur.

Les projets de construction et de rehaussement de nouveaux barrages ont été introduits. Les études de préfaisabilité sont synthétisées dans les fiches synoptiques en Annexe.

- **Apports en eaux souterraines**

Il s'agit de la modélisation des systèmes aquifères pour l'estimation des stocks d'eau et leurs variations dans le temps selon les scénarios d'exploitation

III.9.1.1.2 Les Hypothèses de simulation

- **Simulation de la Gestion des Extrêmes par l'Infiltration Assistée**

Pour appuyer le choix de « la recharge assistée », une simulation de la variation du volume accumulé par la recharge assistée et des déversements aux verrous de Bouheurtma et Sidi Salem a été effectuée, en partant de séries observées de 2002 à 2018 et sur la base desquelles ont été simulées les 15 années à venir, sans forçages climatiques, les forçages climatiques devant apparaitre dans le Modèle à partir de 2035.

La modélisation s'appuyant sur la base des statistiques observées, série récente et représentative, la simulation avec forçages climatiques est à même de permettre de mesurer les impacts des changements climatiques.

Les forçages et sollicitations appliqués à ces observations sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 150: Forçages, sollicitations et pressions appliqués aux données observées

	Simulation rétrospective
Forçages	
1.Forçage climatique	Non
2. Forçage hydrologique	Non
3.Forçage sédimentologique	Oui
4.Forçage limnologique	Non
5.Forçage démographique	Oui
Sollicitations	
1. rendements des réseaux et circuits hydrauliques	Non
2. des besoins, demandes et consommations en eau	Oui
3. superficies irriguées annuellement	Oui
4. les besoins écologiques	Non
Pressions	
1. Usager	Non
2. Gestionnaire	Non

***Source** : STUDI International, GKW*

Dans le secteur du barrage Bouheurtma les nœuds de simulation sont :

- Les écoulements et barrages ;
- Les nappes ;
- Les centres de demandes : AEP et irrigation ;
- Les STEP ;
- Les liaisons de transmission.

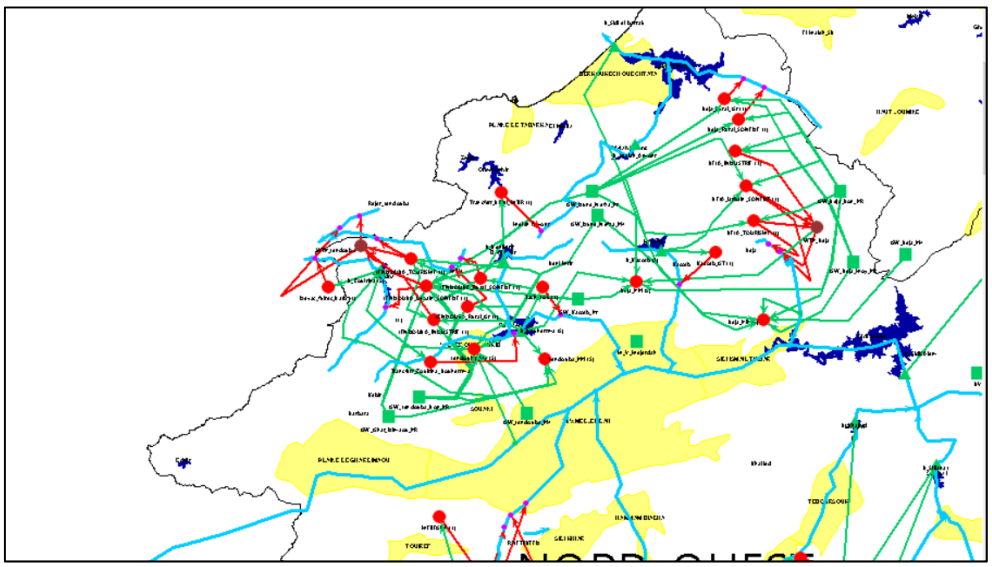


Figure 121 : Schéma de situation de l'aquifère à recharger par les crues (Moyenne Vallée de la Medjerda)

***Source** : STUDI International, GKW*

Les données de la nappe sont comme suit :

- Superficie : 620 km2 ;
- Piézométrie : entre 6 et 10 m ;
- Recharge naturelle : 9 Mm3/an ;
- Exploitation actuelle : 4 Mm3/an.

L'exploitation de la nappe prise en compte est de 100 Mm^3/an. La simulation vise à estimer le volume maximal potentiellement rechargeable à partir de l'infiltration assistée des eaux de crues.

Pour cela les hypothèses suivantes ont été prises en compte :

- Les usages sont desservis en priorité (irrigation) ;
- Le volume dépassant le mobilisable sera rechargé dans la nappe ;
- Un rehaussement de Bouheurtma de 33 Mm^3 (tel que projeté par la DGBGTH) ;
- Remplacement du barrage Nebeur par l'entrée en service du « Mellegue Amont » ;
- L'envasement des deux barrages est pris en considération ;
- La simulation distingue les 15 premières années sans CC des 15 années suivantes avec CC.

III.9.1.1.3 Résultats des simulations

Les résultats des simulations sont représentés ci-dessous :

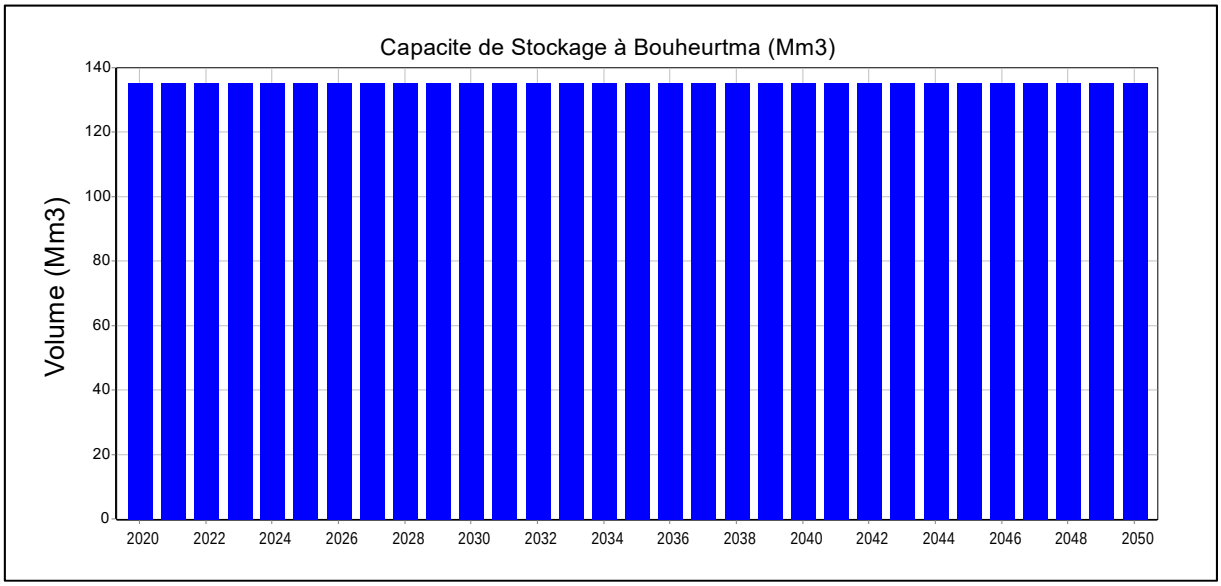


Figure 122 : Evolution de la capacité de stockage à Bouheurtma à l'horizon 2050 (0.2 Mm3/an)

***Source** : STUDI International, GKW*

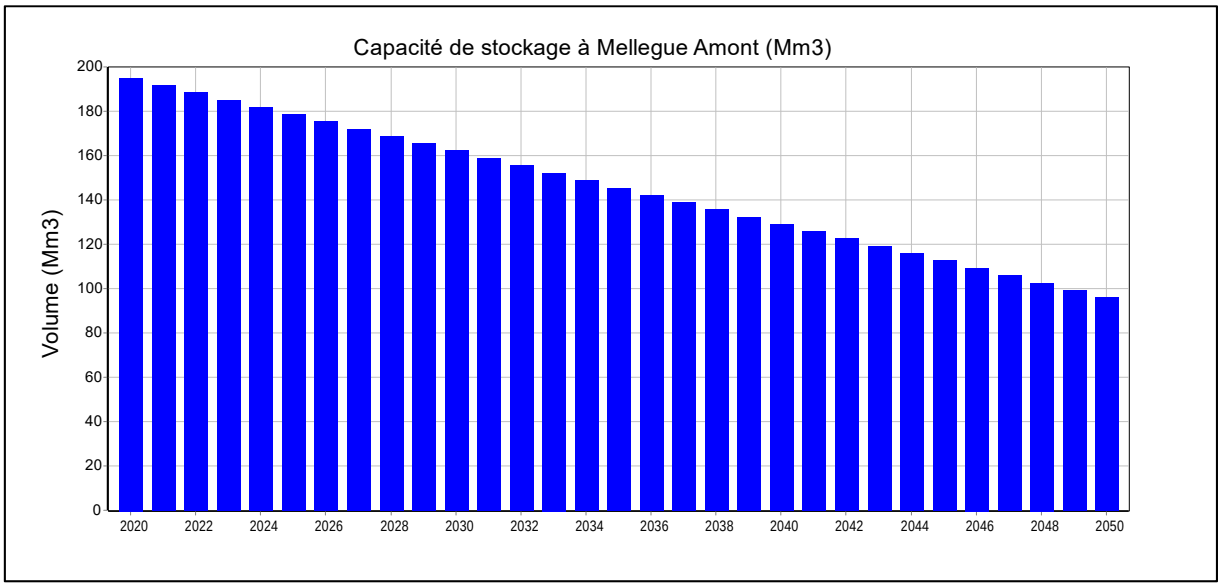


Figure 123 : Evolution de la capacité de stockage de Mellegue amont à l'horizon 2050 (3.3 Mm3/an)
***Source** : STUDI International, GKW*

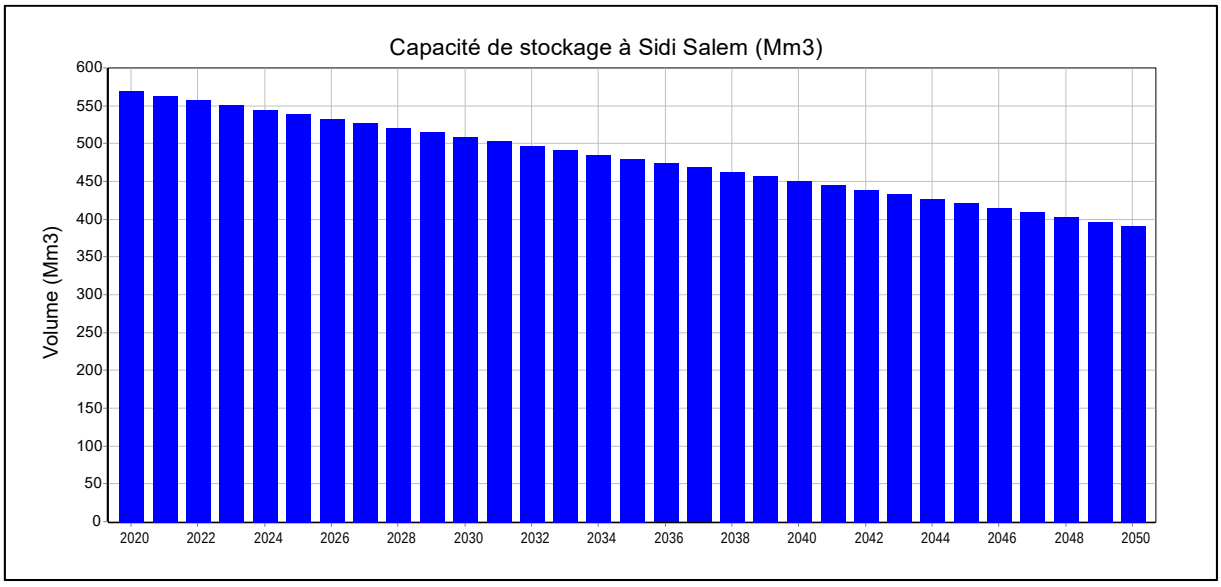


Figure 124 : Evolution de la capacité de stockage de Sidi Salem à l'horizon 2050 (3.3 Mm3/an)
***Source** : STUDI International, GKW*

Pour cette simulation, les volumes mobilisables réservés à l'irrigation sont :

- Mellegue : 97 Mm3 ;
- Bouheurtma : 40 Mm3 ;
- Sidi Salem : 425 Mm3 ;
- Le surplus sera infiltré à un débit constant de 5 m^3/s dans la moyenne vallée de la Mejerda. Ce débit garanti le temps nécessaire pour l'infiltration maximale des eaux de lâchure (un débit de 50m^3/s a été testé à priori, il donne 16 % de plus dans la recharge mais avec plus de sorties d'eau du barrage et de pertes en aval).

La figure ci-dessous montre la variation du stock dans la nappe moyenne vallée de Medjerda suite à l'infiltration assistée à partir de Bouheurtma et de Mellegue amont avec une exploitation de 100 Mm^3/an.

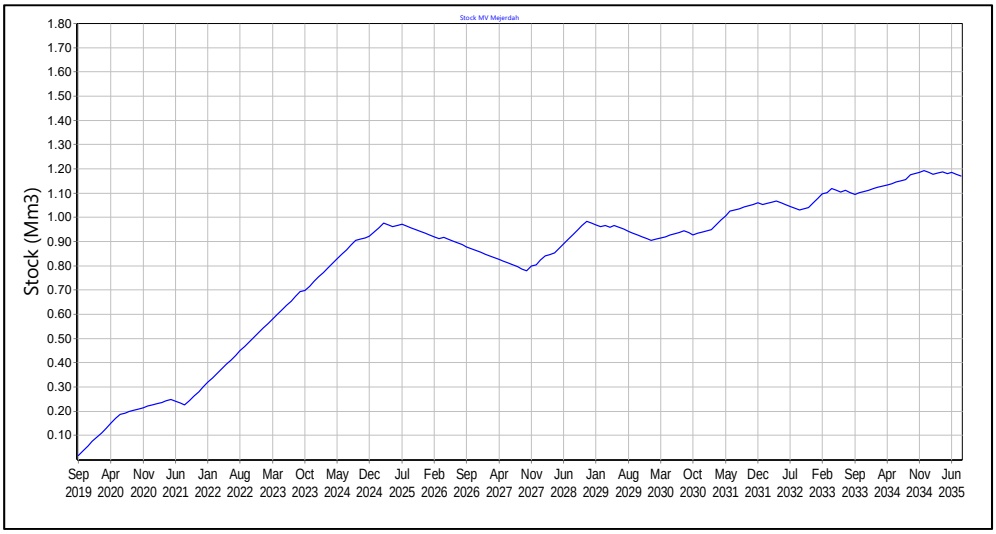


Figure 125 : Evolution du stock dans la nappe moyenne vallée de Medjerda suite à l'infiltration assistée à partir de Bouheurtma et de Mellegue amont avec une exploitation de 100 Mm3/an

***Source** : STUDI International, GKW*

Cette simulation tient compte des entrées-sorties de la nappe. Les entrées sont aléatoires en fonction des crues. Les sorties sont à débit constant de 100 Mm3/an. Le stock en 2035 (cumulé sur 15 ans) est de 1 171 Mm3.

Le bilan entrée sortie de la nappe moyenne vallée de la Medjerda est présenté ci-dessous :

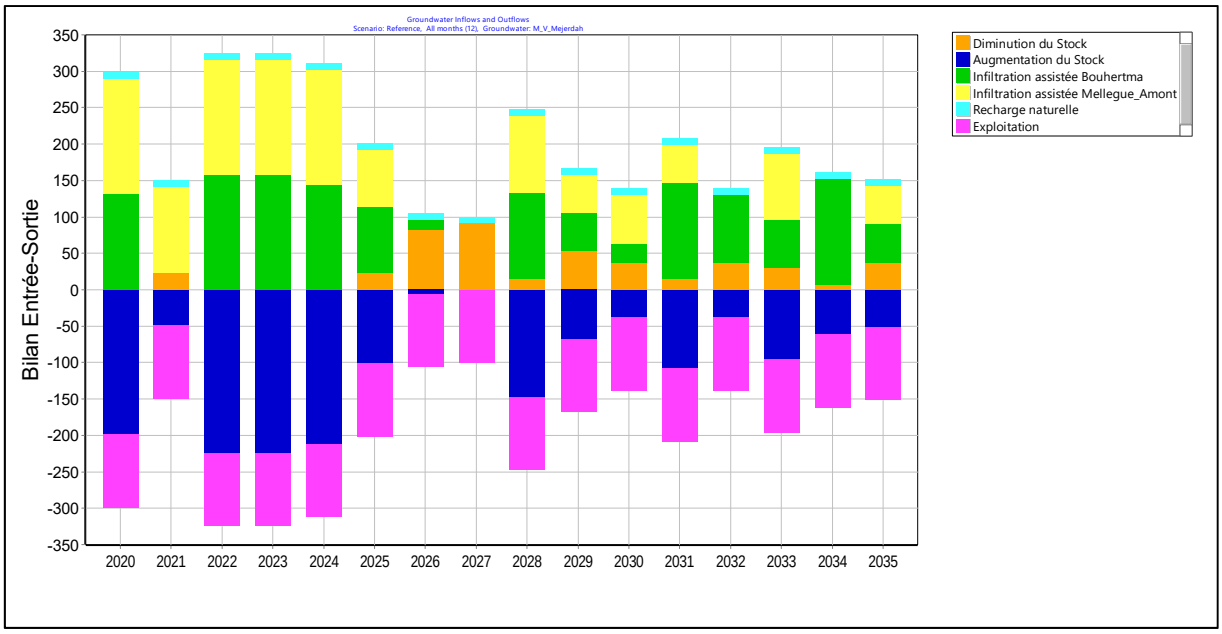


Figure 126 : Bilan entrée sortie de la nappe moyenne vallée de la Medjerda

***Source** : STUDI International, GKW*

Sur un cumul de 15 ans, le volume infiltré à la moyenne vallée de la Medjerda est comme suit :

Tableau 151 : Volume infiltré à la moyenne vallée de la Medjerda entre 2020 et 2035

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	Total
Bouheurtma	131	0	158	158	145	92	13	0	118	53	25	131	92	65	145	53	1378
Mellegue Amont	158	118	158	158	158	78	0	0	105	53	66	53	0	92	0	52	1248
Total	289	118	315	315	303	170	13	0	224	105	92	184	92	157	145	105	2627

***Source** : STUDI International, GKW*

Ci-dessous les sorties modèle qui illustrent la variation des entrées-sorties du barrage Bouheurtma et Mellegue amont selon respectivement les rehaussements du premier et le remplacement du second tel que programmés (débit de lâchure continu : 5m3/s). Les simulations donnent :

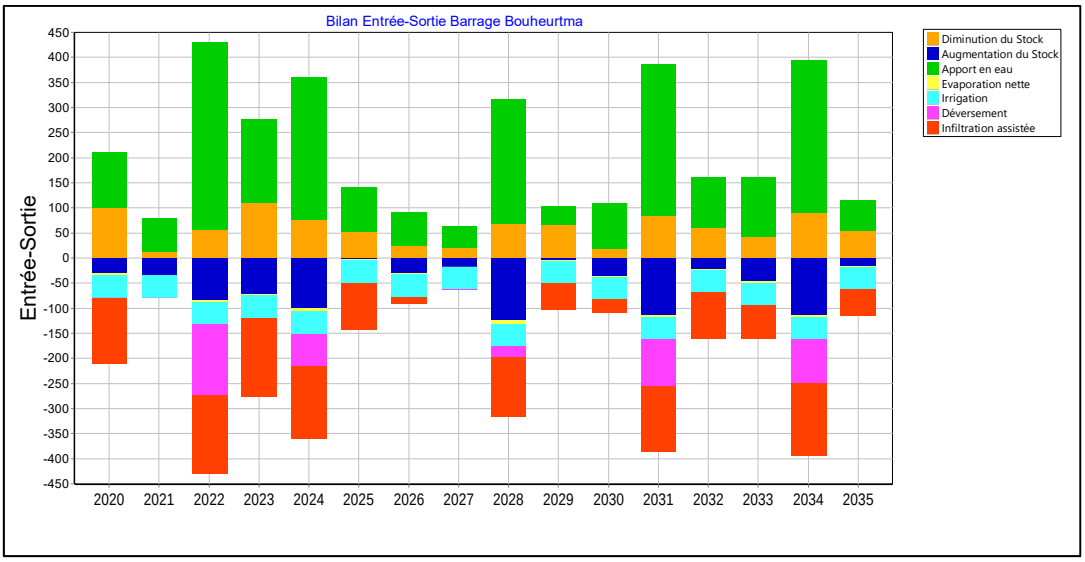


Figure 127 : Bilan entrée -Sortie Bouheurtma (Mm3)

***Source** : STUDI International, GKW*

- **Bilan au niveau de Bouheurtma :**
  - Un volume de recharge dans la nappe de 1 378.5 Mm^3 cumulés sur 15 ans ;
  - Un déversement de 408 Mm^3 ;
  - 77 % des volumes de crues qui sont rechargés dans la nappe.

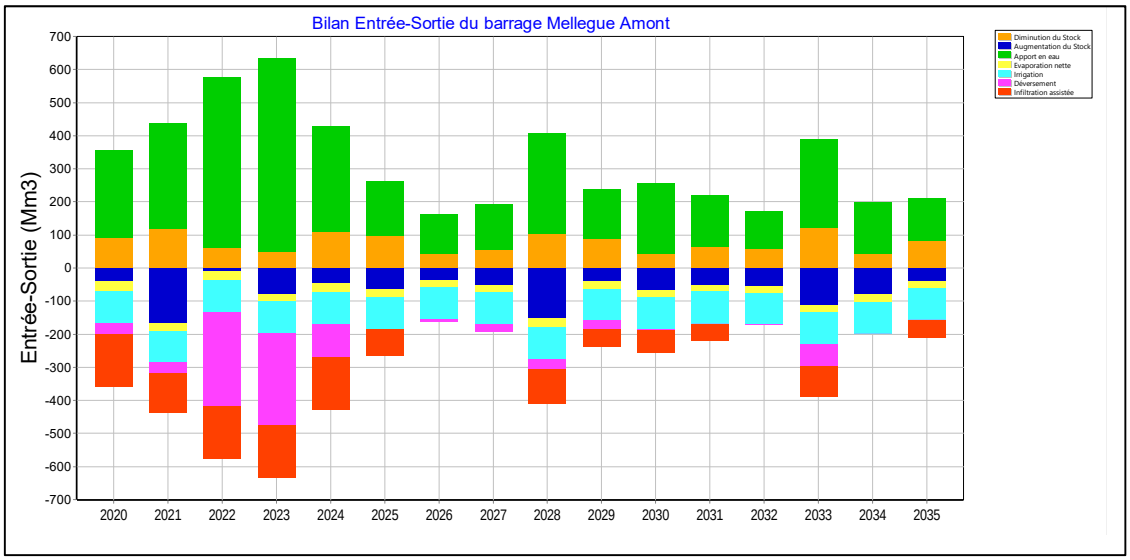


Figure 128 : Bilan entrée -Sortie Mellegue (Mm3)

***Source** : STUDI International, GKW*

- **Bilan au niveau de Mellegue :**
  - Un volume de recharge dans la nappe de 1248.5 Mm3 cumulés sur 15 ans ;
  - Un déversement de 890 Mm3 ;
  - Soit 58 % des volumes de crues qui sont rechargés dans la nappe.

III.9.1.1.4 Enseignements tirés de la simulation

La simulation confirme l'orientation vers le nouveau paradigme qui rompt avec l'approche classique de réduction du rôle des barrages à la « protection contre les inondations » par le drainage des eaux des crues rapidement vers des exutoires naturels.

Cette nouvelle approche propose de gérer les extrêmes et de mobiliser l'excèdent des eaux provenant des crues pour les utiliser de manière différée pour combler les déficits hydriques.

La simulation conforte ainsi le choix de « Gestion Intégrée Eaux de Surface/Eaux Souterraines ».

La démarche consiste dans le contrôle les crues de l'amont par les différents ouvrages et leur gestion par l'infiltration assistée en l'aval.

Il s'agit encore une fois de l''abandon la logique d'évacuation rapide des eaux de crues vers les exutoires naturels (mer, sebkhas, lacs, etc.) et du basculement vers une gestion maitrisée des eaux de crue afin de les conserver dans le sous-sol moyennant un débit de recharge contrôlé aux verrous des barrages ; le débit nominal de recharge a été calé suffisamment bas pour garantir le temps d'infiltration de l'eau dans le sous-sol.

Cette approche conservative et de résilience climatique permet de constituer des stocks de réserves d'eau importantes et maintenues sans pertes à l'abri de l'évaporation. L'alimentation des nappes est forcée à chacune des crues. L'exhaure des nappes étant régi pat le débit de pompage.

III.9.1.2 Simulations spatiotemporelles des impacts du changement climatique

III.9.1.2.1 Hypothèses de la simulation

Le tableau ci-dessous récapitule les hypothèses de simulation des impacts du changement climatique.

Tableau 152: Forçages, sollicitations et pressions appliqués aux données observées

	Simulation rétrospective
Forçages	
1.Forçage climatique	Oui
2. Forçage hydrologique	Oui
3.Forçage sédimentologique	Oui
4.Forçage limnologique	Non
5.Forçage démographique	Non
Sollicitations	
1. rendements des réseaux et circuits hydrauliques	Oui
2. des besoins, demandes et consommations en eau	Oui
3. superficies irriguées annuellement	Oui
4. les besoins écologiques	Non
Pressions	
1. Usager	Non
2. Gestionnaire	Non

***Source** : STUDI International, GKW*

III.9.1.2.2 Résultats des simulations

Les résultats de simulations sont représentés ci-dessous :

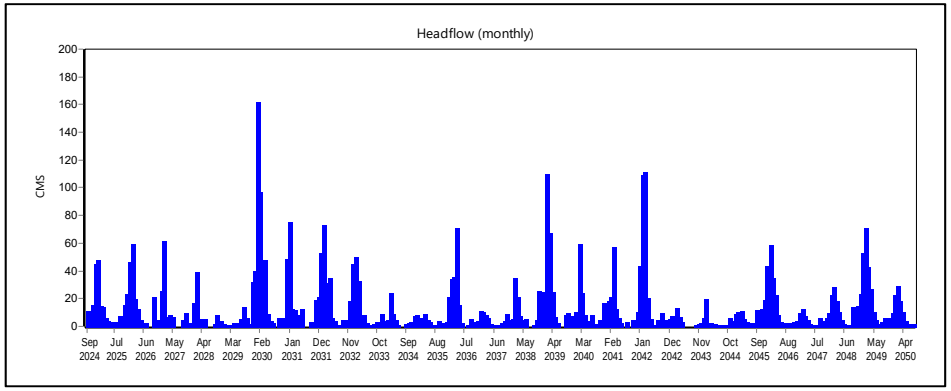


Figure 129 : Apports Sidi Salem sans CC

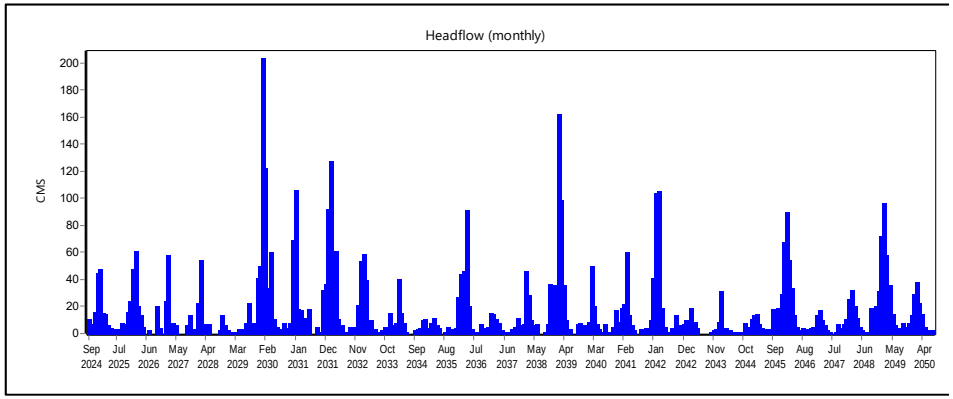


Figure 130 : Apports Sidi Salem avec CC

***Source** : STUDI International, GKW*

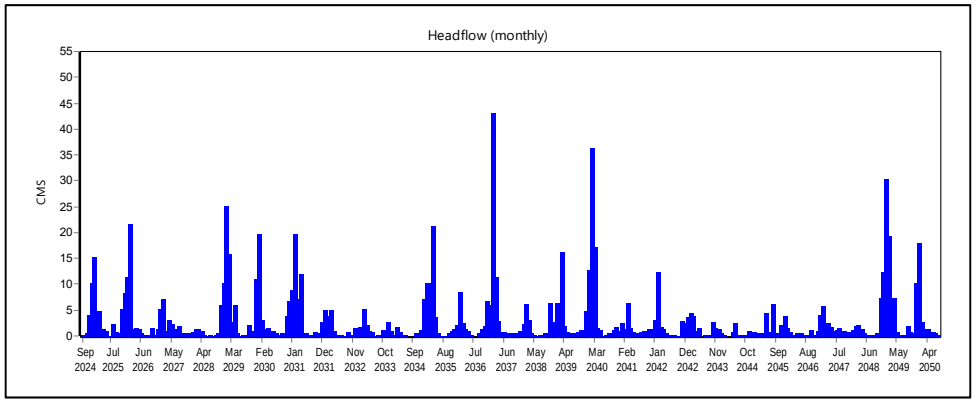


Figure 131 : Apports Bouheurtma sans CC

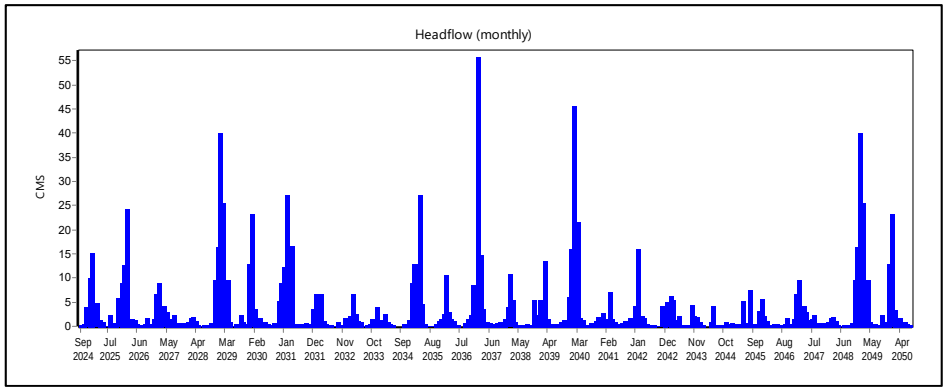


Figure 132 : Apports Bouheurtma avec CC

***Source** : STUDI International, GKW*

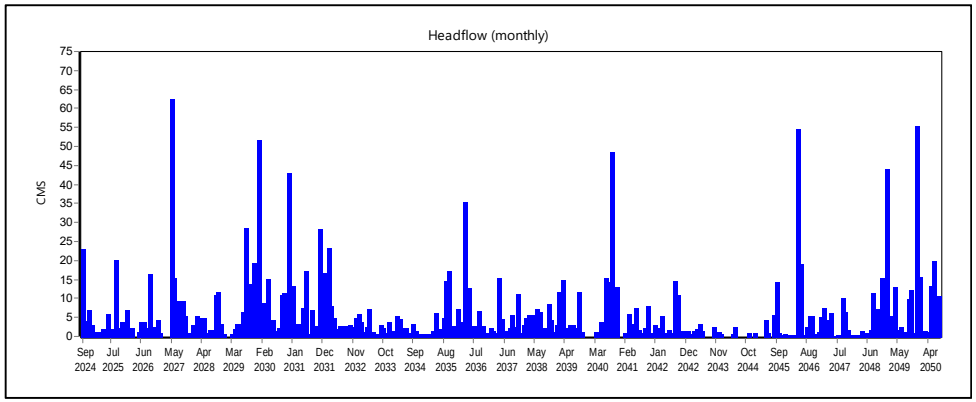


Figure 133 : Apports Mellegue sans CC

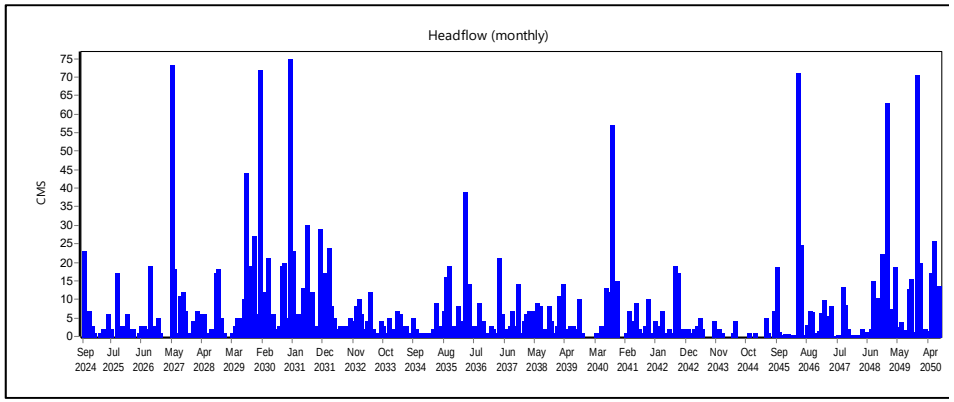


Figure 134 : Apports Mellegue avec CC

***Source** : STUDI International, GKW*

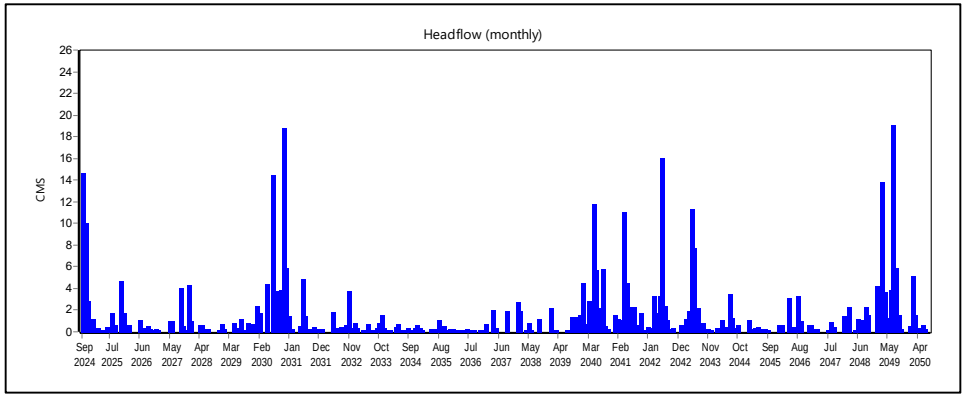


Figure 135 : Apports Siliana sans CC

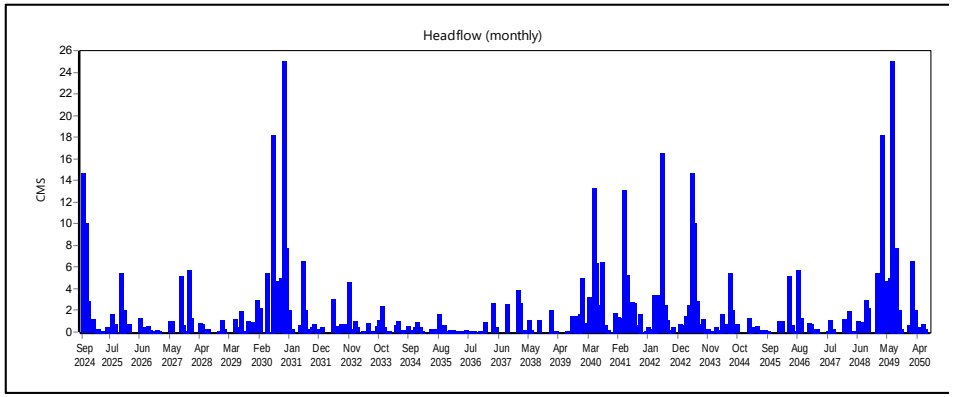


Figure 136 : Apports Siliana avec CC

***Source** : STUDI International, GKW*

Globalement, les changements climatiques aggravent les phénomènes météorologiques extrêmes, avec plus de sècheresse et des précipitations extrêmes, sous la forme de volumes plus élevés de pluie dans des laps de temps plus courts.

Toutefois, les effets restent peu perceptibles pour un horizon de 30 ans et une zone géographique et climatique peu étendue.

En effet, aussi bien pour les années humides et sèches les simulations donnent sensiblement les mêmes résultats avec et sans CC, même si c'est avec un léger écart pour une année plus humide au nord « Bouheurtma », et inversement pour « Siliana »).

Ainsi, les simulations du changement climatique montrent qu'on reste sensiblement dans les mêmes conditions hydrologiques d'ici 2050. Pour les 5 barrages simulés le nombre d'années sèches, normales et humides pour un cycle de 30 ans est récapitulé ci-dessous.

Tableau 153: Nombre d'années sèches, normales et humides pour un cycle de 30 ans

	Mellegue		Sidi Salem		Bouheurtma		Siliana		Sidi Saad	
	Sans CC	Avec CC	Sans CC	Avec CC	Sans CC	Avec CC	Sans CC	Avec CC	Sans CC	Avec CC
Humide	11	11	10	10	11	10	9	9	13	11
Moyenne	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
Sèche	19	19	20	20	19	19	20	21	16	19

***Source** : STUDI International, GKW*

III.9.2 Sécurité AEP et Circuits Hydrauliques Structurants

III.9.2.1 Inputs : données et hypothèses

III.9.2.1.1 Données d'Accès au service d'Eau Potable

En 2020, le taux d'accès au service d'eau potable au sens des ODD[143] était de 98,3%, résultat d'une couverture à 100% en milieu urbain et à 94% en milieu rural.

En 2030, le taux d'accès atteindra 100%. Cela requiert l'aménagement de points d'eau sécurisés pour les 210 000 habitants vivant en milieu rural souvent en habitat isolé et qui n'en disposent pas aujourd'hui.

Ci-dessous l'évolution du pourcentage de la population desservie par l'eau potable en milieux urbain et rural.

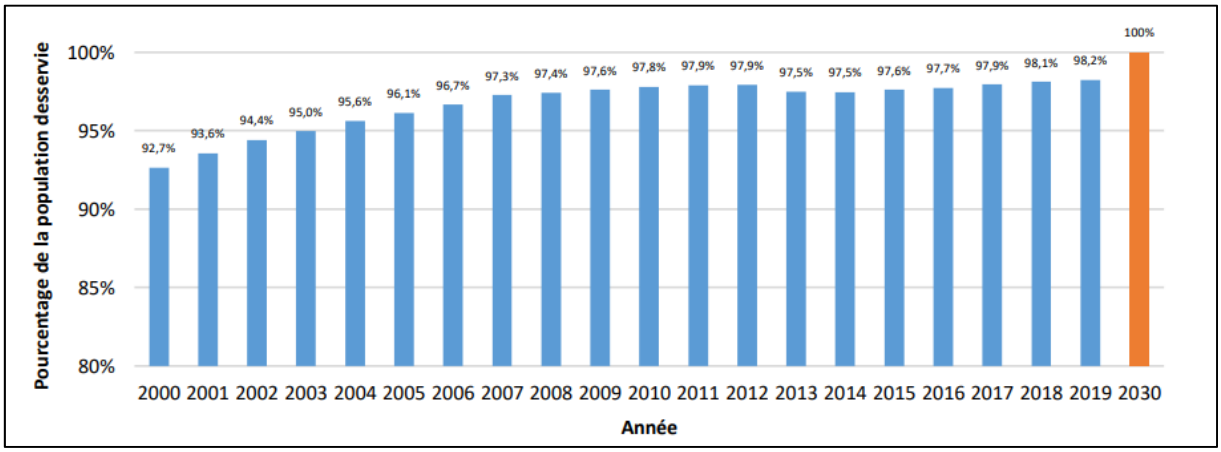


Figure 137 : Evolution du pourcentage de la population desservie par l'eau potable en milieu urbain et rural

***Source** : SONEDE*

[143] indicateur 6.1.1 : Proportion de la population utilisant des services d'alimentation en eau potable gérés en toute sécurité

III.9.2.1.2 Projections Démographiques

La projection de la population de 2020 à 2050 est présentée dans la Composante Vision de la présente Etape 4. L'urbanisation gagnera du terrain et la population rurale ne représentera que 22% de la population totale en 2050.

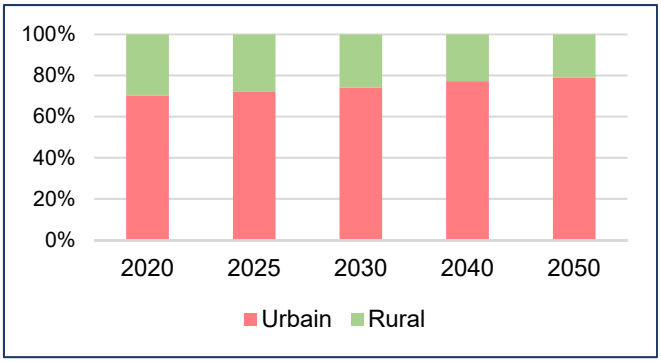


Figure 138 : Accroissement de la population urbaine et rurale de 2020 à 2050

***Source** : SONEDE*

III.9.2.1.3 Consommation spécifique

Les dotations moyennes retenues pour 2050 sont de 100 l/j/hab pour les besoins domestiques et de 15 l/j/hab pour les besoins collectifs hors industrie et tourisme.

III.9.2.1.4 Rendement

L'objectif de rendement global des réseaux, rapport du volume consommé au volume produit, arrêté pour 2050 est de 80%.

➢ Hypothèses de Simulation

- Les projets relatifs à la mobilisation des eaux de surface et de dessalement en cours d'exécution ont été introduits dans le modèle, dont :
  - ✓ Les barrages en cours et projetés ainsi que ceux qui sont programmés pour être rehaussés,
  - ✓ Le transfert des eaux du nord du barrage réservoir Saida (45 Mm3) vers le pôle de production de Belli,
  - ✓ Le barrage réservoir Kalaa kebira (28 Mm3) et les ouvrages de traitement et de pompage associés,
  - ✓ Les stations de dessalement d'eau de Mer : la SDEM de Sousse de capacité 50 000 m3/j extensible à 100 000 m3/j et la SDEM de Sfax de capacité 100 000 m3/j extensible à 200 000 m3/j,
  - ✓ La SDEM de Djerba en service depuis 2018 avec une capacité de 50 000 m3/j extensible à 75 000 m3/j avec, en 2020, une production 12 Mm3 d'eau dessalée,
  - ✓ La station de Zarrat en cours de construction, entre en service en 2022 avec une capacité de 50 000 m3/j extensible à 100 000 m3/j.
- Pour les simulations, concernant toutes les stations de dessalement la capacité de fonctionnement maximale a été plafonnée à 80 % de la capacité totale.
- Le schéma de transfert des eaux des eaux du nord, ci-dessous, a été également introduit dans le modèle

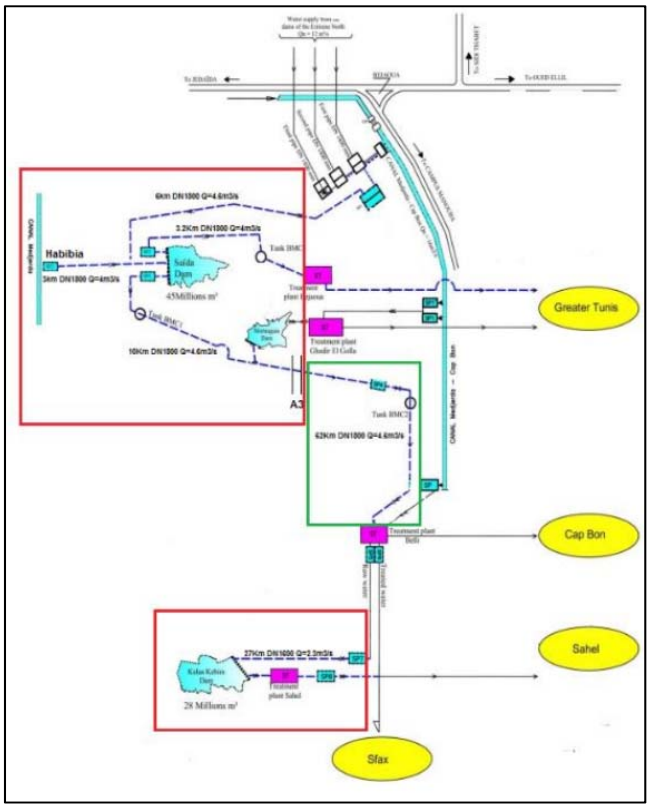


Figure 139 : Schéma de transfert des Eaux du Nord

***Source** : STUDI International, GKW*

- Les ressources régularisées de l'extrême Nord (360 Mm3 en année décennale sèche) seront réservées exclusivement à l'AEP. Les ressources disponibles 4 années sur 5 au moins sont toutefois de 450 Mm3 et l'excédent par rapport aux ressources régularisées ira vers le développement de l'agriculture irriguée locale.

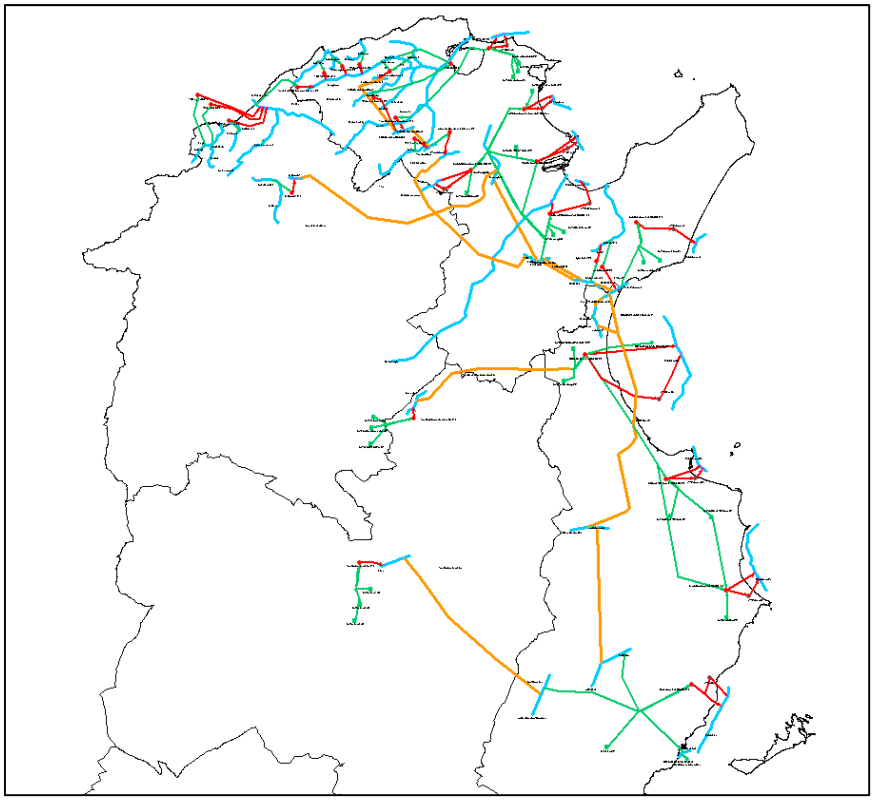


Figure 140 : Schéma conceptuel de transfert des eaux du nord dans le modèle

***Source** : STUDI International, GKW*

- Pour la simulation de l'évolution des demandes en eau potable, seules les quantités d'eau consommées par l'industrie et le tourisme livrées par les infrastructures de la SONEDE sont prises en compte, sachant que ces deux usages prélèvent un volume additionnel de 54 Mm3 par an directement à partir des nappes profondes par des ouvrages propres (Exemple CPG, GCT, cimenteries, hôtelleries, etc.)[144].

- Pour les Régions Nord-est et Centre-est la dépendance de l'alimentation en eau potable est tributaire des ressources en eau régularisables (garanties à 90%, soit 18 années sur 20) provenant du bassin de l'Extrême Nord-Ouest (390 Mm3), dont l'affectation par « Pôle Régional » se présente comme suit :

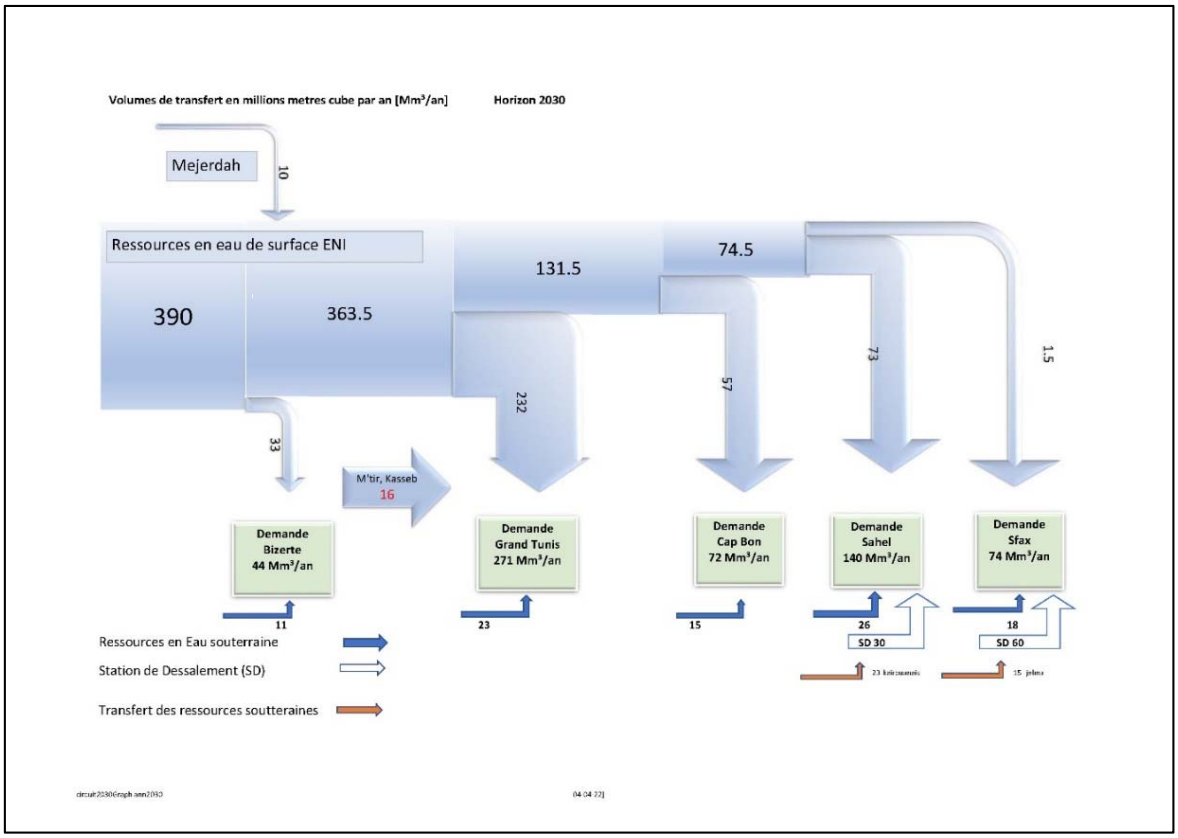


Figure 141 : Schéma d'allocation de l'eau potable au pic de 2030 par grands pôles de la demande
***Source** : STUDI International, GKW*

La Medjerda continuera à assurer les besoins en eau potable jusqu'en 2035. Au-delà seules les eaux régularisables de l'Extrême Nord-Ouest (390 Mm3) seront transférées, moyennant l'édification et l'interconnexion des barrages dans cette région.

III.9.2.2 Output : Résultats et interprétations

La simulation de l'évolution de l'adduction en eau potable par région se présente comme suit :

[144] DGRE (2018) : annuaire d'exploitation des nappes profondes.

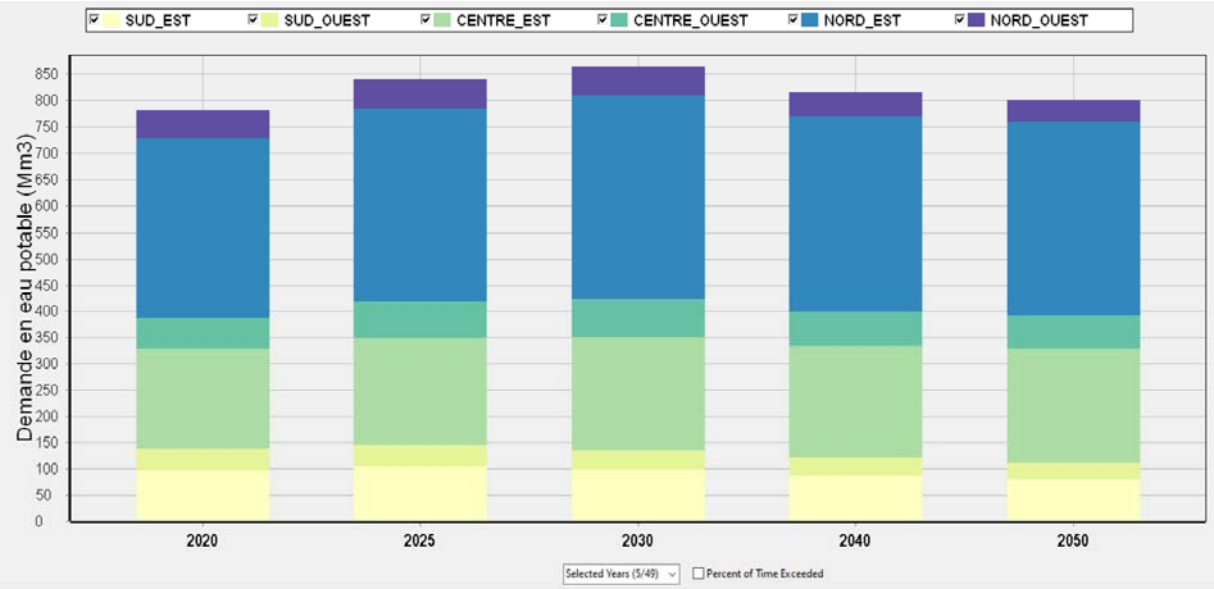


Figure 142 : Simulation des demandes en eau potable à l'horizon 2050 (Mm3)

***Source** : STUDI International, GKW*

Les demandes en eau simulées, sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau 154: Demandes en eau potable (Mm3)

	2020	2025	2030	2040	2050
Nord-Ouest	52	55	56	47	41
Nord-Est	342	368	387	370	369
Centre-Ouest	60	68	73	66	63
Centre-Est	188	204	214	212	216
Sud-Ouest	43	41	37	34	31
Sud-Est	96	103	98	86	80
Tunisie	781	840	865	816	801

***Source :** STUDI International, GKW*

La demande en eau potable du pays continuera à progresser quasiment au rythme actuel et le volume produit atteindra un pic à 865 millions de m3 avant de commence à s'infléchir, au fur et à mesure que les résultats de la Stratégie EAU 2050 font leur effet. En 2050, on prévoit un volume produit de 801 Mm3.

Le Bilan Global Offre-Demande en Eau Potable est donné par le tableau ci-après.

Tableau 155: Demandes en eau potable (Mm3)

	2020	2025	2030	2040	2050
Demande en eau (production)	780[145]	839	866	816	801
Ressources en eau					
Transfert Eaux du Nord[146]	371	417	400	382	388
Beni Mtir & Kasseb	61	61	61	61	61

[145] Ensemble SONEDE et GR tout usage. La demande industrielle satisfaite par des prélèvements directs à partir des aquifères et estimée à 54 millions m3/an, n'est pas considérée dans ce tableau (CPG, GCT,SNCPA, Cimenteries, etc.)
[146] Eaux de surface de la Medjerda et Extrême nord en 2020 et Exclusivement Extrême Nord à partir de 2035

Ressources locales souterraines	286	228	262	242	231
Transfert Karouanai, Jilma et Sbeitla	50	50	38	1.5	1.5
Dessalement Eau de Mer Sahel et Sfax	0	54	54	91	87
Dessalement Eau de Mer Sud-Est	12	29	51	39	33

***Source** : STUDI International, GKW*

Le graphique suivant montre la répartition de production nationale d'eau potable par type de ressource à l'horizon 2050 :

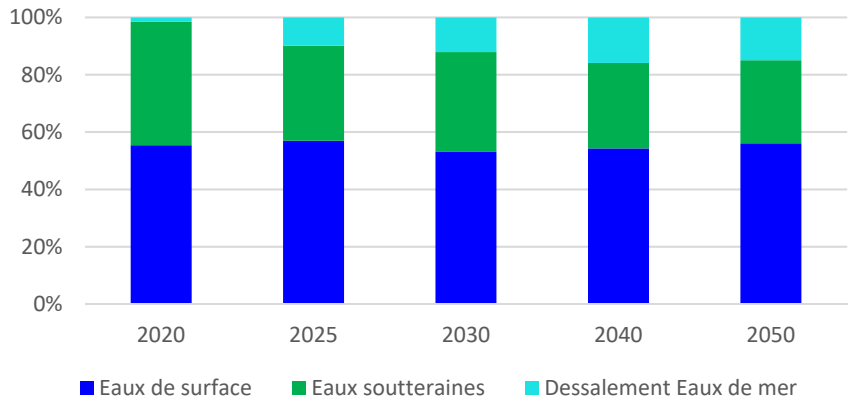


Figure 143 : Production d'eau potable par type de ressources (%)

***Source** : STUDI International, GKW*

La simulation de la demande en eau potable du circuit hydraulique principal pour les 11 Gouvernorats du Nord-Est et Centre-Est est représentée ci-dessous :

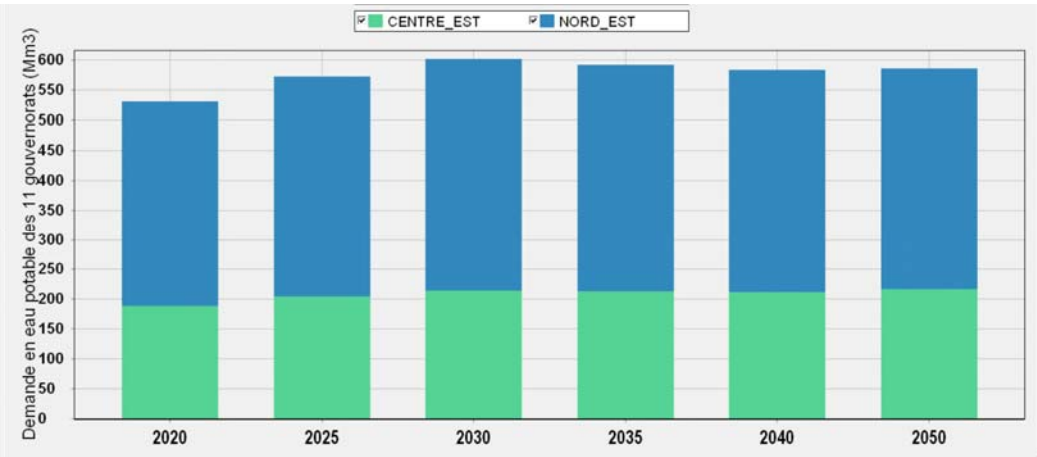


Figure 144 : Demande en eau potable du Nord-Est et du Centre-Est

***Source** : STUDI International, GKW*

Le Bilan Offre-Demande pour les Pôles du Circuit Hydraulique (Nord-Est + Centre-Est) se présente comme suit.

Tableau 156: Bilan Offre-Demande des 11 Gouvernorats du Nord-Est + Centre-Est

	2020	2030	2035	2040	2050
Demande en eau (production)	**530**	**601**	**592**	**583**	**585**
Transfert Eaux du Nord[147]	371	400	390	382	388

[147] Eaux de surface de la Medjerda et Extrême nord en 2020 et Exclusivement Extrême Nord à partir de 2035

Barrage Kasseb	16	16	16	16	16
Ressources locales souterraines	93	93	93	93	93
Transfert Kairouanais, Jilma et Sbeitla	50	38	3.5	2.5	1.5
Dessalement Eau de Mer Sahel et Sfax	0	54	90	90	87
Ressource en eau	**530**	**601**	**592**	**583**	**585**

***Source** : STUDI International, GKW*

Ainsi, la Modélisation dont a bénéficié Eau 2050 permet de montrer que le Bilan, tout en étant « équilibré », cela permet de satisfaire la demande en eau potable des « Pôles du Circuit Hydrique » qui correspond à 73% de la demande en eau potable nationale avec, toutefois, un très léger reliquat (1,5 Mm3 en 2050) à combler à partir des nappes de la Tunisie Centrale (Kairouanais, Jilma et Sbeitla).

La figure suivante présente la répartition de la production d'eau par type de ressources à l'horizon 2050 :

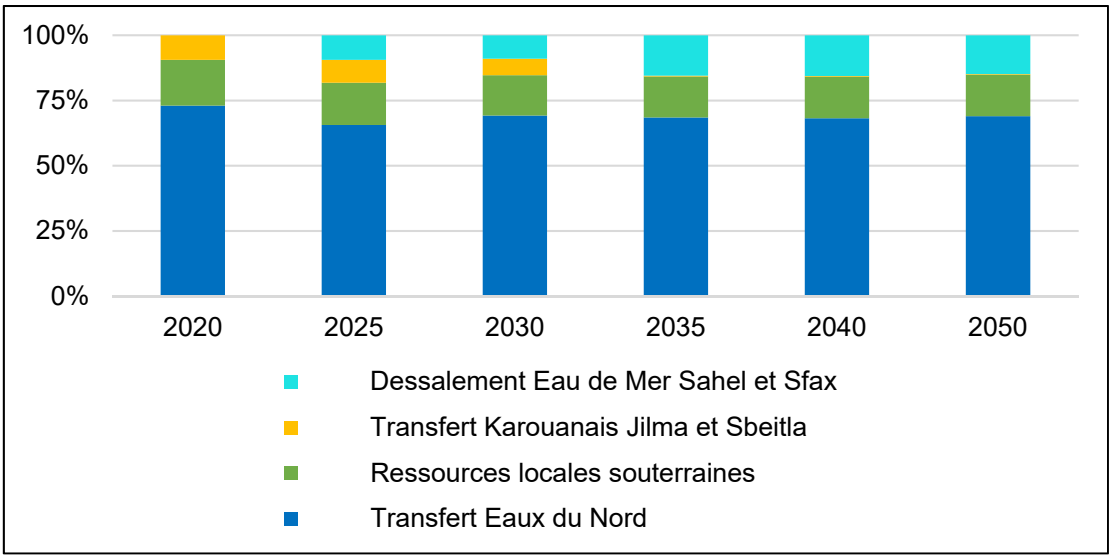


Figure 145 : Répartition de la production d'eau par type de ressources des 11 gouvernorats à l'horizon 2050

***Source** : STUDI International, GKW*

Pour le Sahel, la répartition de la production par type de ressource est illustrée ci-dessous :

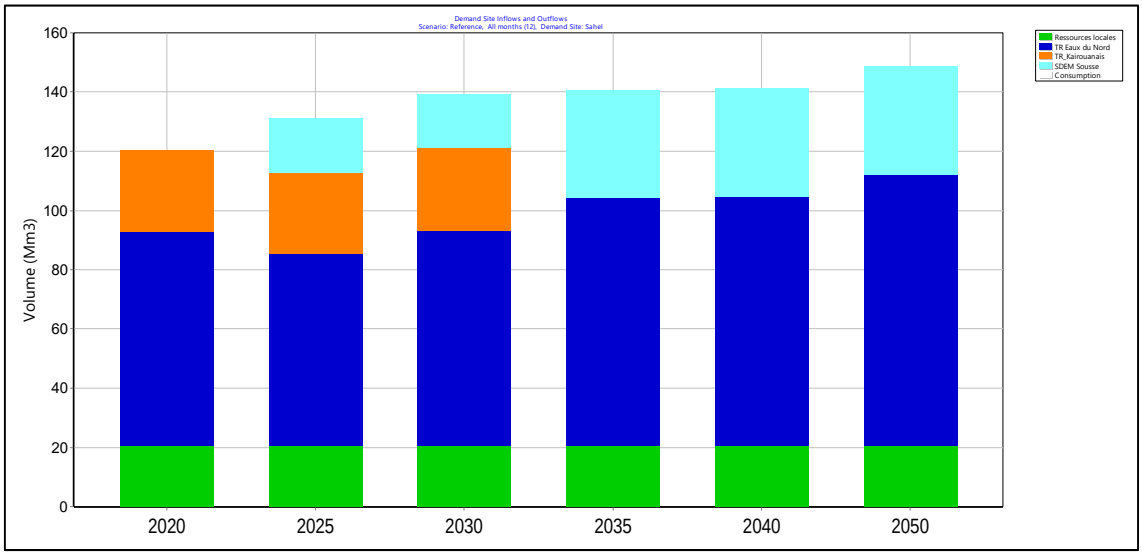


Figure 146 : Répartition de la production par type de ressource pour le Sahel

***Source** : STUDI International, GKW*

Pour le Sahel, il s'agira de passer de la situation actuelle avec plus de 80% de la demande couverte par le « Transfert d'eau », eaux du nord et du Kairouanais, vers une nouvelle configuration où, partir de 2035 la demande sera couverte par les « ressources locales », les « eaux de l'extrême nord » et le « dessalement ».

Pour la Région de Sfax, la répartition de la production par type de ressource est représentée ci-dessous :

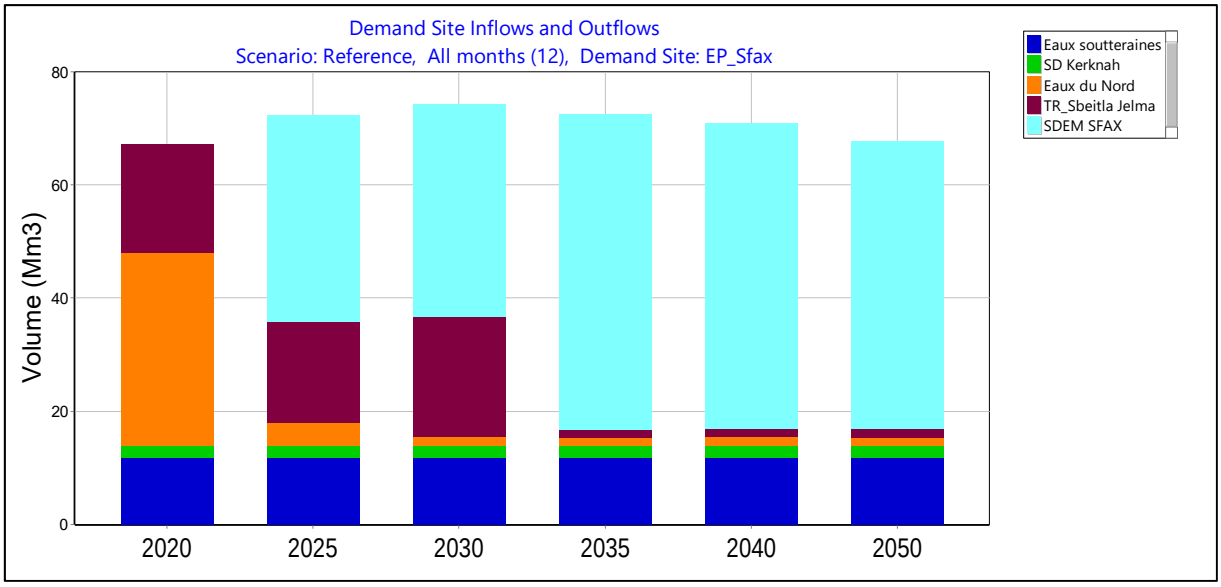


Figure 147 : Répartition de la production par type de ressource (sfax)

***Source** : STUDI International, GKW*

Ainsi, à partir de 2035 le « dessalement » deviendra la principale ressource pour couvrir les besoins en eau potable de Sfax. Le transfert Sbeitla-Jelma sera d'appoint ainsi que le complément venant de l'extrême nord (Kerkennah fonctionnera en système autonome pour l'eau de dessalement).

Pour le Centre-Ouest, le Sud-Ouest et le Sud-Est les évolutions des demandes se feront comme suit :

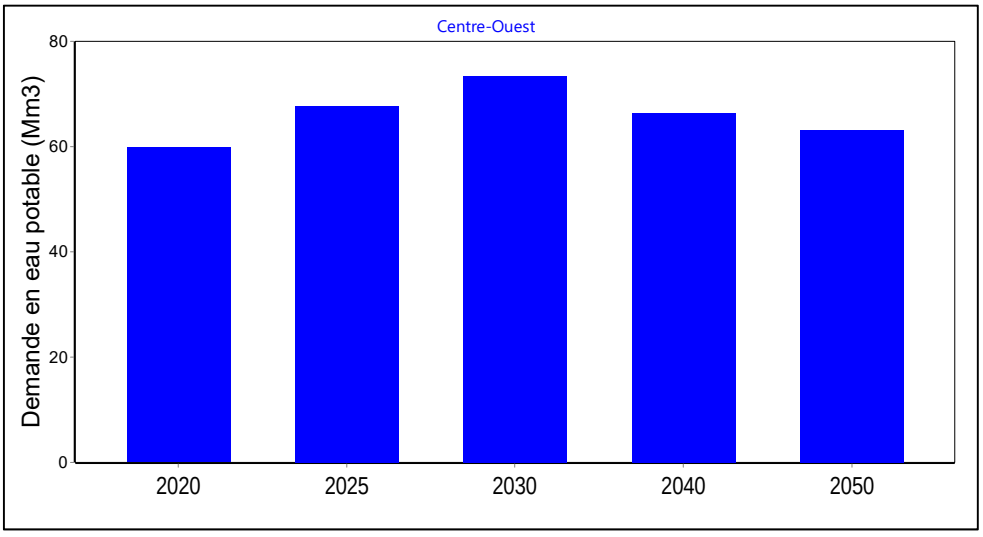


Figure 148 : Evolution de la demande en eau du centre-ouest à l'horizon 2050

***Source** : STUDI International, GKW*

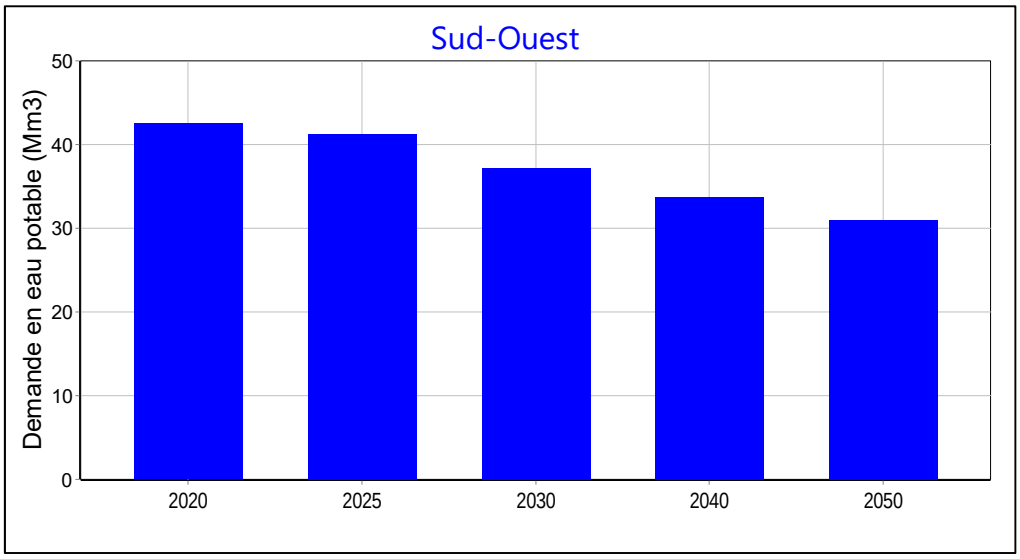


Figure 149 : Evolution de la demande en eau du sud-ouest à l'horizon 2050

***Source** : STUDI International, GKW*

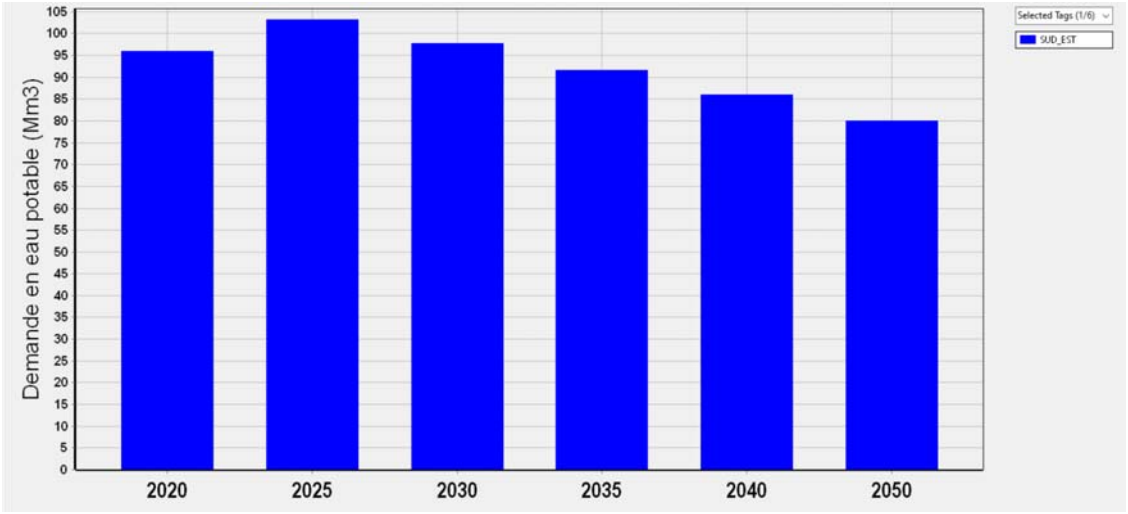


Figure 150 : Evolution de la demande en eau du sud-est à l'horizon 2050

***Source** : STUDI International, GKW*

- Pour le Sud-Ouest, les ressources allouées à l'eau potable sont sous la pression des autres usages (agriculture et industries minières) ; au-delà du pic de 2030 la situation d'autant plus va se détendre que Gafsa fera partie du groupe prioritaire de renouvellement des réseaux et d'amélioration du rendement.

- Pour le Sud-Est, la Demande en eau évoluera d'un pic de 103 Mm3 en 2025 à 94 Mm3 en 2050 ; cette demande est satisfaite à partir des ressources locales ; l'amélioration de la situation est obtenue par l'accroissement du rendement global du réseau avec une cible de 68 % en 2030.

Ainsi, au moyen de la Modélisation il a été permis d'établir que :

- Pour les deux régions très fortement déficitaires du Nord-Est et du Centre-Est, la satisfaction de la Demande passe par la « mobilisation » et le « transfert » des Eaux Régularisables de l'Extrême Nord. Le modèle permet la simulation de l'atteinte de l'équilibre Demande/Offre pour les 3 grands pôles de consommation du Grand Tunis, du Sahel et de Sfax ;

- Quant à l'équilibre Demande/Offre en Eau potable pour les 4 Régions du Nord-Ouest, Centre-Ouest, Sud-Ouest et Sud-Est, cela est assuré sur « ressources propres ».

III.9.3 Dérèglement Climatique et Modélisation des Besoins en Eau d'Irrigation

III.9.3.1 Inputs : Données et Hypothèses

III.9.3.1.1 A propos des Données

Un module agro-climatique est établi pour calculer le besoin en eau d'irrigation par étage bioclimatique. Il simule les besoins en eau futurs, séquentiellement à l'horizon 2050, associés à différents scénarios de changement climatique et d'évolution économique. Environ 50 cultures classées en 19 groupes de culture sont listées dans les données des PPI et les PIP.

Les besoins en eau des cultures ont été estimés par la méthode MABIA (FAO 56, Dual Kc, Daily), utilisant la méthode Kc « double », telle que décrite dans le document FAO « Irrigation and Drainage Paper No.56 ».

Selon le pilotage de l'irrigation proposé pour chaque culture, de chaque étage bioclimatique et de chaque nœud bassin versant, le besoin en eau par pas de temps est déduit (m3/mois).

Sachant que l'irrigation fait face au risque d'être doublement impactée par les dérèglements climatiques, avec :

i. La baisse des précipitations conjuguée à l'augmentation de la température et de l'ETP ;

ii. La réduction des ressources en eau disponibles pour l'irrigation.

III.9.3.1.2 Les Hypothèses

Pour l'agriculture irrigué 4 scénarios ont été pris en compte

- Un Scénario Tendanciel avec « maintien » des superficies des périmètres irrigués et des rendements du réseau actuels ;
- Scénario « efficience », avec une amélioration de l'efficience des PPI et des PIP à l'horizon 2050 tel que suit :

Tableau 157: Evolution de l'efficience des réseaux hydrauliques agricoles à l'horizon 2050

Nature des PI	Situation actuelle	Cible 2030	Cible 2040	Cible 2050
PPI				
Ef. Réseaux collectifs	70 %	75 %	85 %	95 %
Ef. Parcelles	65 %	70 %	75 %	85 %
Efficience totale	45 %	52 %	64 %	82 %
PIP				
Efficience totale (parcelles)	60 %	70 %	75 %	85 %
Efficience Globale	53 %	61%	70%	84%

***Source** : STUDI International, GKW*

- Un Scénario climatique RCP 4.5 (2040-2050), sur la base des données climatiques introduites dans le modèle provenant de l'INM et se référant au PNA, avec une prévision de réduction des précipitations entre 14 mm et 22 mm en 2050 (soit entre 6% et 9% de la valeur actuelle) et entre 23 mm et 45 mm en 2100 (soit entre 9% et 18% de la valeur actuelle) par rapport à la période de référence (valeur moyenne sur l'ensemble du territoire) ; l'évolution des cumuls de précipitation restant très variable spatialement, la diminution touchant principalement les régions des étages bioclimatiques humide et subhumide du Nord de la Tunisie alors que les régions plus au Sud (dont

l'étendue varie en fonction de l'horizon temporel et du scénario considéré) ne devraient pas être affectées par cette diminution ; pour les températures moyennes les modèles climatiques prévoient une augmentation (moyenne sur l'ensemble du territoire) entre 1.6°C et 1.9°C en 2050 (soit entre 8% et 10% par rapport à la valeur actuelle) et entre 2.0°C et 3.9°C (soit entre 10% et 20% par rapport à la valeur actuelle) en 2100 par rapport à la période de référence ; les projections des précipitations et des températures par bassin versant (RCP 4.5 et RCP 8.5) sont récapitulées ci-dessous :

✓ **Précipitations (%)**

Tableau 158 : Evolution des cumuls de précipitation selon les scénarios climatique (2040-2050)

RCP	3- Extrême Nord - Ichkeul	5 - Medjerda	4 - Cap Bon & Meliane	6-Sebkha	7-Sahel	8-Chott Gharsa	9-Sud
4.5	-9%	-11%	-9%	-12%	-14%	-15%	-23%
8.5	-9%	-10%	-8%	-8%	-10%	-14%	-21%

✓ **Températures (°C)**

Tableau 159 : Evolution des cumuls températures les scénarios climatique (2050-2100)

RCP	3- Extrême Nord - Ichkeul	5 - Medjerda	4 - Cap Bon & Meliane	6-Sebkha	7-Sahel	8-Chott Gharsa	9-Sud
4.5	1.5	1.7	1.4	1.7	1.3	1.7	1.7
8.5	1.8	1.9	1.8	1.8	1.8	2.1	2.0

Vu le fait que les deux scénarios (4.5 et 8.5) ne présentent pas de grandes différences en 2050 ; c'est le scénario RCP 4.5 qui est retenu pour la Simulation d'Eau 2050, conformément aux engagements des pays suite à l'Accord de Paris.

➢ Scénario EDD : il s'agit de la combinaison des deux scénarios : « efficience » et scénario climatique

III.9.3.1.3 Résultats de simulation

➢ **Effets des changements climatiques sur l'évapotranspiration (scénario climatique)**

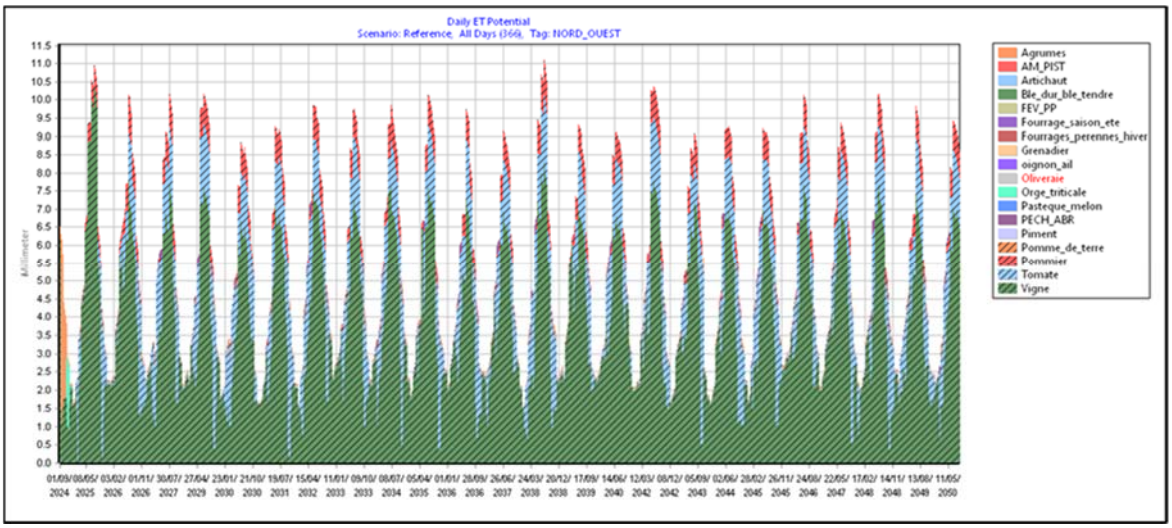


Figure 151 : Effet du changement climatique sur les cultures pour le Nord-Ouest

***Source** : STUDI International, GKW*

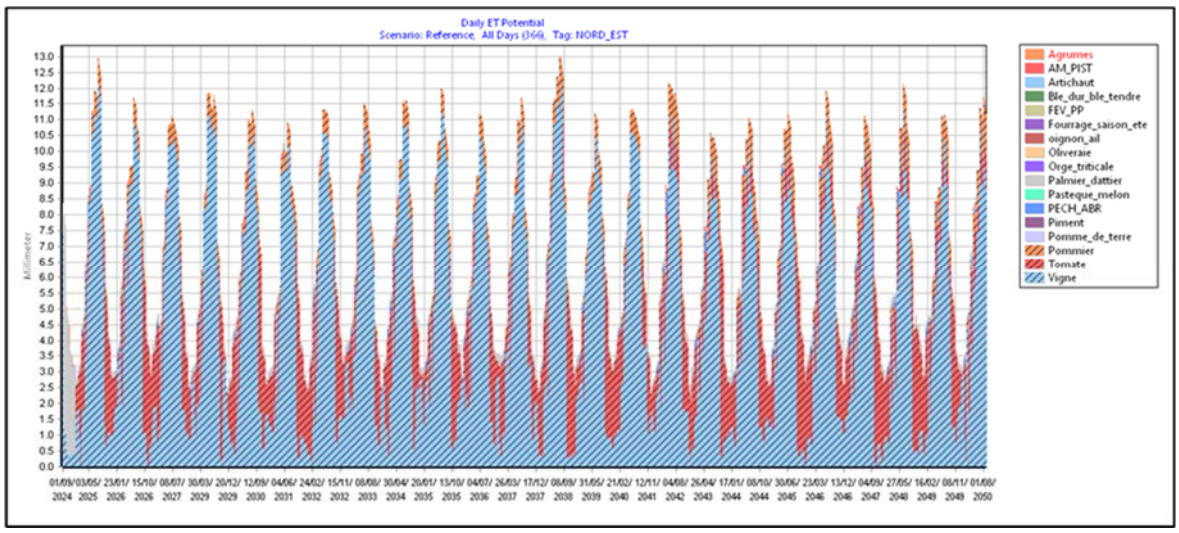


Figure 152 : Effet des changements climatiques sur les cultures le Nord-Est

***Source** : STUDI International, GKW*

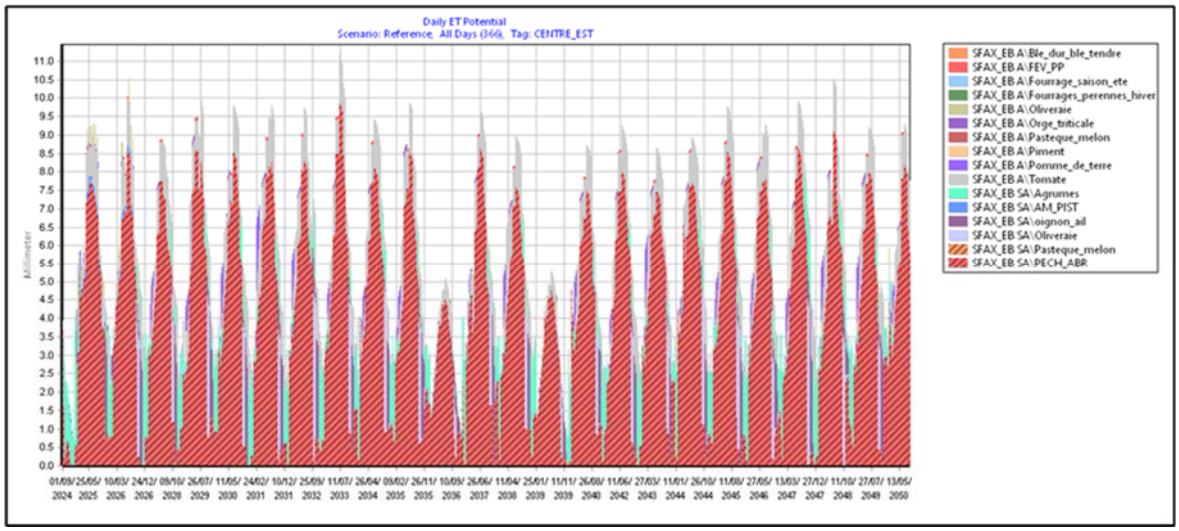


Figure 153 : Effet des changements climatiques sur les cultures dans le Centre-Est

***Source** : STUDI International, GKW*

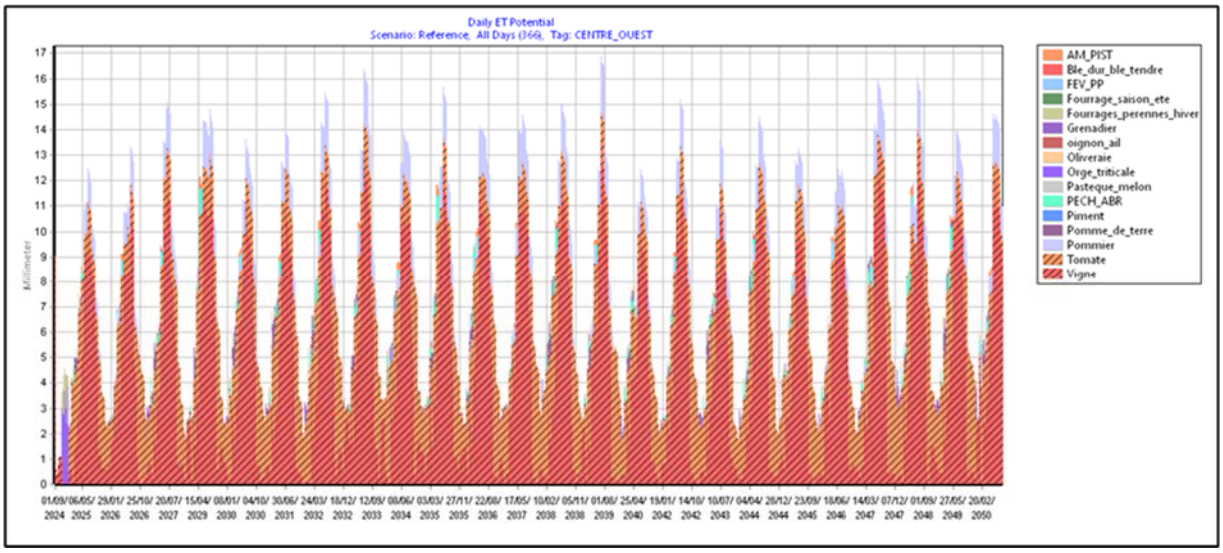


Figure 154 : Effet des changements climatiques sur les cultures dans le Centre-Ouest

***Source** : STUDI International, GKW*

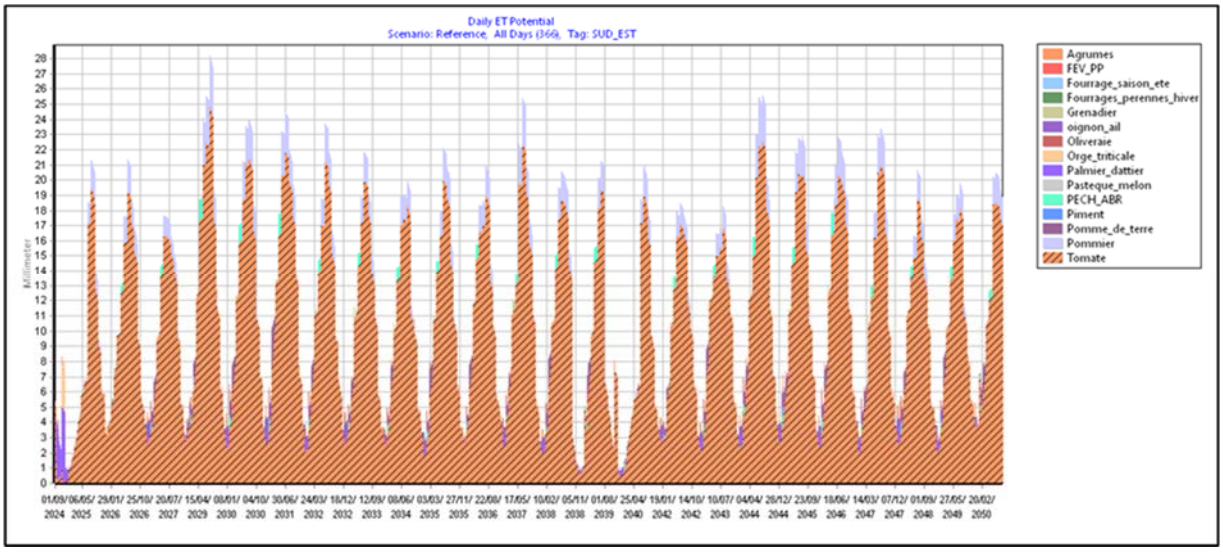


Figure 155 : Effet des changements climatiques sur les cultures dans le Sud-Est

***Source** : STUDI International, GKW*

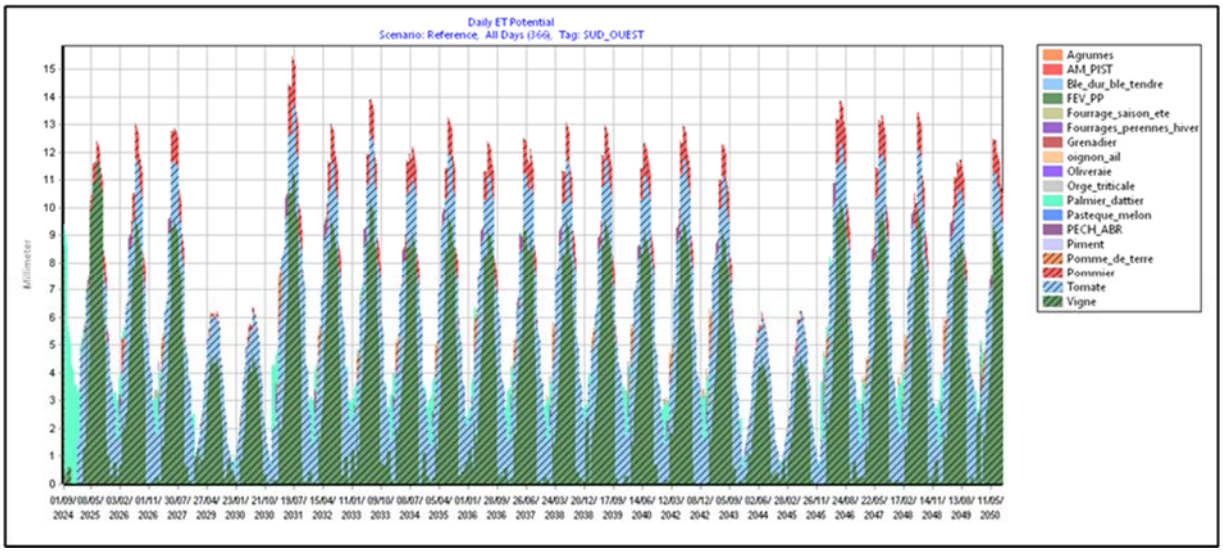


Figure 156 : Effet des changements climatiques sur les cultures dans le Sud-ouest

***Source** : STUDI International, GKW*

Les hausses de température projetées sous l'effet des changements climatiques entraîneront une augmentation de l'évapotranspiration qui accroîtra par conséquent la demande en eau des cultures.

Les incitations politiques en faveur des technologies économes en eau ainsi que le développement de systèmes d'adduction d'eau efficients peuvent contribuer à réduire les prélèvements d'eau à court-moyen terme et dans la perspective du changement climatique.

Les améliorations technologiques, telles que le goutte-à-goutte de surface, le goutte-à-goutte enterré, l'irrigation de précision et les logiciels de pilotage de l'irrigation, sont considérés comme des technologies innovantes permettant d'économiser l'eau. Ces logiciels / technologie / télédétection / smart irrigation sont disponibles et accessibles.

Toutefois, l'adaptation au changement climatique impliquera non seulement une amélioration des systèmes d'irrigation par le biais du pilotage, mais aussi une plus grande diversification des cultures en faveur de cultures moins consommatrice en eau.

➢ Calibration des Besoins Globaux en Eau des Périmètres Irrigués

Les besoins en eaux des périmètre irrigués, tenant compte des pertes à la parcelle, à l'Horizon 2050, simulés par le Modèle Eau 2050, sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 160: Besoins en eau d'irrigation pour les 4 scénarios simulés à l'horizon 2050

Scénario	2020	2025	2030	2040	2050
Tendanciel	2279	2462	2462	2472	2462
Efficience	2279	2371	2286	2142	1882
Tendanciel vs RCP4.5	2279	2462	2462	2707	2696
Efficience vs RCP4.5	2279	2371	2286	2270	1994

***Source** : STUDI International, GKW*

La simulation des besoins en eaux globaux pour les 4 scénarios est représentée dans la figure ci-dessous :

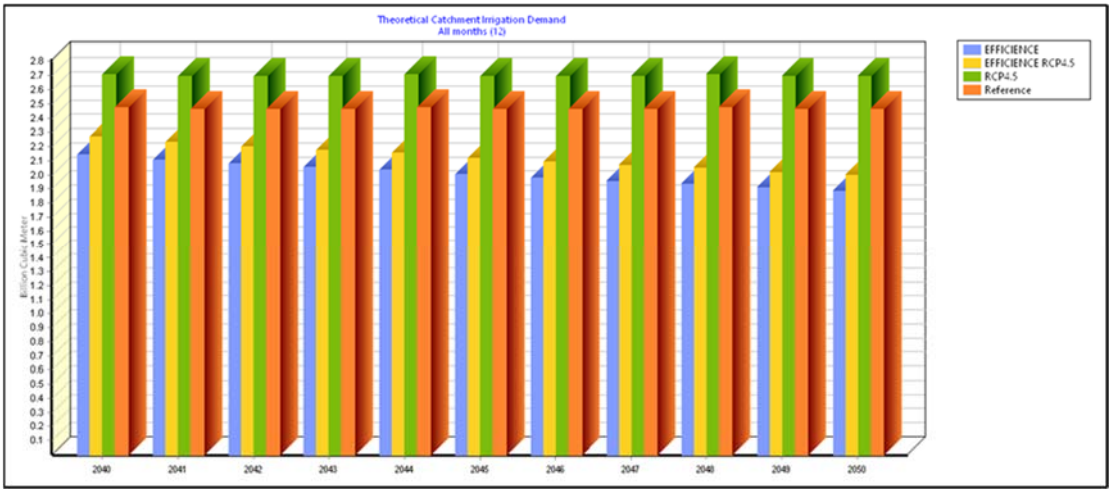


Figure 157 : Besoins en eau d'irrigation pour les 4 scénarios simulés

***Source** : STUDI International, GKW*

Hors efficience mais avec le Changement Climatique les besoins en eaux passent de 2462 Mm3 à 2696 Mm3 soit 234 Mm3 de plus.

Le scénario « efficience » montre qu'optimiser les besoins en eaux grâce à l'amélioration de l'efficience du réseau permet de baisser les besoins en eau de 579 Mm3 par rapport au scénario tendanciel et permet ainsi de compenser les besoins supplémentaires engendrés par les changements climatiques.

➢ Résultats des simulations des besoins en eau par région pour les différents scénarios

Ci-dessous les besoins en eau des périmètres irrigués pour les 6 régions et par scénario

Tableau 161: Besoins en eau pour le scénario de Référence

	2020	2025	2030	2040	2050
CENTRE_EST	126	140	139	140	139
CENTRE_OUEST	723	826	826	827	826
NORD_EST	491	532	532	533	532
NORD_OUEST	260	271	271	271	271
SUD_EST	195	207	207	208	207
SUD_OUEST	481	482	482	490	482

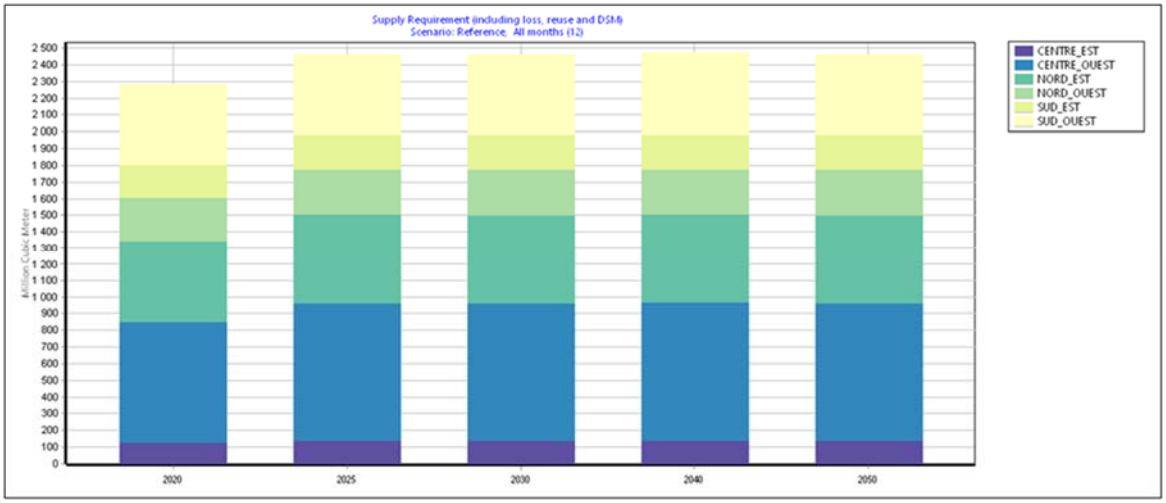


Figure 158 : Besoins en eau pour le scénario de de Référence

***Source** : STUDI International, GKW*

Tableau 162: Besoins en eau pour le scénario Efficience

	2020	2025	2030	2040	2050
CENTRE_EST	126	134	129	121	106
CENTRE_OUEST	723	796	767	716	632
NORD_EST	491	513	494	462	407
NORD_OUEST	260	261	252	235	207
SUD_EST	195	200	193	180	159
SUD_OUEST	481	465	448	425	369

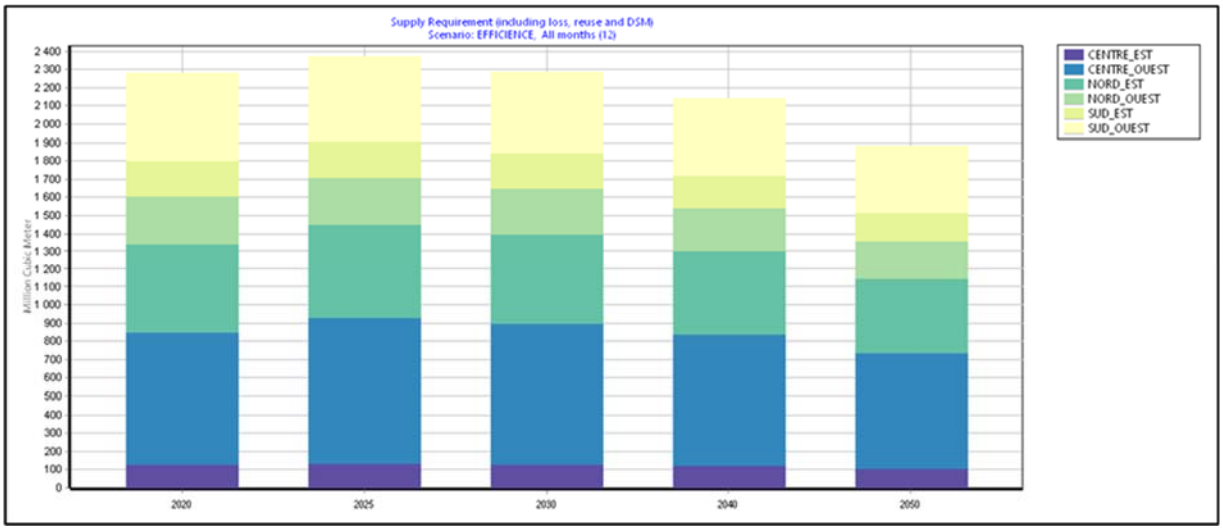


Figure 159 : Besoins en eau pour le scénario Efficience

***Source** : STUDI International, GKW*

Tableau 163: Besoin en eau pour le scénario de forçages climatiques (RCP 4.5)

	2020	2025	2030	2040	2050
CENTRE_EST	126	140	139	152	151

CENTRE_OUEST	723	826	826	901	901
NORD_EST	491	532	532	586	585
NORD_OUEST	260	271	271	298	298
SUD_EST	195	207	207	226	225
SUD_OUEST	481	482	482	542	534

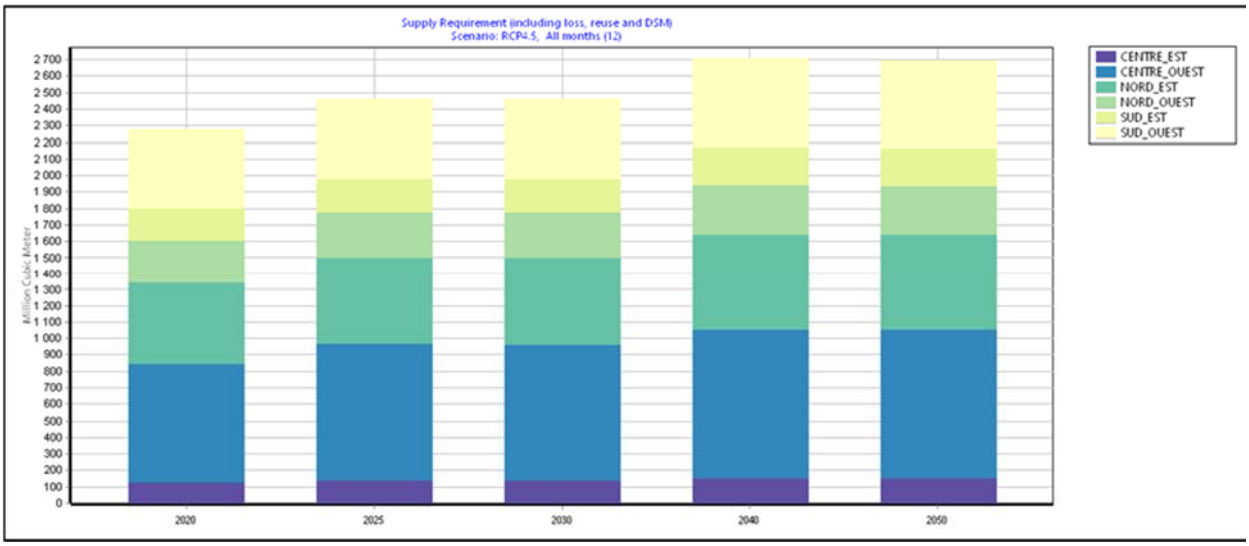


Figure 160 : Besoins en eau pour le scénario de forçages climatiques (RCP 4.5)

***Source** : STUDI International, GKW*

Tableau 164: Besoin en eau pour le scénario Efficience + CC

	2020	2025	2030	2040	2050
CENTRE_EST	126	134	129	128	112
CENTRE_OUEST	723	796	767	757	668
NORD_EST	491	513	494	490	432
NORD_OUEST	260	261	252	249	220
SUD_EST	195	200	193	190	167
SUD_OUEST	481	465	448	453	393

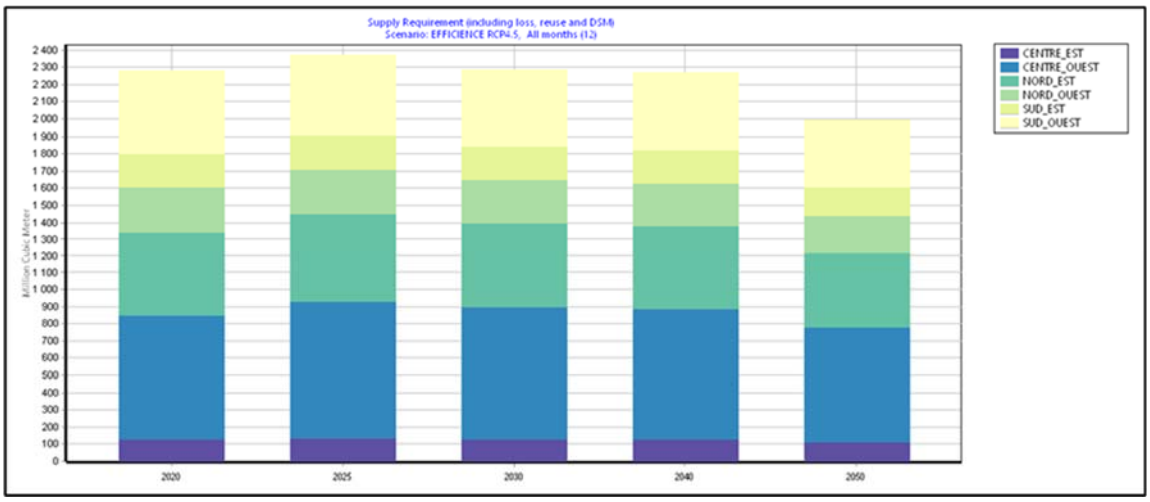


Figure 161 : Besoin en eau pour le scénario Efficience + CC
***Source** : STUDI International, GKW*

III.9.3.1.4 Enseignements orientés « Processus Décisionnels »

Il s'agit de l'élaboration d'un nouveau paradigme d'« Irrigation dans un contexte d'Aridité, de Stress Hydrique et de Dérèglement Climatique », au moyen des nouveaux fondamentaux suivants :

1. Une irrigation efficiente et productive, intelligente face au climat et durable ;
2. Un découplage de l'eau d'irrigation par rapport aux précipitations vs écoulements de surface ;
3. Un pilotage de l'irrigation tenant compte des données climatiques, du cycle végétatif et de l'état d'humidité du sol ;
4. Une alimentation « duale » (eau des barrages /eau des nappes) qui intègre une alimentation complémentaire en eau des périmètres irrigués à la fois à partir des eaux de surface et des eaux souterraines, compte tenu des états de réserve à la fin du cycle pluvieux (31 Mars).

Ce dernier point est tributaire de la réalisation des précédents. Il permettrait d'assurer une alimentation en eau des périmètres irrigués malgré les aléas pluviométriques et les irrégularités climatiques.

La gestion duale se fera comme suit :

- Alimentation à partir des eaux de surface mobilisables pour l'irrigation lorsqu'elles sont disponibles ;
- Compléments d'irrigation à partir des eaux souterraines en cas de déficit ;

La « gestion duale » est résiliente au climat, elle garantit l'alimentation des périmètres irrigués sans défaillance (satisfaction de la règle d'une irrigation assurée à 80% soit 4 années sur 5 à partir des barrages avec un complément des nappes pour garantir les besoins d'irrigation) et découlera de la « gestion intégrée eau de surface/eau souterraine ».

Il est à rappeler que lorsque l'irrigation sera en alimentation duale eau surface/eau souterraine, l'eau de surface en année sèche (salinité plus forte) coupée avec les eaux souterraines de salinité inférieure permettra à l'avenir de contrôler et d'adoucir la salinité en général.

III.9.4 Bilans d'Equilibre des Allocations Hydriques par Région et par Usage

III.9.4.1 Inputs : Les Hypothèses

Ci-dessous les hypothèses prises en compte par le Modèle pour les 3 Horizons 2030, 2040 et 2050 scénarios avec l'objectif d'Equilibre Offre-Demande par Région.

Concernant les estimations quantitatives présentées ci-dessus, il s'agit de prendre en compte les considérations suivantes :

- Dès la phase diagnostic les bilans des ressources en eau de surface et souterraine exploitables, mobilisables et régularisables ont été établis précisément par région sur la base des données officielles de la DGRE de l'année de référence (2018) de l'Etude EAU 2050 ;
- Le potentiel de 2200 Mm^3, figurant dans les documents du MARHP correspond à une valeur moyenne qui représente les ressources en eaux souterraines renouvelables en Tunisie et non pas l'exploitation actuelle des ressources.

L'élaboration du modèle hydro-économique a été faite sur la base aussi bien de la projection des données socio-économique et territoriales de la Tunisie et les scénarios du dérèglement climatique sur la base des travaux publiés par l'INM.

III.9.4.1.1 Région Nord-Ouest

- Recharge assistée de l'Aquifère de la Moyenne Vallée de la Medjerda à partir des déversements des barrages de Mellegue amont et Bouheurtma réhaussé de 33 Mm^3.

  Ces eaux assurent :

  - ✓ Une irrigation d'appoint des périmètres irrigués de Jendouba ;
  - ✓ Une irrigation complémentaire de la céréaliculture avec un taux de satisfaction de 100% (50 000ha) ;

- Valorisation des eaux du barrage Siliana 1 localement en assurant les besoins des périmètres irrigués de la zone, actuellement alimentés par le barrage Siliana (envasé à 50% de sa capacité et dont la fin de vie est probablement pour 2037) ;

III.9.4.1.2 Région Nord-Est

- Recharge assistée de la Nappe de la Basse Vallée de la Medjerda à partir des déversements de Sidi Salem ; cette recharge permettra d'alimenter les périmètres irrigués des gouvernorats de Béja, Bizerte et le Grand Tunis ;
- Séparation des transferts eaux potable et eaux d'irrigation à partir de 2035 ;
- Augmentation du volume alloué au périmètre de Ben Arous et Nabeul à partir du CMCB (résultats modèle).
- Valorisation des eaux usées traitées du Grand Tunis à hauteur de (modèle) pour la création d'un périmètre irrigué dans le gouvernorat de Zaghouan d'une superficie de 50 000 ha destiné à la céréaliculture
- Valorisation des eaux usées traitées de Nabeul pour répondre aux insuffisances en eau d'irrigation dans le gouvernorat.

III.9.4.1.3 Région Centre-Ouest

- Recharge assistée des nappes du Kairouanais à partir des :
  - ✓ Eaux des barrages de Houareb et Sidi Saad
  - ✓ Transfert des eaux de crue du Nord-ouest au Centre-est à hauteur de 4 m^3/s[148]
- Ainsi, le nouvel équilibre hydraulique du Kairouanais se fera par les infiltrations de tous les apports en eau aux verrous des barrages ainsi que les compléments à partir des eaux du Nord
  - Valorisation des eaux usées traitées en complément en eau d'irrigation des 3 gouvernorats : Sidi Bouzid, Kasserine et Kairouan
  - Allègement de la pression des transferts des nappes des Kairouanais vers le Sahel
  - Allègement de la pression des transferts des nappes de Sbeitla et Jelma vers Sfax

III.9.4.1.4 Région Centre-Est

- Valorisation des eaux usées traitées de la région en complément d'irrigation en eau d'irrigation des gouvernorats du Sahel
- Entrée en service et extension des SDEM de Sousse et de Sfax

[148] Etude de faisabilité de transfert d'eau du nord au centre de la Tunisie

III.9.4.1.5 Régions Sud-Est et Sud-Ouest

- Allègement des soutirages à partir des nappes dans le Sud-Est avec la mise en service et l'extension de la SDEM de Zarrat ;
- Conservation du rythme de pompage à partir des nappes fossiles du SASS à hauteur de 1100 Mm^3/an.

Le tableau ci-dessous récapitules les forçages, sollicitations et pression simulés :

Tableau 165: Forçages, sollicitations et pression simulés

	2020/2030	2030/2040	2040/2050
Forçages			
1.Forçage climatique	Non	Non	Oui
2. Forçage hydrologique	Non	Non	Oui
3.Forçage sédimentologique	Oui	Oui	Oui
5.Forçage démographique	Oui	Oui	Oui
Sollicitations			
1. Rendements des réseaux et circuits hydrauliques	Oui	Oui	Oui
2. des besoins, demandes et consommations en eau	Oui	Oui	Oui
3. Superficies irriguées annuellement	Oui	Oui	Oui
Pressions			
1. Usager	Oui	Oui	Oui
2. Gestionnaire	Oui	Non	Non

***Source** : STUDI International, GKW*

III.9.4.2 Output : Résultats et Interprétations

Ci-dessous les résultats de simulation des bilans offre/demande par région :

Tableau 166: Bilan des simulations des allocations du Nord-Ouest

	2020	2025	2030	2040	2050
Ressources en eau conventionnelles					
Eaux de surface	151	137	155	155	141
Eaux souterraine	163	173	150	125	107
Total RE Conv.	315	310	305	280	248
Ressources non conventionnelle					
REUT	0	0	0	3	5
SDEM	0	0	0	0	0
Total RE non conv.	0	0	0	3	5
Total RE	315	310	305	283	253
Demande en eau					
Demande en eau potable	52	55	56	47	41
Demande en eau d'irrigation	257	249	240	224	198
Autre gros consommateur (industries, tourisme)	10	10	10	10	10
Total demande	318	313	306	280	248

***Source** : STUDI International, GKW*

Tableau 167: Bilan des simulations des allocations du Nord-est

	2020	2025	2030	2040	2050
Ressources en eau conventionnelles					
Eaux de surface	450	400	507	482	477
Eaux souterraine	373	428,4	327	314	290
Total RE Conv.	823	828,4	834	796	767
Ressources non conventionnelle					
REUT	4	9	7	45	74
SDEM	0	0	0	0	0
Total RE non conv.	4,41	9,46	7,2	45	74,4
Total RE	827	838	841	841	841
Demande en eau					
Demande en eau potable	342	368	387	370	369
Demande en eau d'irrigation	480	466	450	467	468
Autre gros consommateur (industries, tourisme)	4	4	4	4	4
Total demande	826	838	841	841	841

***Source** : STUDI International, GKW*

Tableau 168 : Bilan des simulations des allocations du Centre-Ouest

	2020	2025	2030	2040	2050
Ressources en eau conventionnelles					
Eaux de surface	14,9	6,43	6,4	26,61	5,88
Eaux soutteraine	899	897	808	771	745
Total RE Conv.	914	903	814	798	751
Ressources non conventionelle					
REUT	1	2	5	8	12
SDEM	0	0	0	0	0
Total RE non conv.	1	2	5	8	12
Total RE	915	905	819	805	763
Demande en eau					
Demande en eau potable	60	68	73	66	63
Demande en eau d'irrigation	1095	1054	1017	948	838
Autre gros consommateur (industries, tourisme)	2	2	2	2	2
Total demande	1 158	1 125	1 092	1 017	904
Déficit (Mm3)	-243	-220	-273	-211	-141
Surface non irriguée	22%	21%	27%	22%	17%

***Source** : STUDI International, GKW*

Tableau 169 : Bilan des simulations des allocations du Centre-Est

	2020	2025	2030	2040	2050
Ressources en eau conventionnelles					
Eaux de surface	92	110	93	87	88
Eaux souterraine	226	213	200	154	141
Total RE Conv.	317	323	293	241	229
Ressources non conventionnelle					
REUT	6	8	10	31	34
SDEM	0	35	54	90	87
Total RE non conv.	6	43	64	121	121
Total RE	323	366	358	362	350
Demande en eau					
Demande en eau potable	188	204	214	212	216
Demande en eau d'irrigation	184	176	170	159	140
Autre gros consommateur (industries, tourisme)	10	10	10	10	10
Total demande	382	390	394	381	366
Déficit	-58,59	-24,26	-36,36	-19,35	-16,09
Surface non irriguée	-15%	-6%	-9%	-5%	-4%

***Source** : STUDI International, GKW*

Tableau 170 : Bilan des simulations des allocations du Sud-Ouest

	2020	2025	2030	2040	2050
Ressources en eau conventionelles					
Eaux de surface	0	0	0	0	0
Eaux soutteraine	677	639	575	514	454
Total RE Conv.	677	639	575	514	454
Ressources non conventionelle					
REUT	4	3	11	14	16
SDEM	0	0	0	0	0
Total RE non conv.	4	3	11	14	16
Total RE	680	643	586	528	471
Demande en eau					
Demande en eau potable	43	41	37	34	31
Demande en eau d'irrigation	612	580	520	459	400
Autre gros consommateur (industries, tourisme)	20	20	20	20	20
Total demande	675	641	577	513	451

***Source** : STUDI International, GKW*

Tableau 171 : Bilan des simulations des allocations du Sud-Est

	2020	2025	2030	2040	2050
Ressources en eau conventionnelles					
Eaux de surface	0	0	0	0	0
Eaux souterraine	410	388	314	273	241
Total RE Conv.	410	388	314	273	241
Ressources non conventionnelle					
REUT	1	2	3	6	10
SDEM	10	26	42	41	40
Total RE non conv.	11	28	45	47	50
Total RE	421	415	359	320	291
Demande en eau					
Demande en eau potable	96	103	98	86	80
Demande en eau d'irrigation	321	308	255	223	196
Autre gros consommateur (industries, tourisme)	10	10	10	10	10
Total demande	427	421	363	319	286

***Source** : STUDI International, GKW*

III.9.4.3 Enseignements Orientés Processus Décisionnel

Depuis le diagnostic l'étude EAU 2050 a bien distingué :

i. Les ressources en eau mobilisables garanties à 80%, soit 4 années sur 5 généralement destinées à l'irrigation ;

ii. Les ressources régularisables garanties à 95 %, soit 19 années sur 20, qui sont dédiées à l'alimentation en eau potable

Cette démarche permet d'équilibrer les allocations de la manière suivante :

i. L'alimentation en eau potable est satisfaite en priorité par la ressource la plus régulière et la plus garantie. Vient ensuite la satisfaction de l'irrigation qui ne peut puiser que dans les ressources mobilisables après les prélèvements AEP ;

ii. Cette distinction réduit fortement les pressions entre les secteurs d'usage ;

iii. Un logigramme a été établi pour hiérarchiser les priorités d'usages, c'est selon ce logigramme que le système hydrique permet la satisfaction équilibrée par usage et par région ;

iv. La « gestion intégrée eau de surface/eau souterraine » permet de faire face aux aléas et changements climatiques de manière à garantir la disponibilité de l'eau d'irrigation ; la modélisation de cette composante d'Eau 2050 a permis l'obtention de résultats probants.

III.9.5 Modélisation Agroéconomique par GAMS

III.9.5.1 La Programmation Mathématique en tant qu'Outil d'Aide à la Décision

La raréfaction des ressources hydriques exige l'amélioration de leur l'efficacité allocative. Des gains de cette efficacité pourront être réalisés à travers la rationalisation de l'allocation de ces ressources aux différents suages envisagés. Le recours à la programmation mathématique est une voie privilégiée pour réaliser un tel objectif.

A cet effet, et dans le cas de l'usage des ressources hydriques dédiées au secteur agricole, un modèle de programmation linéaire est proposé pour assurer leur affectation aux diverses spéculations considérées.

Le choix d'un tel modèle est justifié en premier lieu par son caractère générique permettant son usage aux deux principaux échelons de la prise de décision, le national et le régional.

A l'échelle nationale, il est question d'allouer la totalité des ressources productives dédiées au secteur agricole aux diverses activités de production pratiquées dans les différentes régions.

A l'échelle régionale le programme proposé permettra, pour chacune des régions distinguées, d'allouer, dans une première étape, le volume qui lui est réservée aux diverses spéculations qui y sont pratiquées. L'examen des valorisations de la ressource assurées par les différentes régions peut justifier une réallocation inter régionale des volumes initiaux. En effet, des différences notables des valorisations de la ressource assurées par les diverses régions ne pouvant pas être imputées à la qualité des données utilisées sont de nature à justifier de telles réallocations visant à garantir le revenu agricole le plus élevé.

Il convient de signaler que les diverses allocations déterminées par ces exercices de modélisation prônent le primat économique, celui qui permet de garantir le meilleur revenu agricole possible.

Dans la suite il est précisé la spécification du modèle adapté à l'échelle nationale. La mise à profit des données disponibles a rendu la résolution d'un tel modèle possible moyennant le recours au logiciel GAMS.

III.9.5.2 Le modèle proposé pour l'échelon national

III.9.5.2.1 Vue d'ensemble

Il s'agit d'un modèle linéaire visant à maximiser le revenu agricole sous les contraintes de disponibilité des ressources productives.

D'une manière plus spécifique, le modèle sera composé :

(i) D'une « fonction objectif » à maximiser ; il s'agit de la somme des valeurs ajoutées dégagées par les diverses activités productives considérées

(ii) et des « contraintes », exprimant les limitations des ressources productives pouvant être mises à profit.

III.9.5.2.2 Spécification retenue et données utilisées

La « fonction objectif » étant déjà précisée, la spécification du modèle est réalisée à travers la précision des activités productives considérées et des ressources supposées être contraignantes.

III.9.5.2.3 Les Spéculations Retenues et leurs Données Spécifiques

Les activités productives considérées sont déduites de l'occupation des sols actuellement observée. Le manque de données technico économiques portant sur la conduite de certaines cultures a réduit la liste des cultures prises en compte.

Deux critères de sélection ont été adoptés :

a. Le premier est la représentativité des cultures pratiquée déduite de l'occupation du sol actuelle,

b. Le deuxième est leur répartition géographique et climatique (selon les étages bioclimatiques).

Les tableaux ci-dessous présentent les superficies irriguées pour les 19 cultures stratégiques considérés pour l'étude Eau 2050.

Les données présentées détaillent l'occupation du sol actuelle moyenne pour les 19 cultures déclinées par région définie dans les TDRs de l'étude eau 2050, (Nord-Ouest, Nord-Est, Centre-Est, Centre-Ouest, Sud-Est et Sud-Ouest) et par étage bioclimatique (semi-aride (SA), humide (H), subhumide (SH), aride (A) et saharien (S)).

Tableau 172 : Superficies irriguées par culture et par région (moyenne) en ha

	N-E	N-O	C-E	C-O	SUD	Total Pays
Blé dur-blé tendre	6769	22686	702	16768	968	*47893*
Orge-triticale	2543	4199	986	19023	1739	*28490*
Fourrage saison (été)	9617	11905	4494	16530	8831	*51378*
Fourrages pérennes (hiver)	787	872	1087	3066	8874	*14686*
Pomme de terre	10234	3867	3957	4097	2059	*24213*
Tomate	10679	5171	2218	8263	1322	*27654*
Piment	7428	2261	2870	9436	1225	*23220*
Pastèque-melon	2631	2988	2104	4957	2084	*14765*
Oignon-ail	3132	2089	893	5970	3906	*15990*
Artichaut	3336	250	68	10	10	*3673*
Fève-petit pois	2288	2169	1776	6154	979	*13366*
Oliveraie	7823	3787	9001	48662	19983	*89256*
Agrumes	20004	1366	125	1396	178	*23069*

Tableau 172 : Superficies irriguées par culture et par région (moyenne) en ha

	N-E	N-O	C-E	C-O	SUD	Total Pays
Vigne	3811	1085	800	3774	1805	*11274*
Pommier	3468	2603	289	7268	1195	*14823*
Amandier-Pistachier	1347	806	596	4419	2109	*9278*
Pêcher-Abricotier	5121	713	502	5529	909	*12775*
Grenadier	1006	1236	797	1418	2066	*6522*
Palmier-Dattier	20	0	250	210	39372	*39852*
Total	102 045	70 053	33 515	166 950	99 614	472 177

***Source** : STUDI International, GKW*

Tableau 173 : Superficies irriguées par culture et par EBC (2018) en ha

	SA	H	SH	A	S	Total pays 2018
Agrumes	16 277	443	6 557	1 338	74	24 689
Amandier-Pistachier	2 119	65	224	6 801	60	9 270
Artichaut	1 607	397	800	31	8	2 844
Blé dur- blé tendre	17 300	3 489	10 422	15 571	14	46 796
Fève – Petit pois	3 684	377	1 362	7 192	139	12 754
Fourrage saison	13 390	2 143	6 775	15 349	1 729	39 387
Fourrages pérennes hiver	1 273	139	440	12 811	1 373	16 036
Grenadier	1 955	249	429	4 016	101	6 750
Oignon-ail	3 730	366	1 733	9 870	433	16 132
Oliveraie	14 626	195	1 111	69 877	2 461	88 269
Orge-triticale	5 944	210	1 363	21 316	153	28 986
Pastèque-melon	3 856	577	1 516	8 462	229	14 640
Pêcher – Abricotier	5 728	146	529	6 121	98	12 622
Piment	6 778	495	3 161	10 285	251	20 969
Pomme de terre	10 087	1 065	5 361	5 939	111	22 562
Pommier	5 522	289	793	9 042	79	15 725
Tomate	11 103	733	4 824	17 476	143	34 278
Vigne	4 238	174	1 056	5 564	422	11 454
Palmier- Dattier	92	-	-	7 116	16 158	23 366

***Source** : STUDI International, GKW*

Les données nécessaires pour le modèle d'optimisation conçu sont, d'une part, les contributions des différentes spéculations ou activités agricole au profit (valeur ajoutée des activités) et les coefficients techniques (travail, ressource en eau, terre).

Les coefficients techniques et la valeur ajoutée par activité ont été extraites du « Recueil des fiches technico-économiques observées des principales cultures Pratiquées en Tunisie » élaboré dans le cadre du projet « Eau Virtuelle et Sécurité Alimentaire en Tunisie : du Constat à l'Appui au Développement (EVSAT-CAD) » - 2015, concernant la compagne (2012 /2013). Ces données ont été fournies par l'ONAGRI.

Les dotations en eau, en terre et en main d'œuvre ont constitué les ressources productives contraignantes prises en compte.

Le modèle met en concurrence les 19 cultures stratégiques définies et validées lors de l'étude EAU 2050 et afin de tenir compte de la répartition géographique des cultures pratiquées dans la limite de disponibilité des données (VA et coefficients techniques) une dimension climatique a été prise en compte.

Les variables à introduire dans le modèle sont donc les 19 cultures stratégiques réparties par étage bioclimatique.

III.9.5.2.4 Les Contraintes prises en compte

Les deux principales ressources contraignantes considérées ici sont les surfaces irriguées et les volumes d'eau disponibles pour l'irrigation.

III.9.5.3 Logique Générale et Formulation Mathématique du Modèle

III.9.5.3.1 Logique générale

Chaque variable (activités agricole) a des consommations de ressources, exprimées par des coefficients techniques. Ces derniers traduisent la consommation unitaire de cette ressource par l'activité considérée.

Dans ce cas, les contraintes sont définies de sorte que la somme des consommations des activités faisant partie de la solution de base soit inférieure ou égale à la dotation totale de ressource. La consommation de chacune des activités retenues est égale à sa consommation unitaire (par ha) multipliée par la superficie qui lui a été allouée.

Une contrainte supplémentaire a été introduite au modèle qui se traduit par le fait que les superficies optimales par activités soient inférieures ou égal au maximum des superficies irriguées observées par activité sur la période (2002-2018).

La solution de base représente l'assortiment des activités qui confère la meilleure valorisation des ressources considérées. Dans ce cas la somme de valeurs ajoutées de ces cultures pondérées par les surfaces allouées représente le maximum du revenu agricole pouvant être généré.

III.9.5.3.2 Formulation Mathématique et Implémentation du Modèle

- **Description générale du logiciel GAMS**

Le modèle élaboré est implémenté par le logiciel GAMS (General Algebraic Modeling System) est un environnement logiciel d'optimisation qui permet d'implémenter des modèles bioéconomiques (couplage des modèles agronomiques et économiques) nécessaires pour l'analyse, l'évaluation et la formulation des politiques agricoles et environnementales. Ces modèles d'optimisation se situent en complément ou en alternative aux modèles à base d'inférence statistique.

GAMS utilise des algorithmes basés sur la Programmation Mathématique ou Programmation Linéaire via des solveurs intégrés au sein de l'environnement.

La programmation linéaire cherche à optimiser une fonction (revenu de l'agriculture par exemple) lorsque ses variables sont soumises à un ensemble des contraintes linéaires exprimées sous forme d'égalités et/ou d'inégalités (ressources rares et moyens de production limités).

➢ Formulation mathématique du Modèle

Les variables modèle sont notées par X (j,e) : surface de l'activité j pratiquée dans l'étage bioclimatique (e) (optimale par activités agricole et par étage bioclimatique).

La Fonction objective : maximisation de la somme des valeurs ajoutées des activités considérées. Elle est à maximiser

$$Max \sum_{j,e} C(j,e) * X(j,e)$$

Contraintes

$$\sum_{j,e} a(j,e,i) * X(j,e) \leq Dotation\ Totale\ de\ la\ ressource\ (i)$$

X(j,e)≤maximum des superficies irriguées observées par activité sur la période (2002-2018).

Avec,

Xj : Activités Agricoles (19 cultures stratégique)

i : ressources (eau, terre, travail)

e : étage bioclimatique.

C (j, e) : valeur ajoutée par activité et par étage bioclimatique.

A (j, i, e) : consommation unitaire de la ressource i par l'activité j pour l'étage e.

III.9.5.3.3 Résultats obtenus et leur Interprétation

La résolution du modèle tel que spécifié ci-avant a permis d'obtenir les résultats recherchés, à savoir les activités composant la solution de base, les coûts d'opportunité des ressources considérées ainsi que le revenu optimal du secteur agricole approchée par la valeur optimale de la fonction objectif

➢ Composition de la solution de base

Les superficies allouées aux activités agricoles faisant partie de la solution de base sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 174 : Résultats GAMS d'Allocation Optimale des Superficie (en ha)

	H	SH	SA	A	S	Somme
Agrumes	2016	24307				26323
Amandier-Pistachier			9270			9270
Artichaut			4384			4384
Blé dur – Blé tendre	13787	36959				50746
Fève – Petit pois				13107		13107
Fourrage saison			39975			39975
Grenadier	2883	4085				6968
Oignon- ail				16132		16132
Oliveraie			88269			88269
Orge- triticale	4384	24602				28986
Palmier- dattier					18182	18182
Pastèque-melon			14810			14810
Pêcher-abricotier			13974			13974
Piment			22029			22029
Pomme de terre			22942			22942

Tableau 174 : Résultats GAMS d'Allocation Optimale des Superficie (en ha)

	H	SH	SA	A	S	Somme
Pommier			15725			15725
Tomate			34289			34289
Vigne				11574		11574

***Source** : STUDI International, GKW*

La comparaison de ces superficies optimales avec les superficies irriguées en 2018 par activité montre de légers écarts. L'optimisation n'est donc pas de nature à modifier profondément l'assortiment des productions pratiquées. Le tableau no 5 visualise cette comparaison.

Tableau 175 : Ecarts entre Réel et Optimal (GAMS) des Superficies d'Irrigation

	Surface irriguée 2018 (ha)	Surface optimale (ha)	Ecart = Optimal - Observé (ha)	% de l'Ecart
Agrumes	24689	26323	1634	7%
Amandier Pistachier	9270	9270	0	0%
Artichaut	2844	4384	1540	54%
Blé dur Blé tendre	46796	50746	3951	8%
Fève- Pois chiche	12754	13107	354	3%
Fourrage saison	55423	39975	-15449	-28%
Grenadier	6750	6968	218	3%
Oignon - ail	16132	16132	0	0%
Oliveraie	88269	88269	0	0%
Orge- triticale	28986	28986	0	0%
Palmier- dattier	23366	18182	-5184	-22%
Pastèque- Melon	14640	14810	170	1%
Pêcher-Abricotier	12622	13974	1351	11%
Piment	20969	22029	1060	5%
Pomme de terre	22562	22942	380	2%
Pommier	15725	15725	0	0%
Tomate	34278	34289	11	0%
Vigne	11454	11574	120	1%
Surface Irriguée totale	447 529	437 685	- 9 844	-2%

***Source** : STUDI International, GKW*

Le modèle aboutit ainsi à une diminution de la surface irriguée de l'ordre de 2% par rapport à la superficie observée en 2018. Cette diminution traduit le caractère limitant des ressources hydriques.

Les cultures affectées par cette modification sont le palmier dattier et les cultures fourragères, avec une diminution de l'ordre de 22% et 28% respectivement, sont suggérées.

III.9.5.3.4 Les coûts d'opportunité des ressources considérées

Les coûts d'opportunité des ressources considérées, tel que présenté dans ce qui suit, ont tendance à confirmer le caractère limitant des ressources hydriques. En effet, la contrainte exprimant les disponibilités d'eau est la seule qui est saturée et qui a un coût d'opportunité positif. Les deux autres ne sont pas saturées ont donc des coûts d'opportunité nuls.

Il convient toutefois de relever que le coût d'opportunité de l'eau d'irrigation bien que positif reste en deçà du prix économique tel qu'estimé lors de l'étape diagnostic

Tableau 176 : Coût d'opportunité de ressources considérées

	Niveau d'utilisation	Disponibilité maximale	Coût marginal
Eau	1,72E+09	1,72E+09	0,2704
Surface	437685	447530	0
Travail	3,32E+08	1,00E+09	0

***Source** : STUDI International, GKW*

III.9.5.3.5 Valeur de la « fonction objectif »

Le profit optimal estimé par le modèle est évalué à près de 2690 Millions de Dinars. Ramené à l'hectare ce profit est de 6.146 dinars.

Le profit représente 22% de la VA ajoutée agricole observée en 2019[149] (Valeur Ajoutée (VA) de l'agriculture au prix courant en 2019, égale 12158,4 Millions de Dinars).

Il s'agit de noter par ailleurs, que l'irrigué ne représente que près de 30% de la valeur de production de l'ensemble de l'agriculture, ce qui fait apparaitre que les résultats de l'exercice de modélisation sont comparables avec les indicateurs actuellement observés.

III.9.5.4 En guise de conclusion à la Modélisation Agroéconomique

Les résultats peuvent être interprétés comme une incitation à améliorer l'efficacité de l'eau en tant qu'une ressource contraignante. En absence de telles amélioration les autres ressources travail et terre auront des valeurs économiques de plus en plus faibles, en deçà de leurs valeurs financières (valeurs d'échange observables).

Les résultats obtenus sont à relativiser par la qualité des données utilisées. Il convient à ce niveau de signaler que l'Administration ne dispose pas de bases informationnelles fiabilisées permettant de conduire de tels exercices de modélisation. Ces derniers sont particulièrement sensibles à la qualité des données utilisées.

L'exercice mené ici a cherché à montrer l'apport de la programmation en tant qu'outil d'aide à la décision.

[149] Source INDICATEURS CLÉS DE L'**AGRICULTURE** TUNISIENNE EN 2020, ONAGRI.

Partie complémentaire à l'Etape 4 d'EAU 2050 relative à l'Eau potable

Le Bureau d'étude (BE), conformément aux TDRs et à la Méthodologie, a développé au niveau de l'Etape 4 une Vision et une Stratégie du système hydrique dans le but d'assurer sa durabilité, son équilibre par ressource et par usage, son efficience et efficacité, son équité territoriale et sa viabilité socio-économique.

L'Etape 4 comme pour le reste de l'ensemble de l'étude a été conduite dans un cadre effectivement participatif à la fois par grande région et par thématique, le tout ayant nécessité l'organisation de pas moins de 90 Ateliers. Les résultats finaux de ce processus ont été exposés aux 3 grands Ateliers régionaux de Sousse, Gabès et Tabarka et l'Atelier National avec le CNTS le 20/05/2022, le tout en présence des acteurs concernés.

Le principal résultat de la démarche de l'Etape 4, scientifiquement appuyée par le Modèle Hydro-Economique, d'EAU 2050 concerne les aspects suivants :

- La prise en compte de l'effet assez marquant du changement climatique sur les ressources et les usages ;
- L'optimisation des processus à tous les niveaux, à la recherche du plus d'équilibre du système hydrique pour les 30 prochaines années ;
- Le recours à des choix éminemment innovants dont l'on cite on particulier :
    - L'adoption de l'infiltration assistée systématique en tant qu'option innovante et pertinente pour un pays au climat semi-aride comme la Tunisie ;
    - L'allocation d'une partie substantielle (388 Mm^3 qui correspondent aux ressources régularisables de l'extrême Nord-Ouest) à l'eau potable ;
    - L'affectation du reste des eaux de surface mobilisables (essentiellement système Medjerda) à l'irrigation ;
    - La mobilisation à hauteur de 85 % des eaux usées vers la réutilisation (REUSE) dont il résultera des applications urbaines, touristiques, écologiques et agricoles, avec pour cette dernière application une superficie additionnelle de 50 000 ha, soit plus 10% par rapport au potentiel actuel ;
    - L'appui à la tendance initiée par la SONEDE en matière de dessalement en vue de la réalisation de l'ensemble de son programme annoncé ;
    - Enfin et ce n'est pas la moindre des innovations d'Eau 2050, il s'agit pour la première fois dans l'histoire de l'irrigation en Tunisie de sécuriser l'approvisionnement des exploitants en jouant de manière ingénieuse sur une combinaison judicieuse eau de surface/eau souterraine.

L'ensemble de ces dispositions aboutit aux tableaux d'équilibre de départ (2020) et d'arrivée (2050) du système hydrique : par ressource, par usage et par région :

Tableau 177 : Bilan par Ressource/Usage/Région à l'Horizon 2020 en Millions de m^3

		Nord-Ouest	Nord-Est	Centre-Ouest	Centre-Est	Sud-Ouest	Sud-Est	Total
Ressources	E. de Surface	151	450	15	92	0	0	708
	E. Sout.	163	373	899	226	677	410	2.748
	Tot Ress Conv.	314	823	914	318	677	410	3.455
	REUT	0	4	1	6	4	1	16
	SDEM	0	0	0	0	0	10	10
	Tot RNC	0	4	1	6	4	11	26
	Tot R.E.	314	827	915	324	681	421	3.481
Demande	Eau Potable	52	342	60	188	43	96	781
	Eau d'Irrigation	257	480	1.095	184	612	321	2.949
	Autre	10	4	2	10	20	10	56
	Total Demande	319	826	1.157	382	675	427	3.786
Bilan 2020		- 5	+ 1	- 242	- 58	+ 6	- 6	- 305

Tableau 178 : Bilan par Ressource/Usage/Région à l'Horizon 2050 en Millions de m^3

		Nord-Ouest	Nord-Est	Centre-Ouest	Centre-Est	Sud-Ouest	Sud-Est	Total
Ressources en Eau	E. de Surface	141	477	6	88	0	0	712
	E. Sout.	107	290	745	141	454	241	1.978
	Tot Ress Conv.	248	767	751	229	454	241	2.690
	REUT	5	74	12	34	16	10	151
	SDEM	0	0	0	87	0	40	127
	Tot RNC	5	74	12	121	16	50	278
	Tot R.E.	253	841	763	350	470	291	2.968
Demande en Eau	Eau Potable	41	369	63	216	31	80	800
	Eau d'Irrigation	198	468	838	140	400	196	2.240
	Autre	10	4	2	10	20	10	56
	Total Demande	249	841	903	366	451	286	3.096
Bilan 2050		+ 4	0	- 140	- 16	+ 19	+ 5	- 128

Dont il ressort les principaux éléments suivants :

- Malgré tous les efforts d'optimisation, l'ensemble des ressources hydriques exploitables globales passent de 3 823 Mm^3 2020 à 3 509 Mm^3 en 2050 ; soit une perte de 314 Mm^3 sous l'effet du dérèglement climatique, conjuguée à une dégradation de la qualité ;
- Pour les usages, l'allocation pour l'eau d'irrigation passe de 2 976 Mm^3 à 2 621 Mm^3, soit ainsi la prise en charge de toute la perte en ressource par le seul secteur de l'irrigation ;
- En revanche, pour l'eau potable il a été maintenu par le Modèle Hydro-Economique d'une sorte d'équilibre entre les 781 Mm^3 en 2020 et les 800 Mm^3 en 2050, avec le passage par un pic de 865 Mm^3, mais moyennant : (i) la stabilisation de la consommation spécifique, (ii) la mise à niveau intégrale du réseau et (iii) le réaménagement substantiel de la tarification.

A l'échelle des régions, le plus remarquable à retenir c'est un déficit de –243 Mm^3 de la région Centre-Ouest en 2020 ramené à un déficit plus faible de - 141 Mm^3 en 2050 (voir tableaux 1 et 2).

Ainsi, l'expertise thématique et la modélisation qu'il l'a accompagnée, le tout appuyé à une participation transparente et ouverte ont abouti : à un équilibre pour l'eau potable et l'irrigation et également pour les régions, à l'exception du Centre-Ouest (-141 Mm^3), et de manière marginale le Sud-Ouest (-16 Mm^3).

Suite à la remise du rapport de l'Etape 4, le BE a reçu une quarantaine de pages d'observations de la part des différents acteurs nationaux, une quinzaine de pages de la part du bailleur du fond KFW, ainsi que des observations supplémentaires de la part de la DGGREE et de la DGBGTH.

Le BE a répondu avec tout le soin exigé à toutes les remarques et observations soit :

- Par la clarification pour les problèmes de compréhension ;
- Par la prise en compte pour les observations jugées pertinentes.

La SONEDE a émis des réserves concernant les prévisions des besoins en eau potable suite au constat des divergences des approches aboutissant à des écarts importants sur les prévisions des besoins, à l'échéance 2050, établies par la SONEDE et proposées par le bureau d'études avec des prévisions de 1 200 Mm^3/an pour la SONEDE contre 800 Mm^3/an pour le bureau d'études ; les besoins en eau étant de 780 Millions en 2021.

Les multiples échanges entre BE, SONEDE et BPEH ont abouti à une **solution intermédiaire pour les prévisions des besoins en eau potable de 1 100 Mm^3à l'horizon 2050 soit** une **consommation spécifique domestique branchée de 136 l/j/hab.**

Il est à signaler que la modélisation hydro-économique du BE a tablé sur un volume de dessalement d'eau de mer mobilisé à hauteur de 127 Mm^3(correspondant à une capacité installée de 475 000 m^3/jour, soit 174 Mm^3), alors qu'il s'avère que la planification de la SONEDE va aller au-delà pour atteindre 265 Mm^3à l'échéance 2050.

L'effet coût de cette extension de la capacité en SDEM peut soulever la question de sa prise en compte par l'opérateur national. Toutefois, il s'agit de souligner les cinq éléments suivants :

1. La nécessaire prise en compte du tendanciel de baisse de prix de l'énergie renouvelable, dont la Stratégie nationale le met à un niveau de 50 % de mix de l'énergie électrique en 2050 ;
2. L'obligé du réexamen de la tarification de l'eau potable de manière favorable aux conditions d'équilibre financier de la SONEDE, compte tenu d'une option dessalement pouvant atteindre 40% de la production d'eau potable ;
3. Il s'agit de la création de nouvelles ressources en eau recyclables aux bénéfices des autres secteurs ;
4. Etant entendu que pour l'ensemble de cette approche, il s'agira de garder à l'esprit que l'eau potable bénéficie du principe de priorité absolue en termes d'usages ;
5. Par ailleurs, le dessalement présente l'intérêt d'être appréhendé sous la forme d'actions ponctuelles d'adaptation relativement plus aisées à planifier et à réaliser (~2 ans), dans lesquelles le secteur privé devrait s'engager de façon importante.

Ceci étant dit, le plus de dessalement d'eau de mer va se traduire par une diminution substantielle du dessalement d'eau saumâtre grâce au mélange, ce qui est favorable notamment à la réduction importante des impacts écologiques indésirables de l'effet des saumures. En plus cela se traduit par une meilleure exploitation des ressources souterraines par le mélange.

Le BE va se charger de l'optimisation de cette adaptation du programme et ce aux niveaux suivants :

- La prise en compte de l'effet sur l'assainissement et la REUSE ;
- La prise en compte de l'effet de plus d'eau de REUSE sur les secteurs potentiellement réceptifs.

C'est au niveau de l'Etape 5 qu'il s'agira de préciser tous les effets en coûts/avantages de cette adaptation du modèle à la demande de la SONEDE.

Annexes

Barrage Oued Zerga (Potentiel)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Zerga et Oued El Mkhashbia
- Gouvernorat : Bizerte
- Délégation : Joumine
- Les villes ou les villages les plus proches : Testour,Oued Zerga,Majaz Al Bab
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 536 026,27 m
    - Y : 4 064 127,97 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Cote de la retenue normale : 203 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 205 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 1 309 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 380 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 77 m
- Charge d'eau : 74 m
- Longueur en crête : 1 482 m

D. Caractéristiques hydrologique

- Bassin versant: 212.3 Km^2
- Précipitations moyennes annuelles : 548 mm/ an
- Apport moyen annuel : 14 Mm^3/an

Apports en eau (Mm3)

	Années sèches					**Médiane**	**Années humides**				
T (ans)	**100**	**50**	**20**	**10**	**5**	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Apports (Mm^3)	2	2	3	4	6	11	20	27	35	48	58

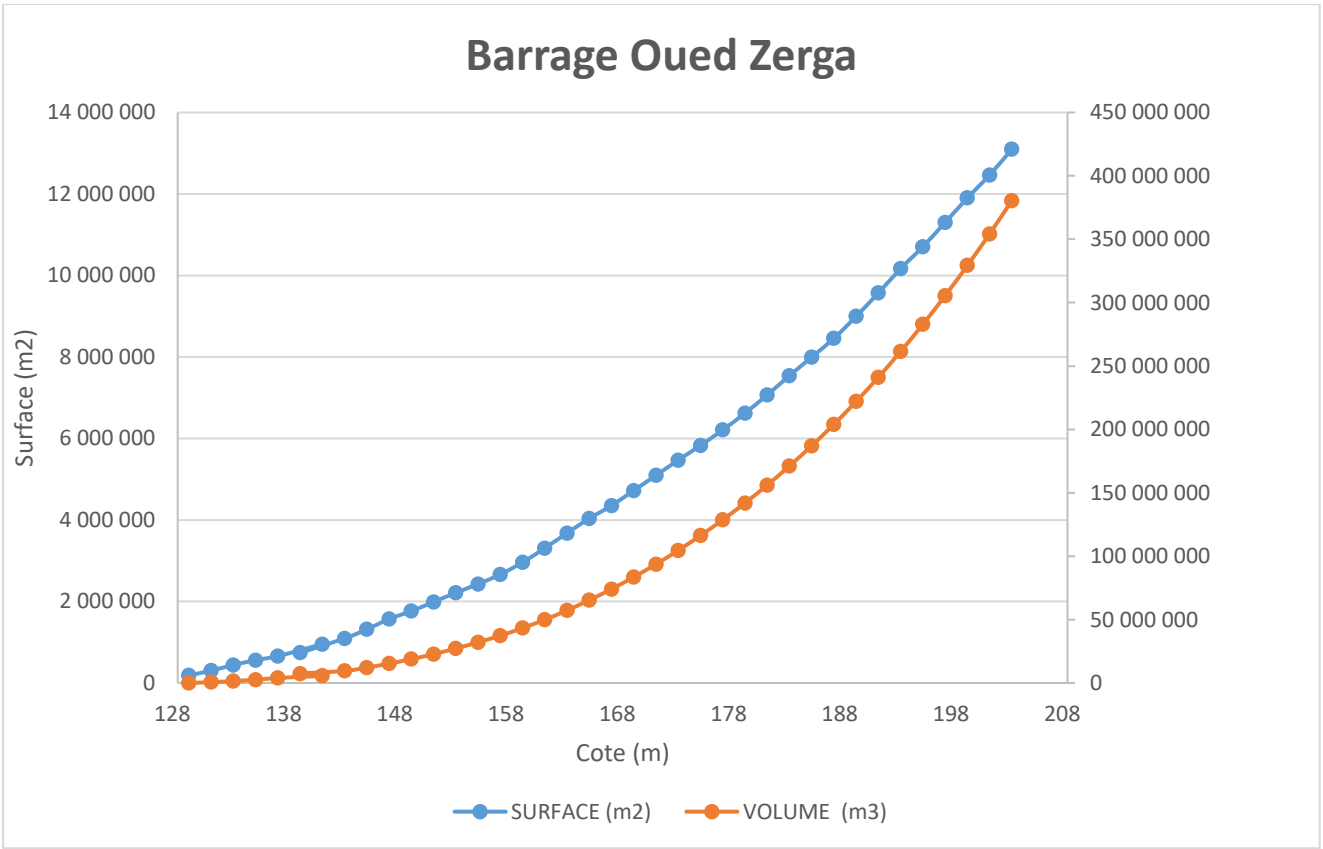
Source : DGRE-Traitement STUDI, Eau 2050

E. Impact

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Chemin de fer sur une longueur de 7 km et une zone agricole

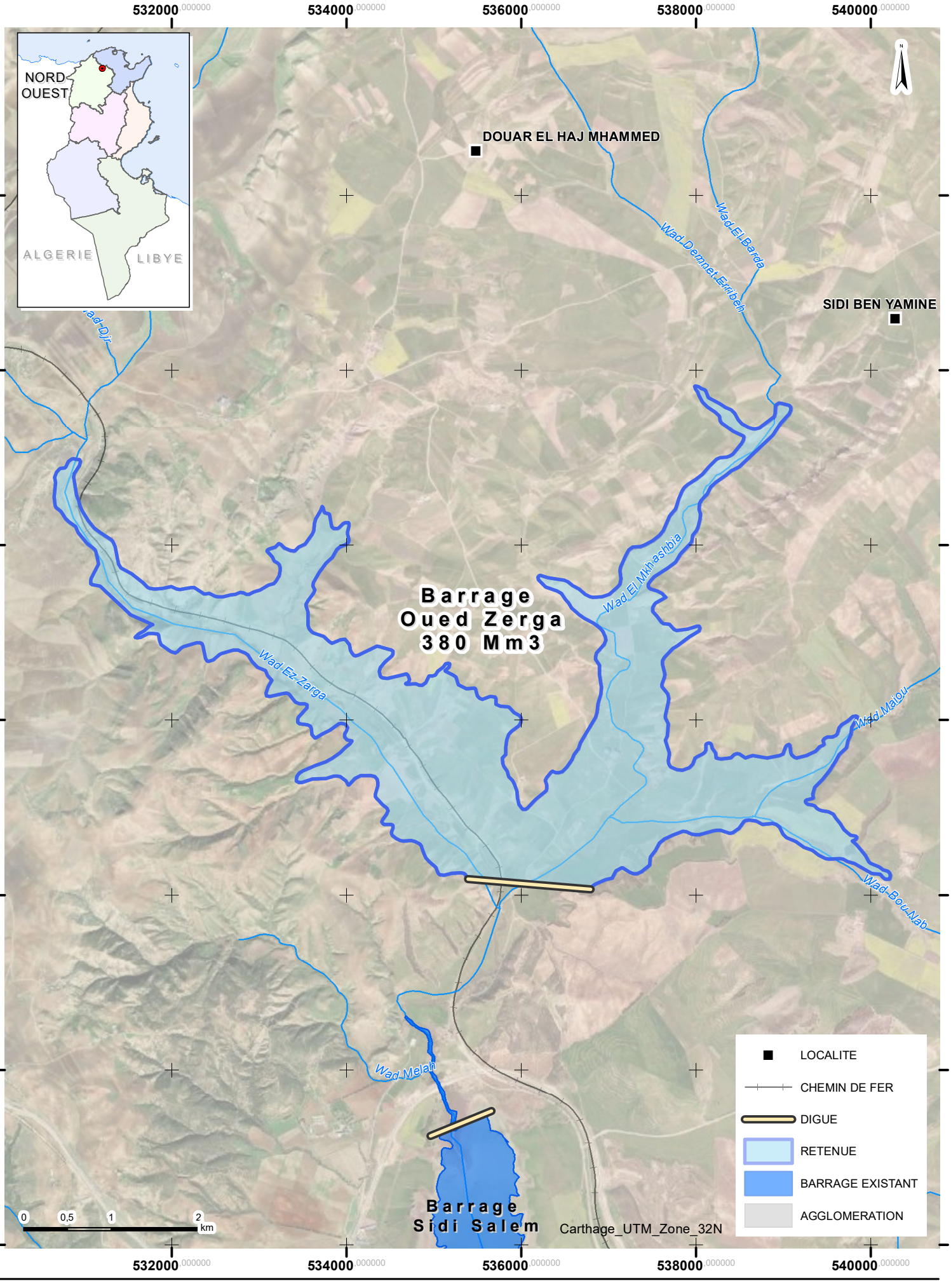
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE OUED ZERGA



Barrage Pont Trajan (Potentiel)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Béja
- Gouvernorat : Béja
- Délégation : Béja sud
- Les villes ou les villages les plus proches : Béja, El Maagoula
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 519 834,47 m
    - Y : 4 056 350,38 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Cote de la retenue normale : 140 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 142 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 1 371 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 199 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 33 m
- Charge d'eau : 30 m
- Longueur en crête : 1 520 m

D. Caractéristiques hydrologique

- Bassin versant: 322.7 Km^2
- Précipitations moyennes annuelles : 611 mm/ an
- Apport moyen annuel : 91 Mm^3/an

Apports en eau (Mm3)

	Années sèches					**Médiane**	**Années humides**				
T (ans)	**100**	**50**	**20**	**10**	**5**	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Apports (Mm^3)	13	16	22	28	38	71	130	179	232	313	381

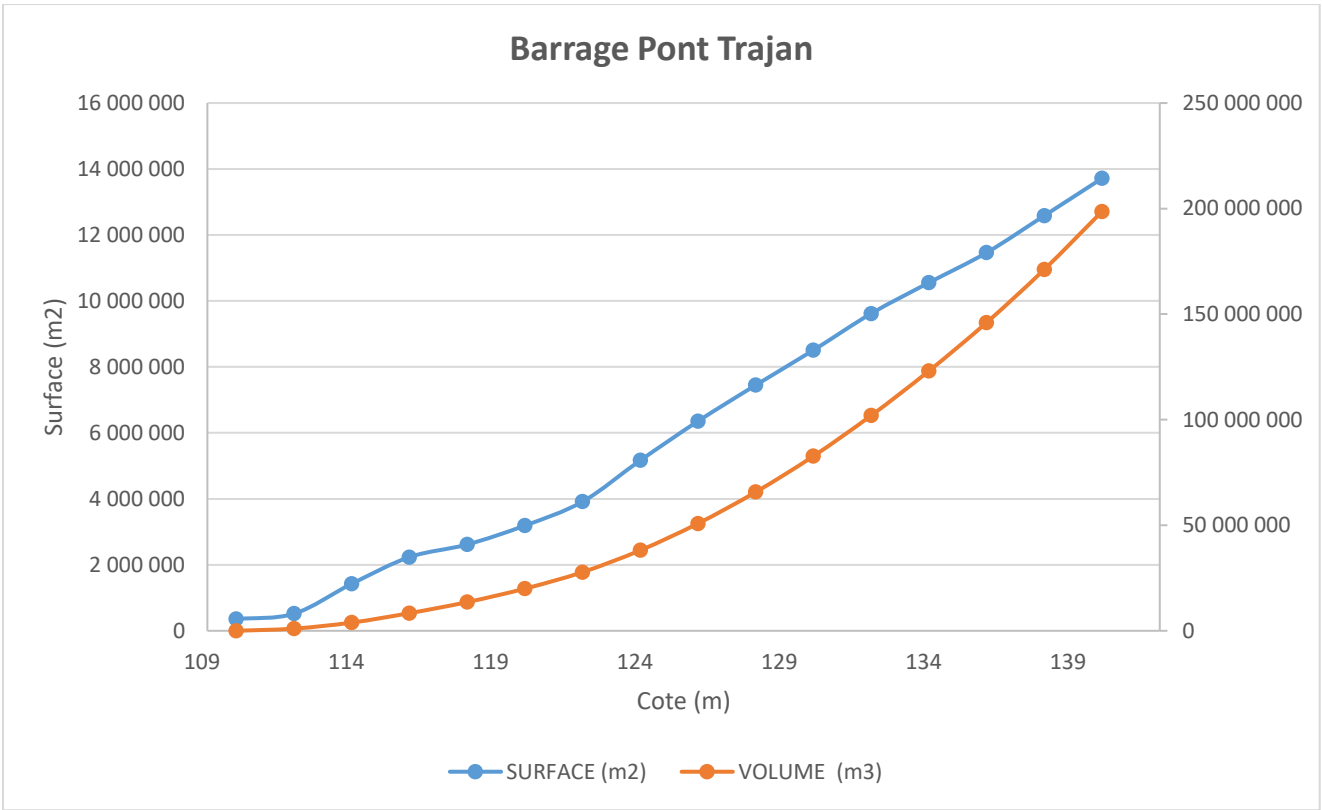
Source : DGRE-Traitement STUDI, Eau 2050

E. Impact

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Une autoroute A3 sur une longueur de 2.8 km, une route sur une longueur de 3,3 km, Chemin de fer, le péage de Béja et Une zone agricole

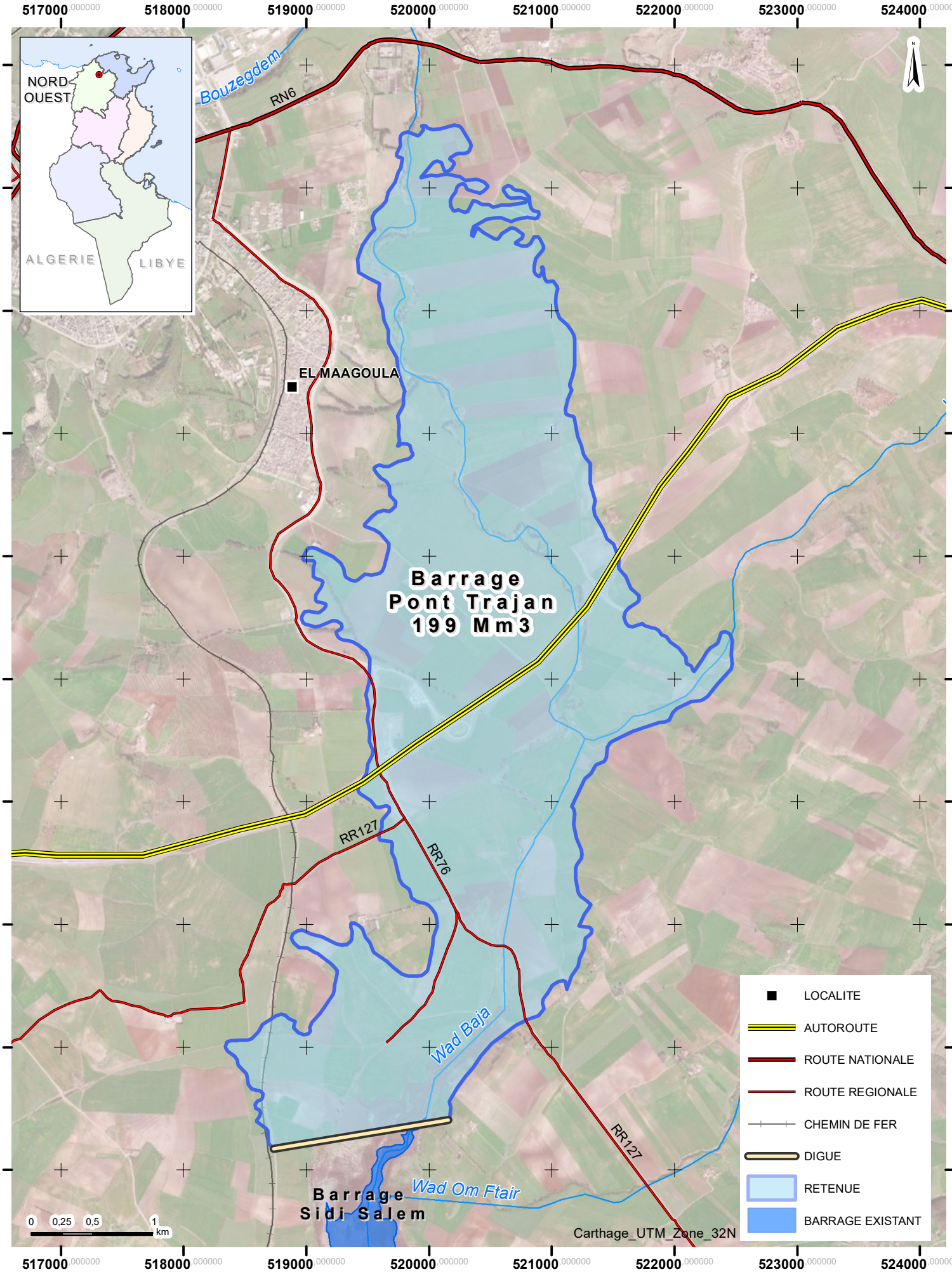
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE PONT TRAJAN



Barrage Sidi Amor (Potentiel)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Sidi Amor
- Gouvernorat : Jendouba
- Délégation : Tabarka
- Les villes ou les villages les plus proches : Tabarka
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 474 950,21 m
    - Y : 4 085 834,15 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 124 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 126 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 387 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 122 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 80 m
- Charge d'eau : 83 m
- Longueur en crête : 660 m

D. Caractéristiques hydrologique

- Bassin versant: 39.4 Km^2
- Précipitations moyennes annuelles : 875.3 mm/ an
- Apport moyen annuel : 13 Mm^3/an

Apports en eau (Mm3)

	Années sèches					**Médiane**	**Années humides**				
T (ans)	**100**	**50**	**20**	**10**	**5**	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Apports (Mm^3)	2	2	3	4	6	10	19	26	34	46	56

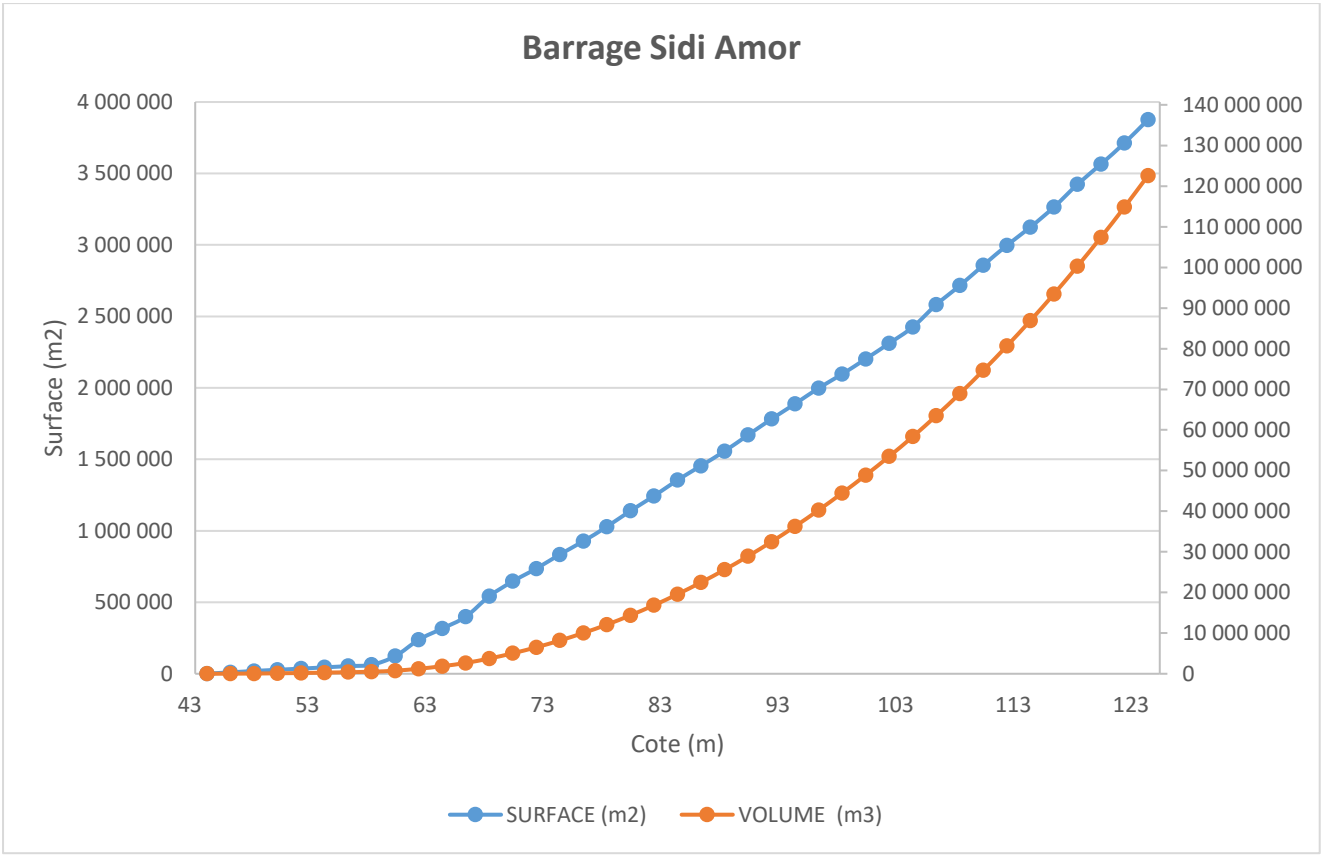
Source : DGRE-Traitement STUDI, Eau 2050

E. Impact

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Une route locale Maloula Tabarka sur une longueur de 3 km, quelques logements et forêt.

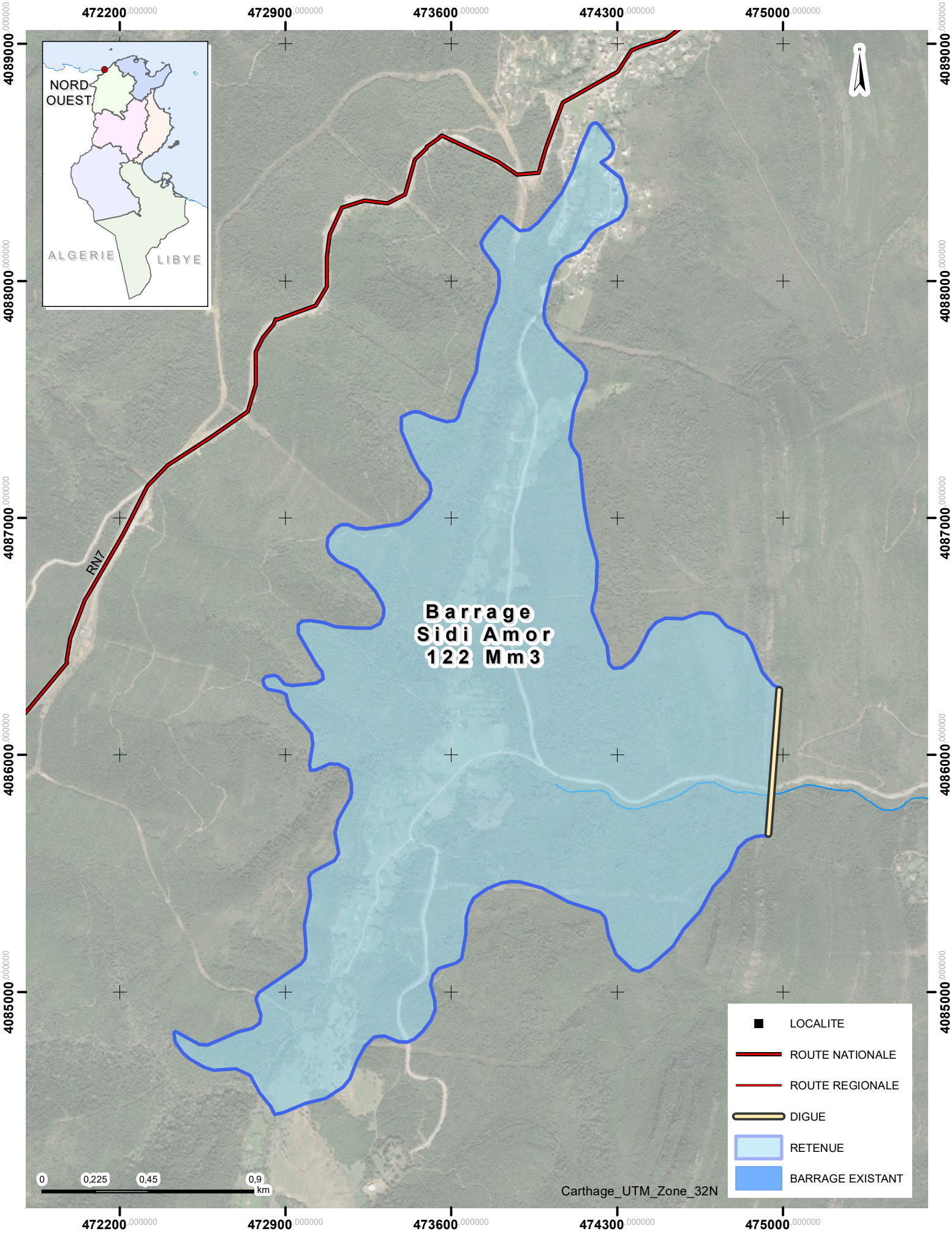
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE SIDI AMOR



Barrage Oum Laraiss (Potentiel)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Oum Laraîss
- Gouvernorat : Gafsa
- Délégation : Oum Laraîss
- Les villes ou les villages les plus proches : Oum Laraîss
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 434 144,12 m
    - Y : 3 821 956,15 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 553 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 555 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 788 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 95 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 53 m
- Charge d'eau : 50 m
- Longueur en crête : 370 m

D. Caractéristiques hydrologique

- Bassin versant: 134.7 Km^2
- Précipitations moyennes annuelles : 165.7 mm/ an
- Apport moyen annuel : 1 Mm^3/an

Apports en eau (Mm3)

	Années sèches					**Médiane**	**Années humides**				
T (ans)	**100**	**50**	**20**	**10**	**5**	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Apports (Mm^3)	0	1	1	1	1	1	2	2	3	3	4

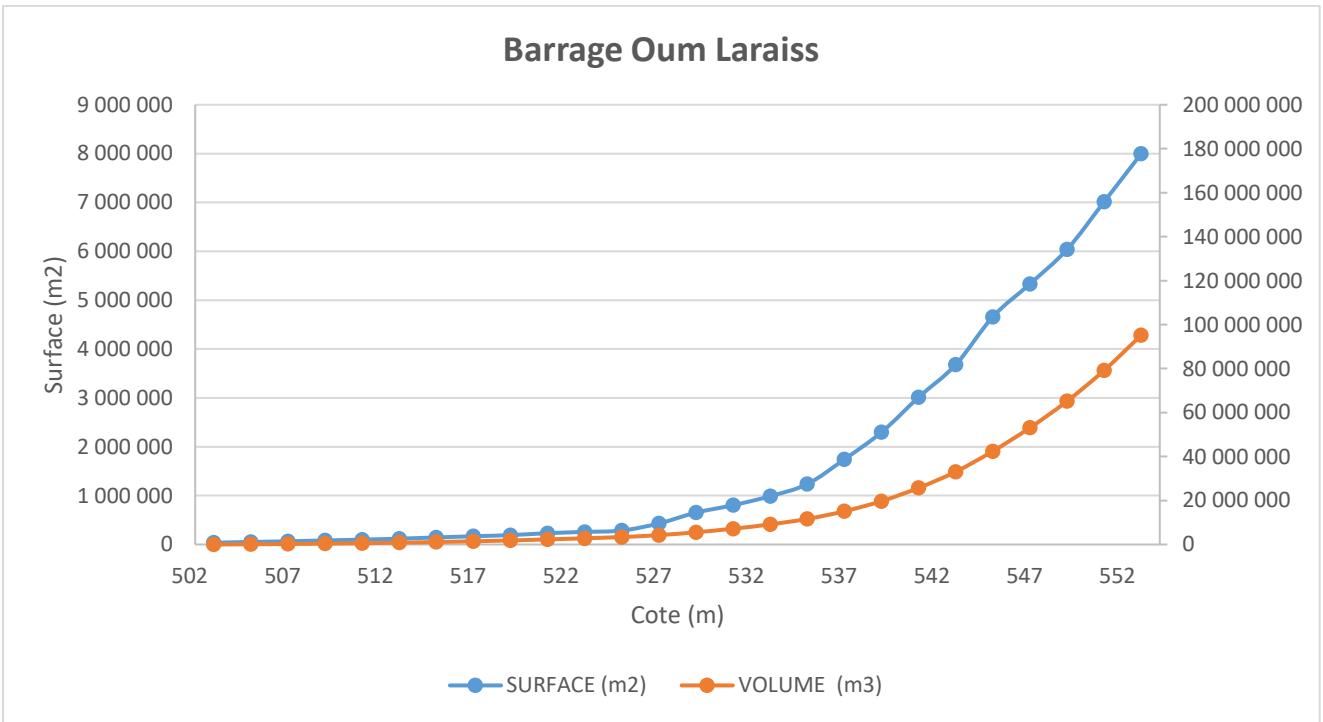
Source : DGRE-Traitement STUDI, Eau 2050

E. Impact

Le barrage a impact sur une zone agricole.

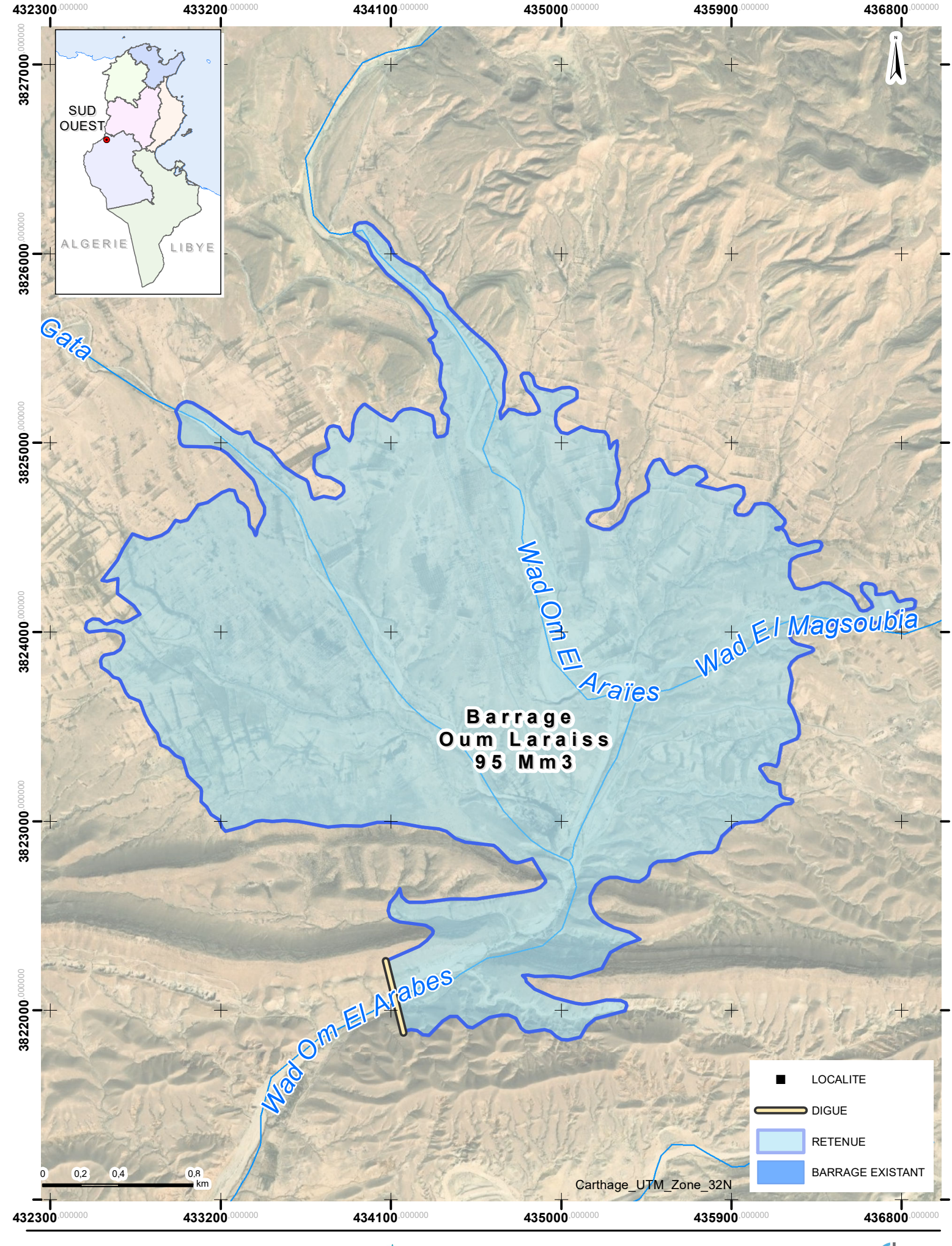
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE OUM LARAISS



Barrage Hammam (Potentiel)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Hammam
- Gouvernorat : Jendouba
- Délégation : Ghar Dimaou
- Les villes ou les villages les plus proches : El Galäa, Chemtou
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 450 119,61 m
    - Y : 4 045 203,85 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 366 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 400 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 56 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 10 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 57 m
- Charge d'eau : 54 m
- Longueur en crête : 320 m

D. Caractéristiques hydrologique

- Bassin versant: 22.3 Km^2
- Précipitations moyennes annuelles : 824.3 mm/ an
- Apport moyen annuel : 9 Mm^3/an

Apports en eau (Mm3)

	Années sèches					**Médiane**	**Années humides**				
T (ans)	**100**	**50**	**20**	**10**	**5**	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Apports (Mm^3)	1	2	2	3	4	7	13	18	24	32	39

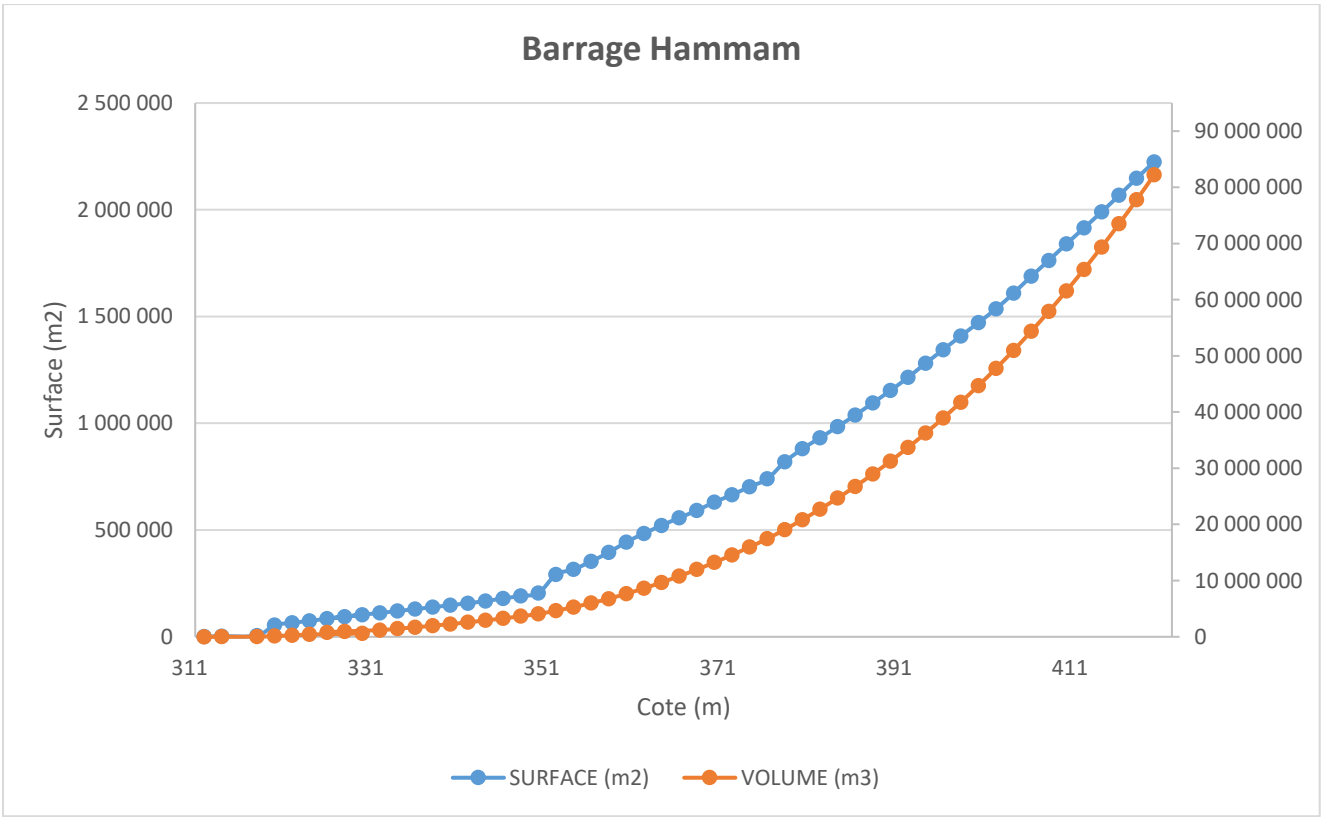
Source : DGRE-Traitement STUDI, Eau 2050

E. Impact

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Une route locale sur une longueur de 3 km, quelques logements, une zone agricole et forêt

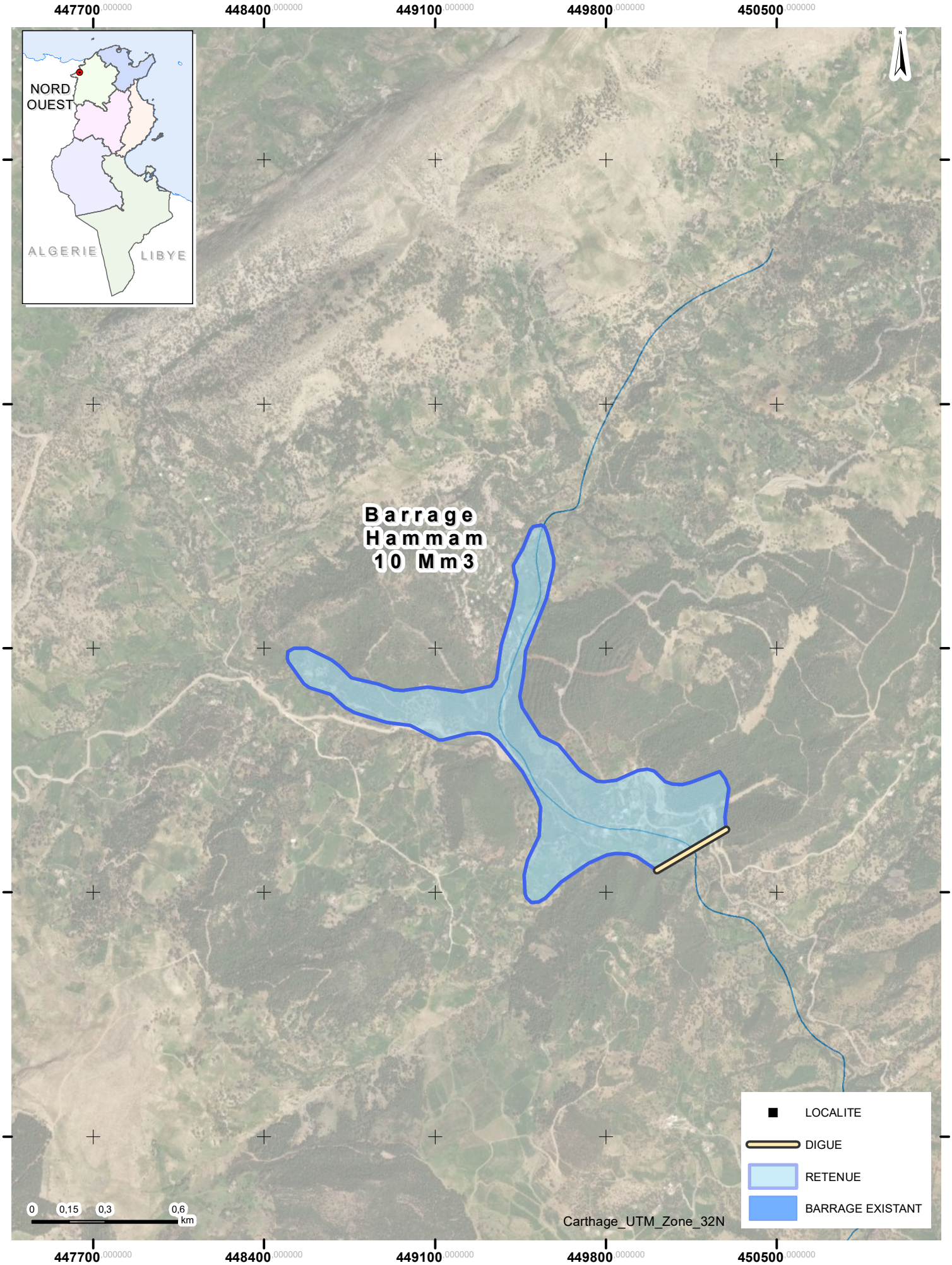
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE HAMMAM



Barrage Bellif (Potentiel)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Bellif
- Gouvernorat : Béja
- Délégation : Nefza
- Les villes ou les villages les plus proches : Nefza
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
  - X : 507 791,71 m
  - Y : 4 098 537,24 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 85 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 87 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 430 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 75 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 54 m
- Charge d'eau : 50 m
- Longueur en crête : 544 m

D. Caractéristiques hydrologique

- Bassin versant: 72.1 Km^2
- Précipitations moyennes annuelles : 841.5 mm/ an
- Apport moyen annuel : 20 Mm^3/an

Apports en eau (Mm3)

	Années sèches					**Médiane**	**Années humides**				
T (ans)	**100**	**50**	**20**	**10**	**5**	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Apports (Mm^3)	3	4	5	6	8	16	29	39	51	69	84

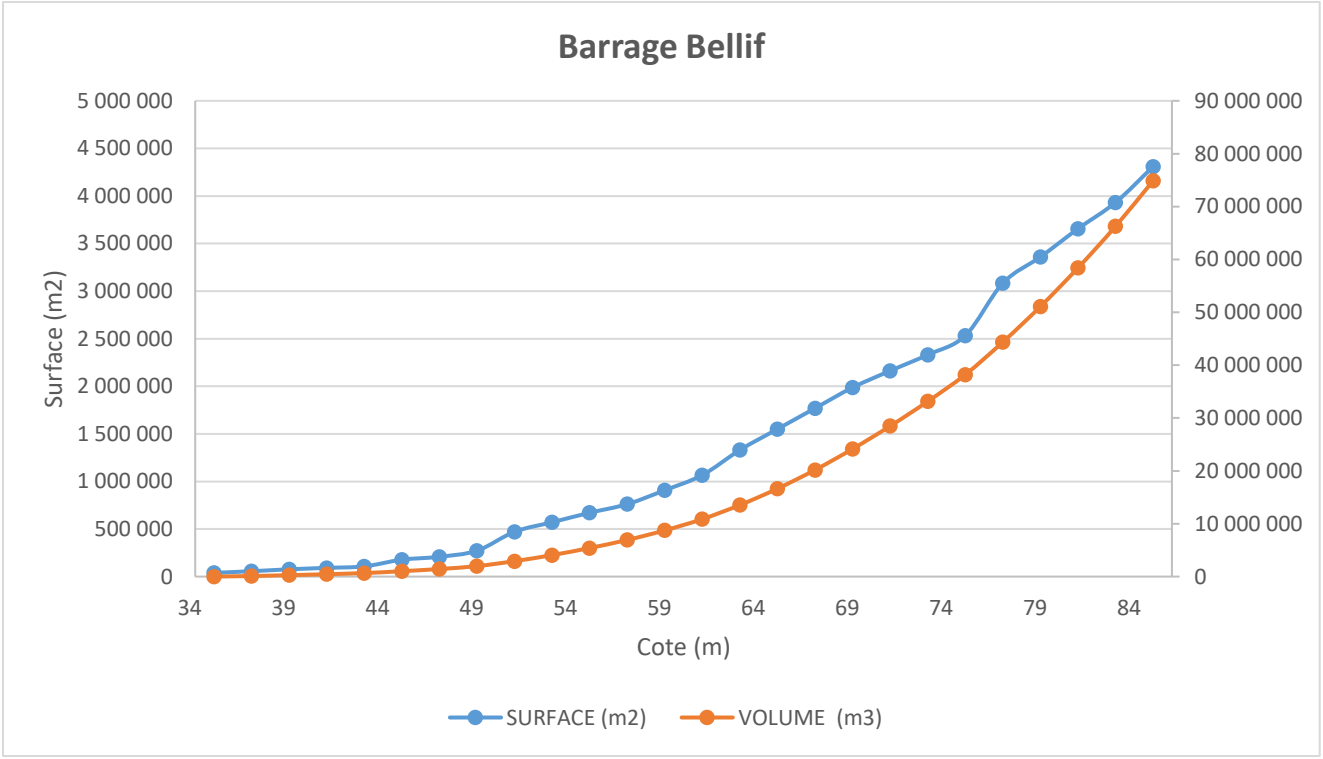
Source : DGRE-Traitement STUDI, Eau 2050

E. Impact

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Une route, camping Bellif et forêt.

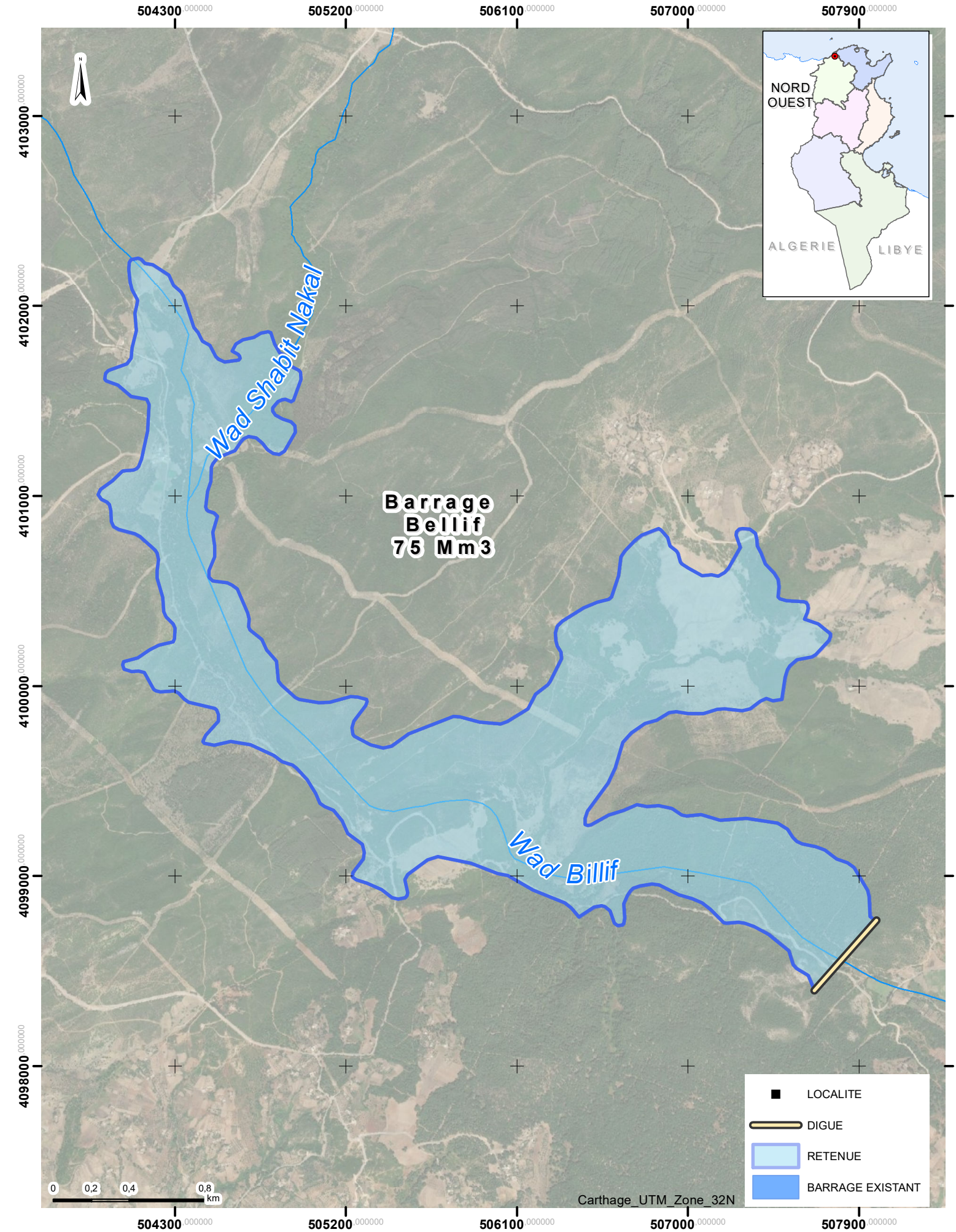
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE BELLIF



Barrage Sidi Meskine (Potentiel)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Raghay
- Gouvernorat : Jendouba
- Délégation : Ghar Dimaou
- Les villes ou les villages les plus proches : Ghar Dimaou
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 442 214,66 m
    - Y : 4 034 889,78 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 275 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 279 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 179 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 35 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 49 m
- Charge d'eau : 46 m
- Longueur en crête : 1 000 m

D. Caractéristiques hydrologique

- Bassin versant: 94.6 Km^2
- Précipitations moyennes annuelles : 615.5 mm/ an
- Apport moyen annuel : 19 Mm^3/an

Apports en eau (Mm3)

	Années sèches					**Médiane**	**Années humides**				
T (ans)	**100**	**50**	**20**	**10**	**5**	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Apports (Mm^3)	3	3	5	6	8	15	28	38	50	67	81

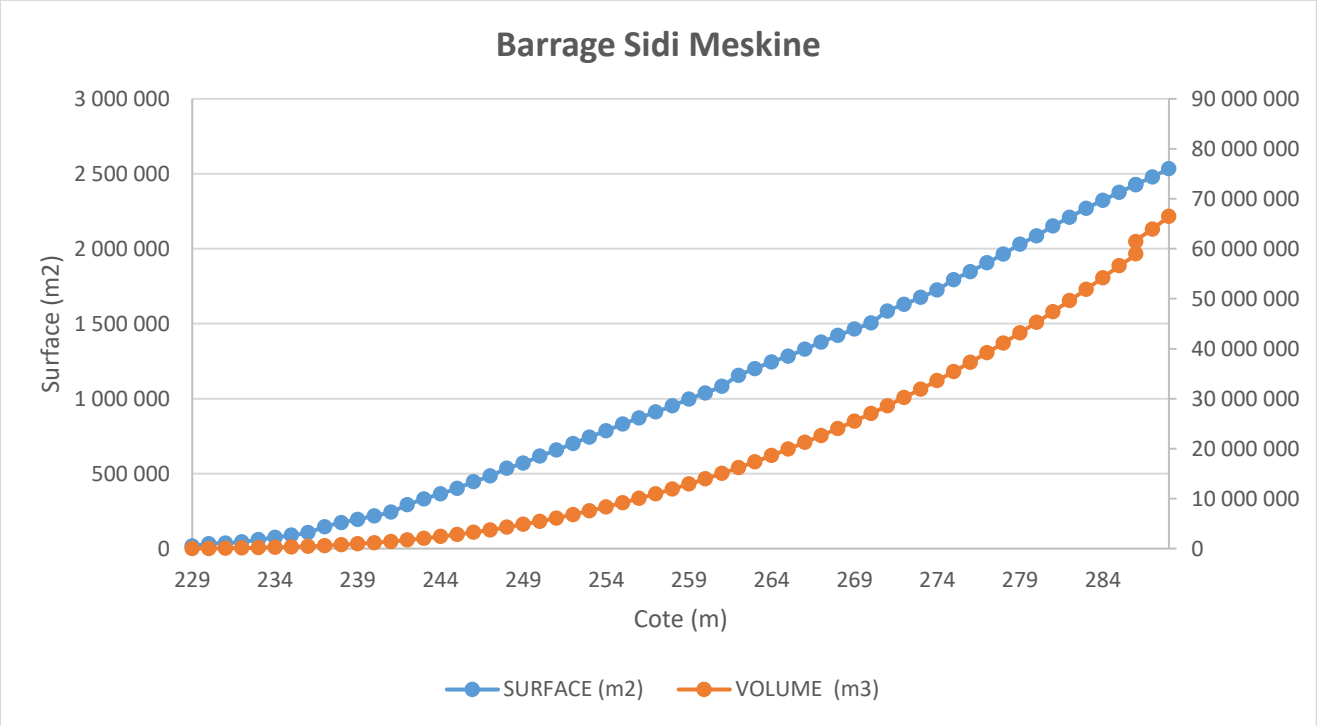
Source : DGRE-Traitement STUDI, Eau 2050

E. Impact

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Une route sur une longueur de 5.6 km, quelques logements et une zone agricole.

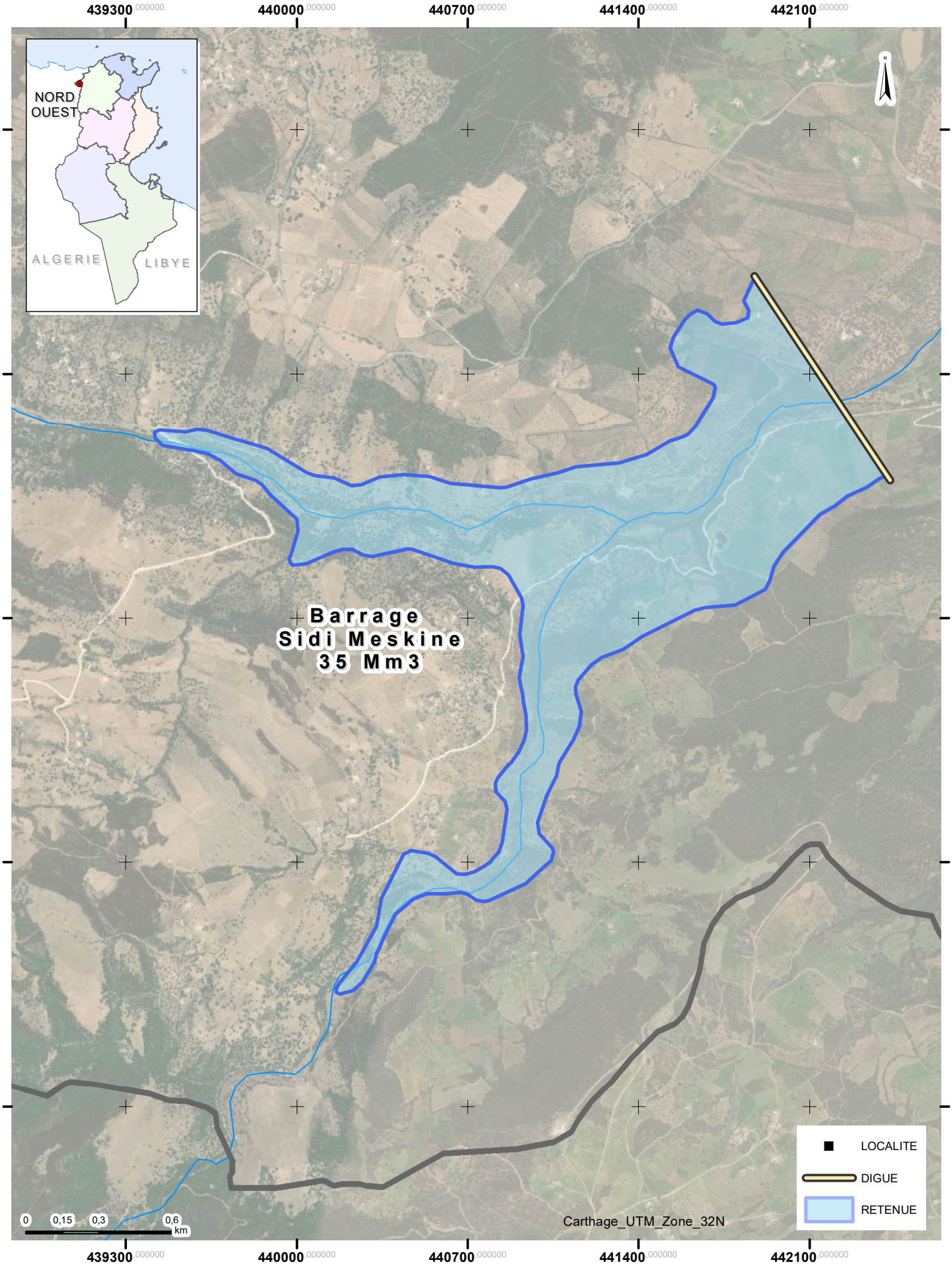
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE SIDI MESKINE



Barrage Zegalass (Potentiel)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Hattab
- Gouvernorat : Siliana
- Délégation : Rouhia
- Les villes ou les villages les plus proches : Batin El Ghzal
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 530 917,36 m
    - Y : 3 925 846,34 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 446 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 450 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 534 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 53 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 28 m
- Charge d'eau : 24 m
- Longueur en crête : 480 m

D. Caractéristiques hydrologique

- Bassin versant: 2016.1 Km^2
- Précipitations moyennes annuelles : 376.5 mm/ an
- Apport moyen annuel : 60Mm^3/an

Apports en eau (Mm3)

	Années sèches					**Médiane**	**Années humides**				
T (ans)	**100**	**50**	**20**	**10**	**5**	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Apports (Mm^3)	11	13	17	22	29	50	86	114	144	188	225

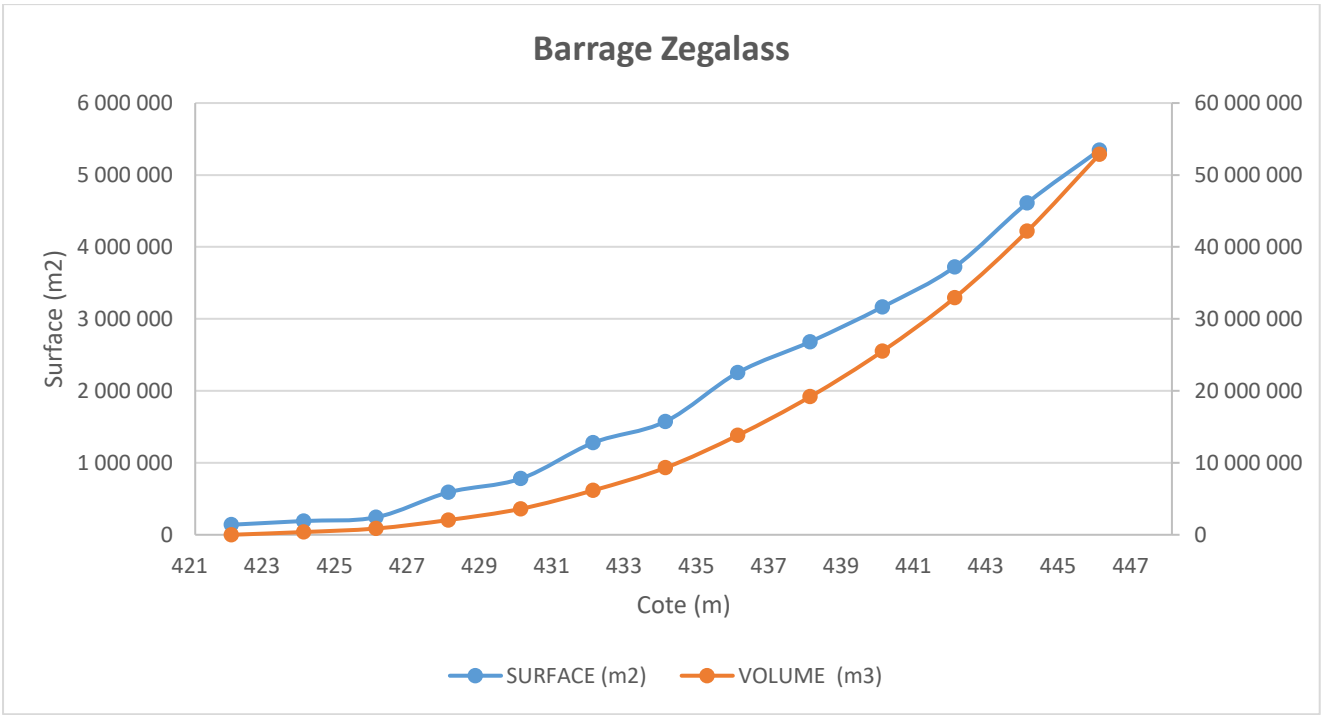
Source : DGRE-Traitement STUDI, Eau 2050

E. Impact

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Une route régionale RR85 sur le longueur 2 km, une route régionale RR77 sur une longueur de 1 km et une zone agricole.

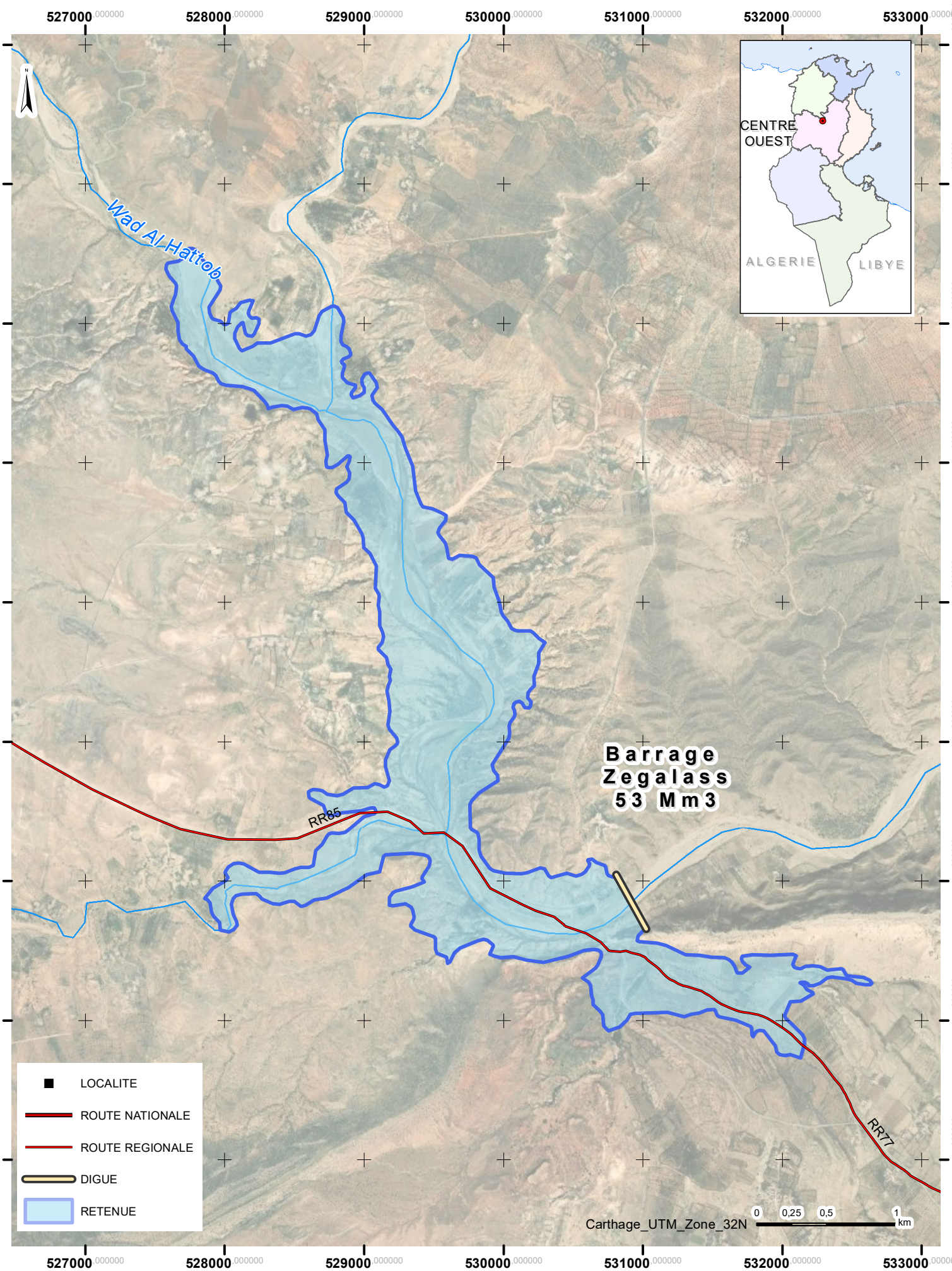
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE ZEGALASS



Barrage Ghzala 2 (Potentiel)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Ghzala
- Gouvernorat : Jendouba
- Délégation : Fernana
- Les villes ou les villages les plus proches : Fernana
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
  - X : 470 533,55 m
  - Y : 405 4839,61 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 275 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 278 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 283 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 38 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 33 m
- Charge d'eau : 30 m
- Longueur en crête : 930 m

D. Caractéristiques hydrologique

- Bassin versant: 85.2 Km^2
- Précipitations moyennes annuelles : 756.9 mm/ an
- Apport moyen annuel : 22 Mm^3/an

Apports en eau (Mm3)

	Années sèches					**Médiane**	**Années humides**				
T (ans)	**100**	**50**	**20**	**10**	**5**	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Apports (Mm^3)	3	3	4	6	8	17	33	47	63	88	110

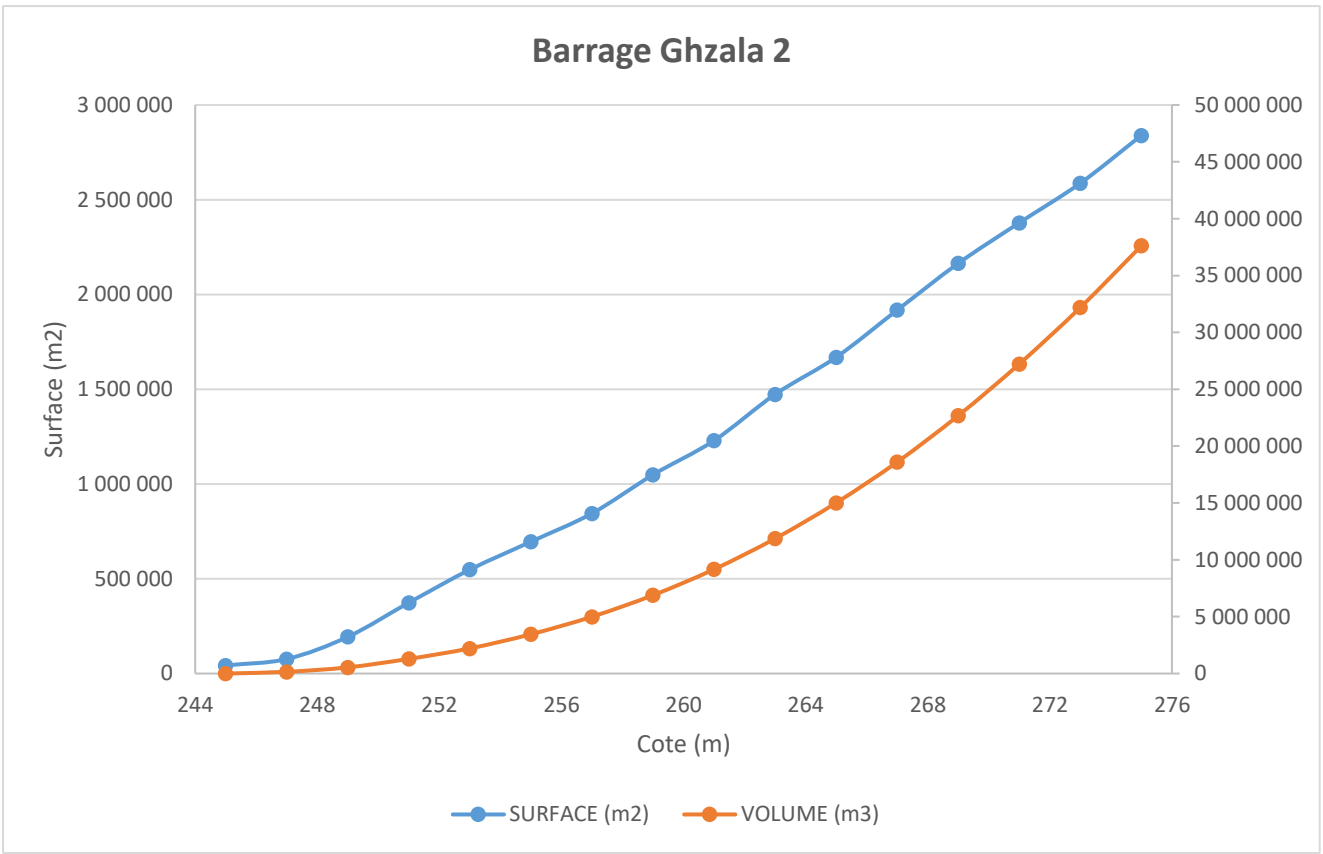
Source : DGRE-Traitement STUDI, Eau 2050

E. Impact

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Une piste sur une longueur de 2 km, quelques logements et une zone agricole.

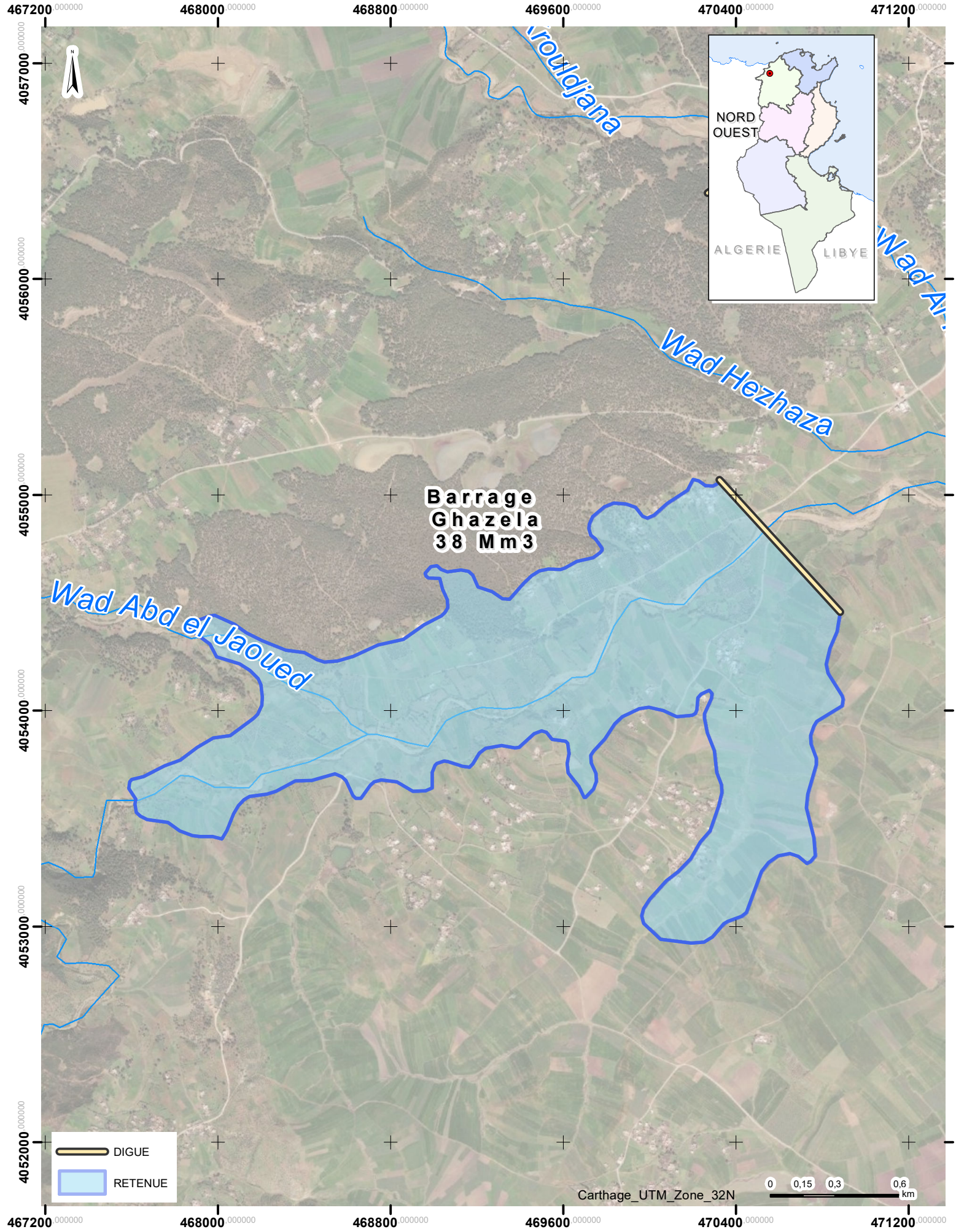
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE GHAZELA 2



Barrage Raml (Potentiel)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Raml
- Gouvernorat : El Kef
- Délégation : Kef Ouest
- Les villes ou les villages les plus proches : El Kef
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 472 472,55 m
    - Y : 3 992 089,72 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 555 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 557 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 246 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 35 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 44 m
- Charge d'eau : 40 m
- Longueur en crête : 903 m

D. Caractéristiques hydrologique

- Bassin versant: 276 Km^2
- Précipitations moyennes annuelles : 412.4 mm/ an
- Apport moyen annuel : 4 Mm^3/an

Apports en eau (Mm3)

	Années sèches					**Médiane**	**Années humides**				
T (ans)	**100**	**50**	**20**	**10**	**5**	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Apports (Mm^3)	1	1	1	1	2	3	4	5	7	9	12

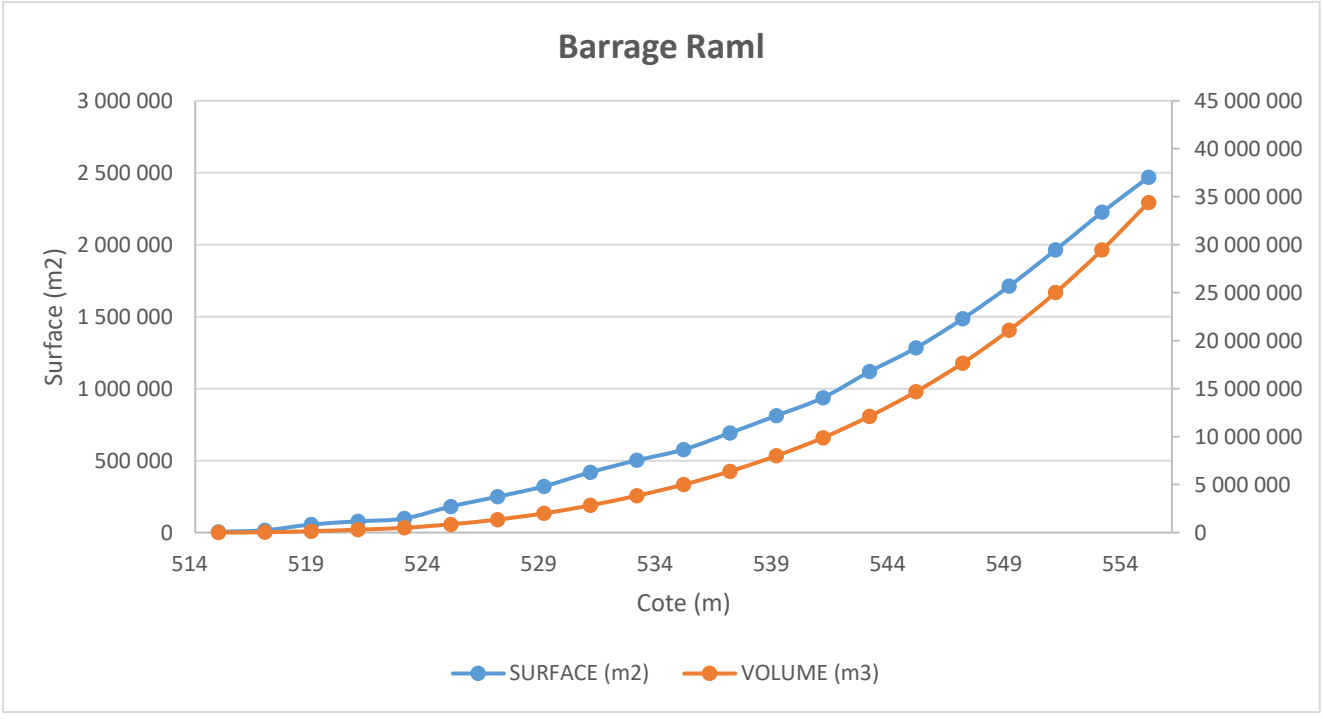
Source : DGRE-Traitement STUDI, Eau 2050

E. Impact

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Une route locale et une zone agricole.

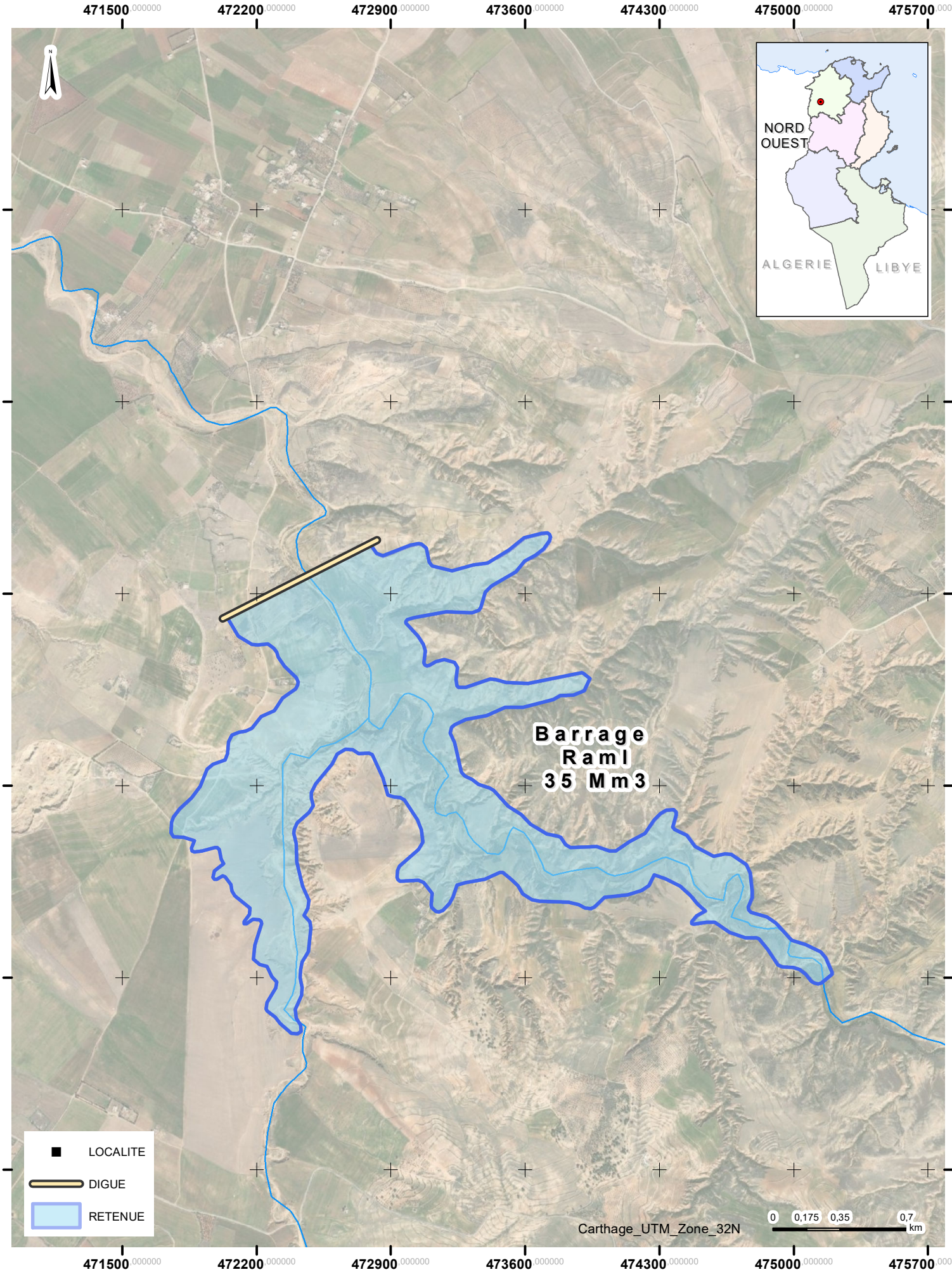
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : -Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE RAML



Barrage Mliz (Potentiel)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Mliz
- Gouvernorat : Jendouba
- Délégation : Ghar Dimaou
- Les villes ou les villages les plus proches : Ghar Dimaou et El Ksar
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 451 870,35 m
    - Y : 4 023 967,44 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 480 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 482 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 146 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 32 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 48 m
- Charge d'eau : 44 m
- Longueur en crête : 300 m

D. Caractéristiques hydrologique

- Bassin versant: 103 Km^2
- Précipitations moyennes annuelles : 487.1 mm/ an
- Apport moyen annuel : 16 Mm^3/an

Apports en eau (Mm3)

	Années sèches					**Médiane**	**Années humides**				
T (ans)	**100**	**50**	**20**	**10**	**5**	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Apports (Mm^3)	3	3	4	6	8	13	18	23	31	40	53

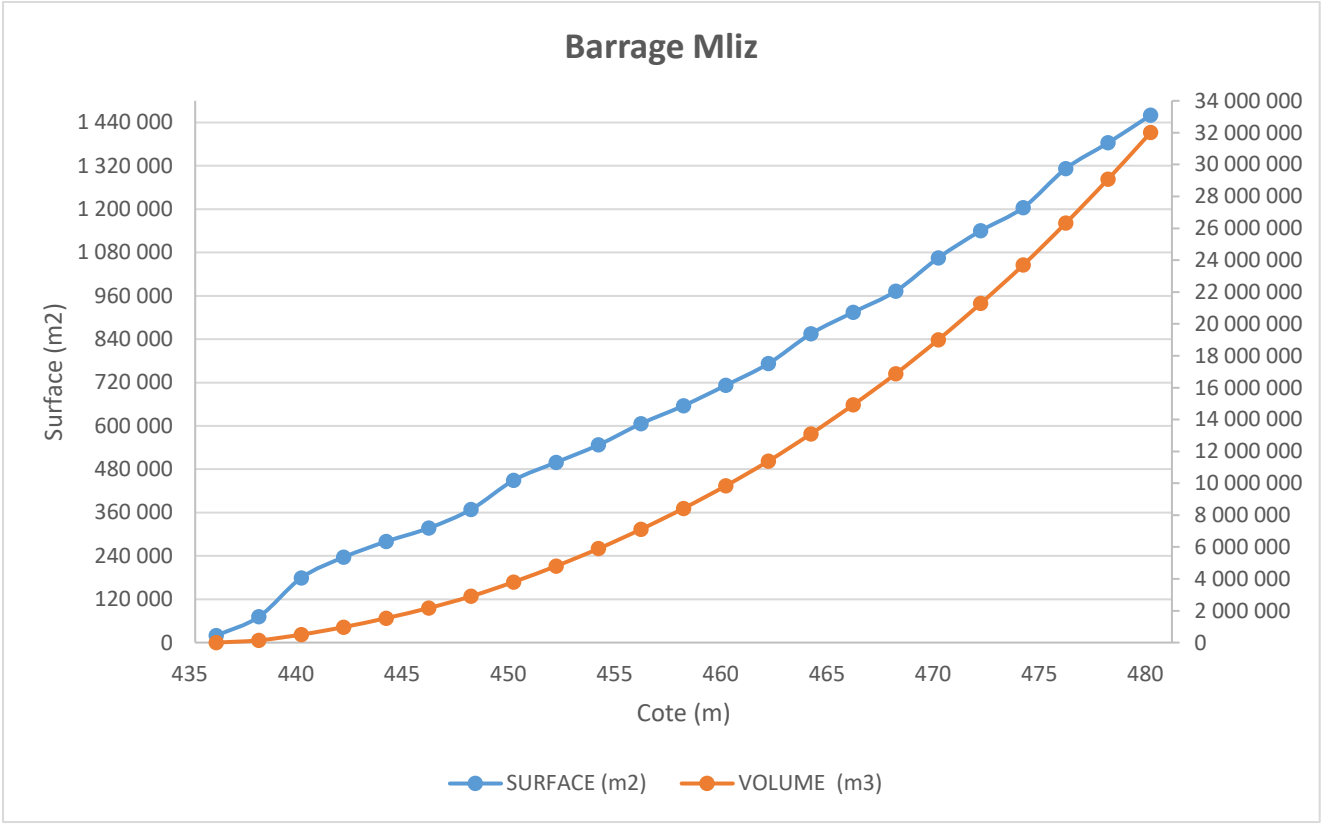
Source : DGRE-Traitement STUDI, Eau 2050

E. Impact

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : une forêt et une zone agricole.

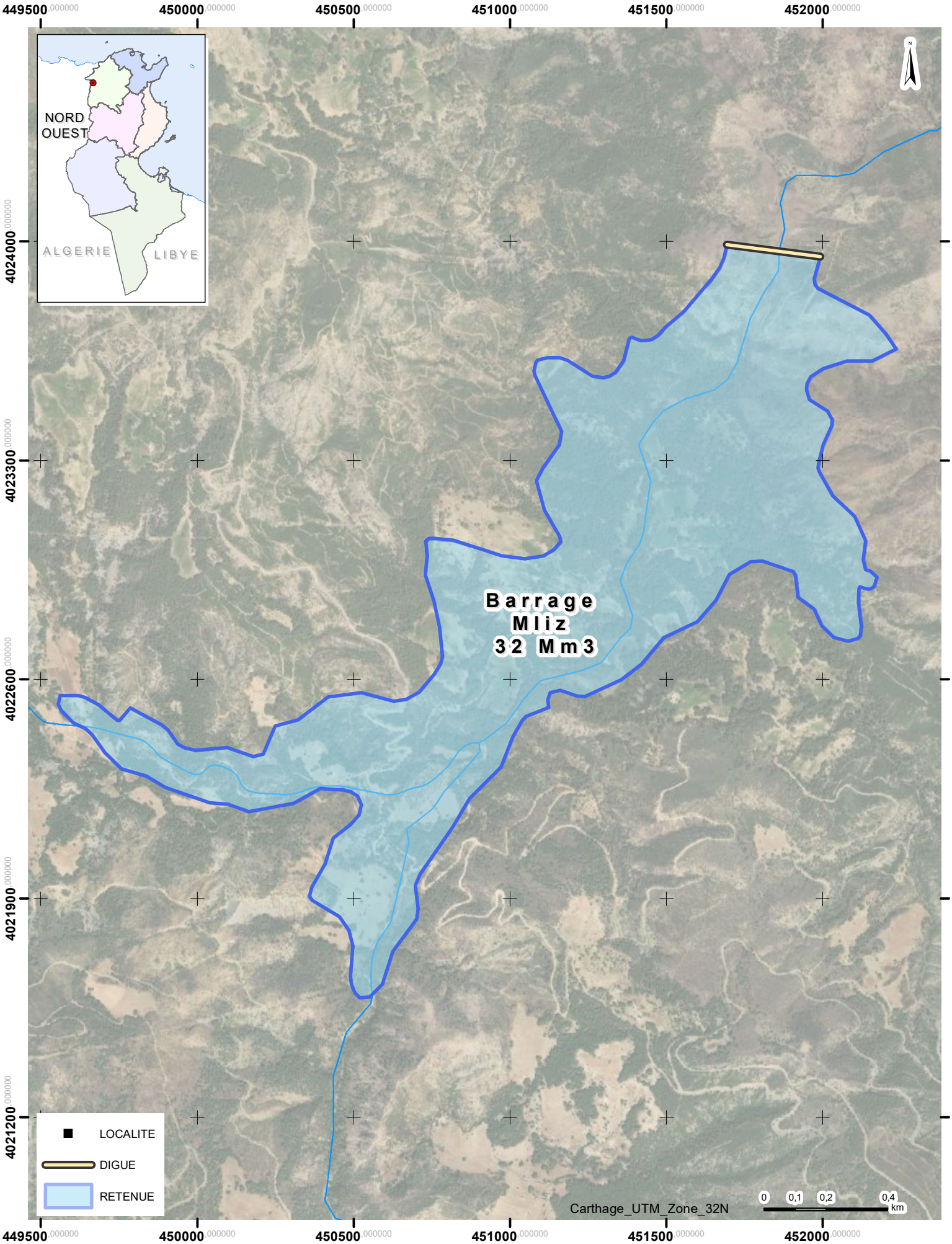
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE MLIZ



Barrage Kessra amont (Potentiel)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Skhira
- Gouvernorat : Siliana
- Délégation : Kesra
- Les villes ou les villages les plus proches : Kesra
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
  - X : 530 695,64 m
  - Y : 3 955 959,16 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 662 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 664 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 234 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 29 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 37 m
- Charge d'eau : 34m
- Longueur en crête : 1 031 m

D. Caractéristiques hydrologique

- Bassin versant: 137.5 Km^2
- Précipitations moyennes annuelles : 445.9 mm/ an
- Apport moyen annuel : 11 Mm^3/an

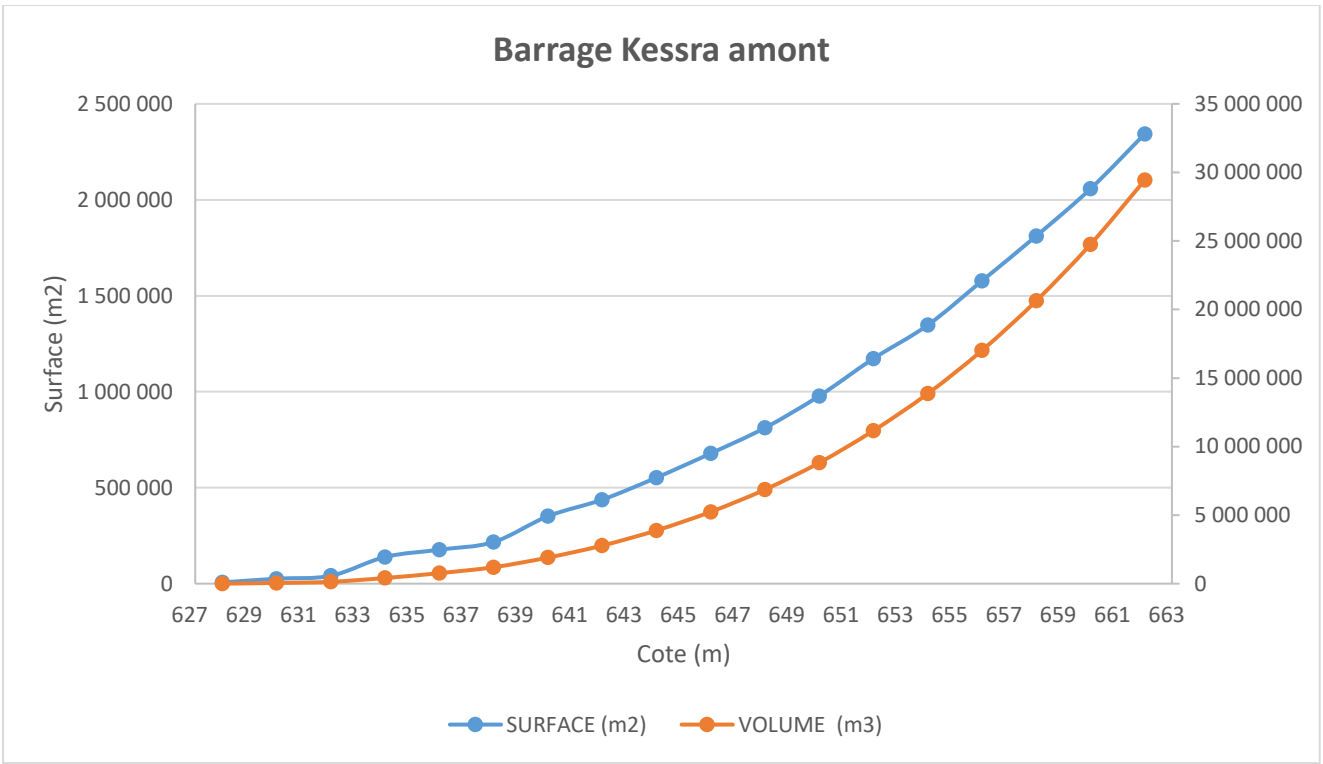
Apports en eau (Mm3)

	Années sèches					**Médiane**	**Années humides**				
T (ans)	**100**	**50**	**20**	**10**	**5**	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Apports (Mm^3)	2	3	3	4	6	10	16	22	28	36	43

Source : DGRE-Traitement STUDI, Eau 2050

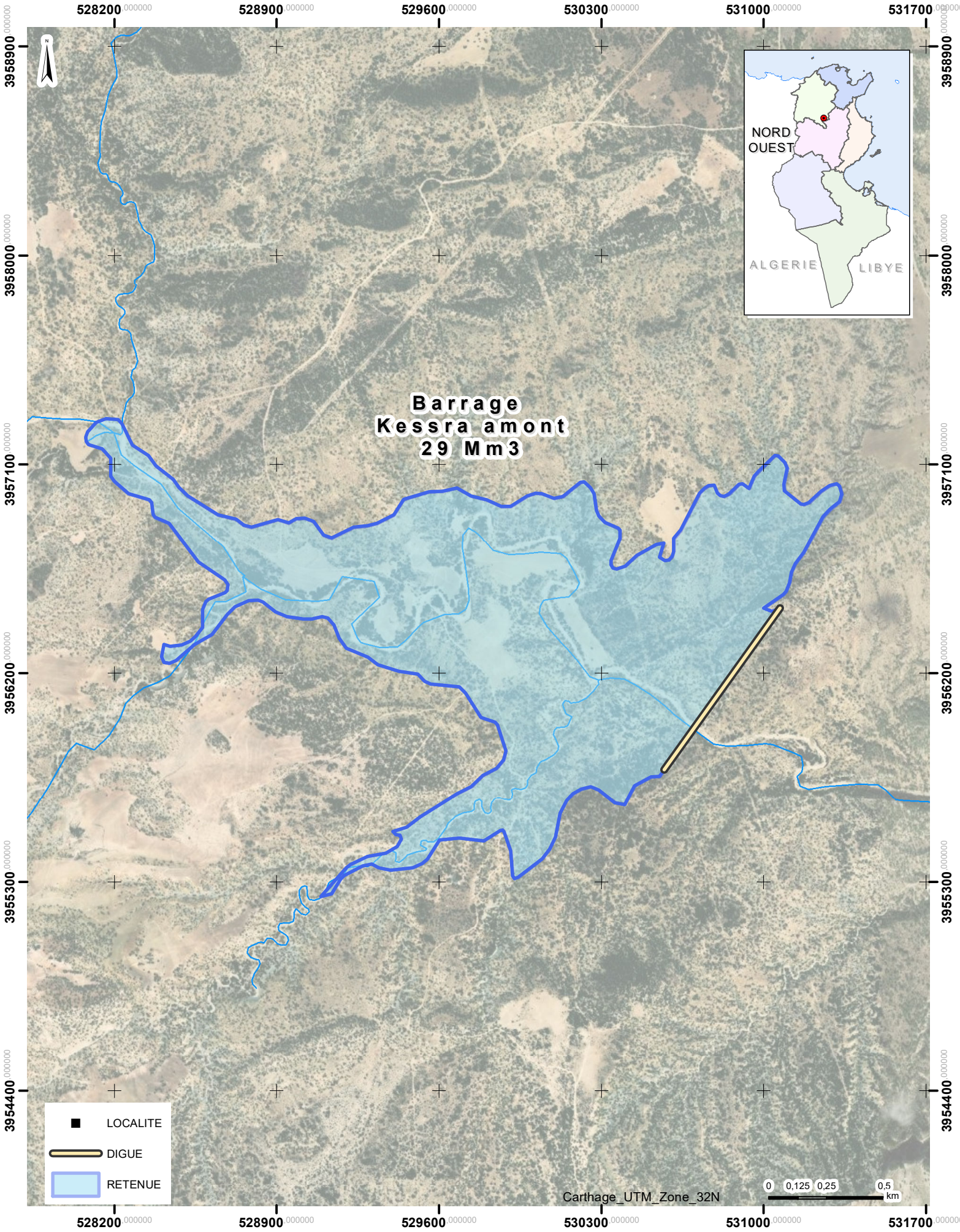
E. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE KESSRA AMONT



Barrage Joumin amont (Potentiel)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Joumin
- Gouvernorat : Bizerte
- Délégation : Joumin
- Les villes ou les villages les plus proches : Ghezala et Douar Essaidia
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 544 445,24 m
    - Y : 4 090 408,38 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 128 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 130 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 229 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 25 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 22 m
- Charge d'eau : 18 m
- Longueur en crête : 350 m

D. Caractéristiques hydrologique

- Bassin versant: 333.1 Km^2
- Précipitations moyennes annuelles : 731.5 mm/ an
- Apport moyen annuel : 66 Mm^3/an

Apports en eau (Mm3)

	Années sèches					**Médiane**	**Années humides**				
T (ans)	**100**	**50**	**20**	**10**	**5**	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Apports (Mm^3)	9	12	16	20	28	51	94	130	169	227	277

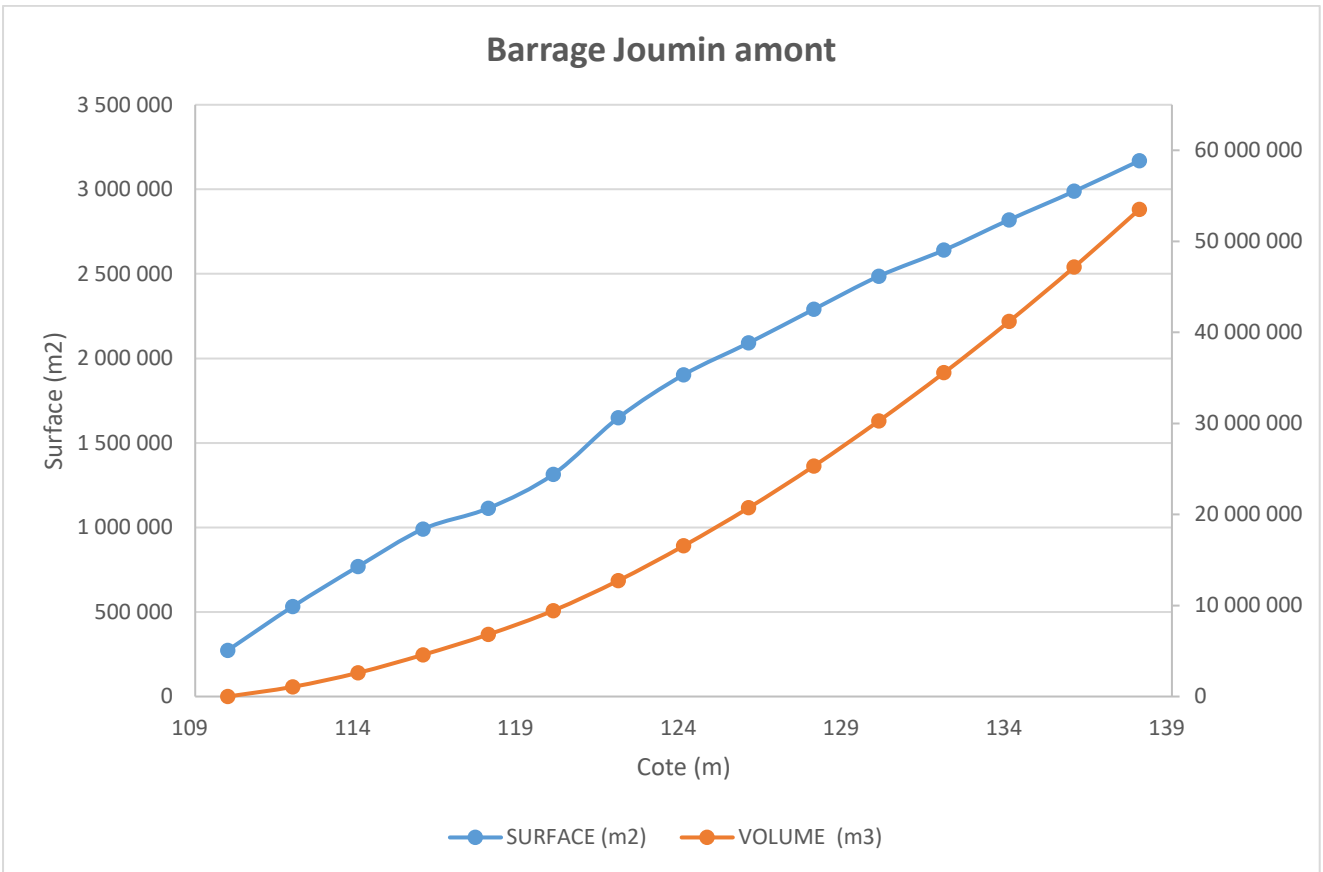
Source : DGRE-Traitement STUDI, Eau 2050

E. Impact

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Quelques logements et une zone agricole.

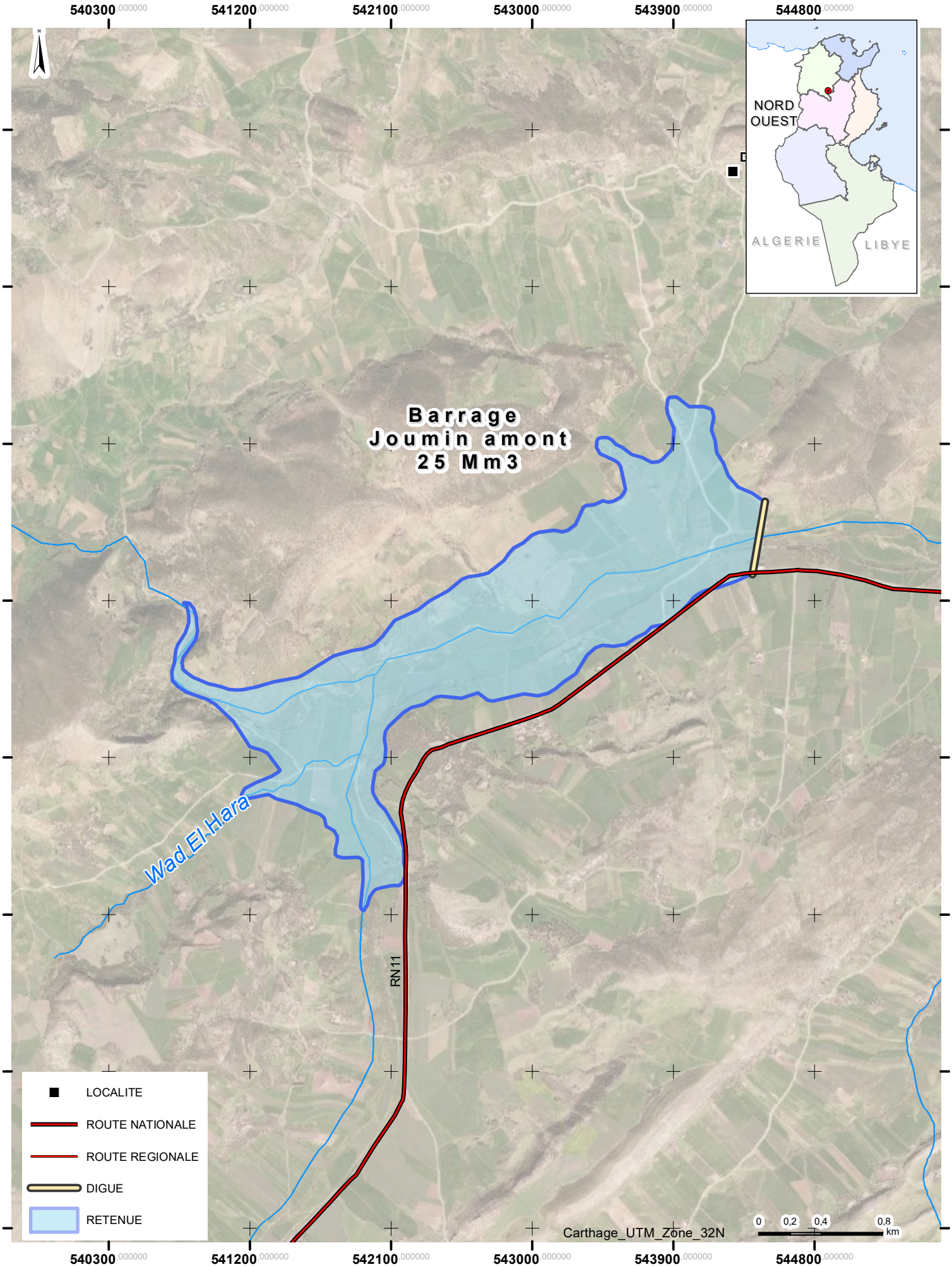
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE JOUMIN AMONT



Barrage Thelja amont (Potentiel)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Thelja
- Gouvernorat : Gafsa
- Délégation : Oum Laraîs
- Les villes ou les villages les plus proches : Oum Laraîs et Metlaoui
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 439 145,50 m
    - Y : 3 805 625,15 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 334 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 336 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 214 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 25 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 22 m
- Charge d'eau : 19 m
- Longueur en crête : 230 m

D. Caractéristiques hydrologique

- Bassin versant: 1017.2 Km^2
- Précipitations moyennes annuelles : 150.6 mm/ an
- Apport moyen annuel : 6 Mm^3/an

Apports en eau (Mm3)

	Années sèches					**Médiane**	**Années humides**				
T (ans)	**100**	**50**	**20**	**10**	**5**	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Apports (Mm^3)	2	2	2	3	3	5	7	9	11	13	15

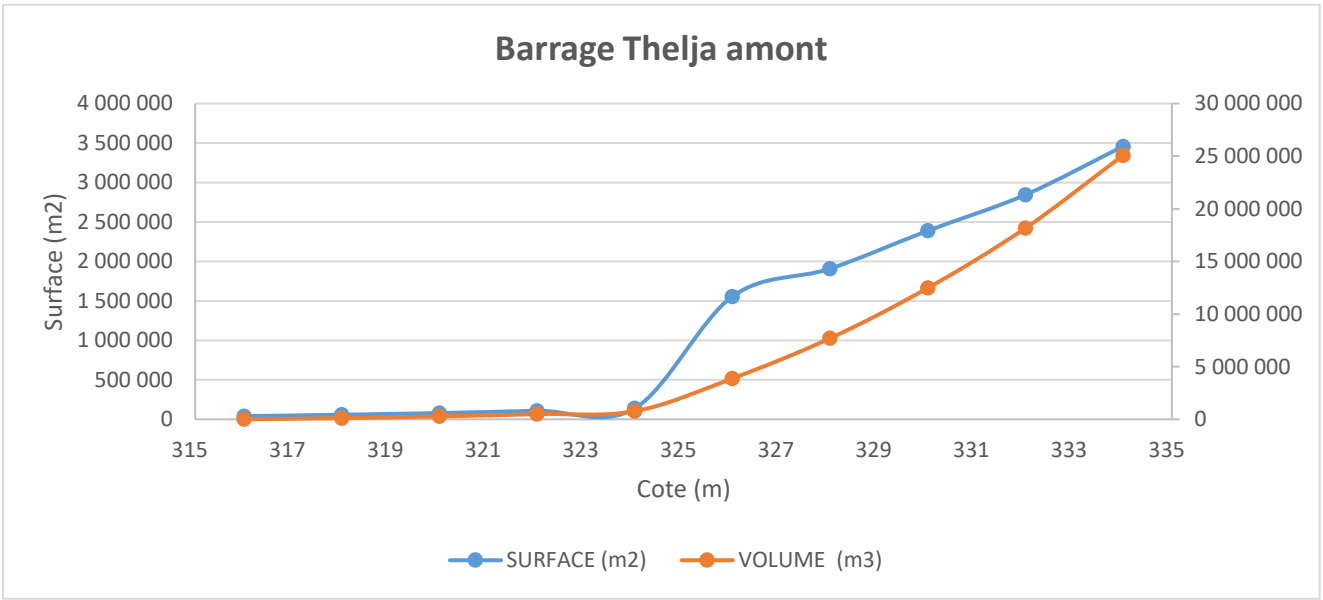
Source : DGRE-Traitement STUDI, Eau 2050

E. Impact

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Chemin de fer sur une longueur de 3 km et une zone agricole.

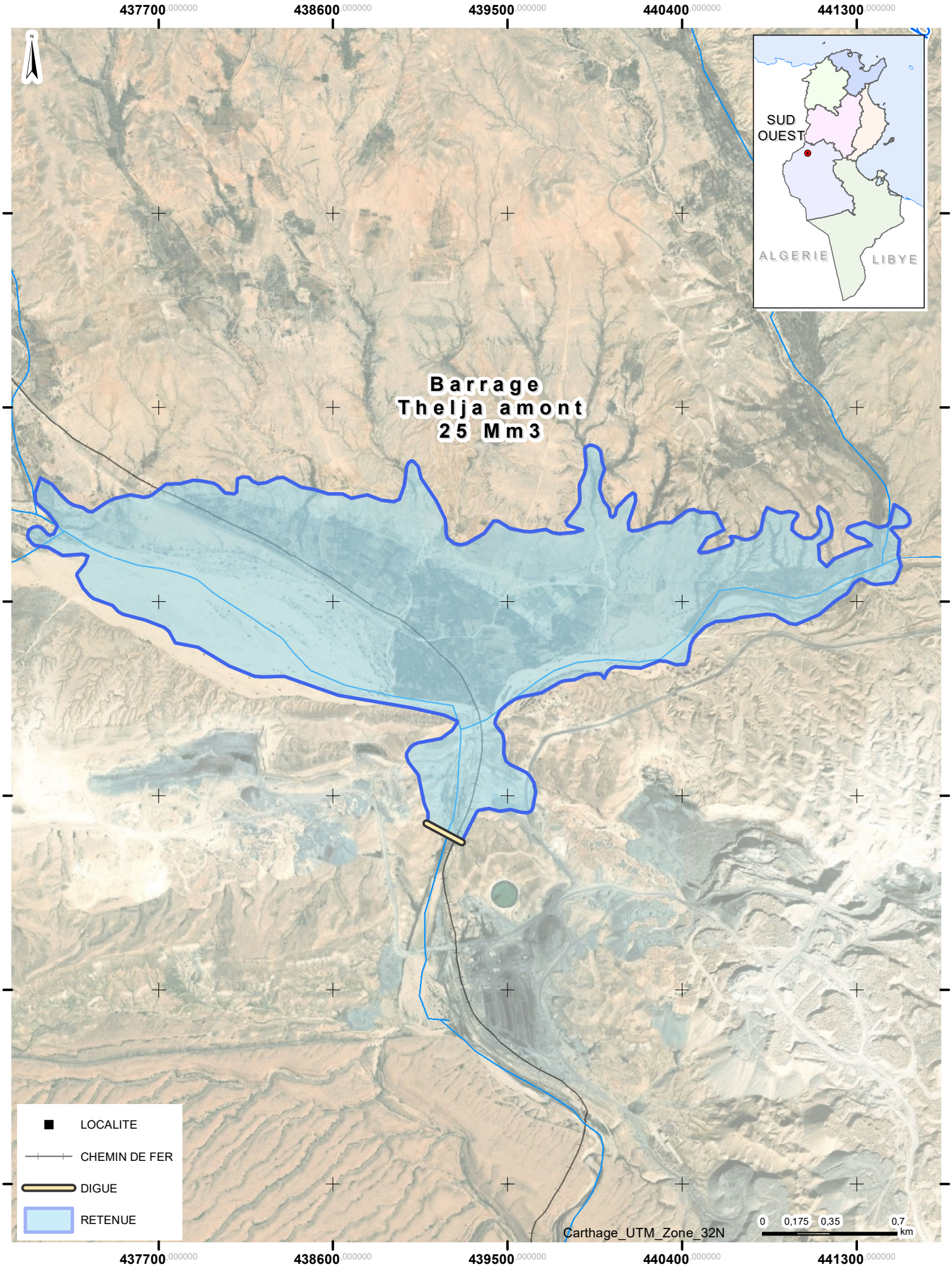
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE THELJA AMONT



Barrage Siliana 2 (Potentiel)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Siliana
- Gouvernorat : Siliana
- Délégation : Gâafour
- Les villes ou les villages les plus proches : Gâafour et El Agsab
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
  - X : 527 908,89 m
  - Y : 4 008 788,86 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 320 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 322 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 323 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 23 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 26 m
- Charge d'eau : 23 m
- Longueur en crête : 1050 m

D. Caractéristiques hydrologique

- Bassin versant: 153.3 Km^2
- Précipitations moyennes annuelles : 444.9 mm/ an
- Apport moyen annuel : 7 Mm^3/an

Apports en eau (Mm3)

	Années sèches					**Médiane**	**Années humides**				
T (ans)	**100**	**50**	**20**	**10**	**5**	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Apports (Mm^3)	1	1	1	1	2	5	11	17	24	35	45

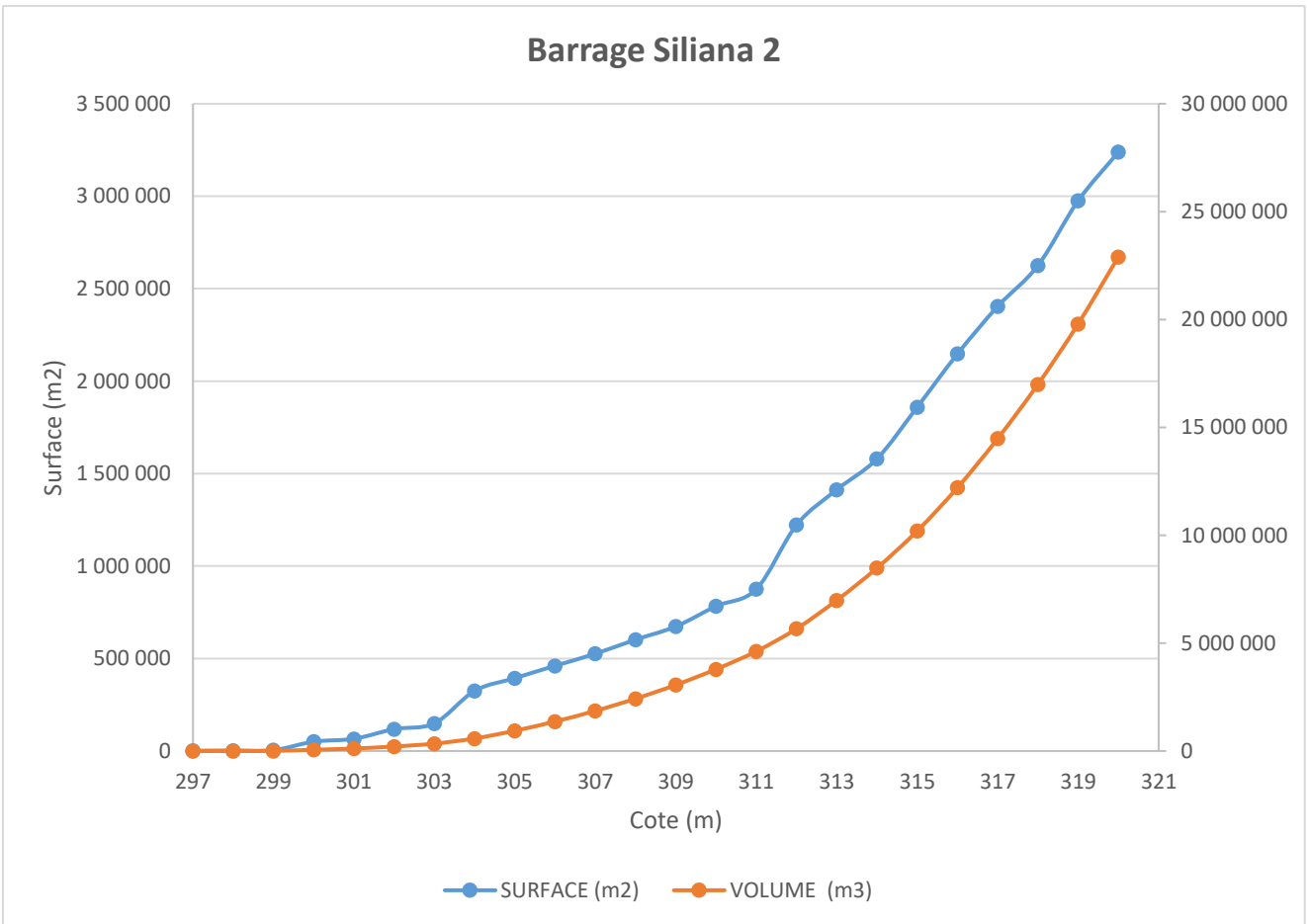
Source : DGRE-Traitement STUDI, Eau 2050

E. Impact

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Une route locale sur une longueur de 0.41 km, quelques logements et une zone agricole.

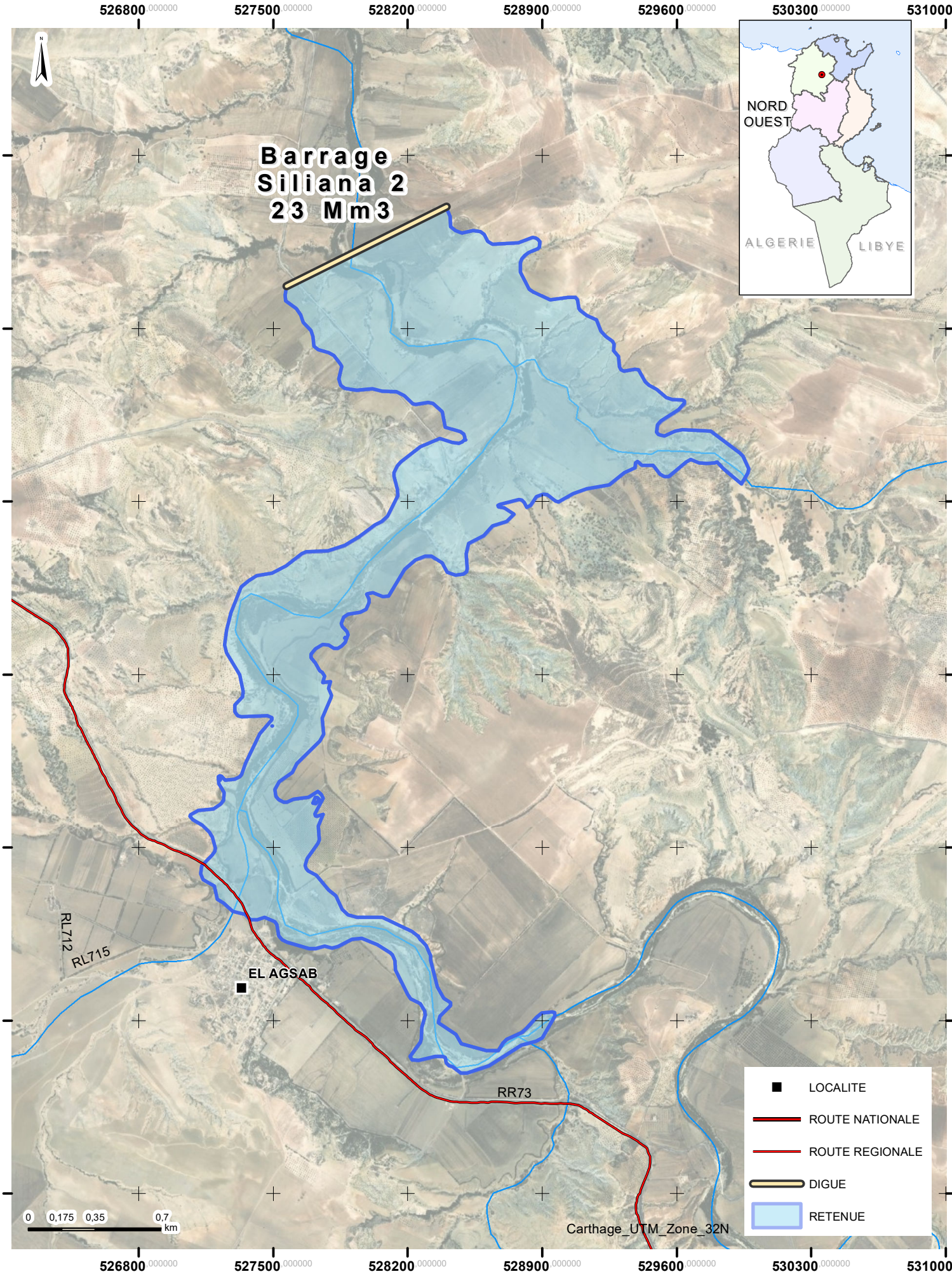
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE SILIANA 2



Barrage Mechriaa (Potentiel)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Al Mechria
- Gouvernorat : Bizerte
- Délégation : Bizerte Sud
- Les villes ou les villages les plus proches : Bizerte et Dar Ben Fraj
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 558 837,60 m
    - Y : 4 130 643,91 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 77 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 79 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 117 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 22 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 54 m
- Charge d'eau : 50 m
- Longueur en crête : 560 m

D. Caractéristiques hydrologique

- Bassin versant: 10.7 Km^2
- Précipitations moyennes annuelles : 606.2 mm/ an
- Apport moyen annuel : 6 Mm^3/an

Apports en eau (Mm3)

	Années sèches					**Médiane**	**Années humides**				
T (ans)	**100**	**50**	**20**	**10**	**5**	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Apports (Mm^3)	1	1	2	2	3	5	9	13	16	22	27

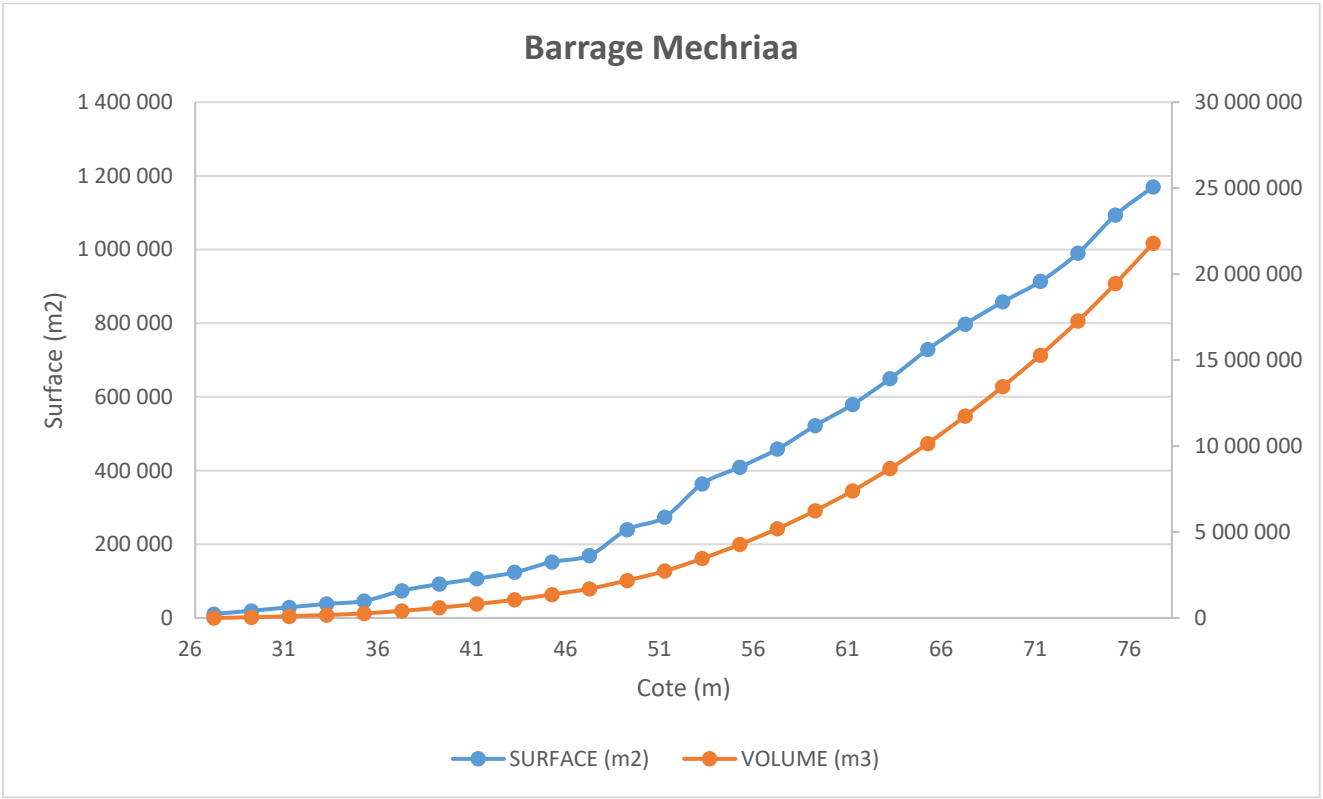
Source : DGRE-Traitement STUDI, Eau 2050

E. Impact

Le barrage a impact sur une forêt.

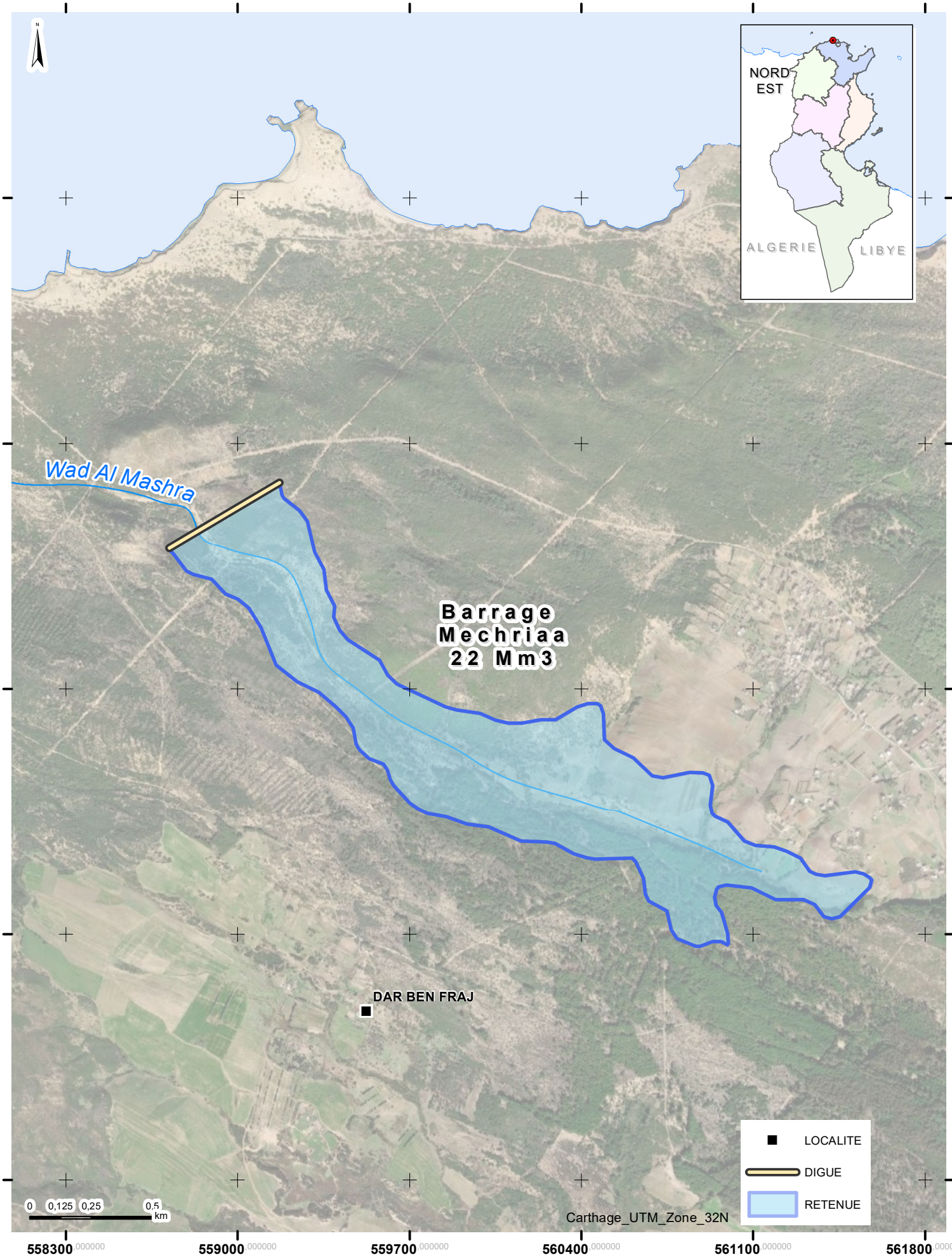
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE MECHRIAA



Barrage Tsiren (Potentiel)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued
- Gouvernorat : Bizerte
- Délégation : Sejnane
- Les villes ou les villages les plus proches : Sejnane et El Ghiren
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
  - X : 520 199,64 m
  - Y : 4 115 505,48 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 76 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 78 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 120 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 22 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 56 m
- Charge d'eau : 52 m
- Longueur en crête : 660 m

D. Caractéristiques hydrologique

- Bassin versant: 9.5 Km^2
- Précipitations moyennes annuelles : 884.7 mm/ an
- Apport moyen annuel : 7 Mm^3/an

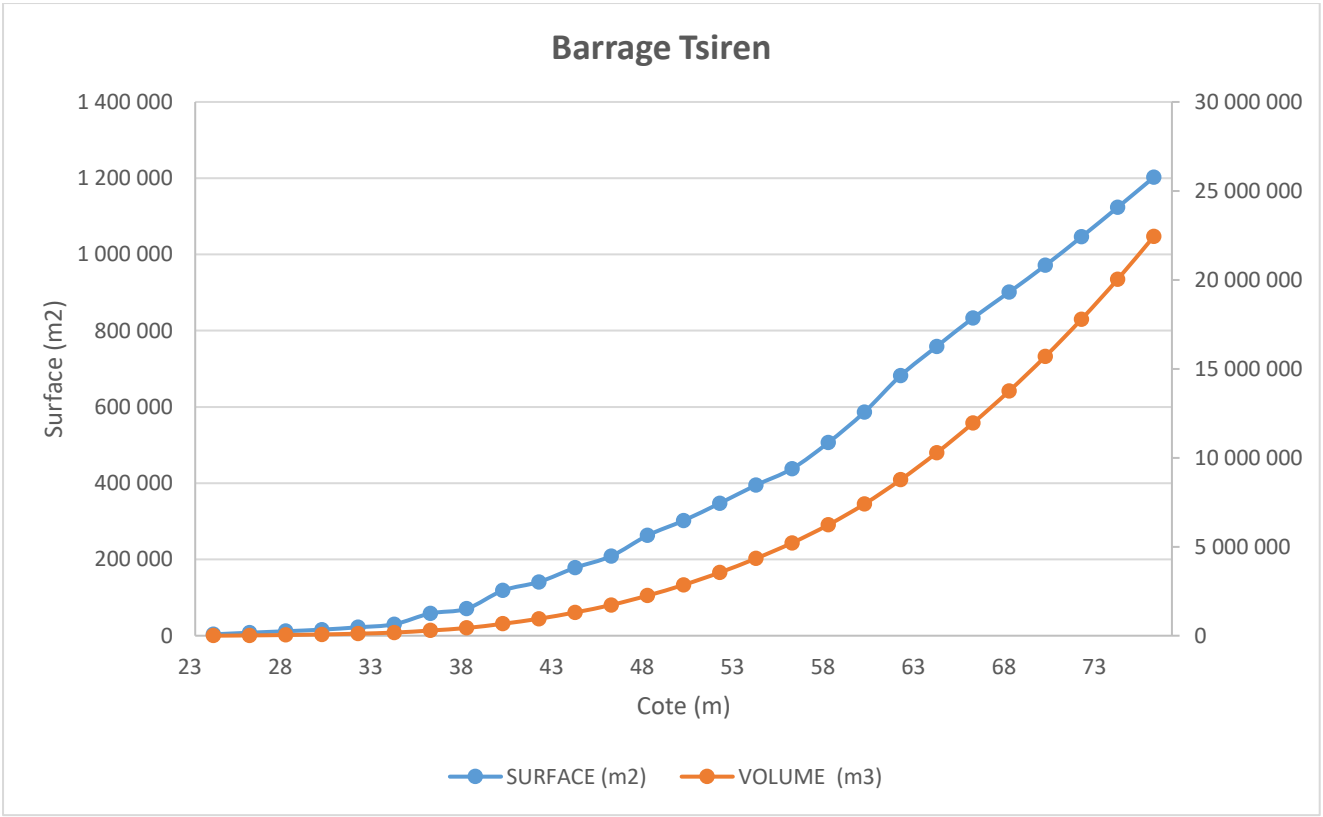
Apports en eau (Mm3)

	Années sèches					**Médiane**	**Années humides**				
T (ans)	**100**	**50**	**20**	**10**	**5**	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Apports (Mm^3)	1	1	2	2	3	5	10	14	18	24	29

Source : DGRE-Traitement STUDI, Eau 2050

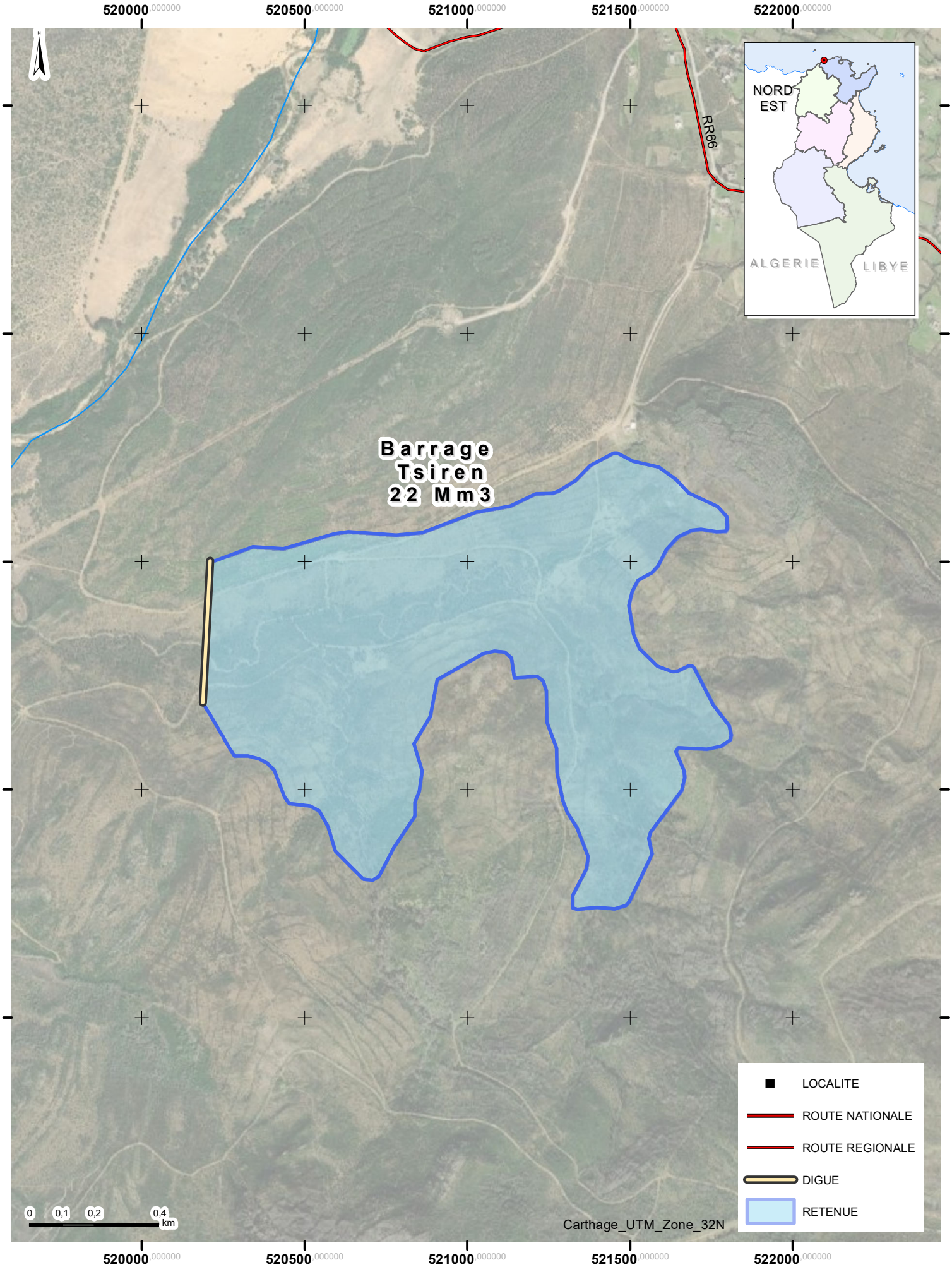
E. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE TSIREN



Barrage Zerga amont (Potentiel)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Zerga
- Gouvernorat : Jendouba
- Délégation : Ain Drahem
- Les villes ou les villages les plus proches : Ain Drahem
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 469 928,70 m
    - Y : 4 079 684,14 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 145 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 147 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 105 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 21 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 52 m
- Charge d'eau : 48 m
- Longueur en crête : 1070 m

D. Caractéristiques hydrologique

- Bassin versant: 10 Km^2
- Précipitations moyennes annuelles : 902.7 mm/ an
- Apport moyen annuel : 7 Mm^3/an

Apports en eau (Mm3)

	Années sèches					**Médiane**	**Années humides**				
T (ans)	**100**	**50**	**20**	**10**	**5**	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Apports (Mm^3)	1	1	2	2	3	6	10	14	18	24	30

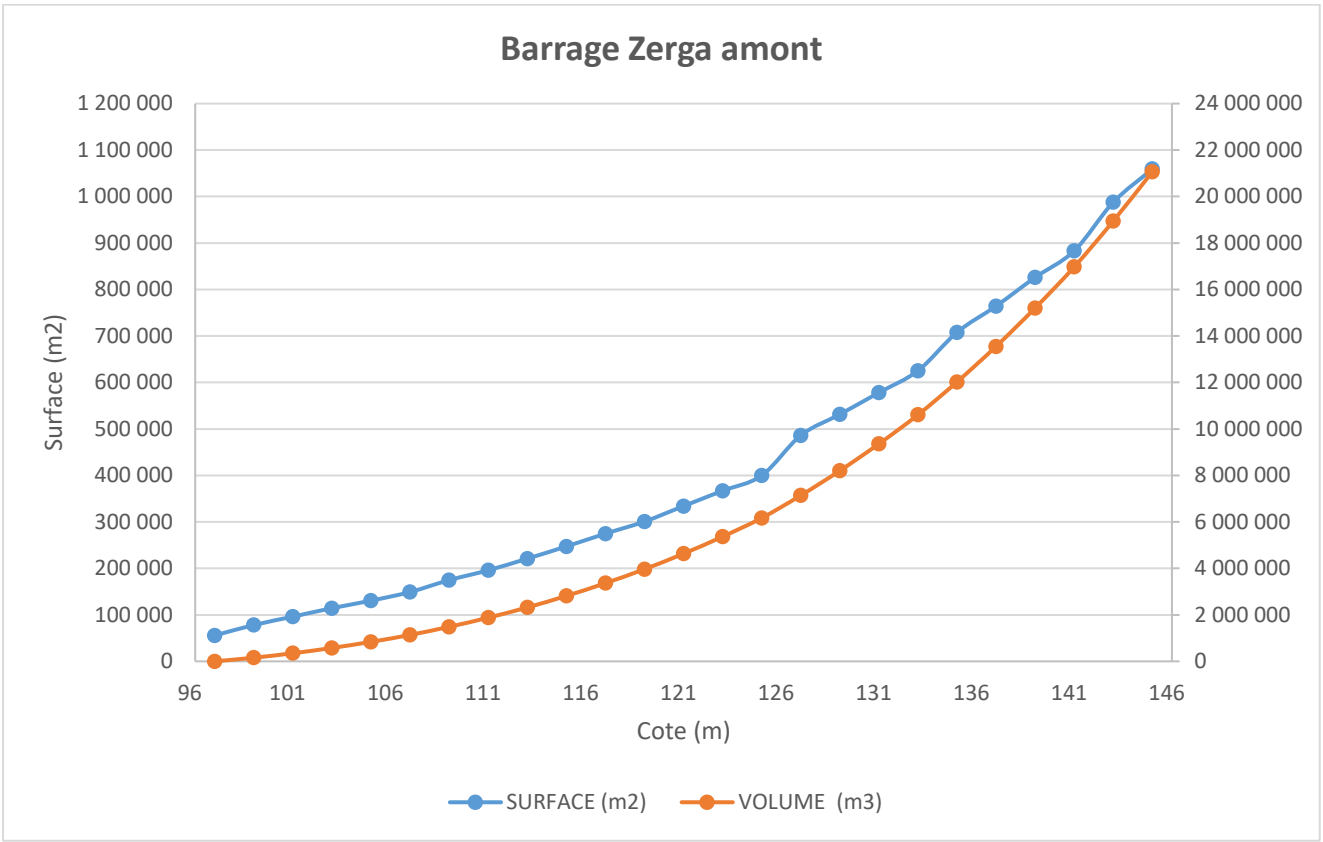
Source : DGRE-Traitement STUDI, Eau 2050

E. Impact

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Une route locale sur une longueur de 1 km et quelques logements.

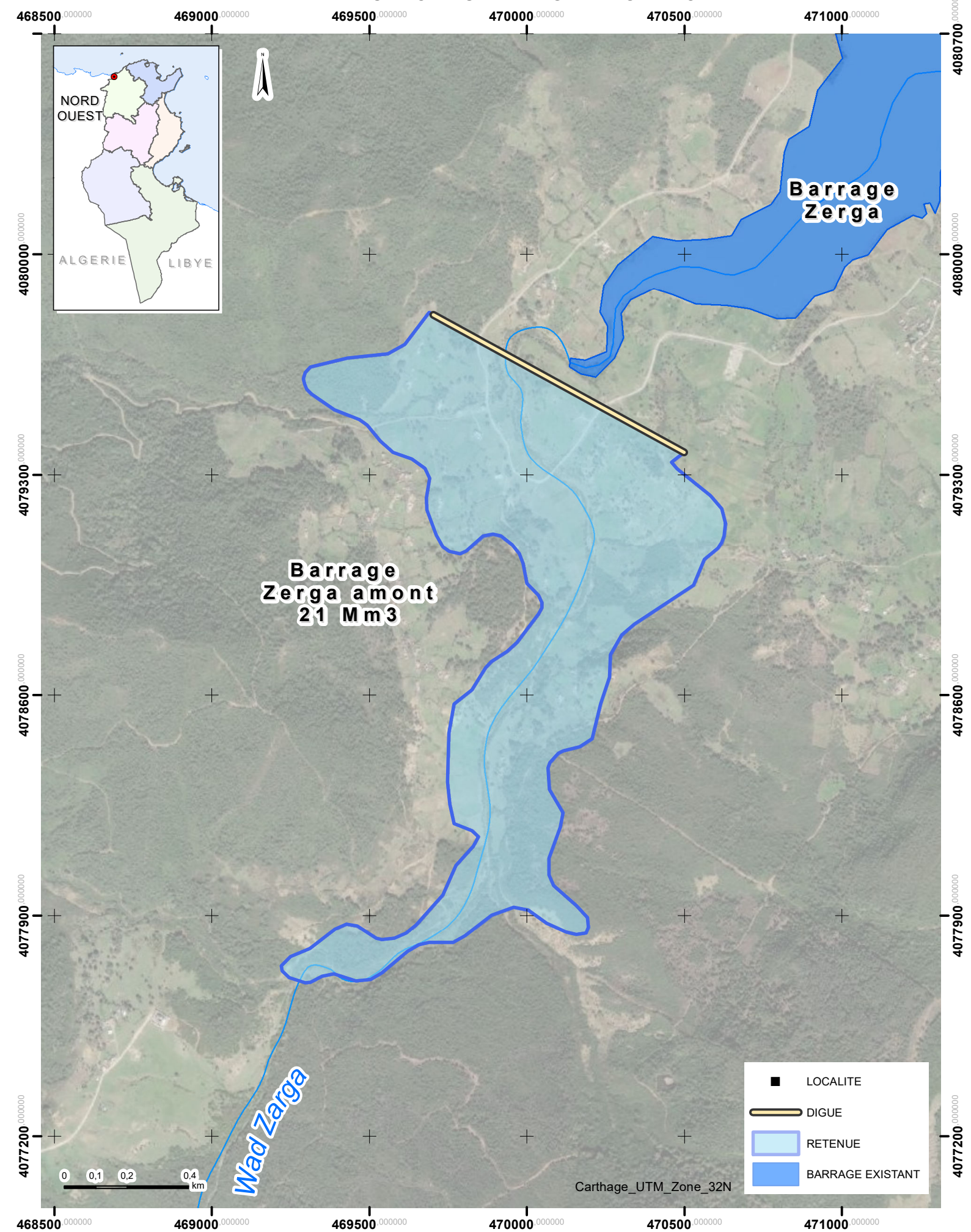
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE ZERGA AMONT



Barrage Maaden amont (Potentiel)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Maaden
- Gouvernorat : Béja
- Délégation : Nefza
- Les villes ou les villages les plus proches : Nefza et Tebaba
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
  - X : 511 142,56 m
  - Y : 4 082 149,65 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 145 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 147 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 123 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 21 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 39 m
- Charge d'eau : 36 m
- Longueur en crête : 765 m

D. Caractéristiques hydrologique

- Bassin versant: 47.1 Km^2
- Précipitations moyennes annuelles : 832.6 mm/ an
- Apport moyen annuel : 15 Mm^3/an

Apports en eau (Mm3)

	Années sèches					**Médiane**	**Années humides**				
T (ans)	**100**	**50**	**20**	**10**	**5**	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Apports (Mm^3)	2	3	4	5	6	11	21	29	37	50	61

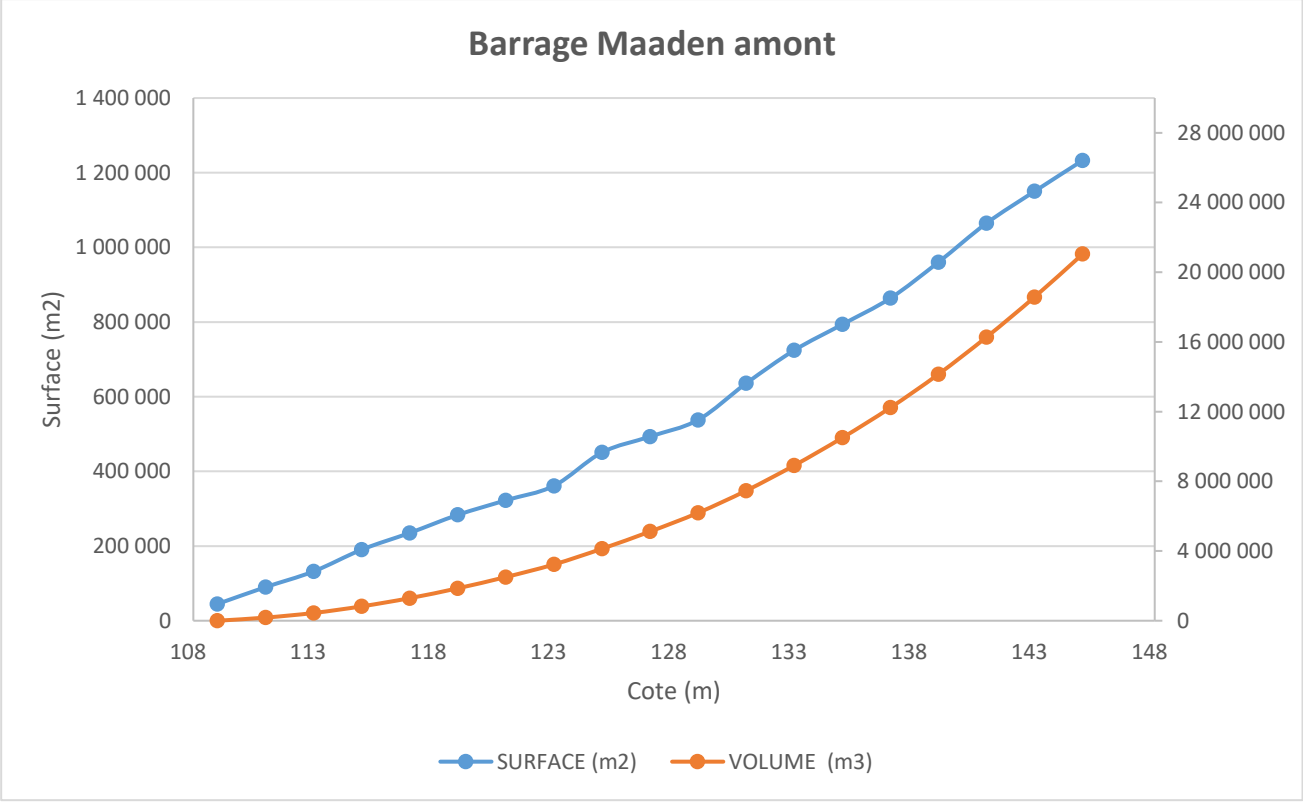
Source : DGRE-Traitement STUDI, Eau 2050

E. Impact

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Une route locale sur une longueur de 2.5 km et quelques logements.

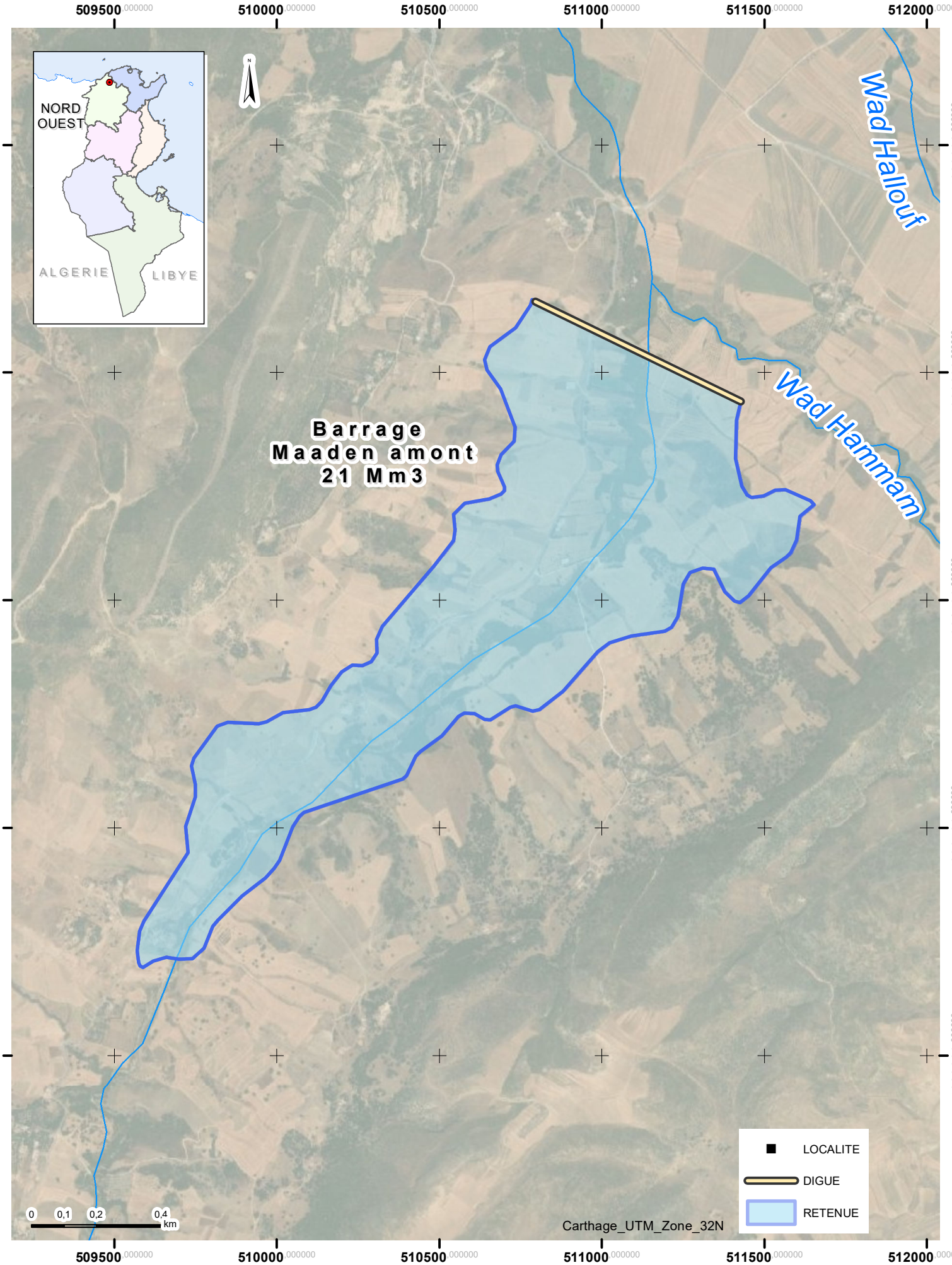
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE MAADEN AMONT



Barrage Morra (Potentiel)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Morra
- Gouvernorat : Siliana
- Délégation : Kesra
- Les villes ou les villages les plus proches : Kesra et Ejjalba
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 543 356,25 m
    - Y : 3 953 830,83 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 495 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 497 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 176 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 21 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 35 m
- Charge d'eau : 32 m
- Longueur en crête : 512 m

D. Caractéristiques hydrologique

- Bassin versant: 322 Km^2
- Précipitations moyennes annuelles : 402.2 mm/ an
- Apport moyen annuel : 8 Mm^3/an

Apports en eau (Mm3)

	Années sèches					**Médiane**	**Années humides**				
T (ans)	**100**	**50**	**20**	**10**	**5**	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Apports (Mm^3)	2	2	2	3	4	7	12	16	20	26	31

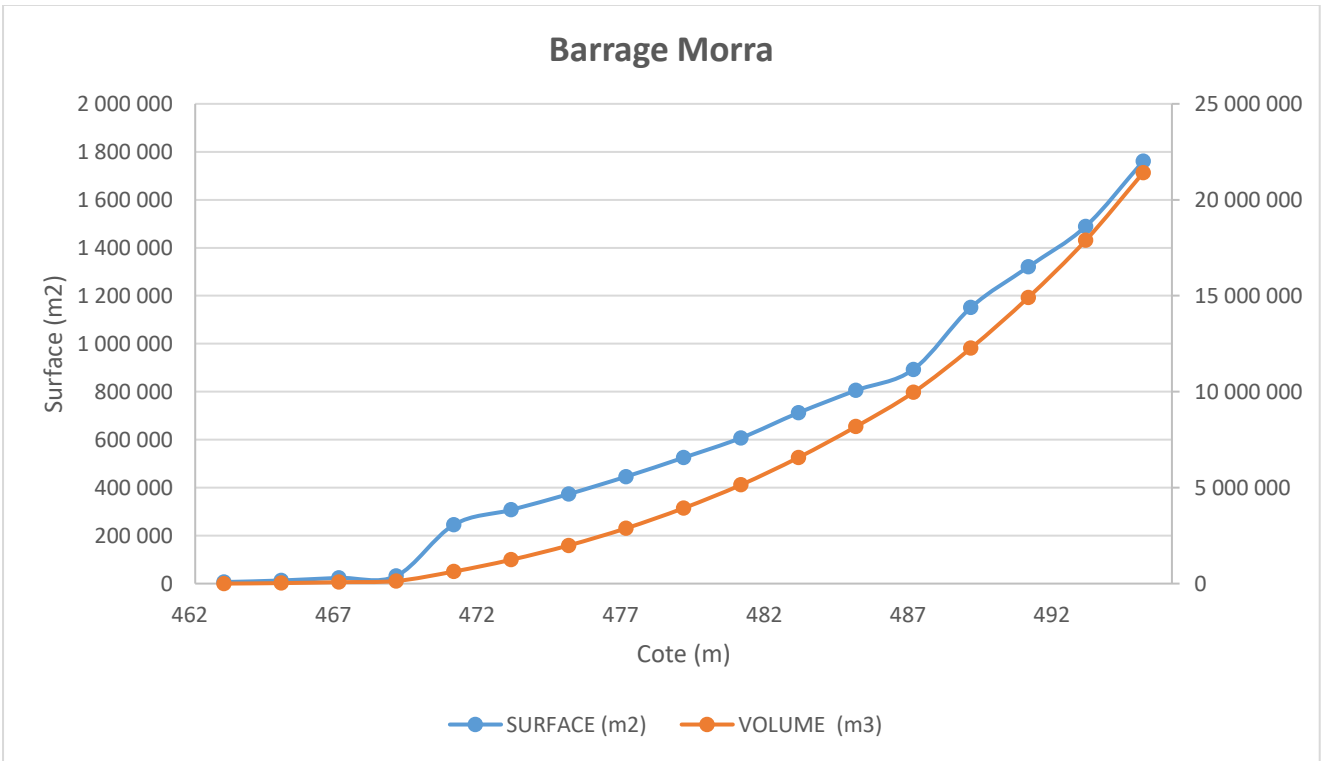
Source : DGRE-Traitement STUDI, Eau 2050

E. Impact

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Une route locale sur une longueur de 1 km et une zone agricole.

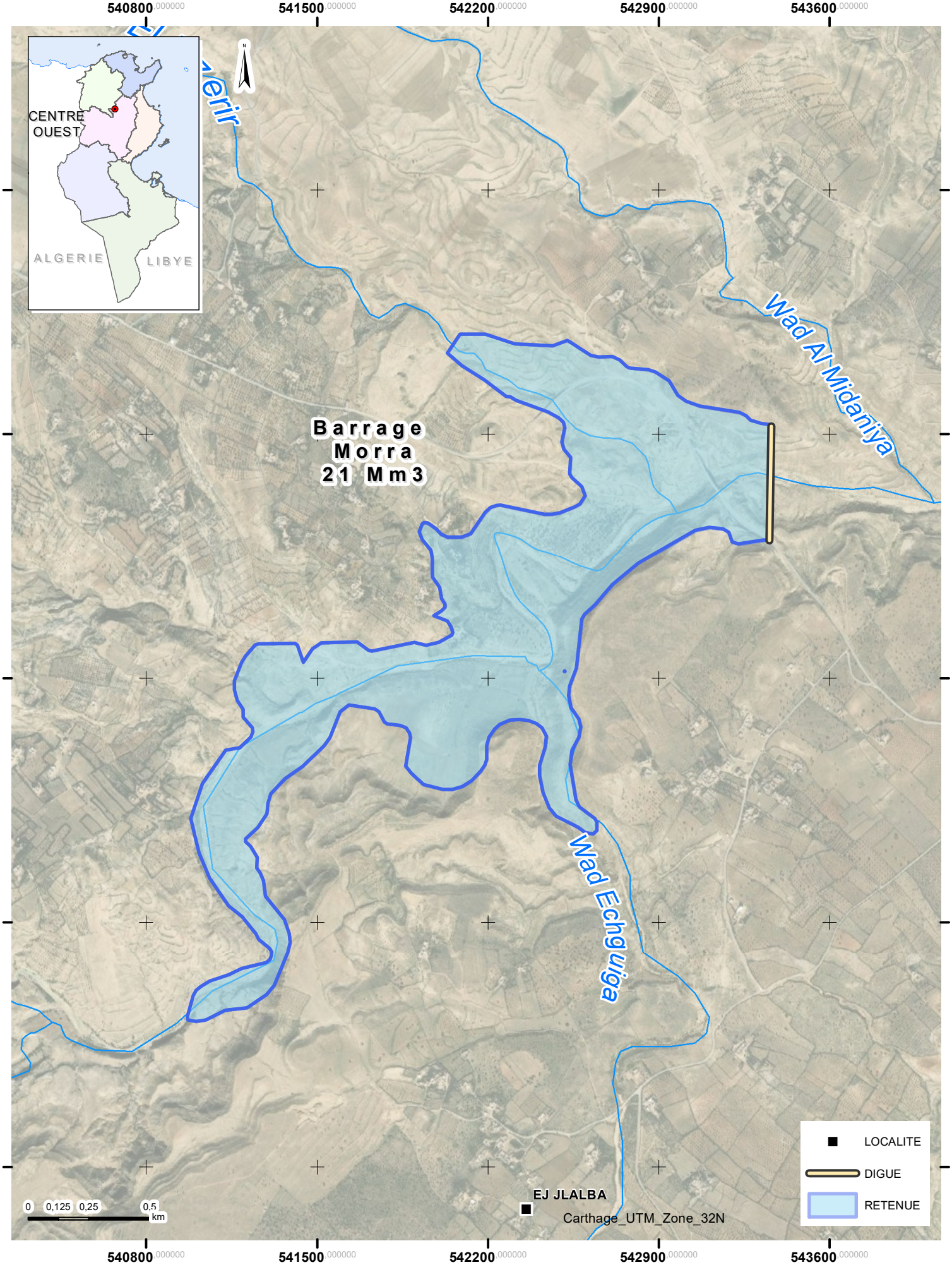
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE MORRA



Barrage Margoun aval (Potentiel)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Margoun
- Gouvernorat : Jendouba
- Délégation : Fernana
- Les villes ou les villages les plus proches : Fernana
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
  - X : 470 471,50 m
  - Y : 4 056 540,91 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 285 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 287 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 205 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 19 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 38 m
- Charge d'eau : 34 m
- Longueur en crête : 540 m

D. Caractéristiques hydrologique

- Bassin versant: 40.1 Km^2
- Précipitations moyennes annuelles : 960.1 mm/ an
- Apport moyen annuel : 13 Mm^3/an

Apports en eau (Mm3)

	Années sèches					**Médiane**	**Années humides**				
T (ans)	**100**	**50**	**20**	**10**	**5**	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Apports (Mm^3)	2	2	3	4	5	10	20	28	38	53	66

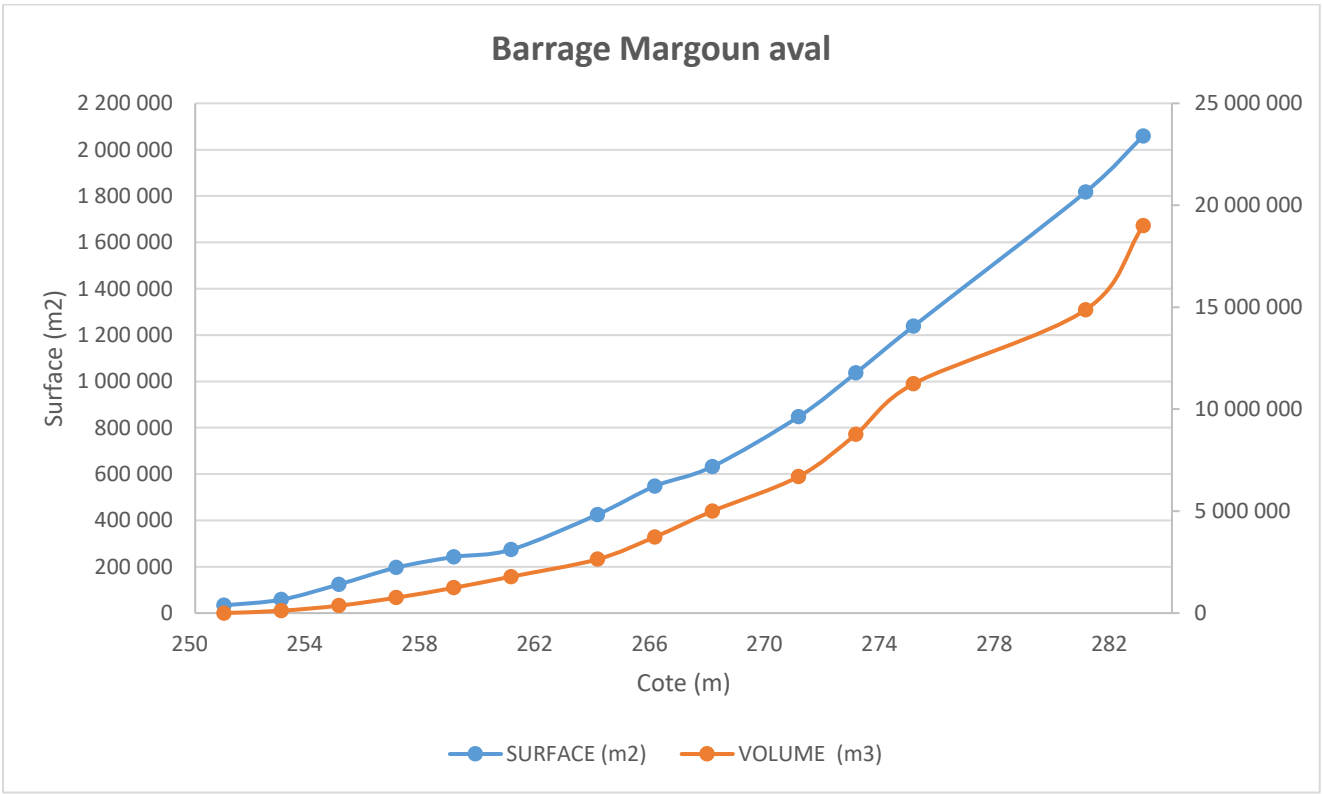
Source : DGRE-Traitement STUDI, Eau 2050

E. Impact

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Une route nationale RN11 sur une longueur de 2.5 km, quelques logements et une zone agricole.

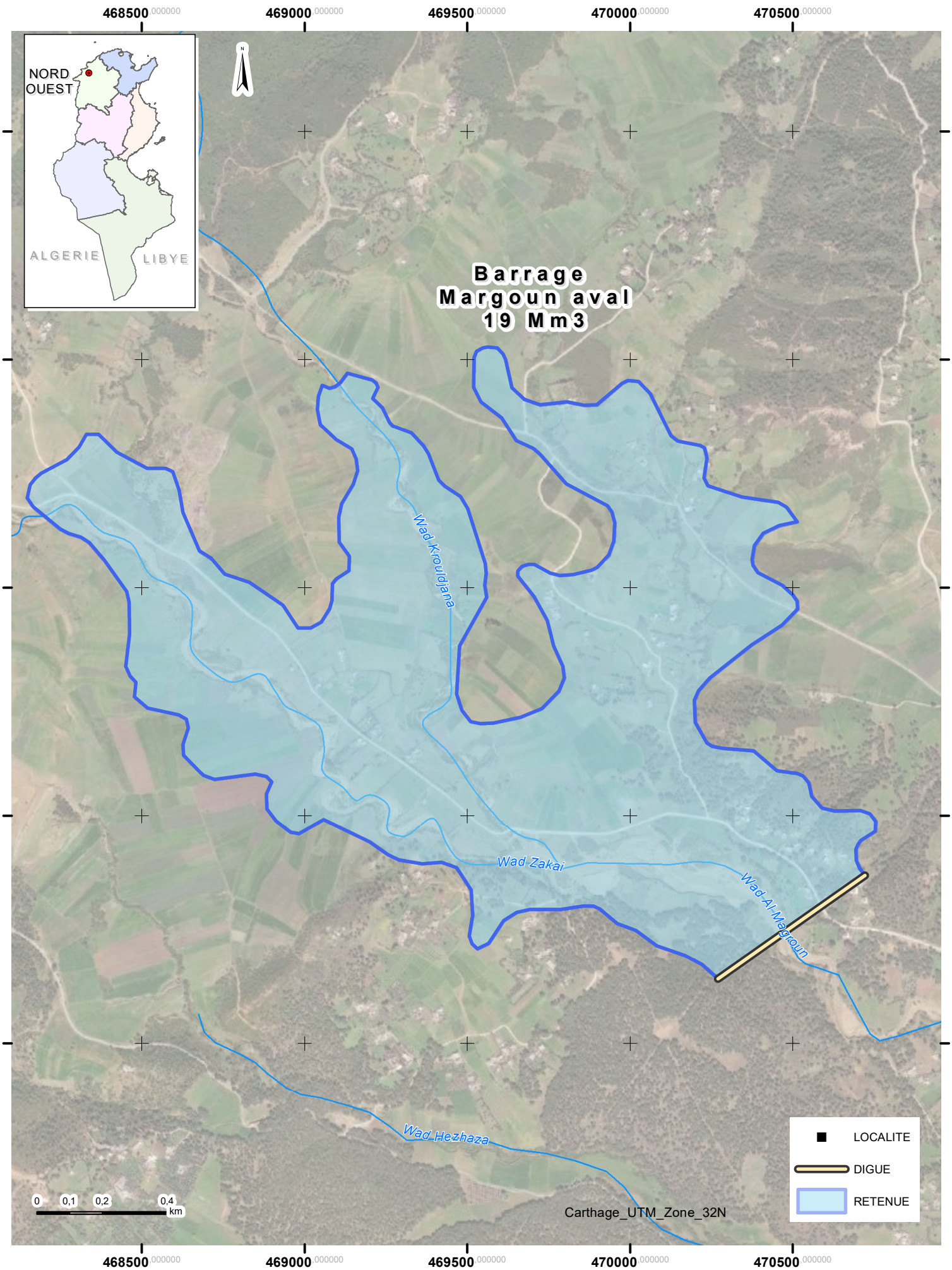
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE MARGOUN AVAL



Barrage Soufi (Potentiel)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Soufi
- Gouvernorat : Jendouba
- Délégation : Ghar Dimaou
- Les villes ou les villages les plus proches : Ghar Dimaou
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 445 641,10 m
    - Y : 4 038 553,86 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 239 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 241 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 118 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 18 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 32 m
- Charge d'eau : 29 m
- Longueur en crête : 822 m

D. Caractéristiques hydrologique

- Bassin versant: 63.7 Km^2
- Précipitations moyennes annuelles : 826 mm/ an
- Apport moyen annuel : 18 Mm^3/an

Apports en eau (Mm3)

	Années sèches					**Médiane**	**Années humides**				
T (ans)	**100**	**50**	**20**	**10**	**5**	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Apports (Mm^3)	3	3	4	6	8	14	26	35	46	62	76

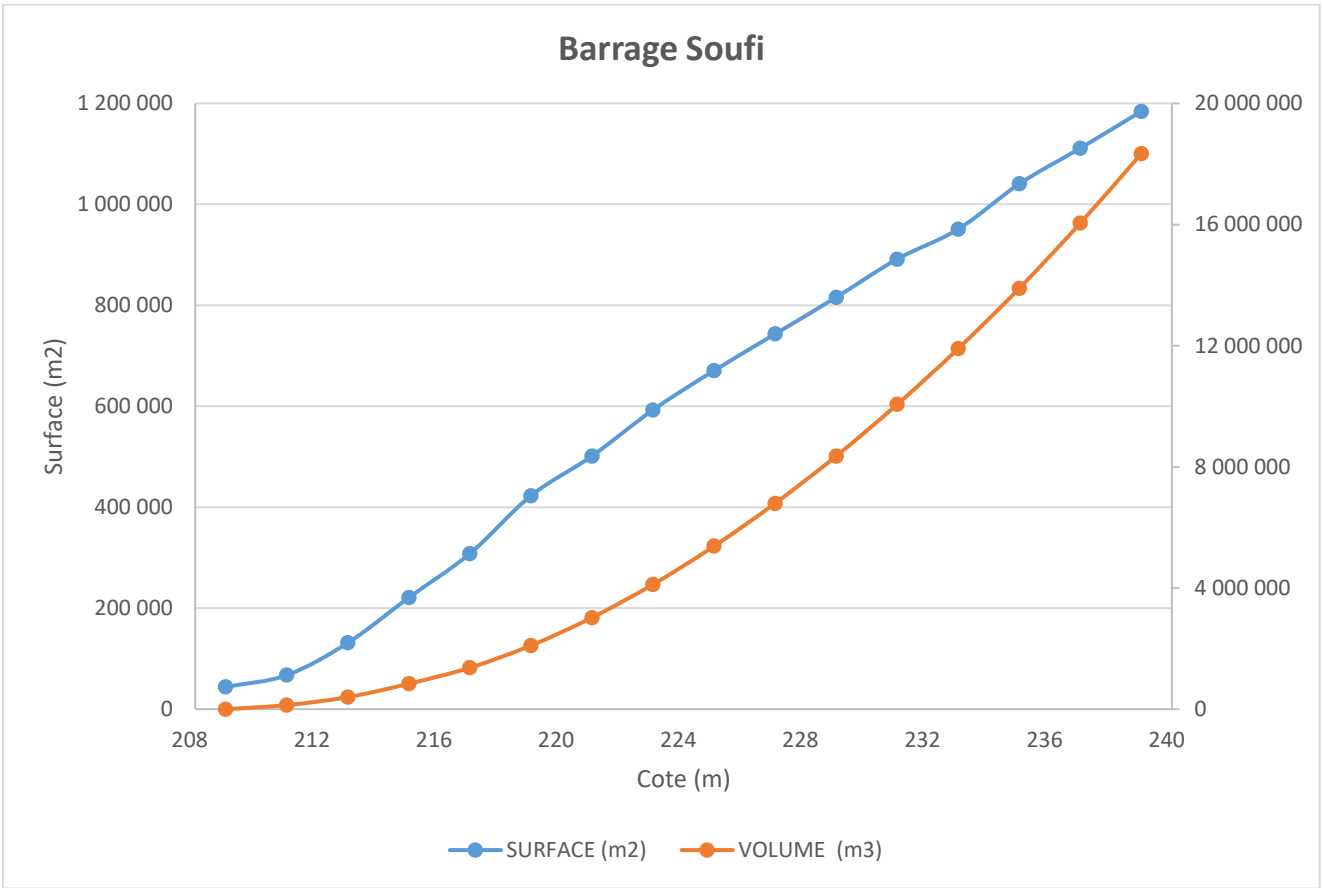
Source : DGRE-Traitement STUDI, Eau 2050

E. Impact

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Une route Locale sur une longueur de 2.2km, quelques logements et une zone agricole.

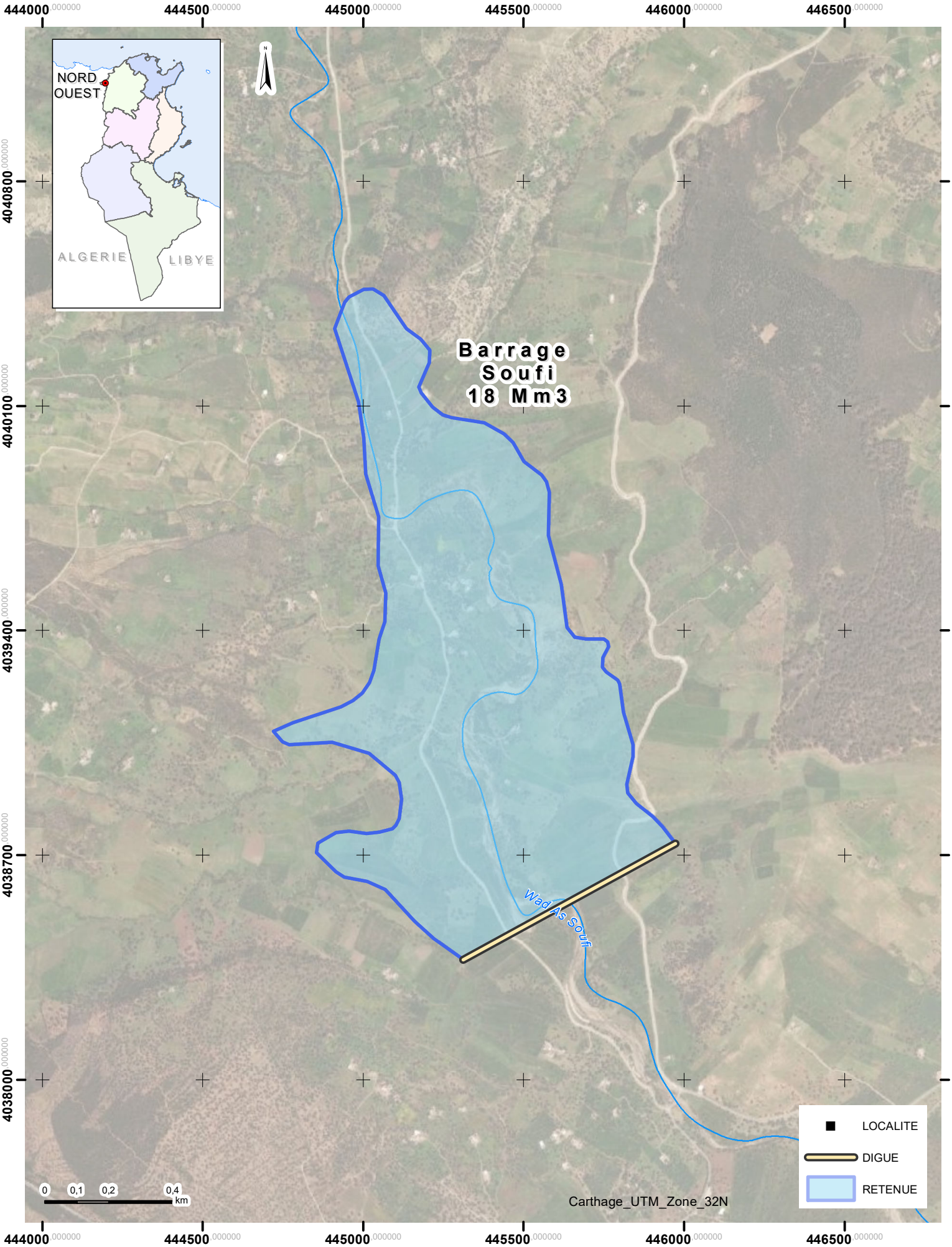
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE SOUFI



Barrage Thelja aval (Potentiel)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Thelja
- Gouvernorat : Gafsa
- Délégation : Metlaoui
- Les villes ou les villages les plus proches : Metlaoui
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 438 304,81 m
    - Y : 3 799 852,37 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 279 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 281 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 88 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 17 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 32 m
- Charge d'eau : 29 m
- Longueur en crête : 191 m

D. Caractéristiques hydrologique

- Bassin versant: 1043.7 Km^2
- Précipitations moyennes annuelles : 130.8 mm/ an
- Apport moyen annuel : 6 Mm^3/an

Apports en eau (Mm3)

	Années sèches					**Médiane**	**Années humides**				
T (ans)	**100**	**50**	**20**	**10**	**5**	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Apports (Mm^3)	2	2	2	3	3	5	7	9	11	13	15

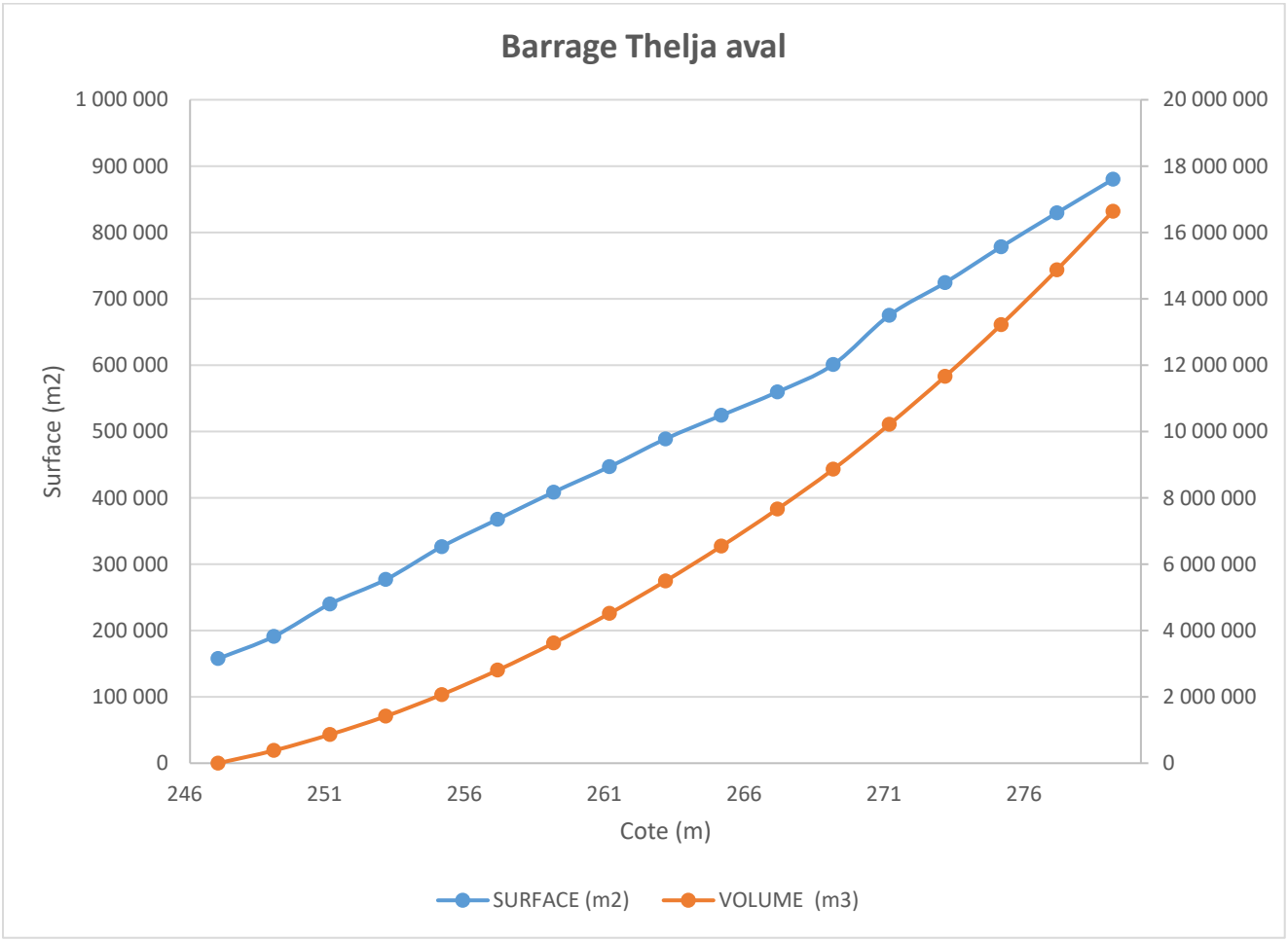
Source : DGRE-Traitement STUDI, Eau 2050

E. Impact

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Une route locale sur une longueur de 2.2 km, quelques logements et une zone agricole.

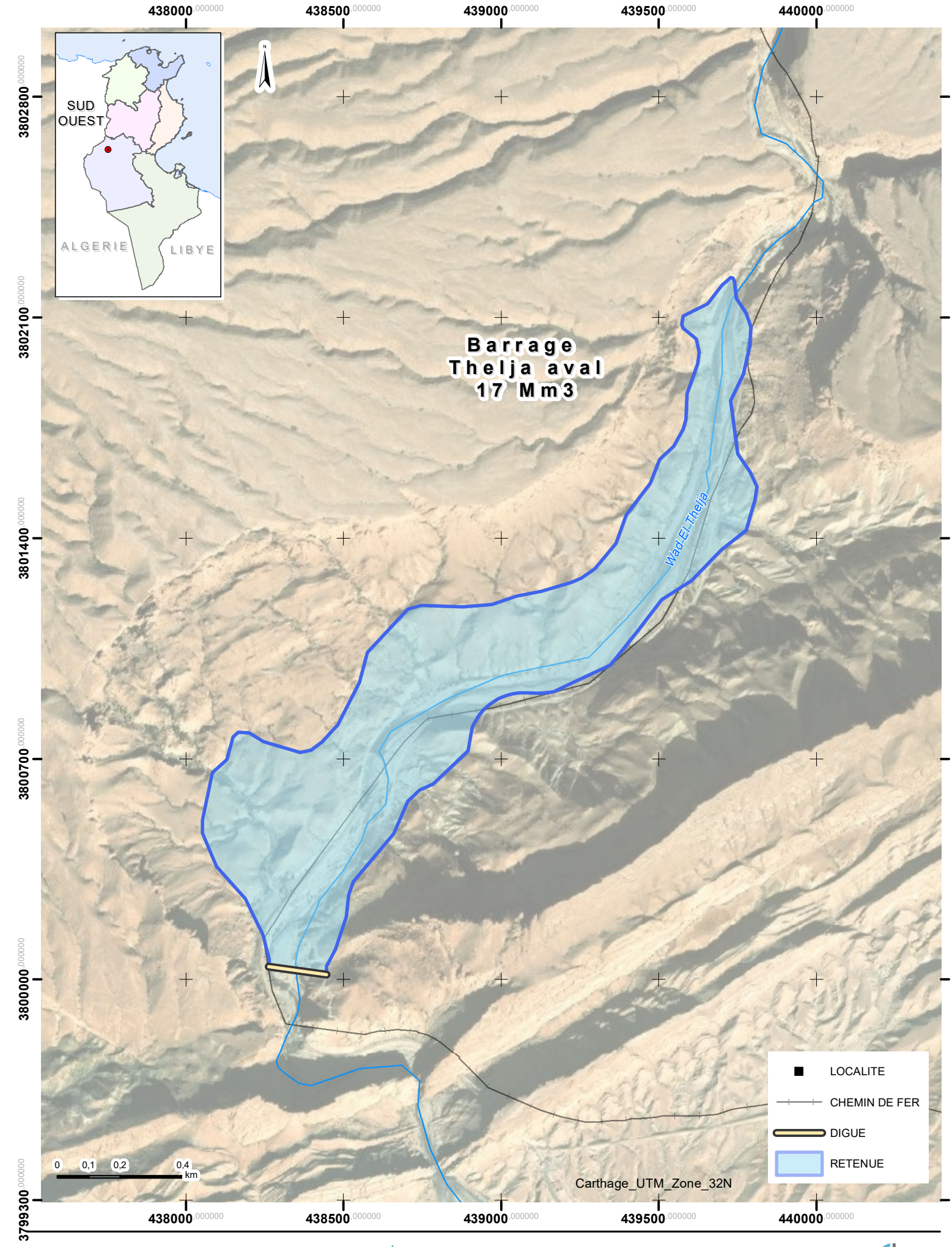
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE THELJA AVAL



Barrage Tahouna (Potentiel)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Tahouna
- Gouvernorat : Nabeul
- Délégation : Grombalia
- Les villes ou les villages les plus proches : Grombalia
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 629 059,50 m
    - Y : 4 045 233,48 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 239 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 241 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 85 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 16 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 53 m
- Charge d'eau : 50 m
- Longueur en crête : 916 m

D. Caractéristiques hydrologique

- Bassin versant: 13.9 Km^2
- Précipitations moyennes annuelles : 486.9 mm/ an
- Apport moyen annuel : 1 Mm^3/an

Apports en eau (Mm3)

	Années sèches					**Médiane**	**Années humides**				
T (ans)	**100**	**50**	**20**	**10**	**5**	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Apports (Mm^3)	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	5

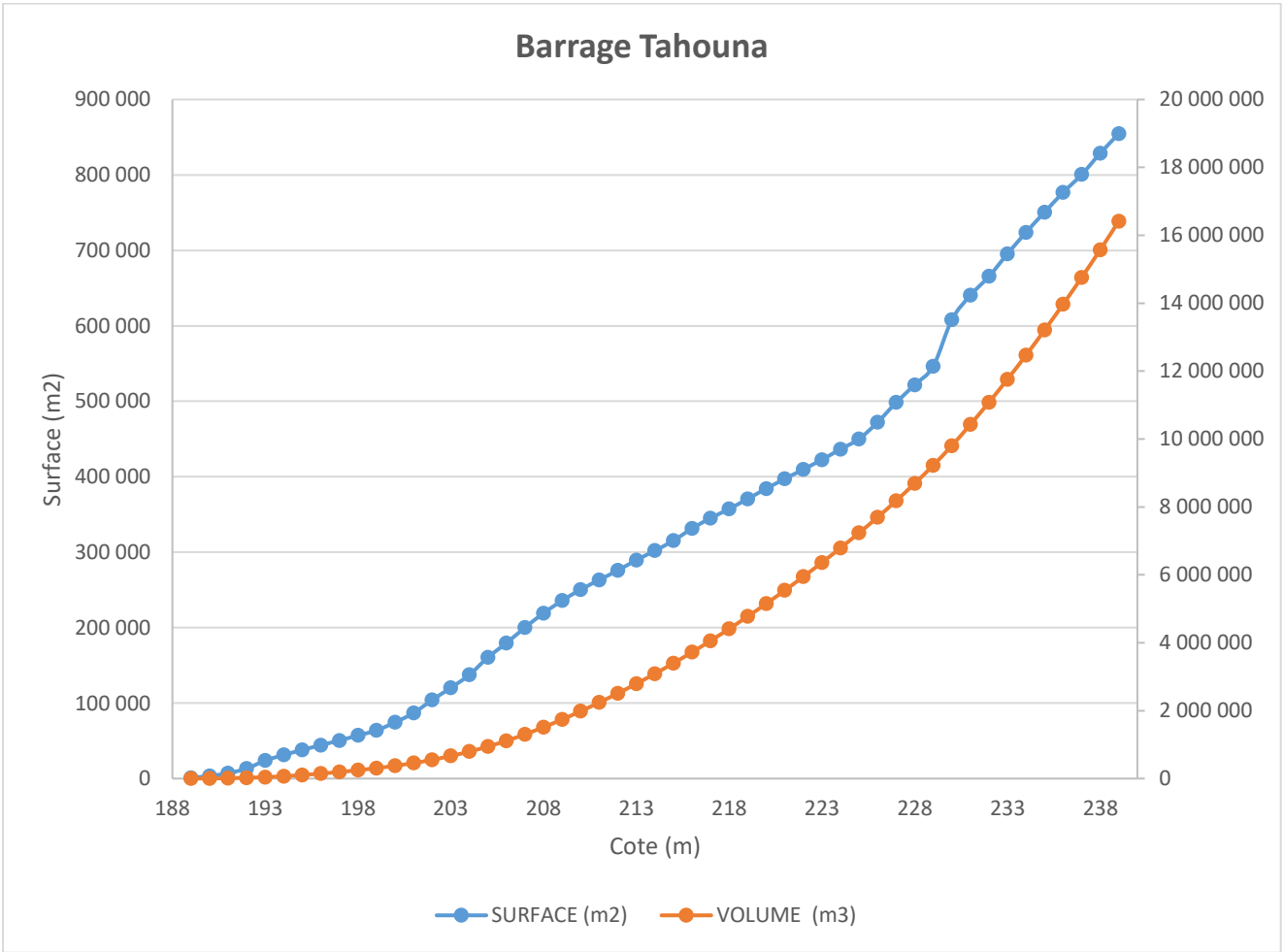
Source : DGRE-Traitement STUDI, Eau 2050

E. Impact

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Une route locale sur une longueur de 0.2 km, quelques logements, une zone agricole et inonder un barrage existant.

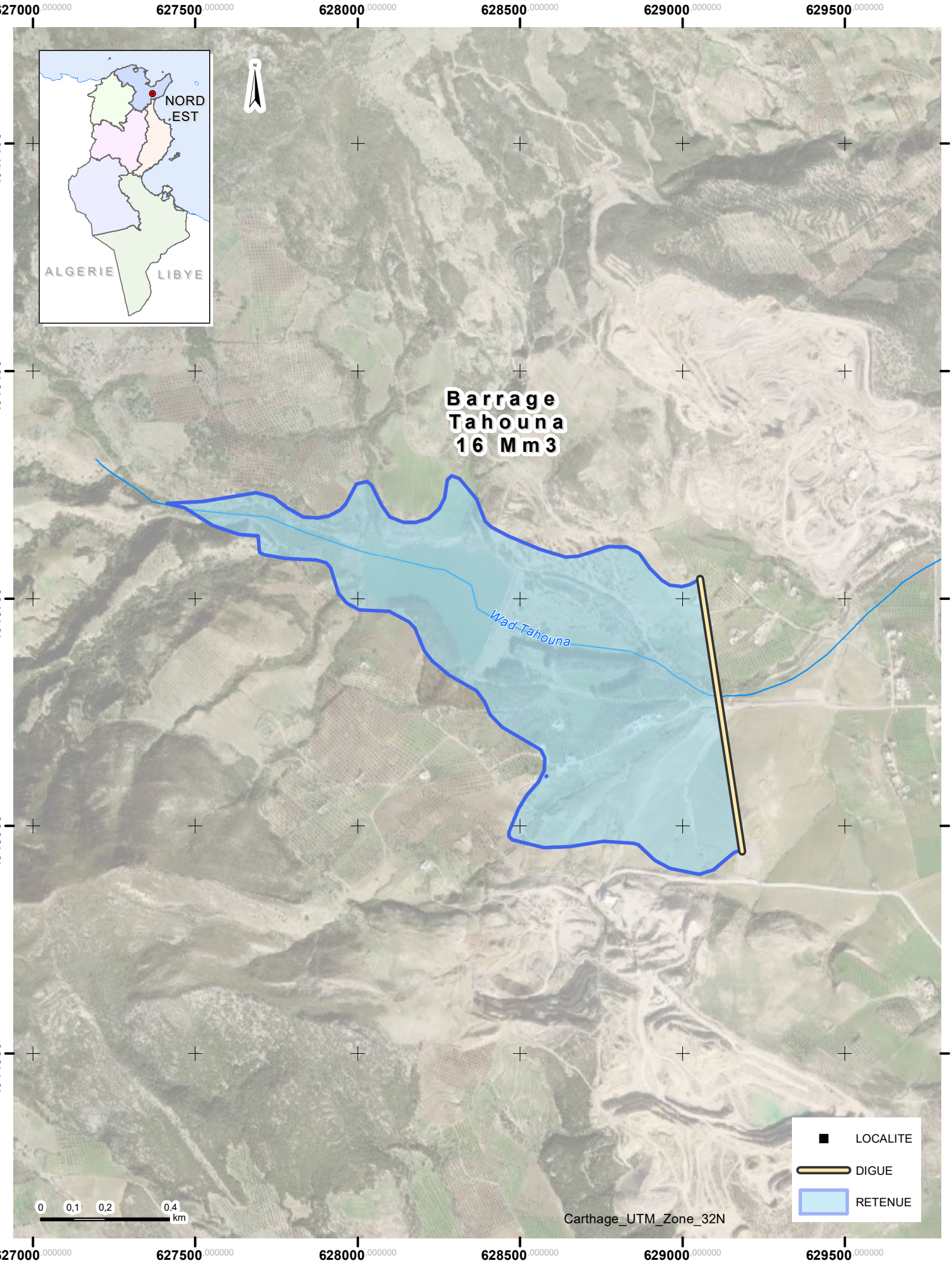
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE TAHOUNA



Barrage Khol (Potentiel)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Khol
- Gouvernorat : El Kef
- Délégation : Kef Ouest
- Les villes ou les villages les plus proches : El Kef
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 459 367,98 m
    - Y : 3 994 258,34 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 435 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 437 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 109 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 15 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 36 m
- Charge d'eau : 32 m
- Longueur en crête : 680 m

D. Caractéristiques hydrologique

- Bassin versant: 180.6 Km^2
- Précipitations moyennes annuelles : 388.6 mm/ an
- Apport moyen annuel : 2 Mm^3/an

Apports en eau (Mm3)

	Années sèches					**Médiane**	**Années humides**				
T (ans)	**100**	**50**	**20**	**10**	**5**	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Apports (Mm^3)	0	0	1	1	1	2	2	3	4	6	7

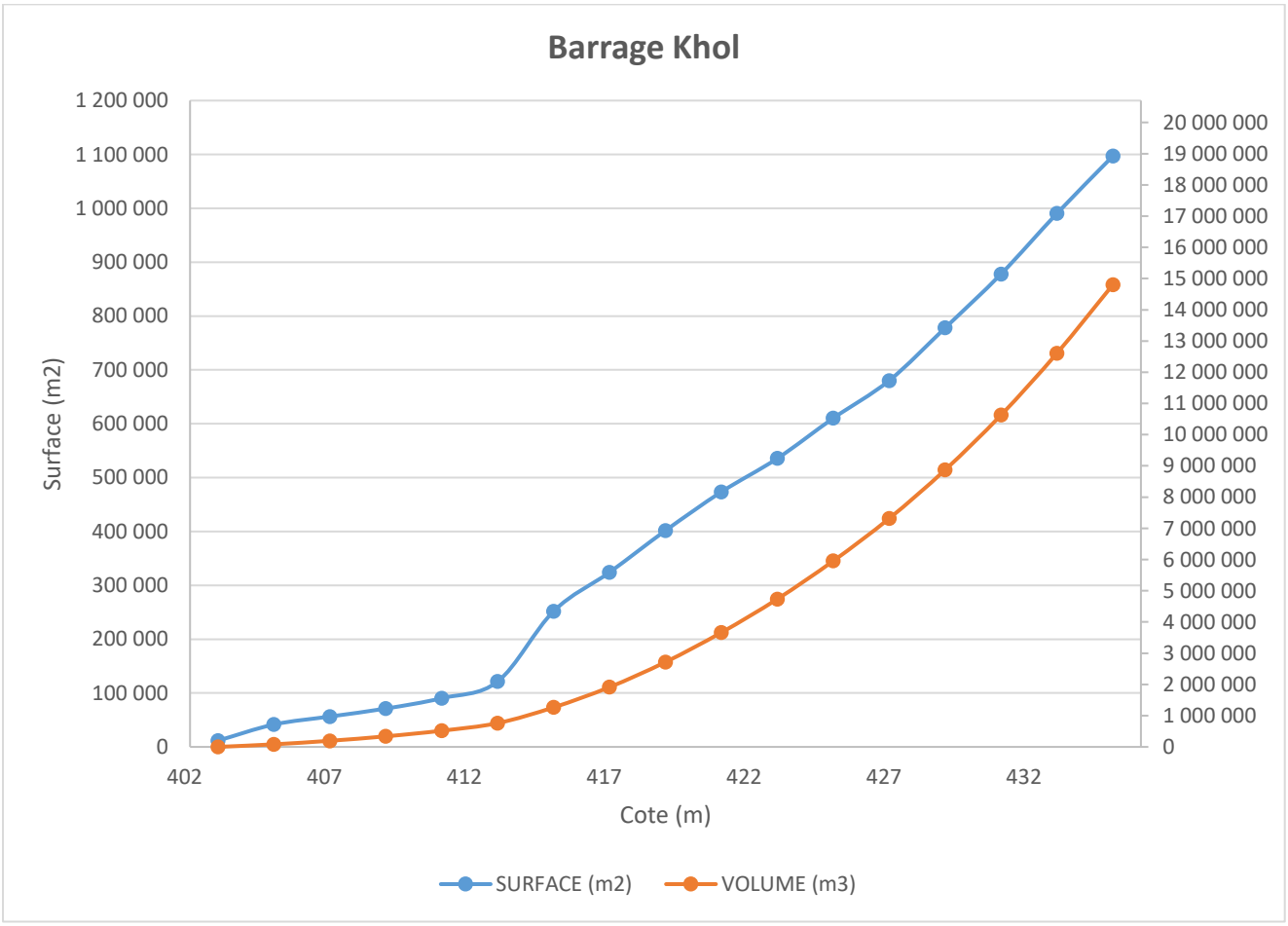
Source : DGRE-Traitement STUDI, Eau 2050

E. Impact

Le barrage a impact sur une zone agricole.

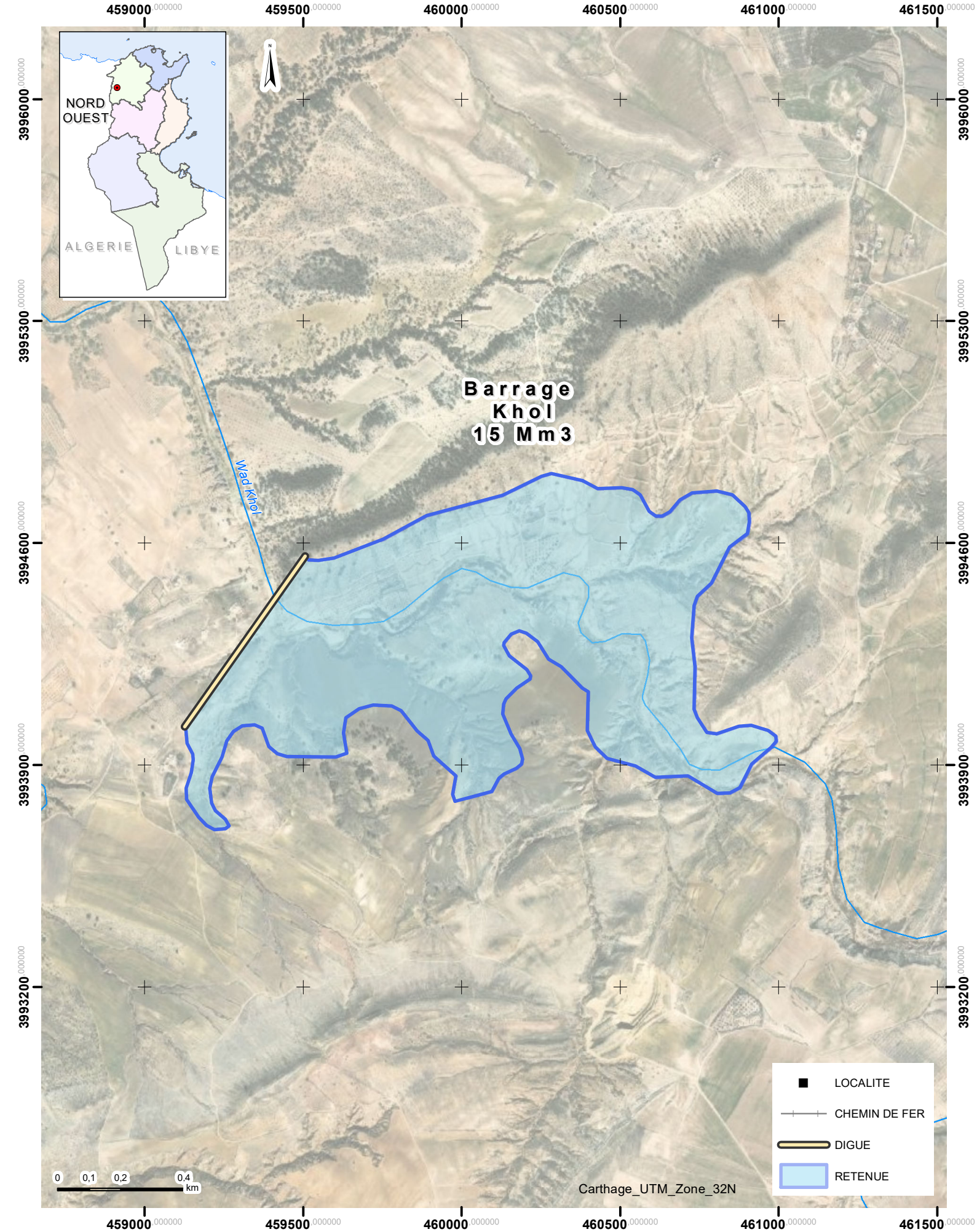
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE KHOL



Barrage Maaden aval (Potentiel)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Maaden
- Gouvernorat : Béja
- Délégation : Nefza
- Les villes ou les villages les plus proches : Nefza
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 509 255,20 m
    - Y : 4 087 699,71 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 66 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 68 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 112 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 13 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 34 m
- Charge d'eau : 30 m
- Longueur en crête : 464 m

D. Caractéristiques hydrologique

- Bassin versant: 175.1 Km^2
- Précipitations moyennes annuelles : 815.8 mm/ an
- Apport moyen annuel : 41 Mm^3/an

Apports en eau (Mm3)

	Années sèches					**Médiane**	**Années humides**				
T (ans)	**100**	**50**	**20**	**10**	**5**	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Apports (Mm^3)	6	7	10	13	17	32	58	80	104	140	171

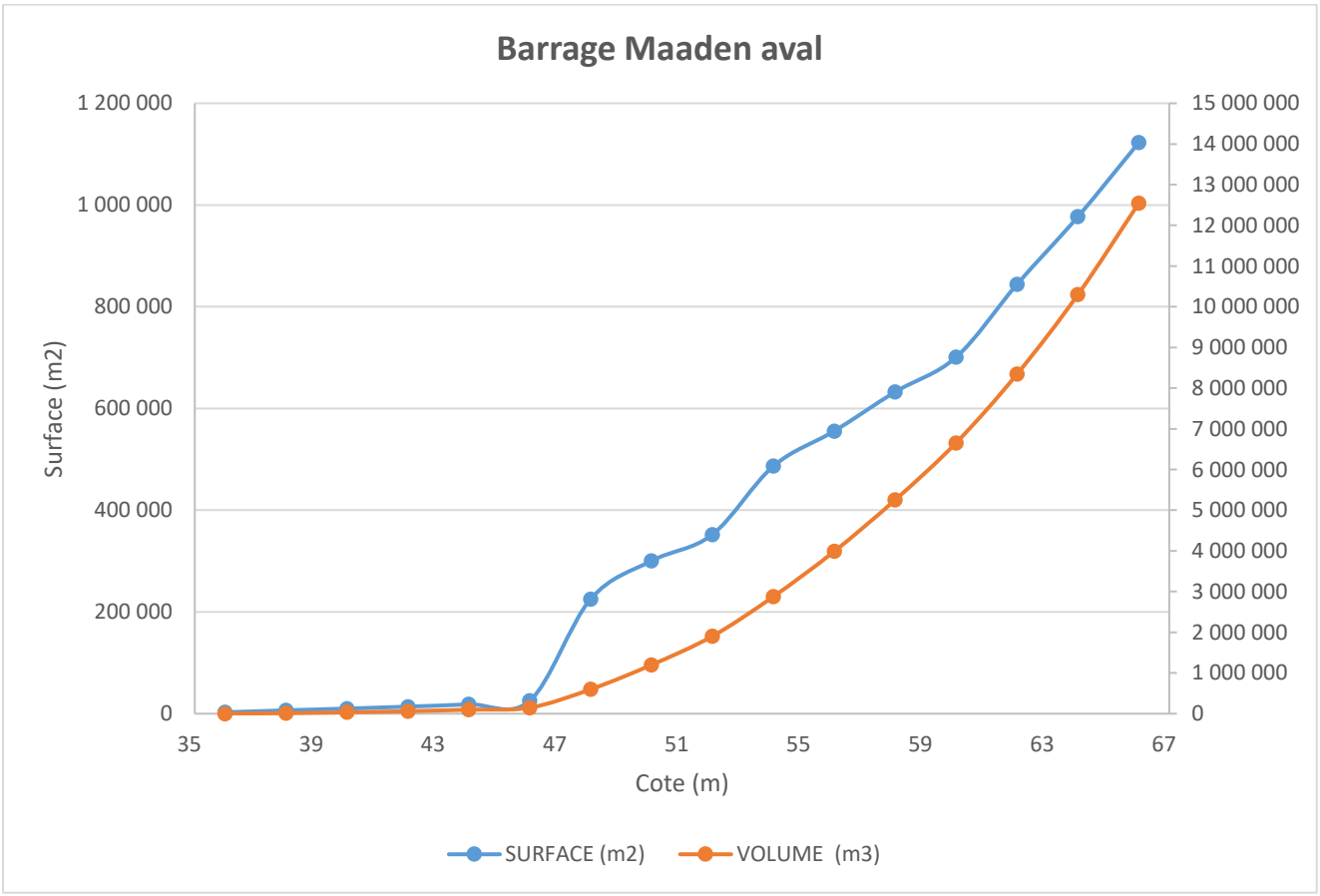
Source : DGRE-Traitement STUDI, Eau 2050

E. Impact

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Une route régionale RR52 direction Nefza sur une longueur de 3 km et quelques logements.

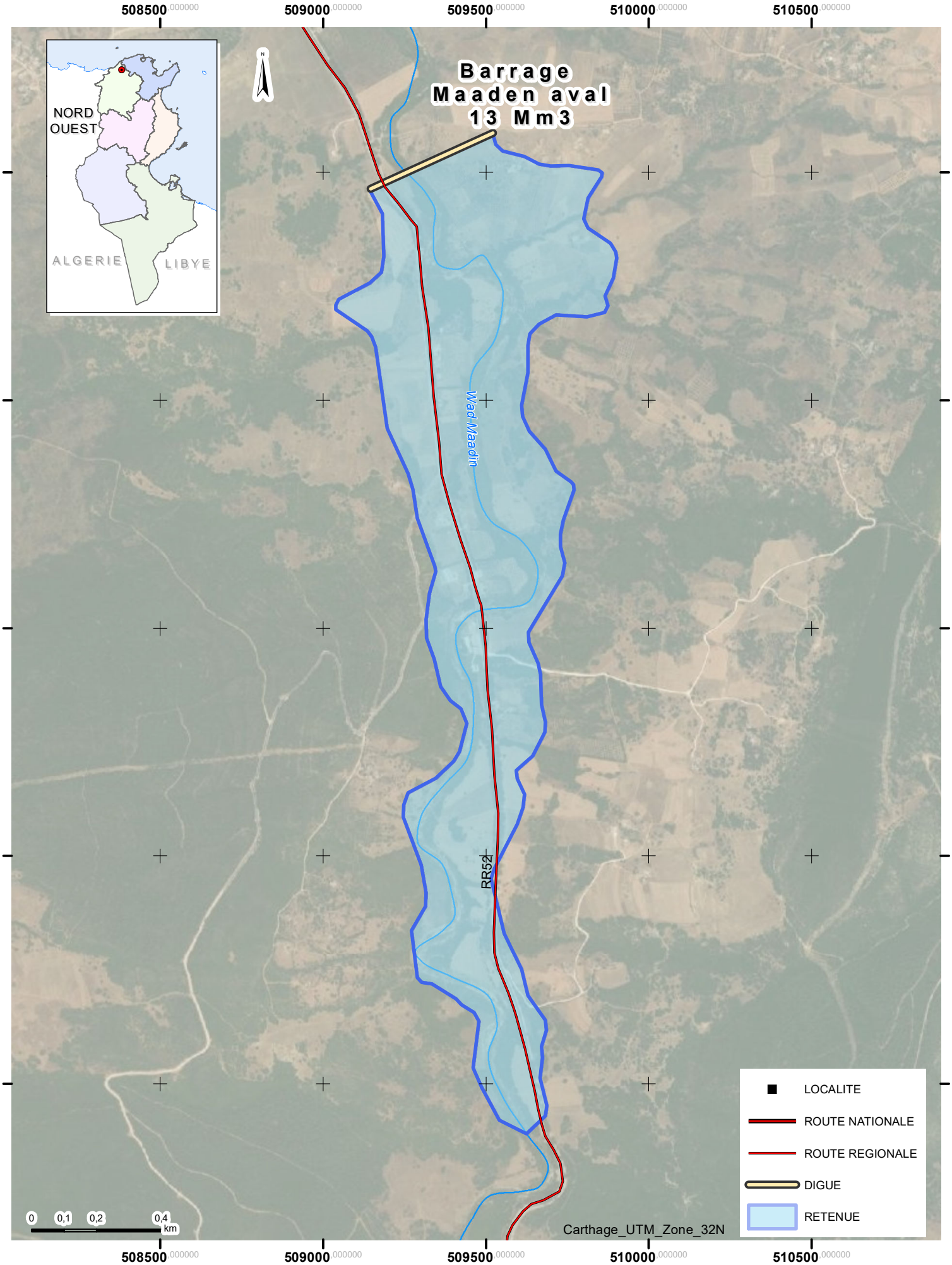
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE MAADEN AVAL



Barrage DHALMA (Potentiel)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Dhalma
- Gouvernorat : Jendouba
- Délégation : Ain Drahem
- Les villes ou les villages les plus proches : Ain Drahem
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 463 974,75 m
    - Y : 4 069 570,57 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 204 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 206 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 27 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 4 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 38 m
- Charge d'eau : 34 m
- Longueur en crête : 377 m

D. Caractéristiques hydrologique

- Bassin versant: 26.2 Km^2
- Précipitations moyennes annuelles : 1054 mm/ an
- Apport moyen annuel : 12 Mm^3/an

Apports en eau (Mm3)

	Années sèches					**Médiane**	**Années humides**				
T (ans)	**100**	**50**	**20**	**10**	**5**	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Apports (Mm^3)	2	2	3	4	5	9	17	23	30	40	49

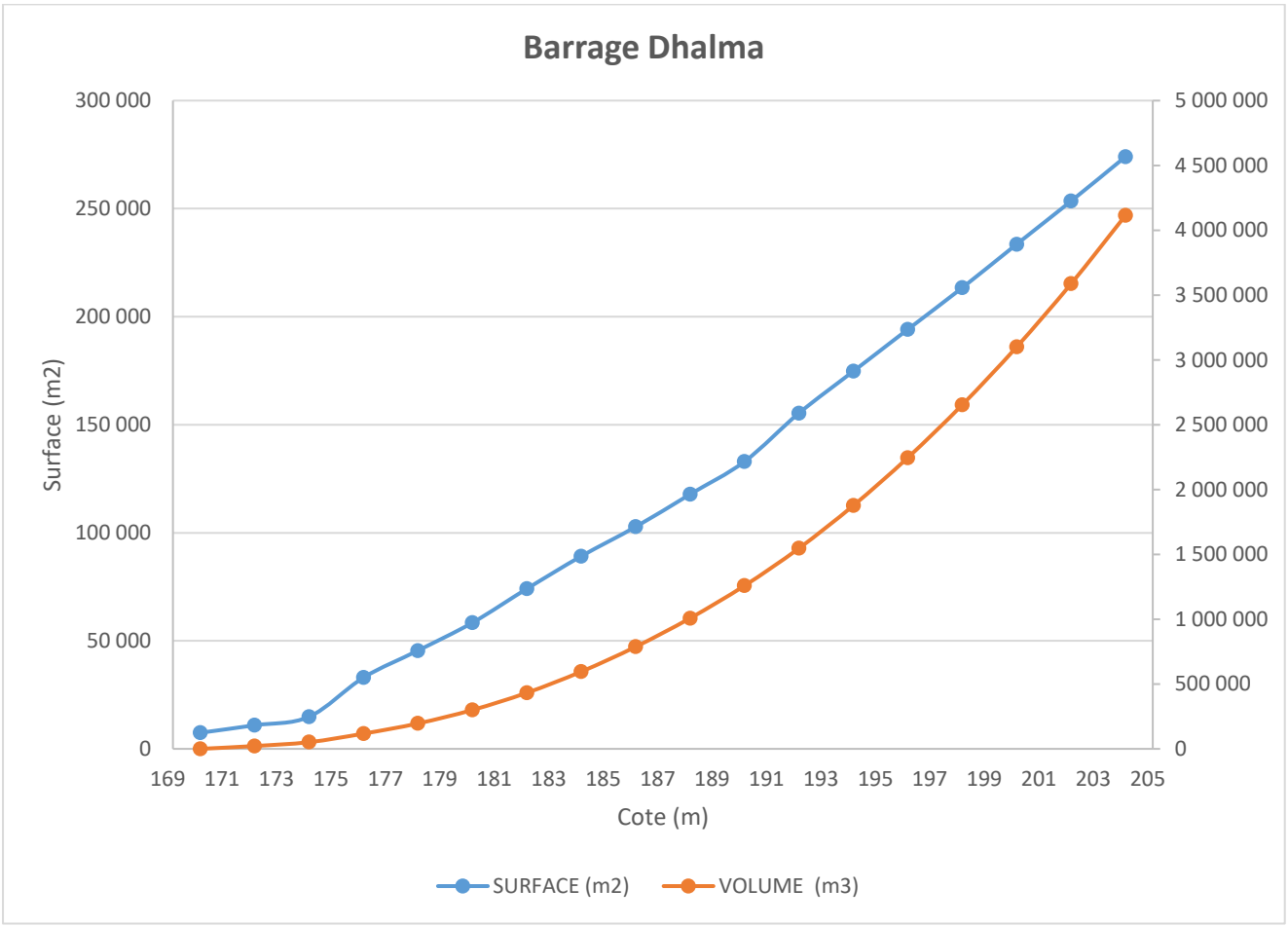
Source : DGRE-Traitement STUDI, Eau 2050

E. Impact

Le barrage a impact sur une forêt.

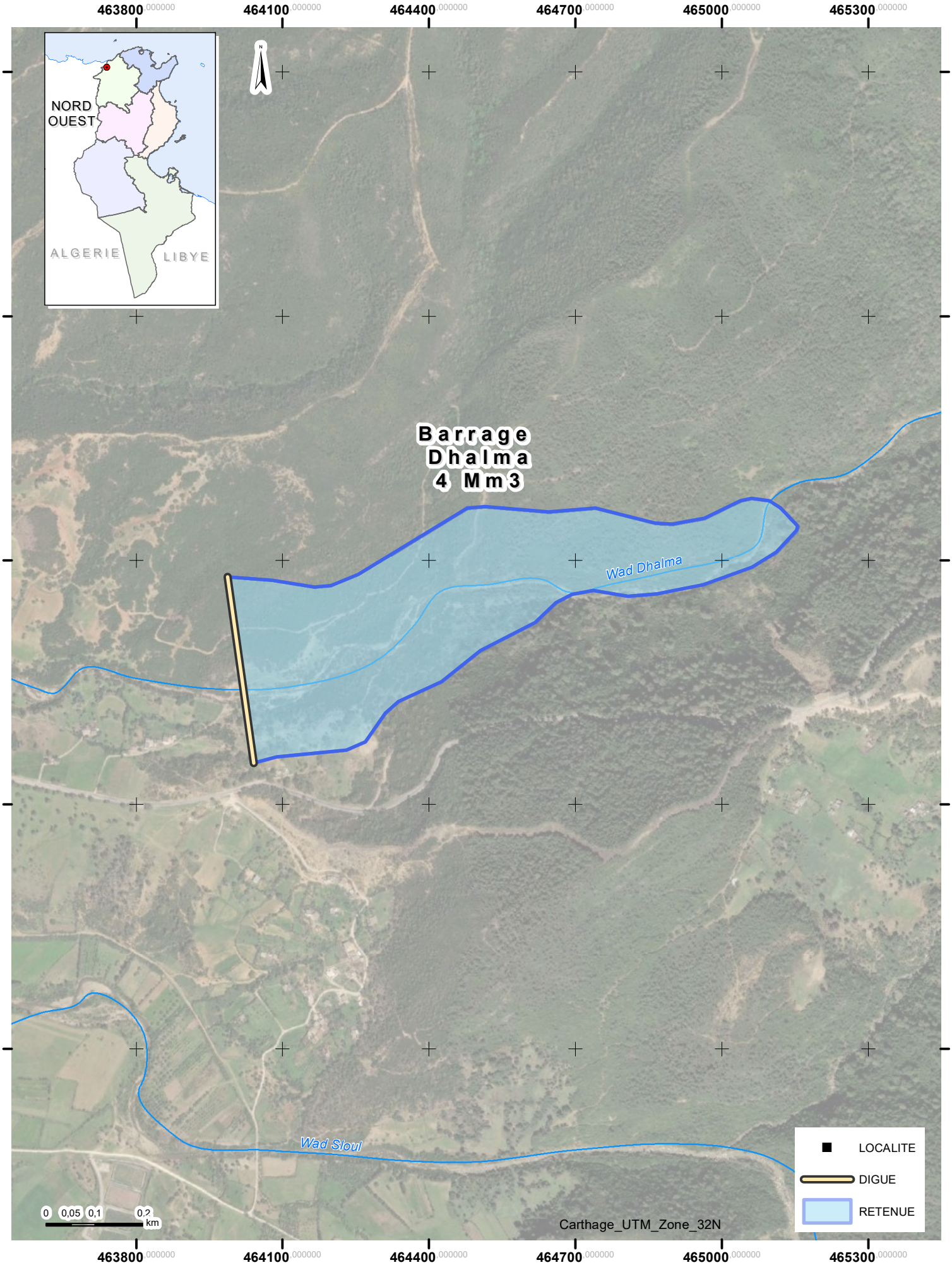
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE DHALMA



Barrage Ghomd Zena (Potentiel)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Ghomd Zena
- Gouvernorat : Jendouba
- Délégation : Tabarka
- Les villes ou les villages les plus proches : Tabarka
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 468 327,40 m
    - Y : 4 087 617,03 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 88 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 90 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 18 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 4 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 63 m
- Charge d'eau : 60 m
- Longueur en crête : 350 m

D. Caractéristiques hydrologique

- Bassin versant: 5.1 Km^2
- Précipitations moyennes annuelles : 933.6 mm/ an
- Apport moyen annuel : 6 Mm^3/an

Apports en eau (Mm3)

	Années sèches					**Médiane**	**Années humides**				
T (ans)	**100**	**50**	**20**	**10**	**5**	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Apports (Mm^3)	1	1	1	2	3	5	9	12	15	21	25

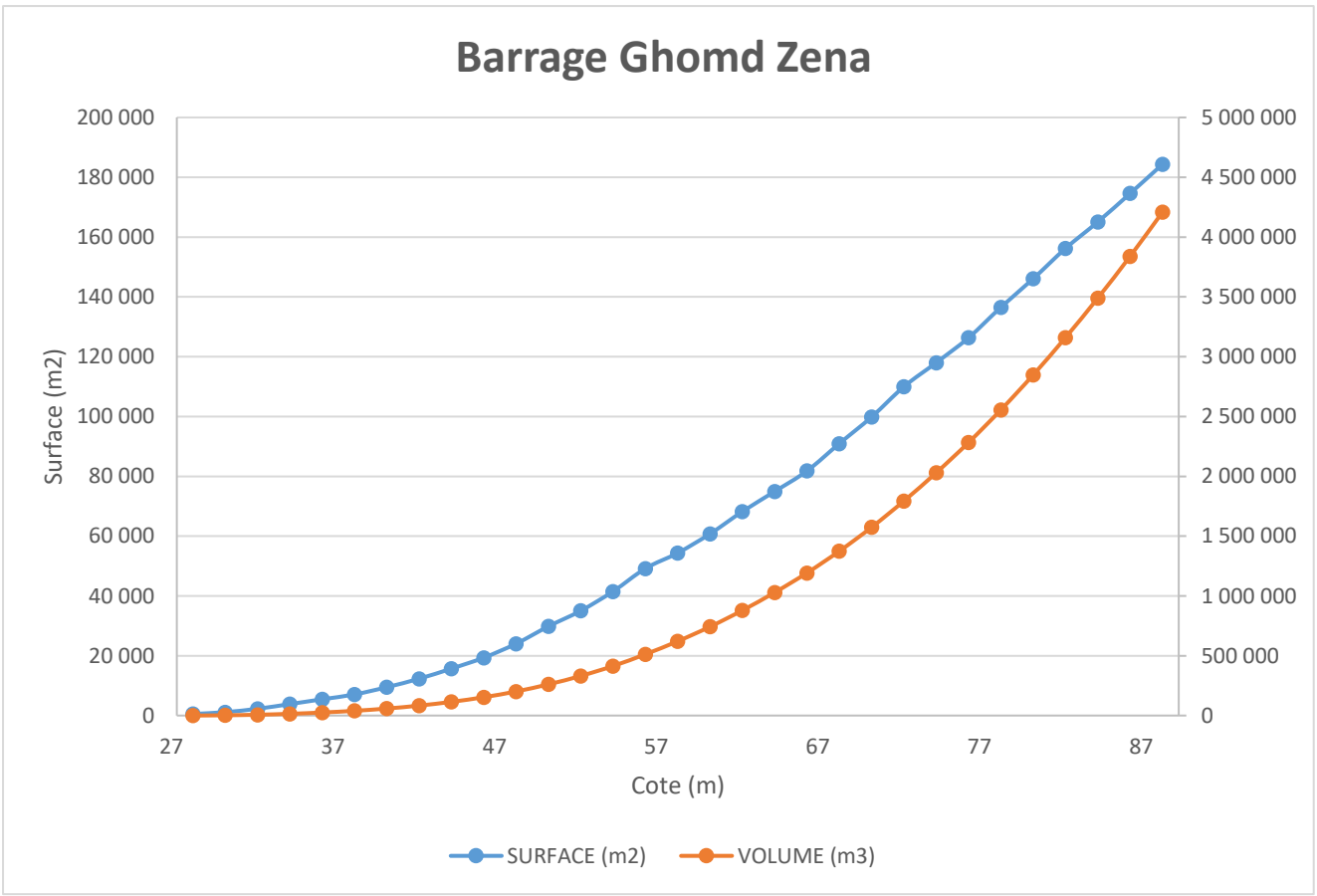
Source : DGRE-Traitement STUDI, Eau 2050

E. Impact

Le barrage a impact sur une forêt.

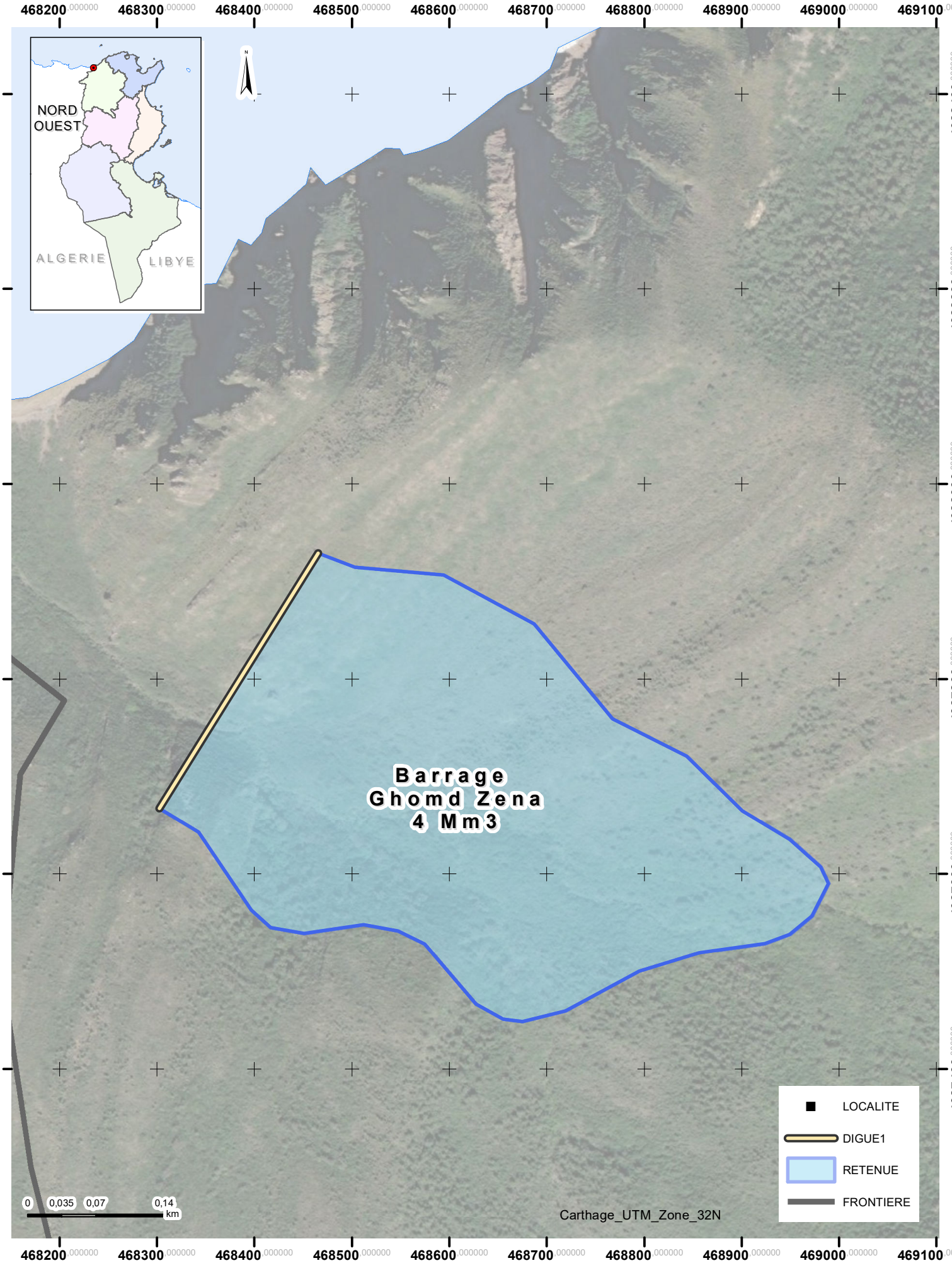
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE GHOMD ZENA



Barrage Lahmar (Potentiel)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Lahmar
- Gouvernorat : Béja
- Délégation : Goblat
- Les villes ou les villages les plus proches : Goblat
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 566 415,91 m
    - Y : 4 051 988,62 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 93 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 95 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 192 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 7 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 19 m
- Charge d'eau : 15 m
- Longueur en crête : 700 m

D. Caractéristiques hydrologique

- Bassin versant: 392.2 Km^2
- Précipitations moyennes annuelles : 405.9 mm/ an
- Apport moyen annuel : 14 Mm^3/an

Apports en eau (Mm3)

	Années sèches					**Médiane**	**Années humides**				
T (ans)	**100**	**50**	**20**	**10**	**5**	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Apports (Mm^3)	2	2	3	4	6	11	20	27	36	48	59

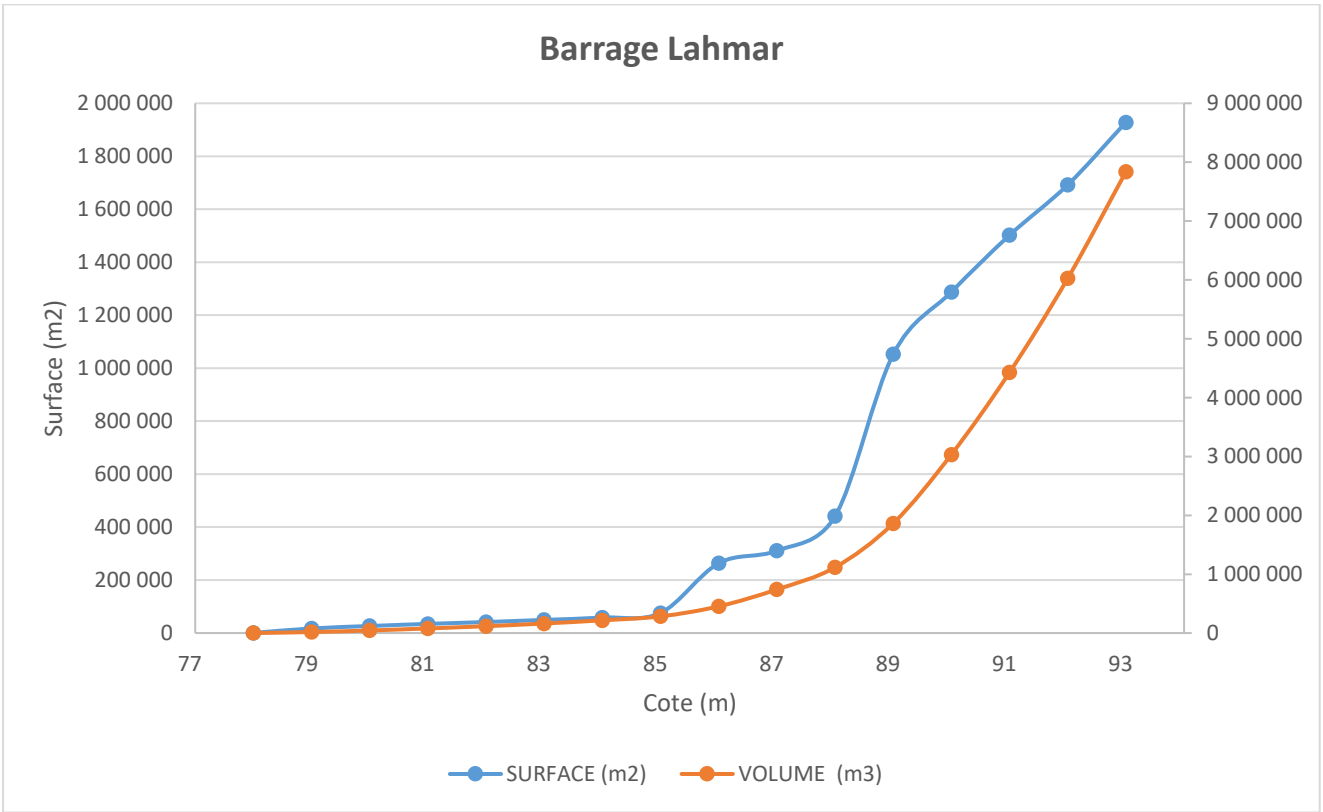
Source : DGRE-Traitement STUDI, Eau 2050

E. Impact

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Une route régionale RR29 sur une longueur de 2 km, quelques bâtiments et une zone agricole.

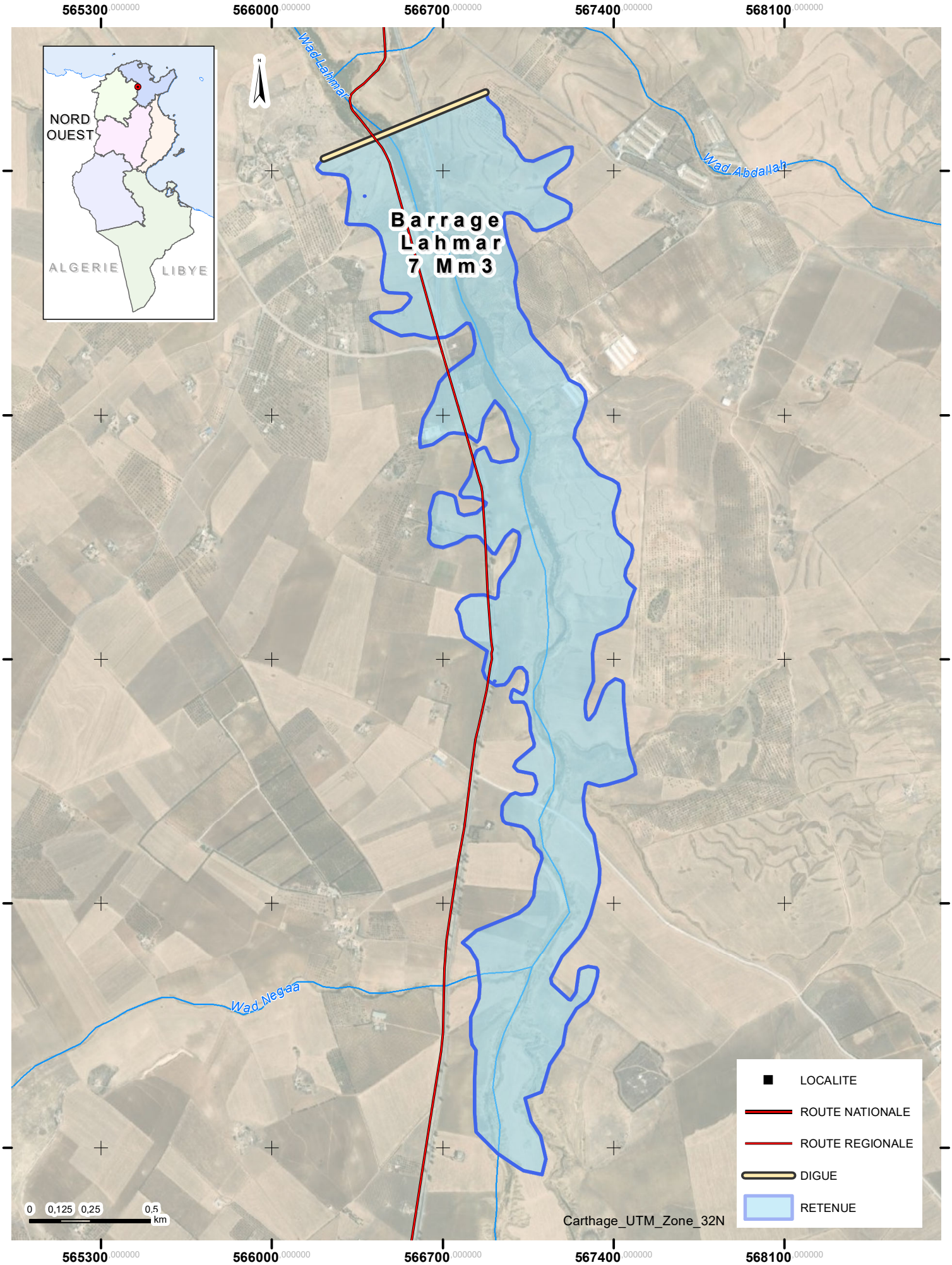
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE LAHMAR



Barrage Oudiene (Potentiel)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Oudiene
- Gouvernorat : Nabeul
- Délégation : Menzel Temime
- Les villes ou les villages les plus proches : Menzel Temime
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 666 049,37 m
    - Y : 4 076 107,10 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 43 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 45 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 106 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 5 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 20 m
- Charge d'eau : 16 m
- Longueur en crête : 340 m

D. Caractéristiques hydrologique

- Bassin versant: 60.1 Km^2
- Précipitations moyennes annuelles : 560.3 mm/ an
- Apport moyen annuel : 6 Mm^3/an

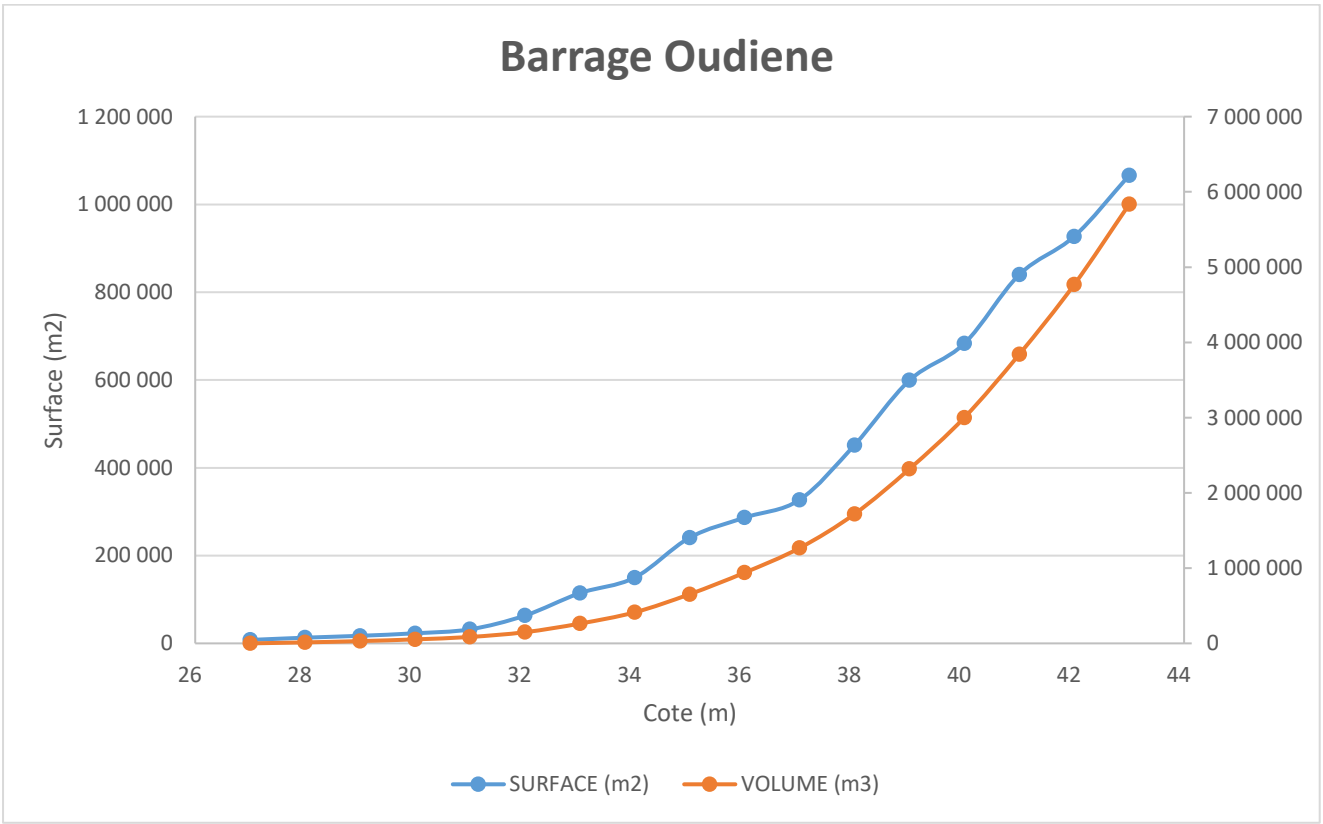
Apports en eau (Mm3)

	Années sèches					**Médiane**	**Années humides**				
T (ans)	**100**	**50**	**20**	**10**	**5**	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Apports (Mm^3)	1	1	1	2	2	5	10	14	19	27	34

Source : DGRE-Traitement STUDI, Eau 2050

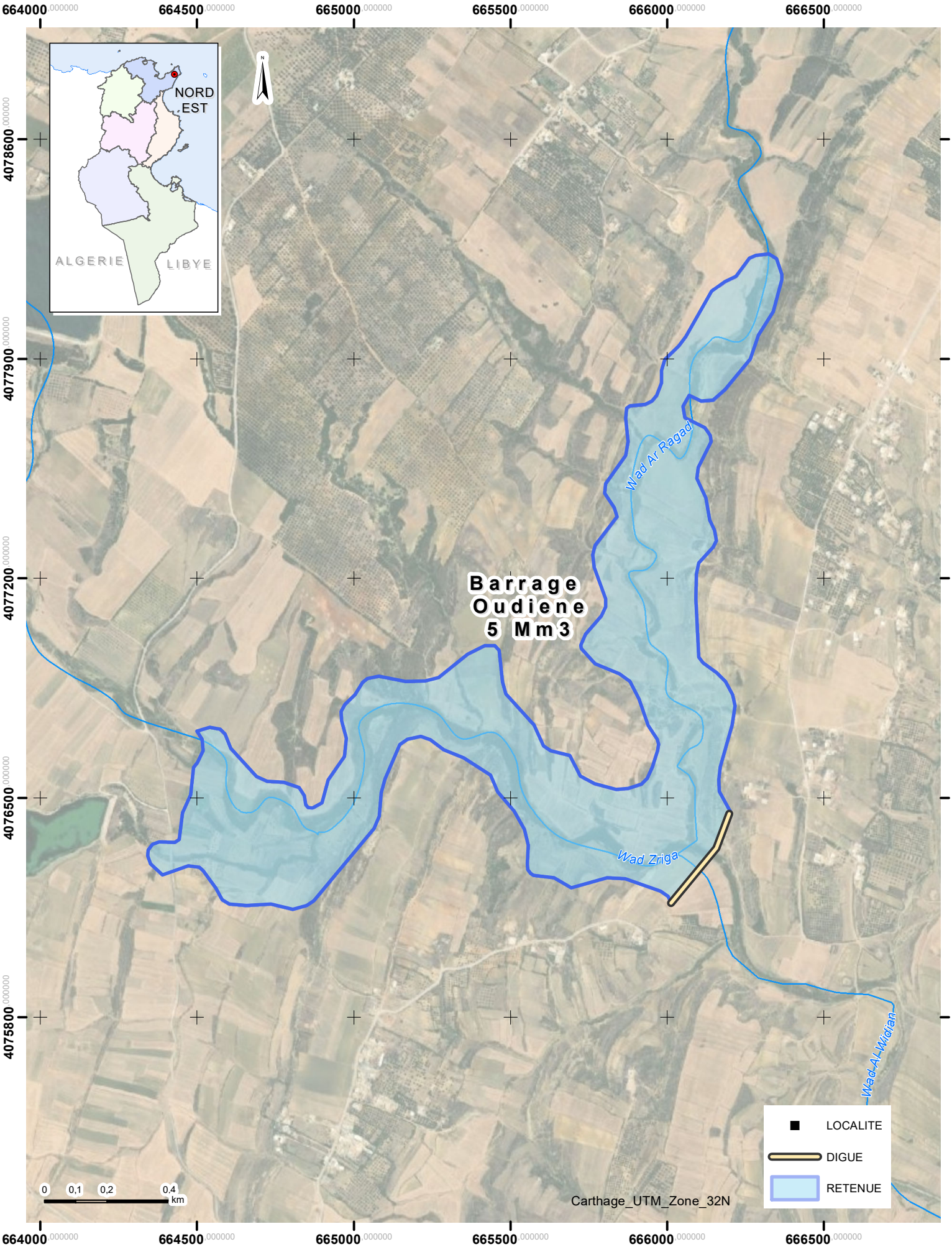
E. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE OUDIENE



Barrage Boudokhane (Potentiel)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Boudokhane
- Gouvernorat : Nabeul
- Délégation : Menzel Temime
- Les villes ou les villages les plus proches : Menzel Temime
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 664 601,36 m
    - Y : 4 070 961,13 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 37 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 39 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 137 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 5 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 15 m
- Charge d'eau : 11 m
- Longueur en crête : 450 m

D. Caractéristiques hydrologique

- Bassin versant: 47.3 Km^2
- Précipitations moyennes annuelles : 536.7 mm/ an
- Apport moyen annuel : 5 Mm^3/an

Apports en eau (Mm3)

	Années sèches					**Médiane**	**Années humides**				
T (ans)	**100**	**50**	**20**	**10**	**5**	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Apports (Mm^3)	1	1	1	1	2	4	7	11	14	20	26

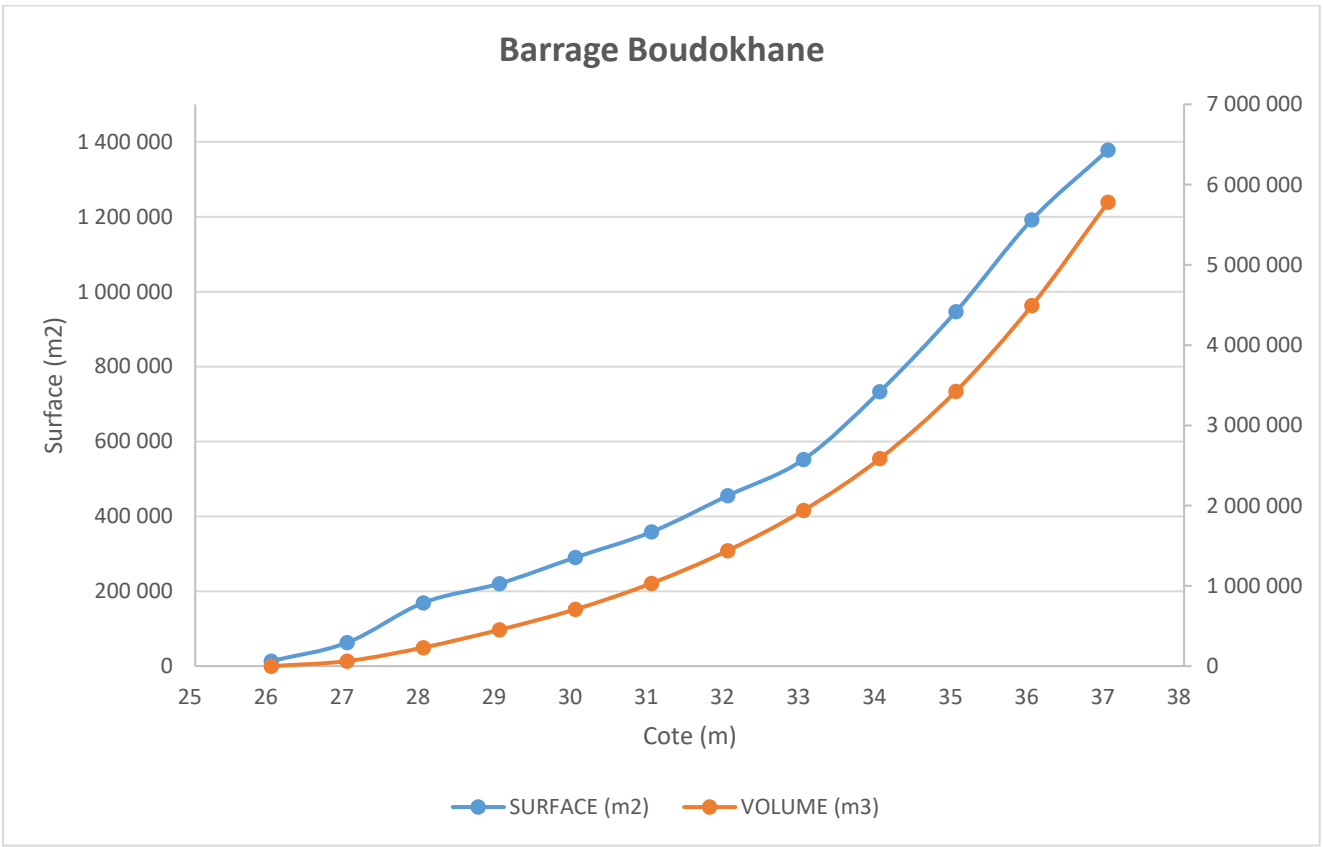
Source : DGRE-Traitement STUDI, Eau 2050

E. Impact

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Une route locale sur une longueur de 2.3 km et une zone agricole.

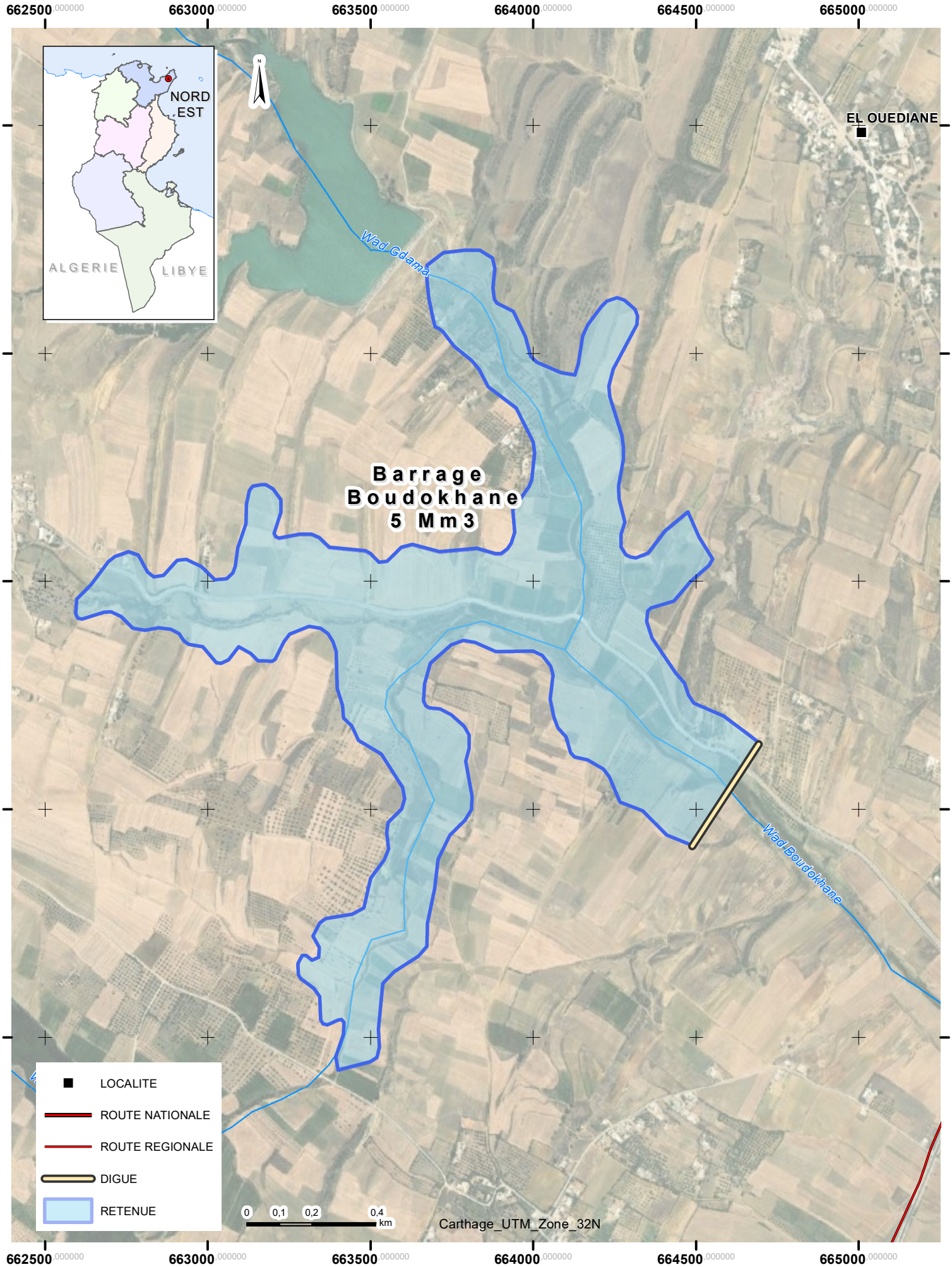
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE BOUDOKHANE



Barrage Masri amont (Potentiel)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Al Masri
- Gouvernorat : Nabeul
- Délégation : Grombalia
- Les villes ou les villages les plus proches : Ain Tebournouk
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 629 754,49 m
    - Y : 4 042 316,00 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 203 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 205 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 59 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 3 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 20 m
- Charge d'eau : 16 m
- Longueur en crête : 560 m

D. Caractéristiques hydrologique

- Bassin versant: 20.5 Km^2
- Précipitations moyennes annuelles : 464.9 mm/ an
- Apport moyen annuel : 1Mm^3/an

Apports en eau (Mm3)

	Années sèches					**Médiane**	**Années humides**				
T (ans)	**100**	**50**	**20**	**10**	**5**	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Apports (Mm^3)	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	3

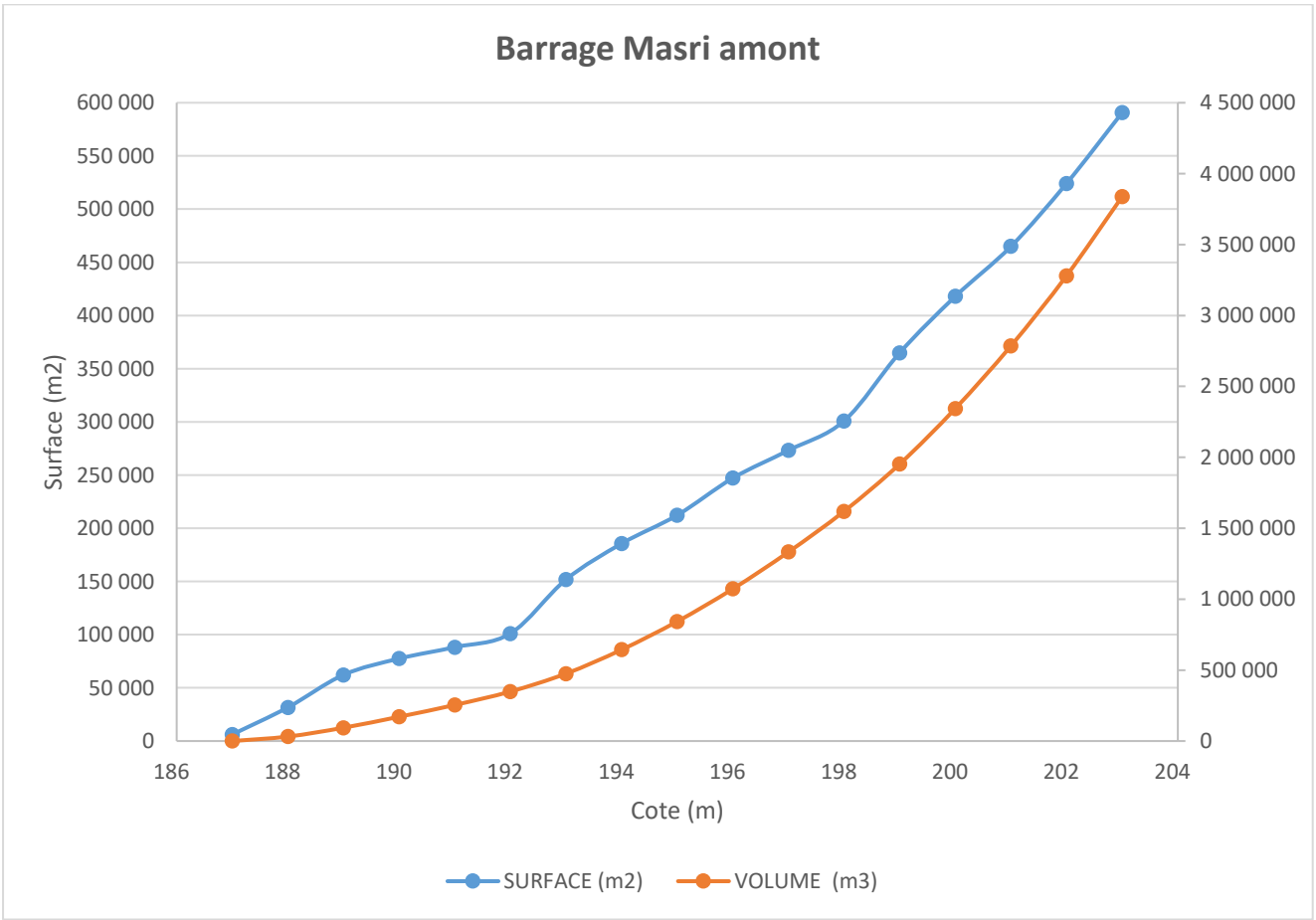
Source : DGRE-Traitement STUDI, Eau 2050

E. Impact

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Une route locale sur une longueur de 0.3 km, quelques logements et une zone agricole.

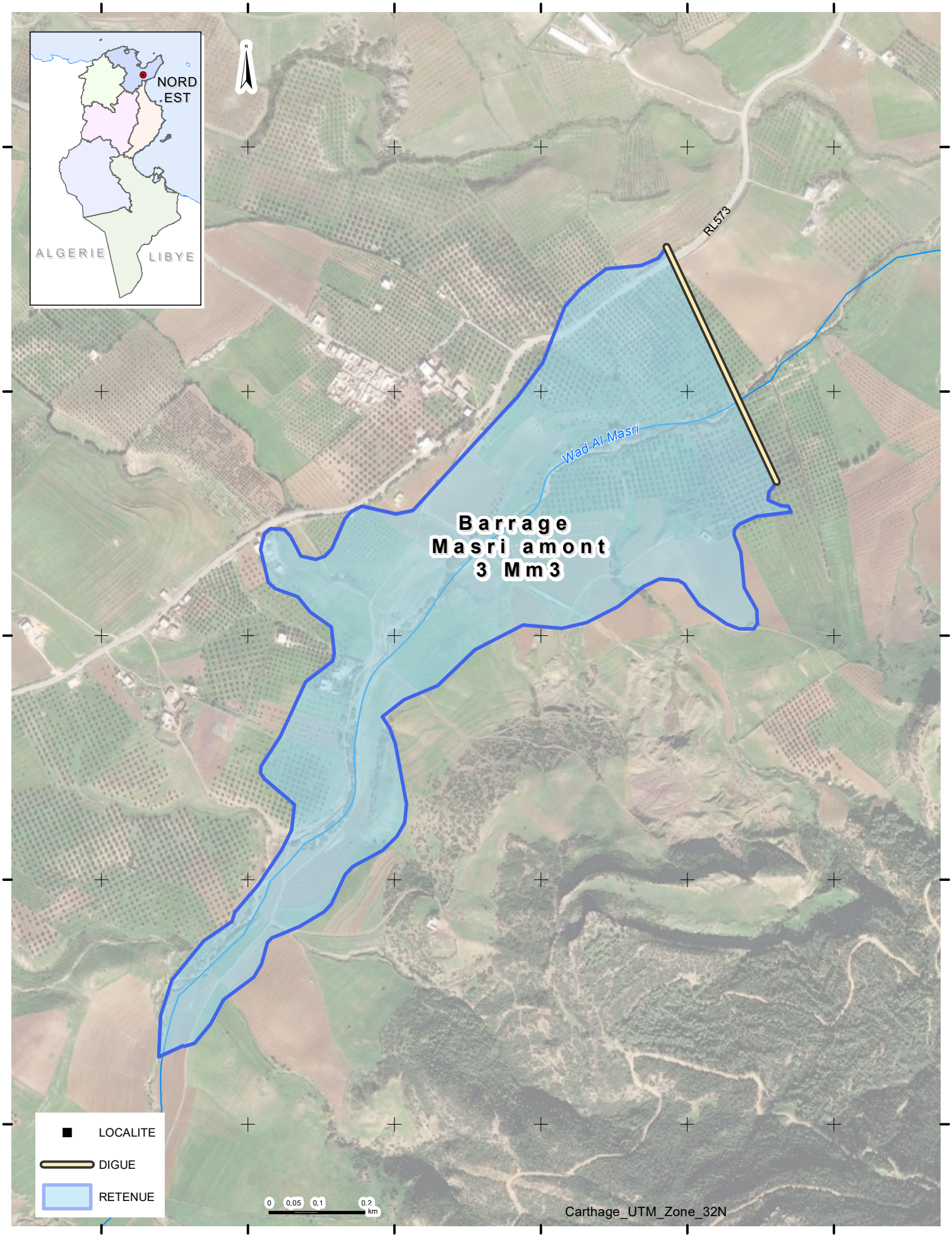
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE MASRI AMONT



Barrage Sejnane (Existant)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Sejnane
- Gouvernorat : Bizerte
- Les villes ou les villages les plus proches : Menzel Bourguiba
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 542 166,80 m
    - Y : 4 114 568,52 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 86.5 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 89.4 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 782 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 134 Mm^3

C. Caractéristiques de la retenue_ rehaussement :

- Côte de la retenue normale : 89 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 93 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 917 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 154.9 Mm^3
- Augmentation du volume :20.9 Mm^3

D. Caractéristiques du barrage

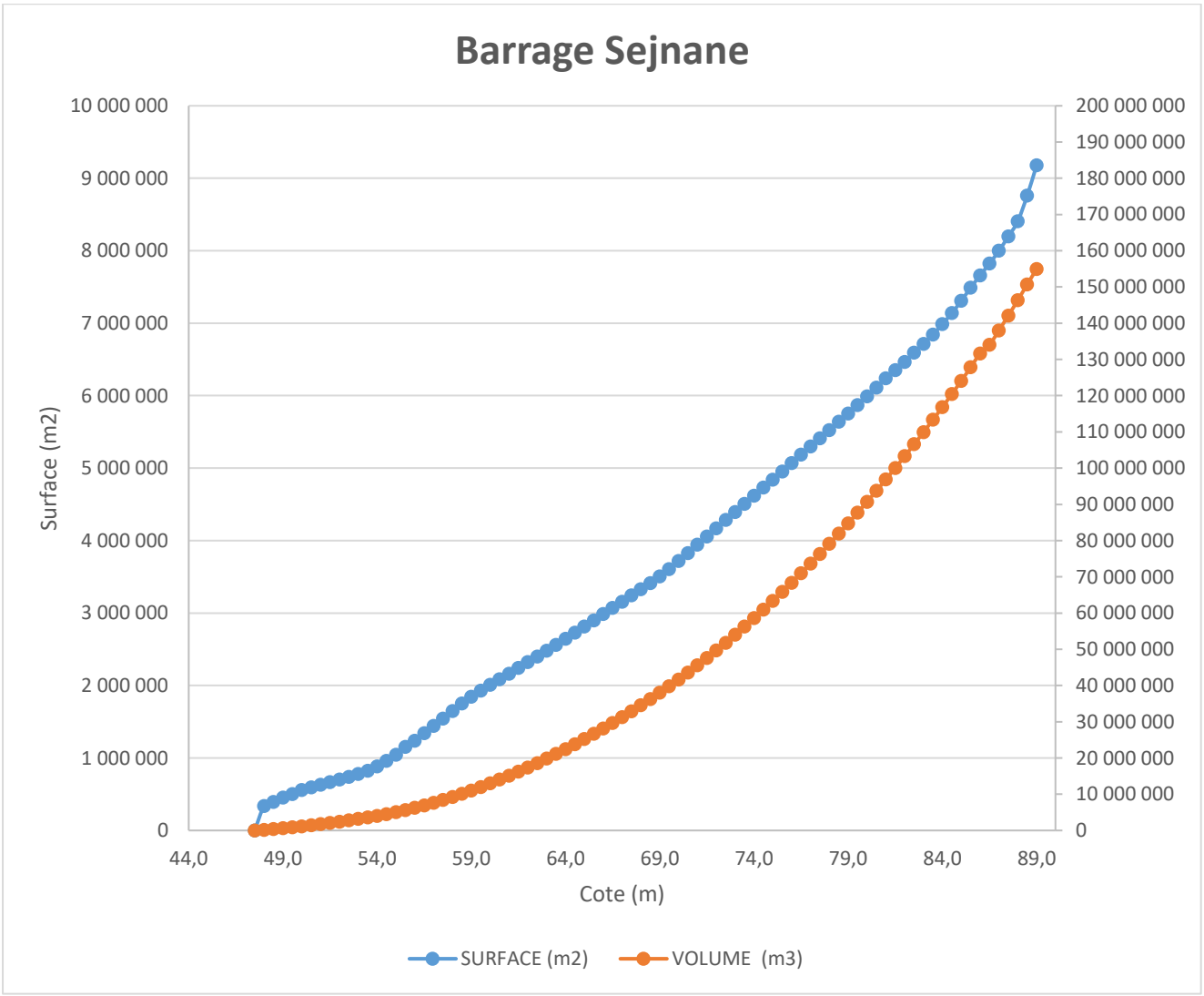
- Hauteur du barrage: 55 m
- Côte de la Crête de la digue : 95 m
- Longueur en crête : 898 m

E. Impact :

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Une route RR58 sur une longueur de 2 km, et quelques logements et une zone agricole.

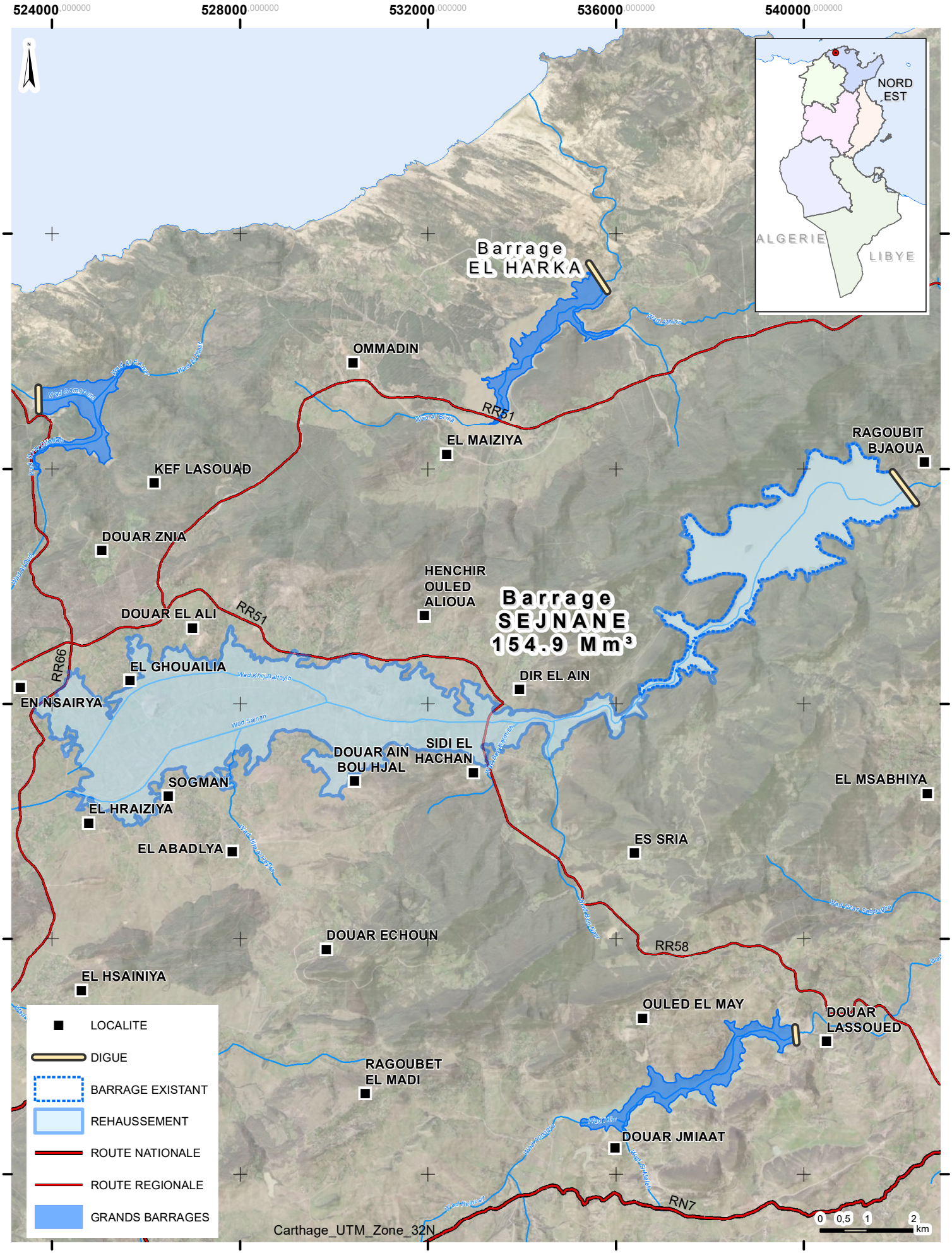
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues grâce aux résultats des travaux bathymétriques réalisés par DGBGTH.



Source : DGBGTH -Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE SEJNANE



Barrage Ghezala (Existant)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Ghezala
- Gouvernorat : Bizerte
- Les villes ou les villages les plus proches : Ghezala
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 548 523,46 m
    - Y : 4 101 120,80 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 82.5 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 86.1 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale :113 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 10.0 Mm^3

C. Caractéristiques de la retenue_ rehaussement :

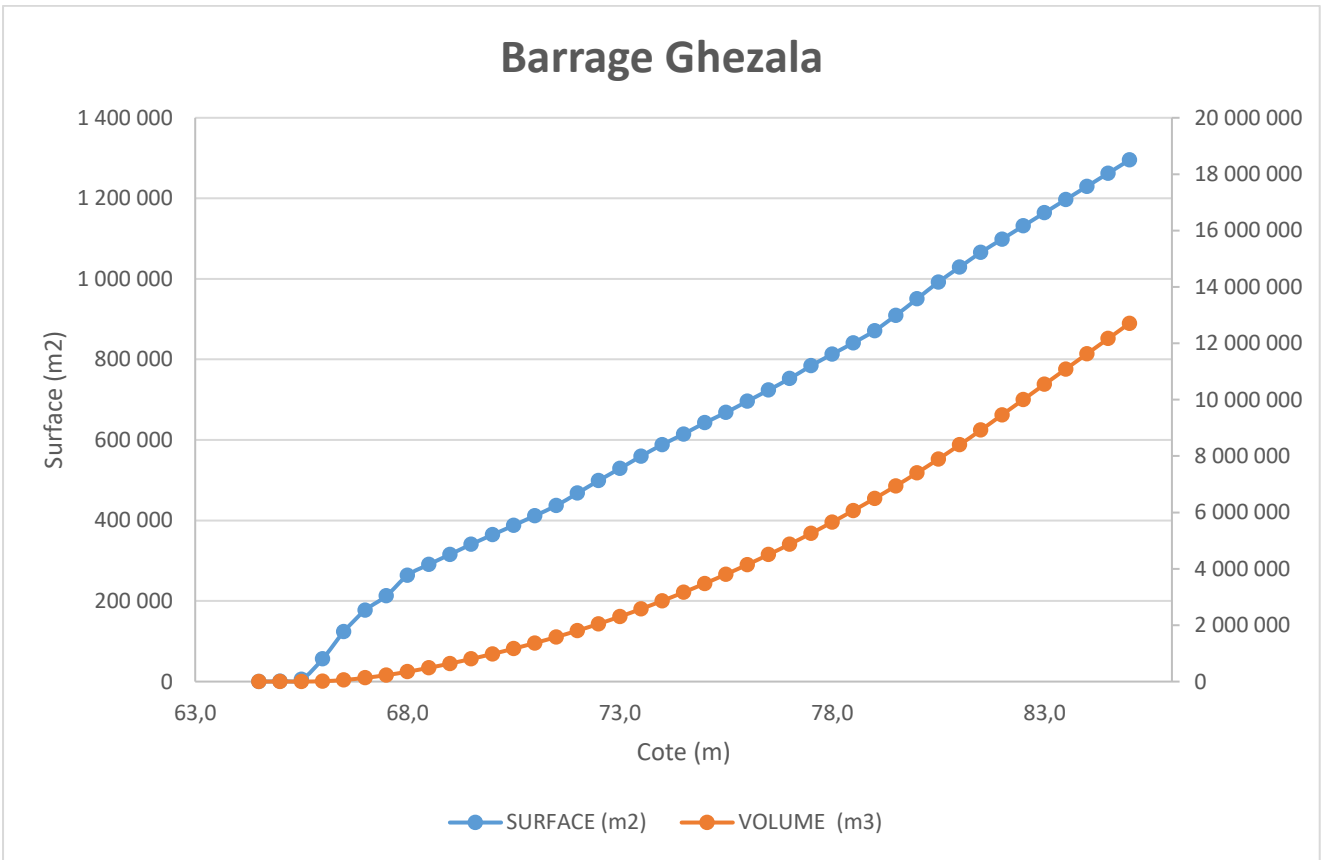
- Côte de la retenue normale : 85 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 87 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 129 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 12.7 Mm^3
- Augmentation du volume : 2.7 Mm^3
- La revanche de la digue à assurer par le parapet en béton de hauteur 1.5 m.

D. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 40.0 m
- Côte de la Crête de la digue : 86.4 m
- Longueur en crête : 560 m

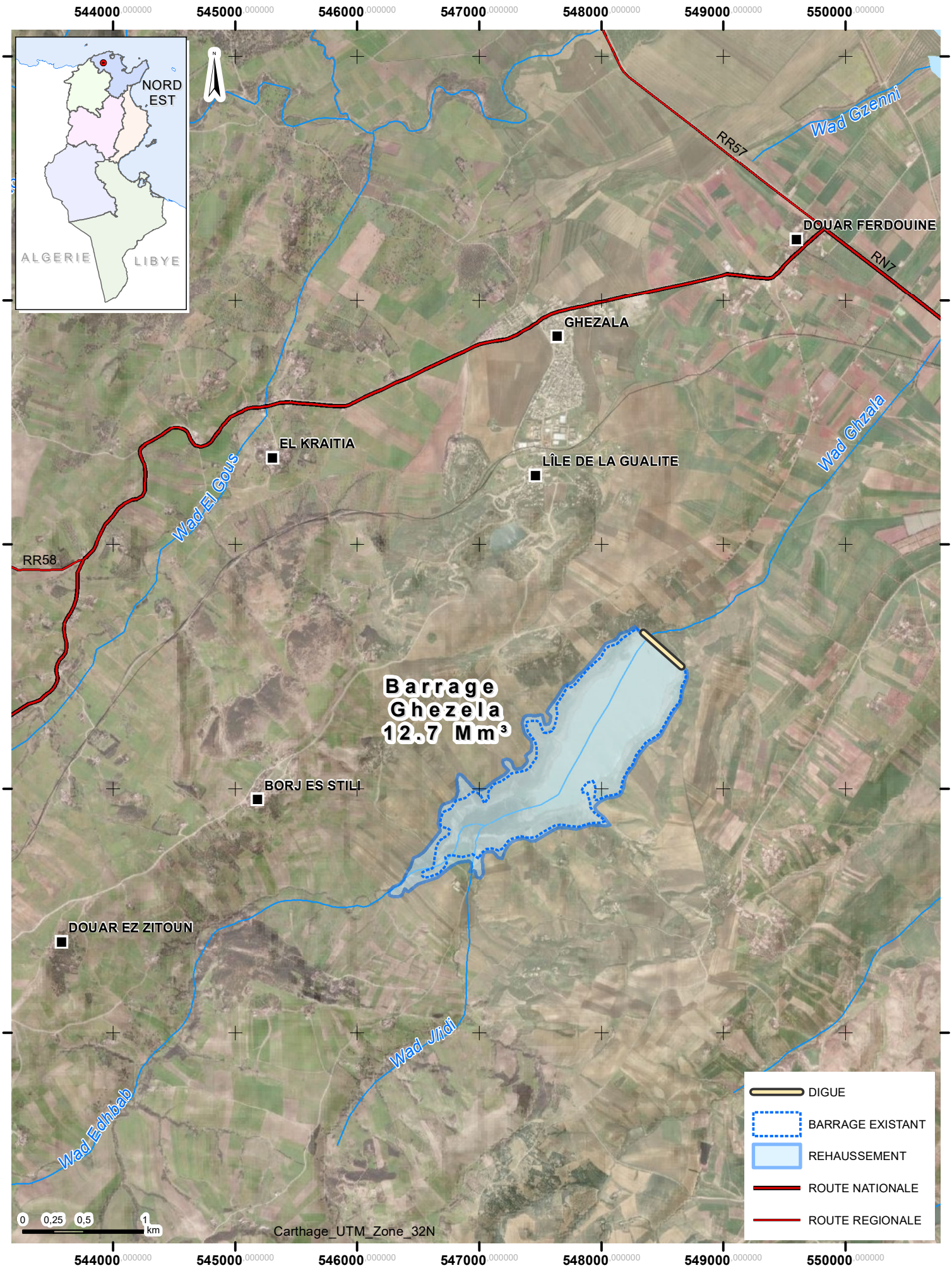
E. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues grâce aux résultats des travaux bathymétriques réalisés par DGBGTH.



Source : DGBGTH -Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE GHEZELA



Barrage Gangoume (Existant)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Gangoume
- Gouvernorat : Bizerte
- Les villes ou les villages les plus proches : Mateur
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 523 716,88m
    - Y : 4 116 483,46 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 48.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 50.5 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale :142 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 18.0 Mm^3

C. Caractéristiques de la retenue_ rehaussement :

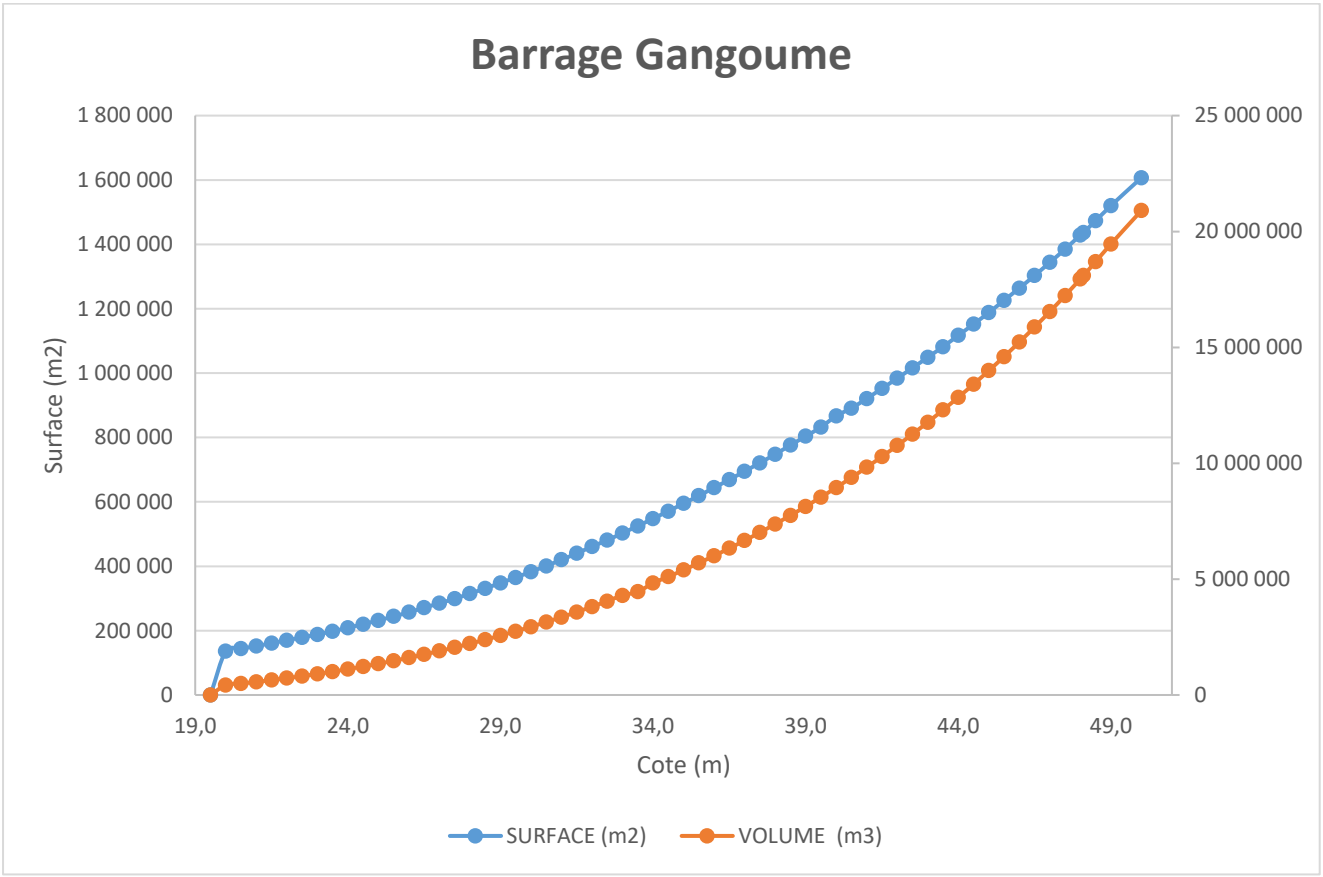
- Côte de la retenue normale : 50.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) :52.0 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale :160.0 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 20.9 Mm^3
- Augmentation du volume :2.9 Mm^3

D. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 45.0 m
- Côte de la Crête de la digue :54.0 m
- Longueur en crête :560 m

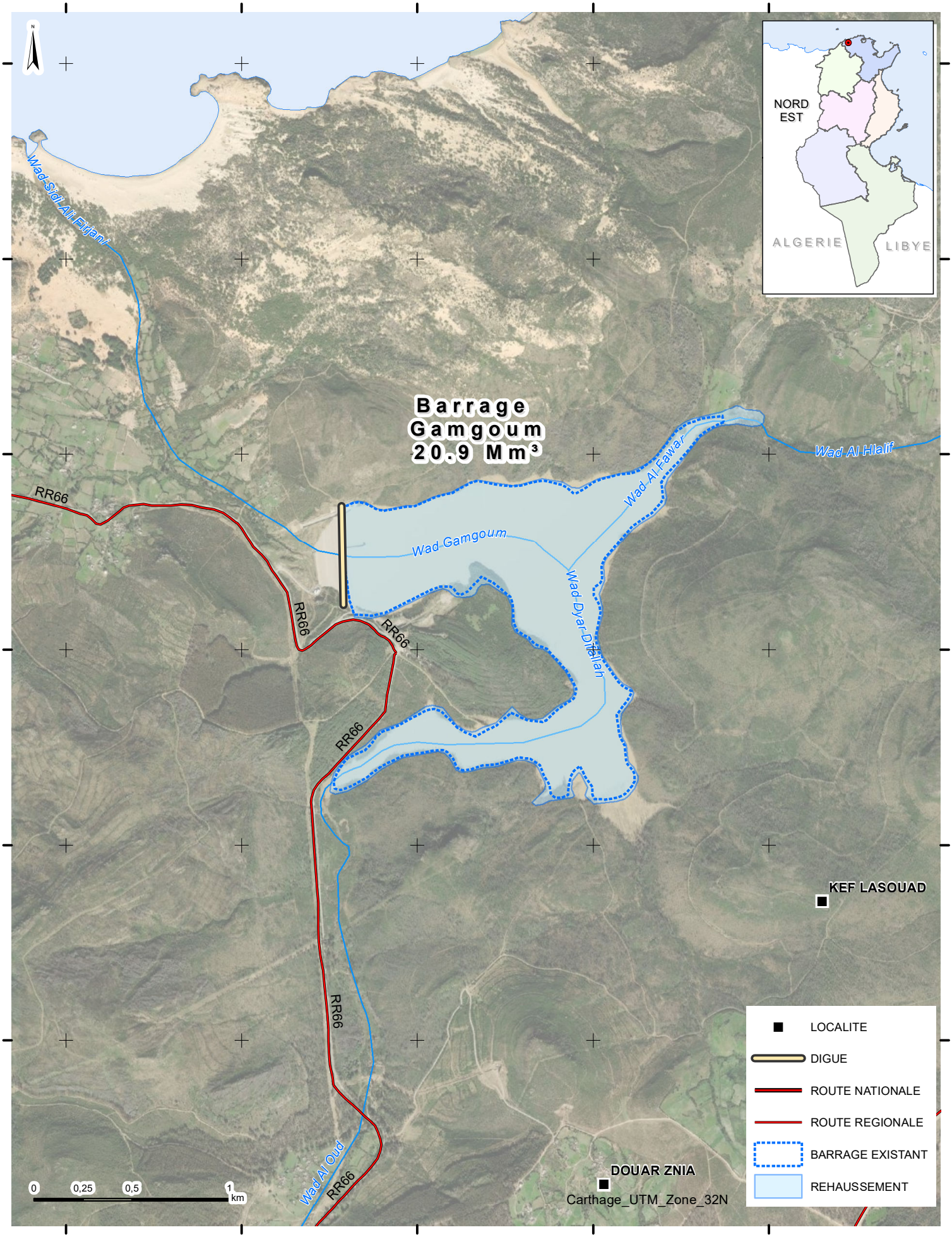
E. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues grâce aux résultats des travaux bathymétriques réalisés par DGBGTH.



Source : DGBGTH -Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE GAMGOUM



Barrage El Melah (Existant)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Melah
- Gouvernorat : Bizerte
- Les villes ou les villages les plus proches : Mateur
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 539 827,84 m
    - Y : 4 102 985,01 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Cote de la retenue normale : 136.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 139.4 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 303 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 41.0 Mm^3

C. Caractéristiques de la retenue_ rehaussement :

- Cote de la retenue normale : 139.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) :142.0 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale :345.0 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 50.8 Mm^3
- Augmentation du volume : 9.8 Mm^3

D. Caractéristiques du barrage

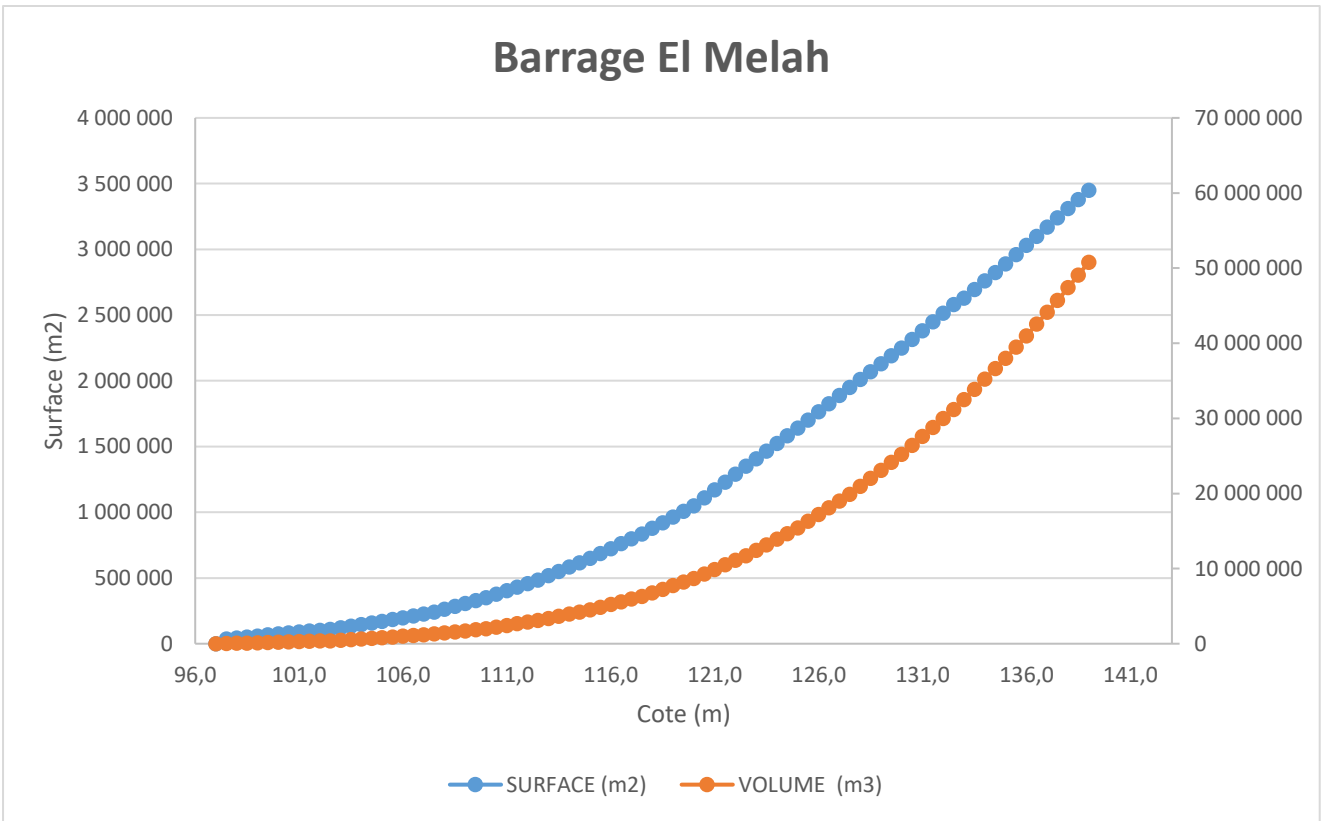
- Hauteur du barrage: 54.6 m
- Côte de la Crête de la digue :144.0 m
- Longueur en crête :300 m

E. Impact

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Une route sur une longueur de 300 m et une zone agricole.

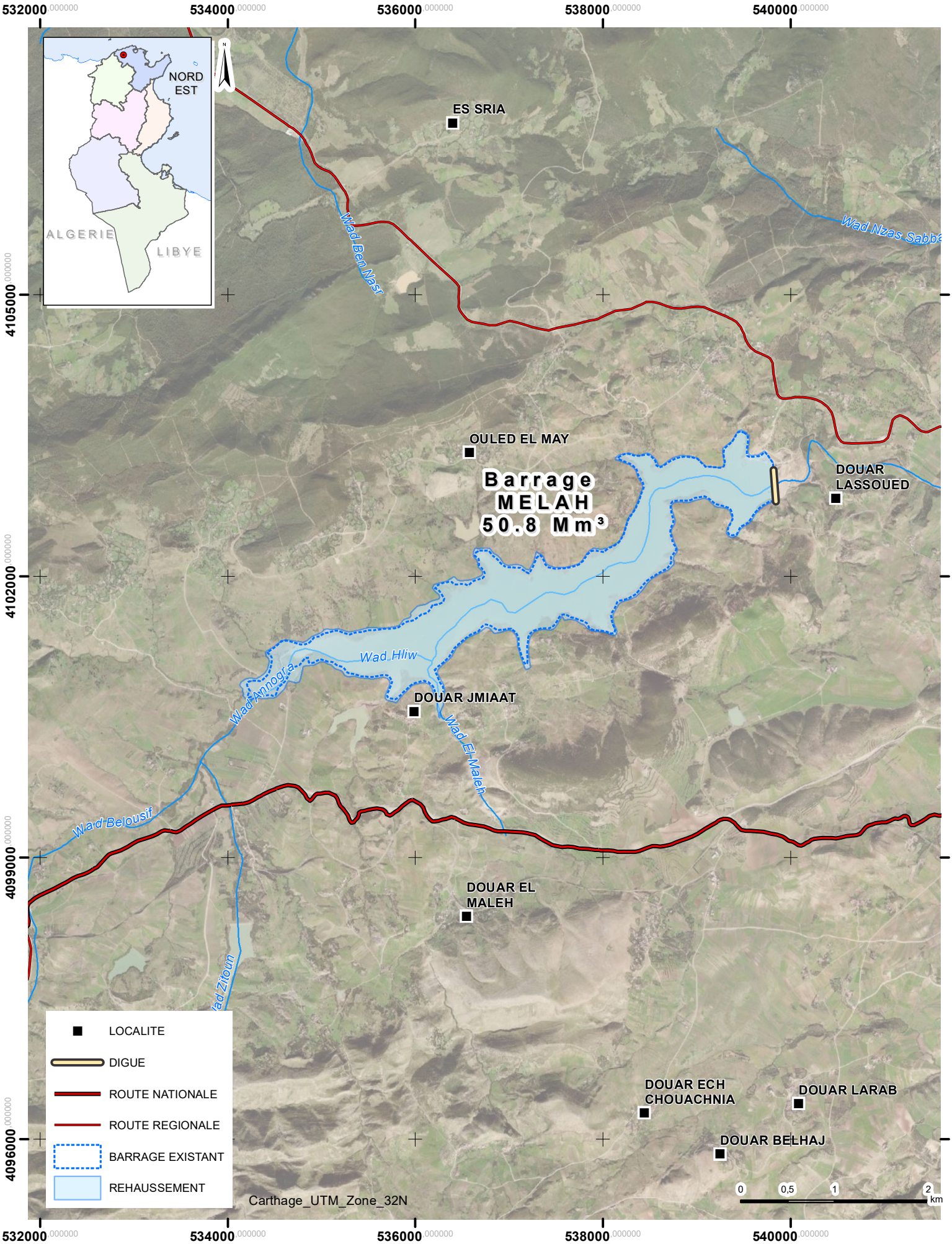
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues grâce aux résultats des travaux bathymétriques réalisés par DGBGTH.



Source : DGBGTH -Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE MELAH



Barrage Joumine (Existant)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Joumine
- Gouvernorat : Bizerte
- Les villes ou les villages les plus proches : Mateur
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
  - X : 554 651,41 m
  - Y : 4 093 554,27 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Cote de la retenue normale : 90.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 94.8 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale :658 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 118.8 Mm^3

C. Caractéristiques de la retenue_ rehaussement :

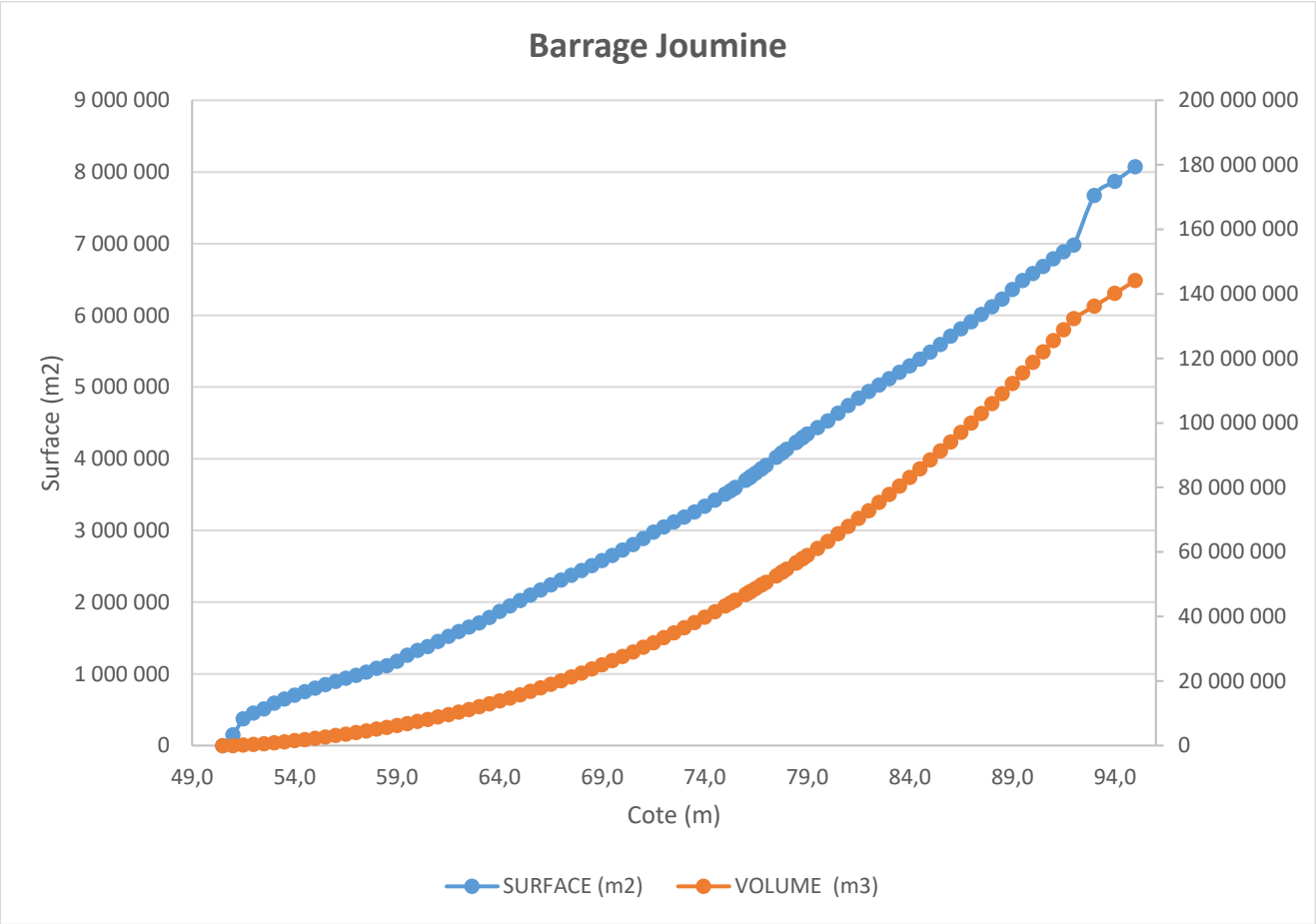
- Cote de la retenue normale : 95.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) :98.0m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale :807.0 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 144.2 Mm^3
- Augmentation du volume : 25.4 Mm^3

D. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 52.0 m
- Côte de la Crête de la digue :100.0 m
- Longueur en crête : 680 m

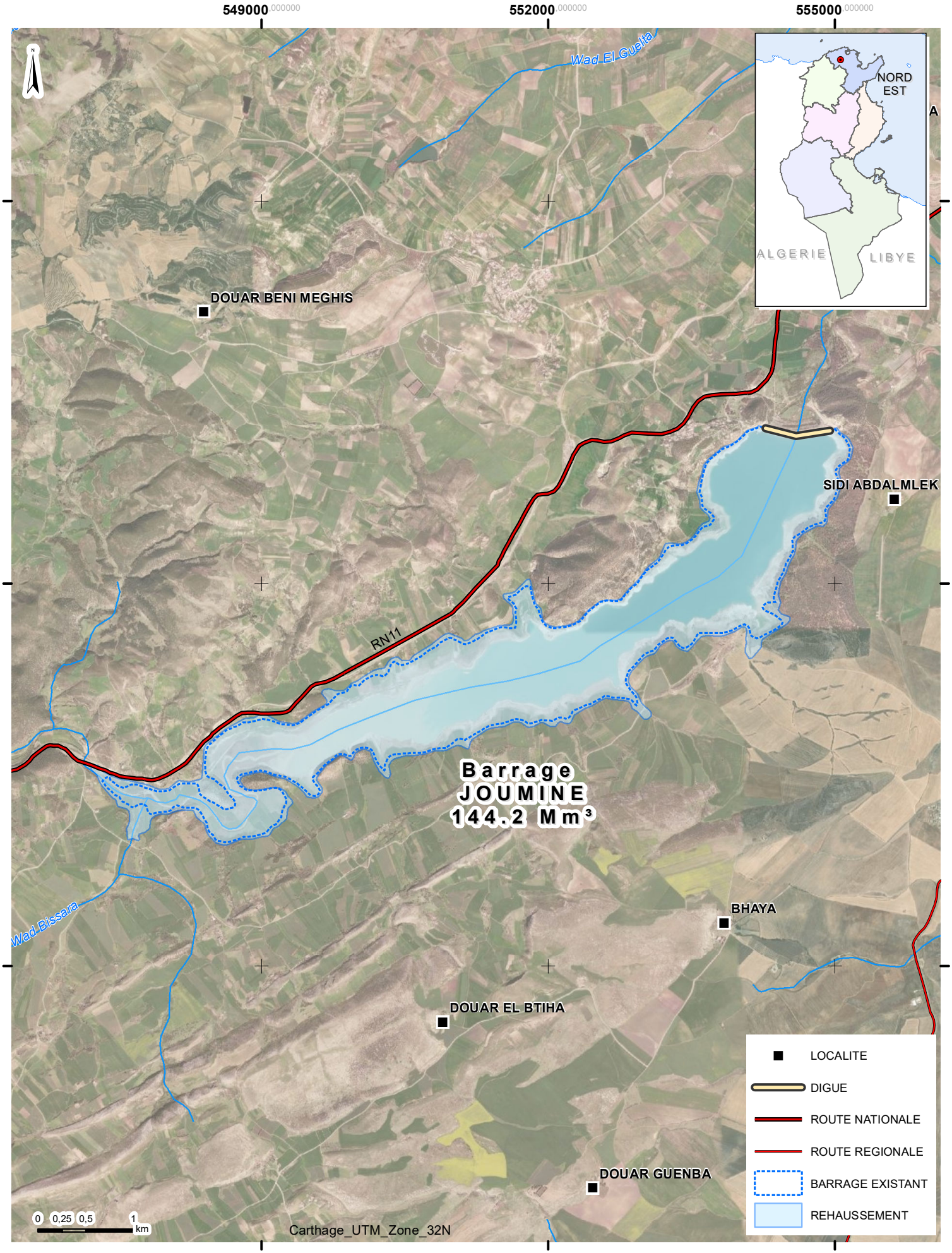
E. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues grâce aux résultats des travaux bathymétriques réalisés par DGBGTH.



Source : DGBGTH -Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE JOUMINE



Barrage Tine (Existant)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Tine
- Gouvernorat : Bizerte
- Les villes ou les villages les plus proches : Mateur
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 556 049,41 m
    - Y : 4 079 780,90 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Cote de la retenue normale : 136.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 139.4 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale :589 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 34.0 Mm^3

C. Caractéristiques de la retenue_ rehaussement :

- Cote de la retenue normale : 139.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) :142.0m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale :773.0 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 54.4 Mm^3
- Augmentation du volume : 20.4 Mm^3

D. Caractéristiques du barrage

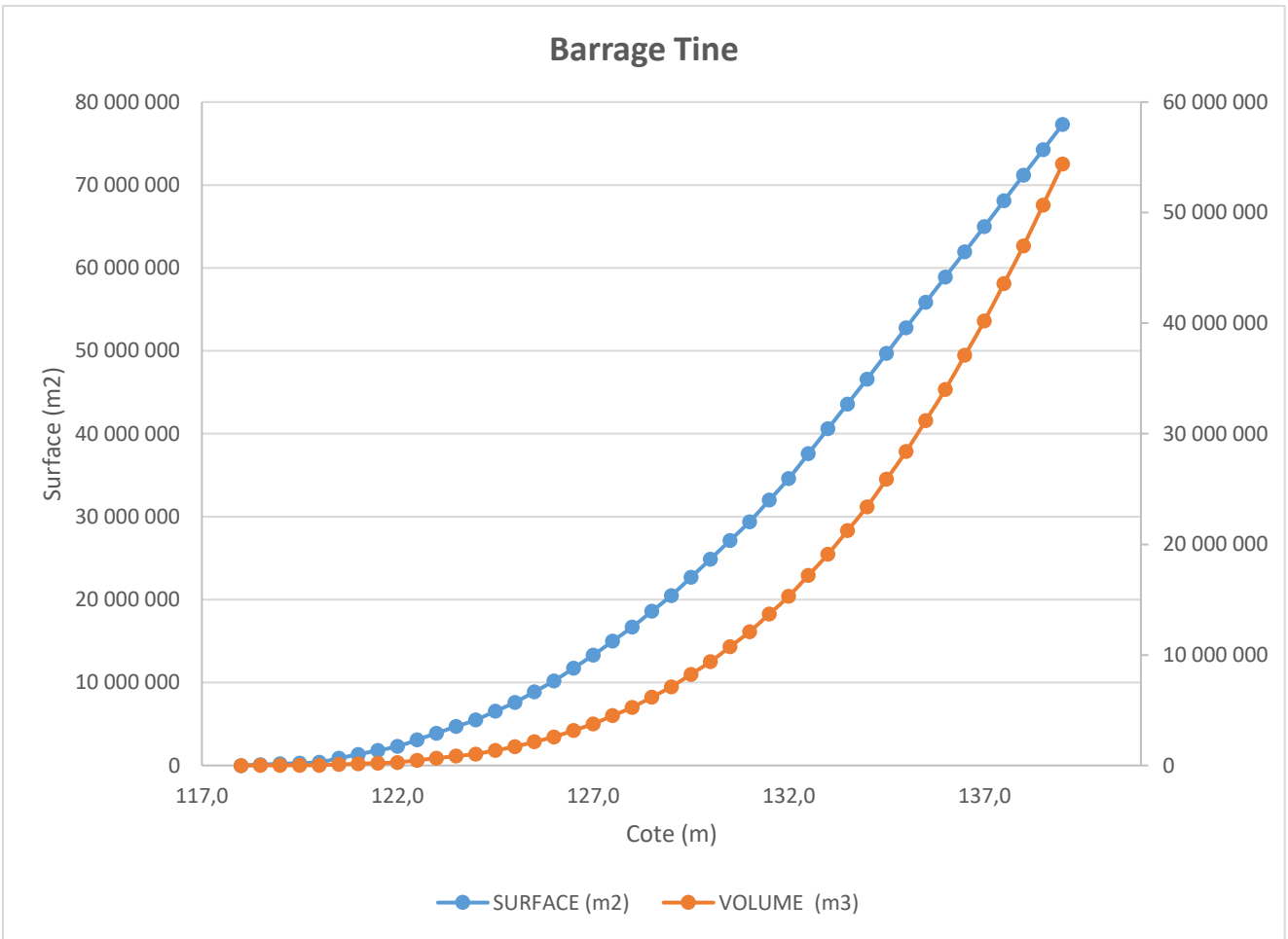
- Hauteur du barrage: 23.7 m
- Côte de la Crête de la digue :143.5 m
- Longueur en crête :800 m

E. Impact

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Une route RR64 sur une longueur de 1 km et une zone agricole.

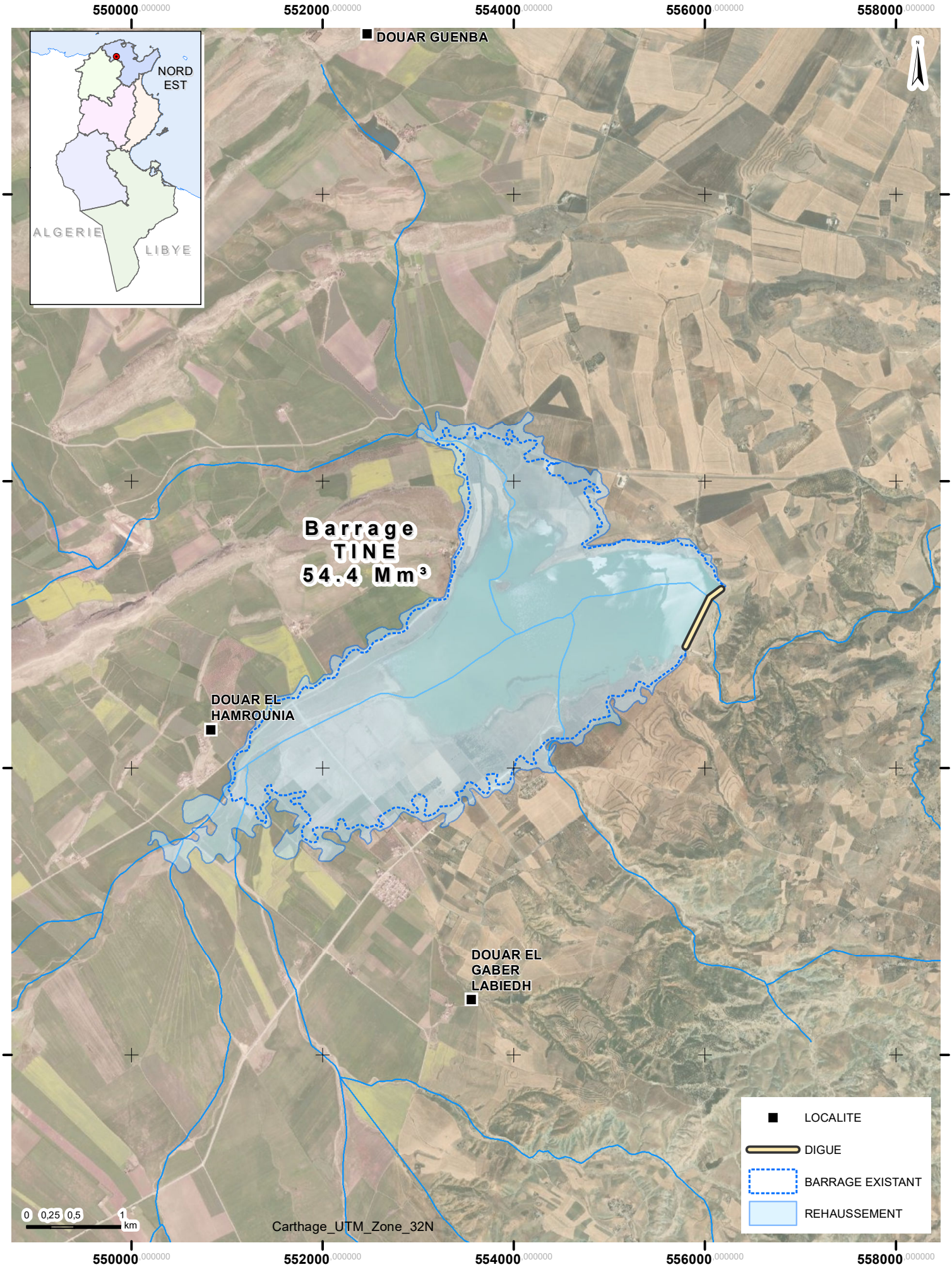
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues grâce aux résultats des travaux bathymétriques réalisés par DGBGTH.



Source : DGBGTH -Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE TINE



Barrage Ziatine (Existant)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Ziatine
- Gouvernorat : Bizerte
- Les villes ou les villages les plus proches : Mateur
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 518 031,72 m
    - Y : 4 114 999,44 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Cote de la retenue normale : 37.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 40.2 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale :285 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 33.3 Mm^3

C. Caractéristiques de la retenue_ rehaussement :

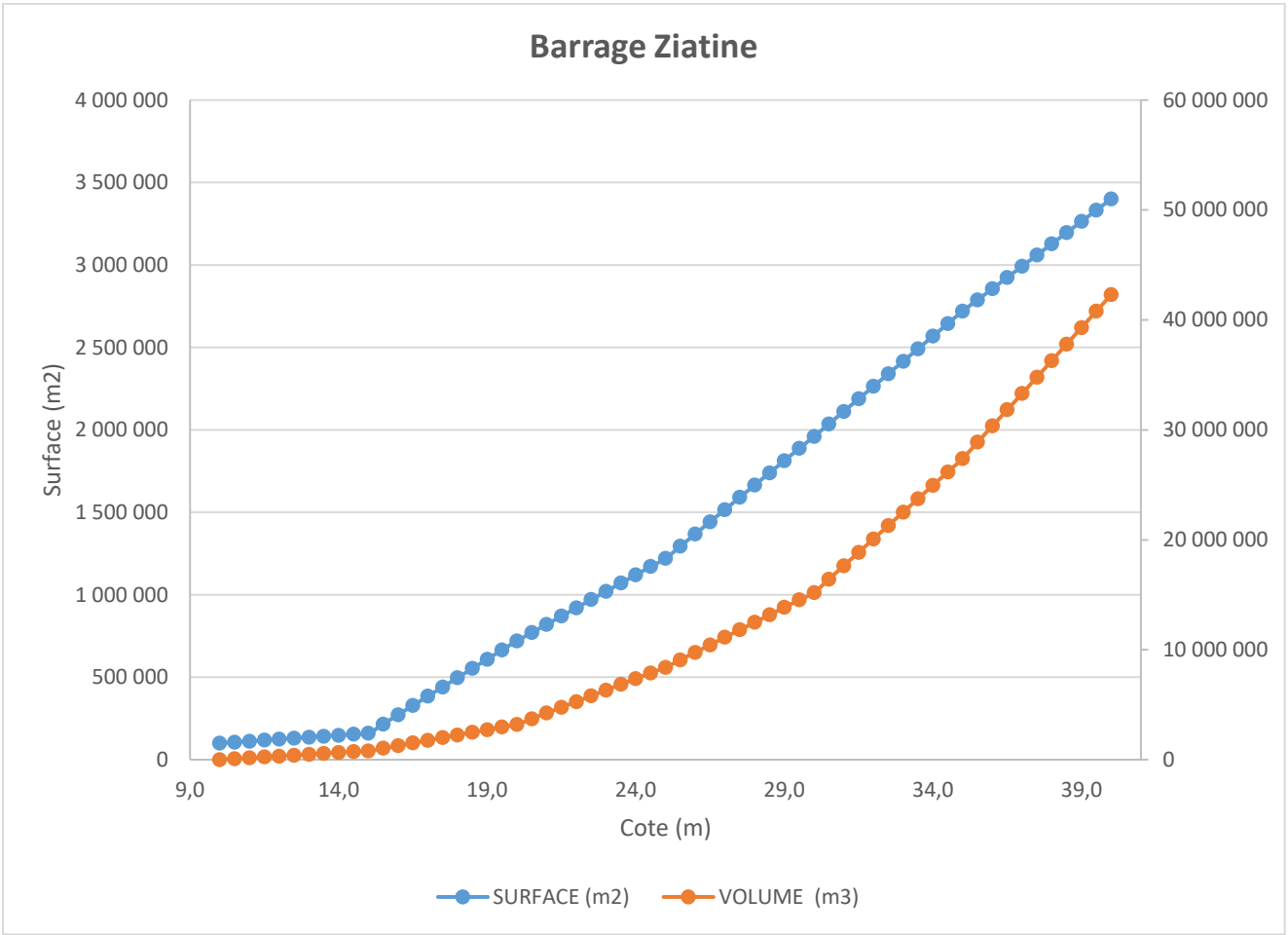
- Cote de la retenue normale : 40.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) :42.0m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale :340.0 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 42.3 Mm^3
- Augmentation du volume : 9.0 Mm^3

D. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 35.5 m
- Côte de la Crête de la digue :43.0 m
- Longueur en crête :1 130 m

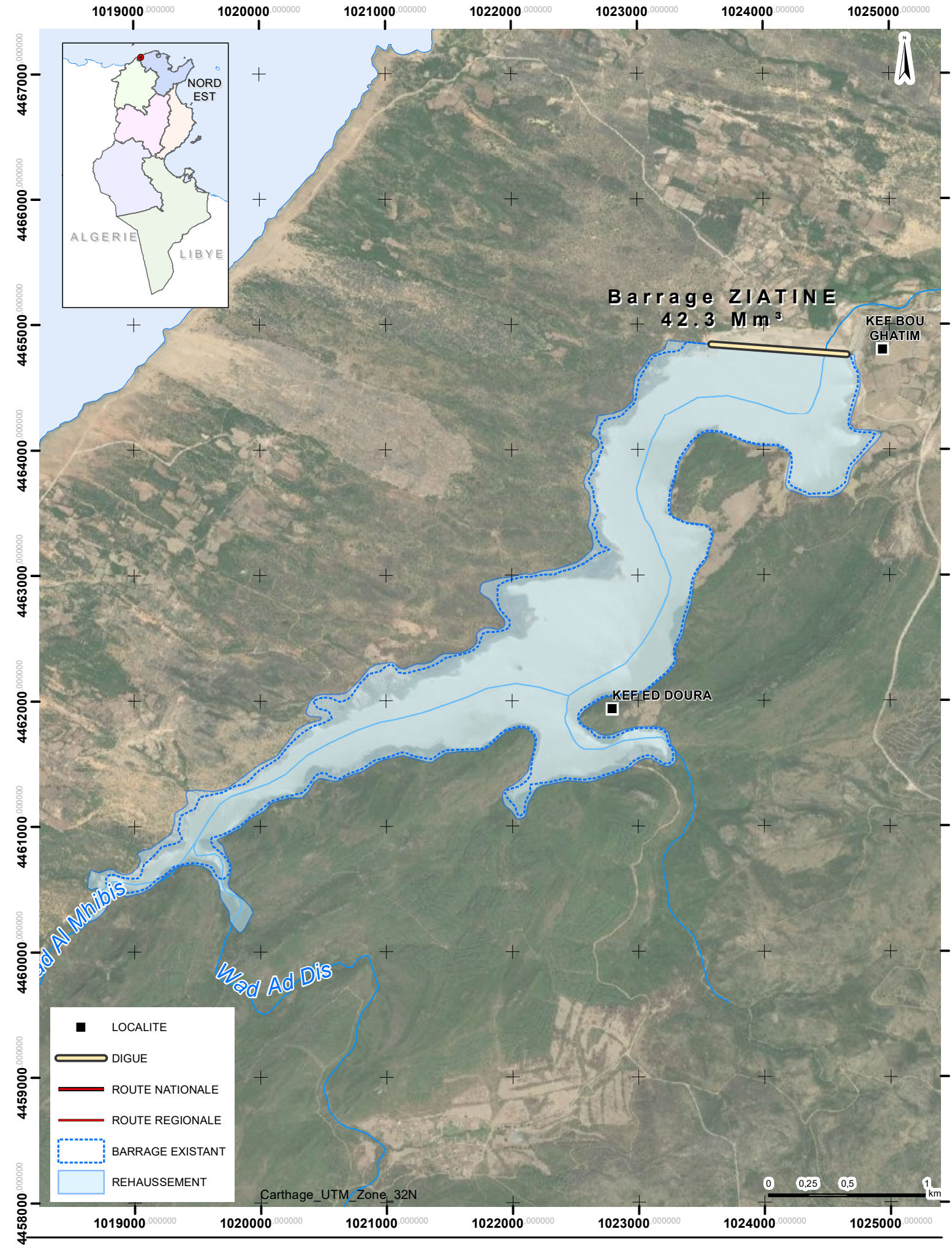
E. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues grâce aux résultats des travaux bathymétriques réalisés par DGBGTH.



Source : DGBGTH -Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE ZIATINE



Barrage Kebir (Existant)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Kebir
- Gouvernorat : Jendouba
- Les villes ou les villages les plus proches : Tabarka
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 475 182,37 m
    - Y : 4 081 198,0 3m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 85.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 88.5 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale :301 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 64.4 Mm^3
-

C. Caractéristiques de la retenue_ rehaussement :

- Côte de la retenue normale : 88.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) :91.0m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale :324.0 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale :73.8 Mm^3
- Augmentation du volume :9.4 Mm^3

D. Caractéristiques du barrage

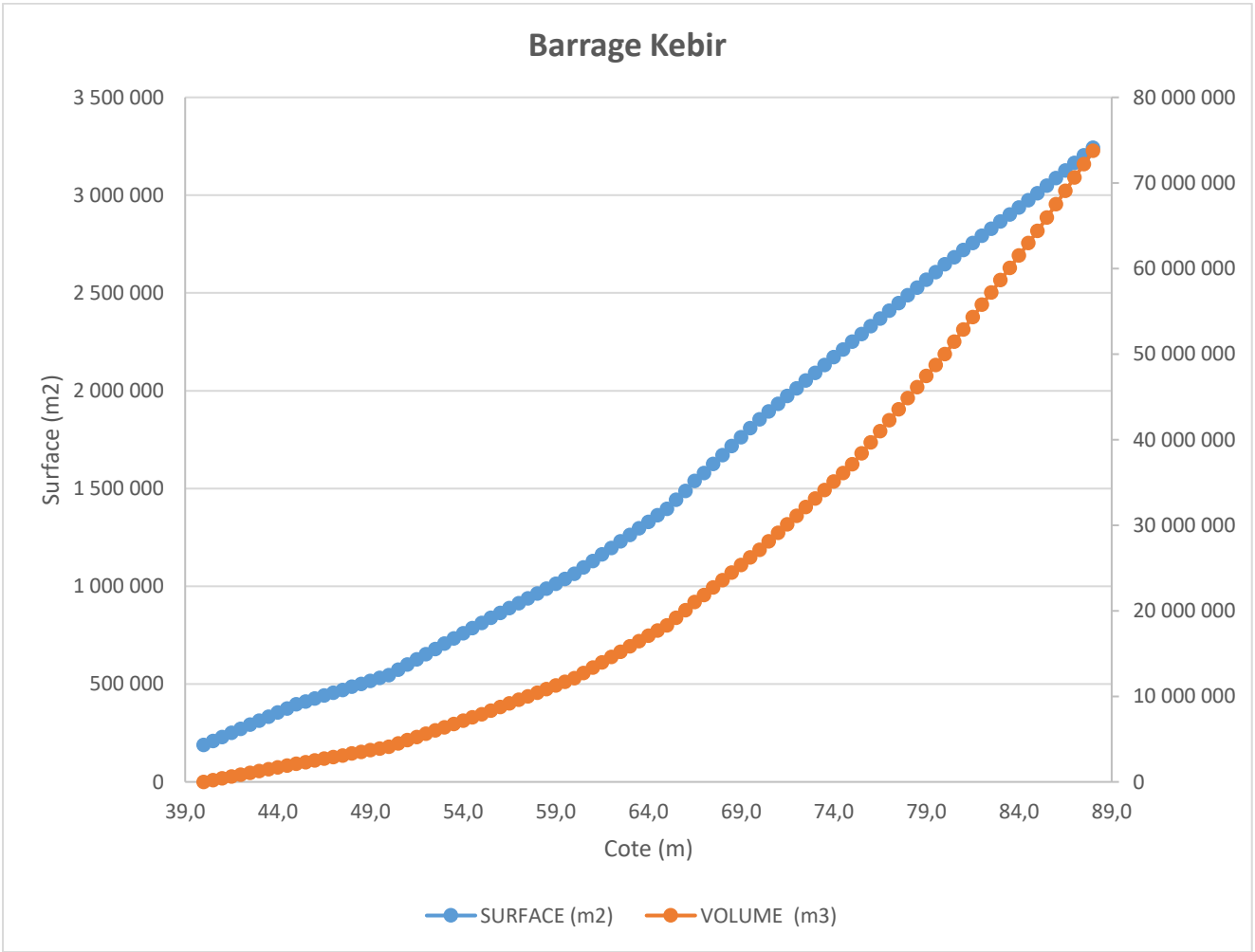
- Hauteur du barrage: 75.0 m
- Côte de la Crête de la digue :93.0 m
- Longueur en crête :600 m

E. Impact

Le barrage a impact sur une route RN17.

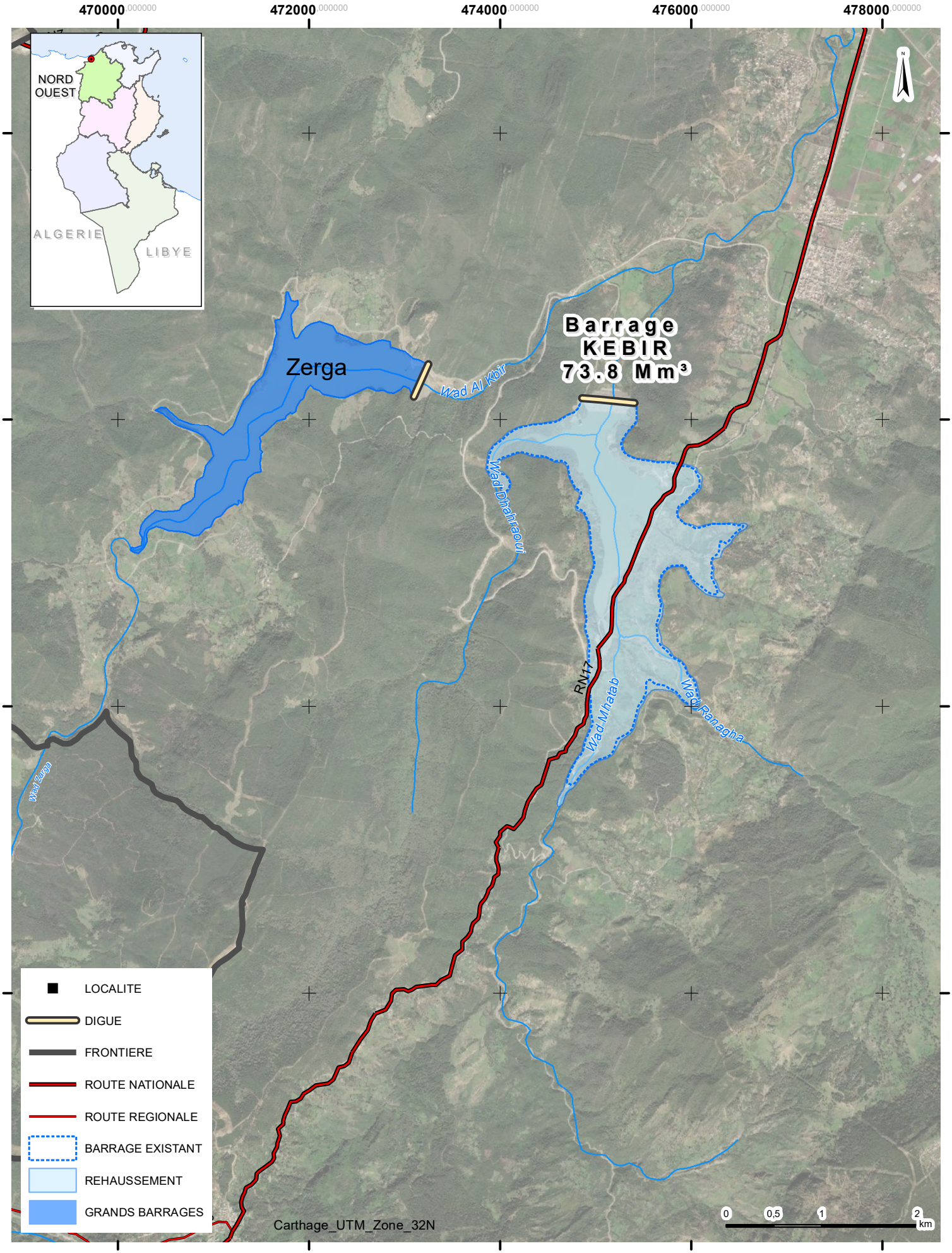
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues grâce aux résultats des travaux bathymétriques réalisés par DGBGTH.



Source : DGBGTH -Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE KEBIR



Barrage El Zerga (Existant)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Zerga
- Gouvernorat : Jendouba
- Les villes ou les villages les plus proches : Tabarka
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
  - X : 473 157,47 m
  - Y : 4 081 395,66 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Cote de la retenue normale : 93.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) :97.0 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale :176 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 24.4 Mm^3

C. Caractéristiques de la retenue_ rehaussement :

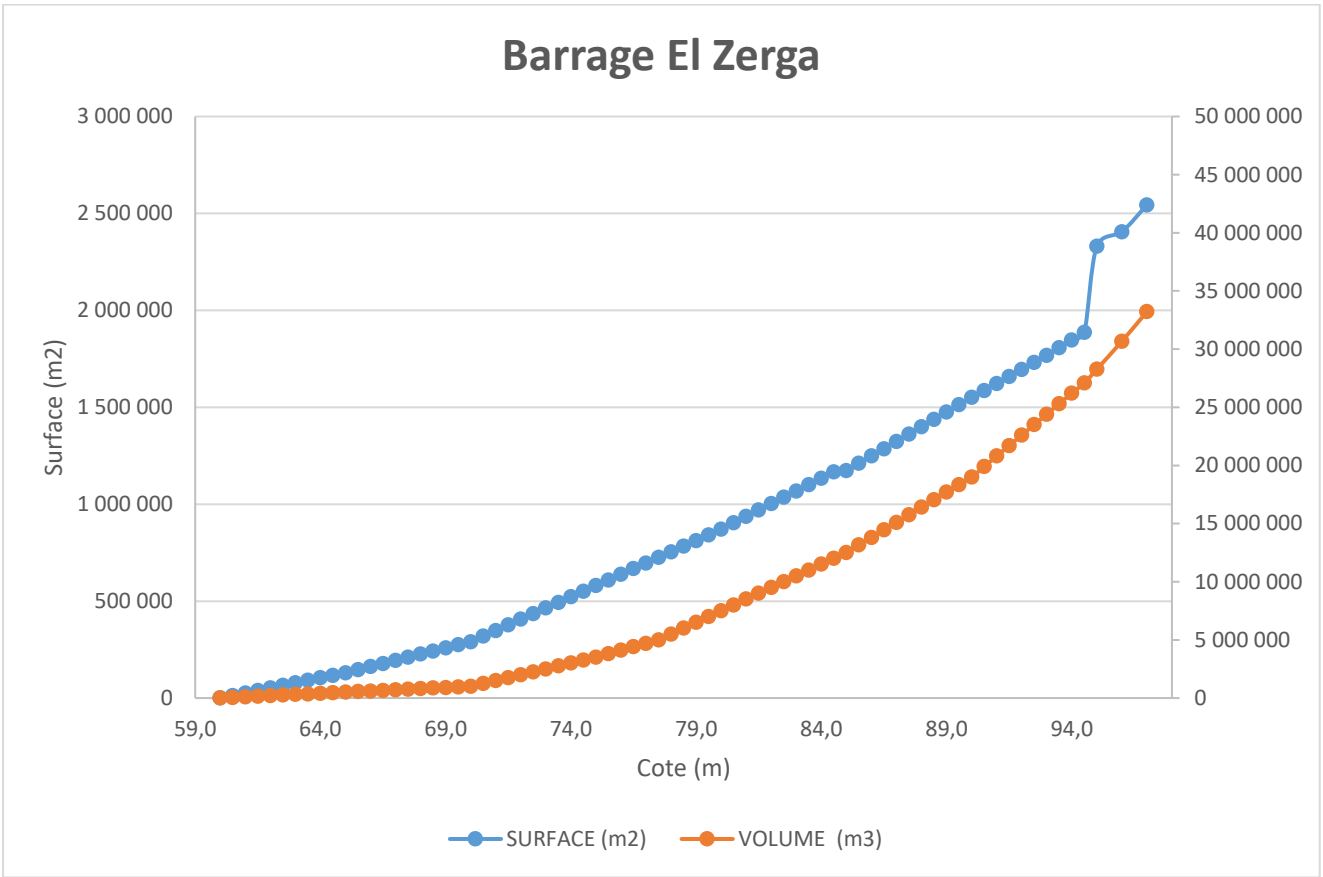
- Cote de la retenue normale : 97.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) :100.0m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale :254.0 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale :33.2Mm^3
- Augmentation du volume :8.8 Mm^3
- Pour gagner plus de volume, on propose de créer un deuxième site Zerga amont.

D. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 55.0 m
- Côte de la Crête de la digue :102 m
- Longueur en crête : 400 m

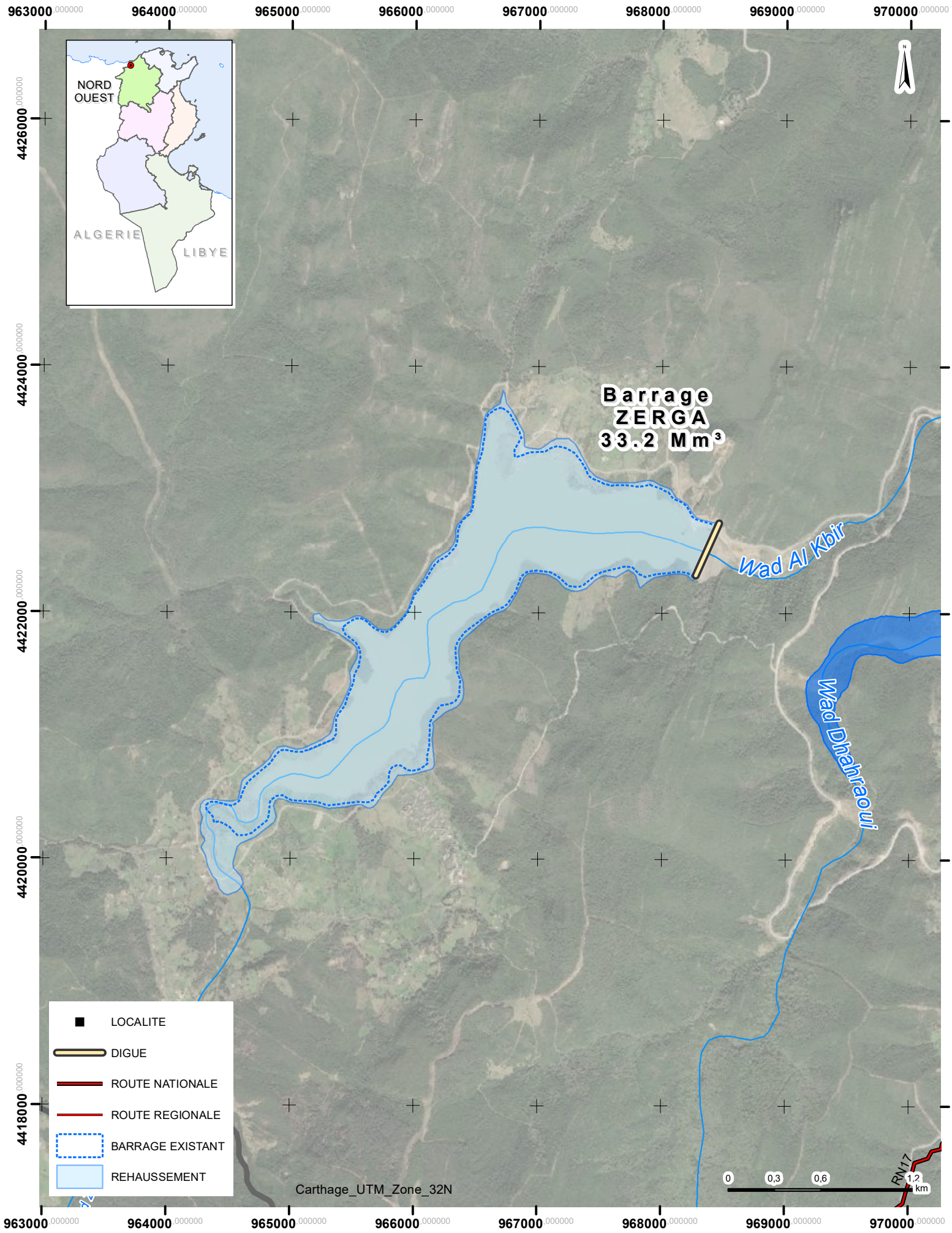
E. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues grâce aux résultats des travaux bathymétriques réalisés par DGBGTH.



Source : DGBGTH -Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE ZERGA



Barrage Ben Mtire (Existant)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued El Lil
- Gouvernorat : Jendouba
- Les villes ou les villages les plus proches : Ain Draham et Beni Mtir
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 476 992,38 m
    - Y : 4 066 457,61 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 436.5 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 440.0 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale :319 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 60.4 Mm^3

C. Caractéristiques de la retenue_ rehaussement :

- Côte de la retenue normale : 440.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) :443.0m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale :356.0 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale :72.2 Mm^3
- Augmentation du volume :11.8 Mm^3

D. Caractéristiques du barrage

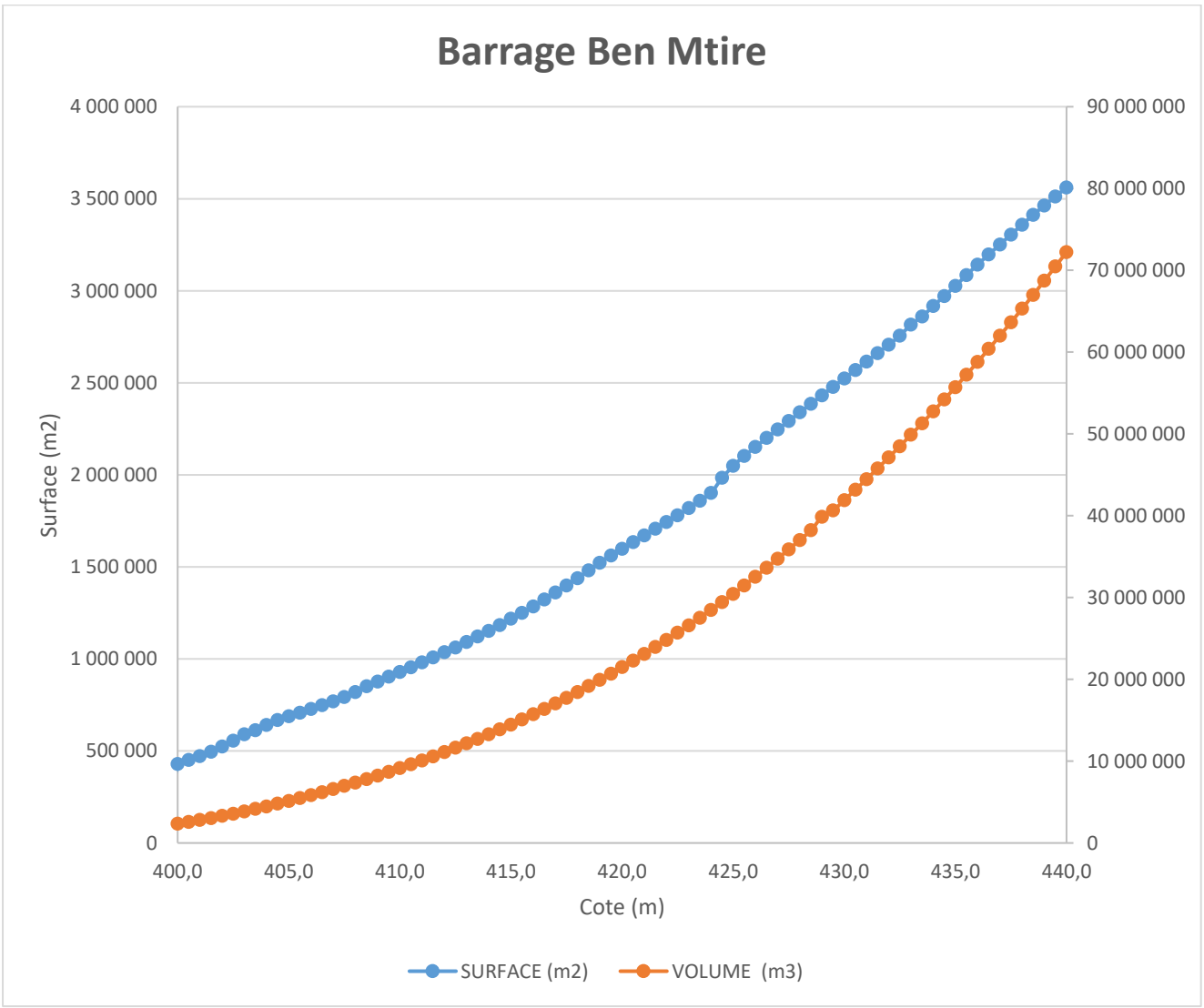
- Hauteur du barrage: 83.0 m
- Côte de la Crête de la digue :445.0 m
- Longueur en crête : 600 m

E. Remarque

Type compliqué du Barrage Beni Mtir (Barrage à contreforts indépendants au centre, barrage en béton à l'aile droite et barrage en enrochement à l'aile gauche). Augmentation de la retenue normale techniquement faisable malgré la complexité de la réalisation et le cout cher.

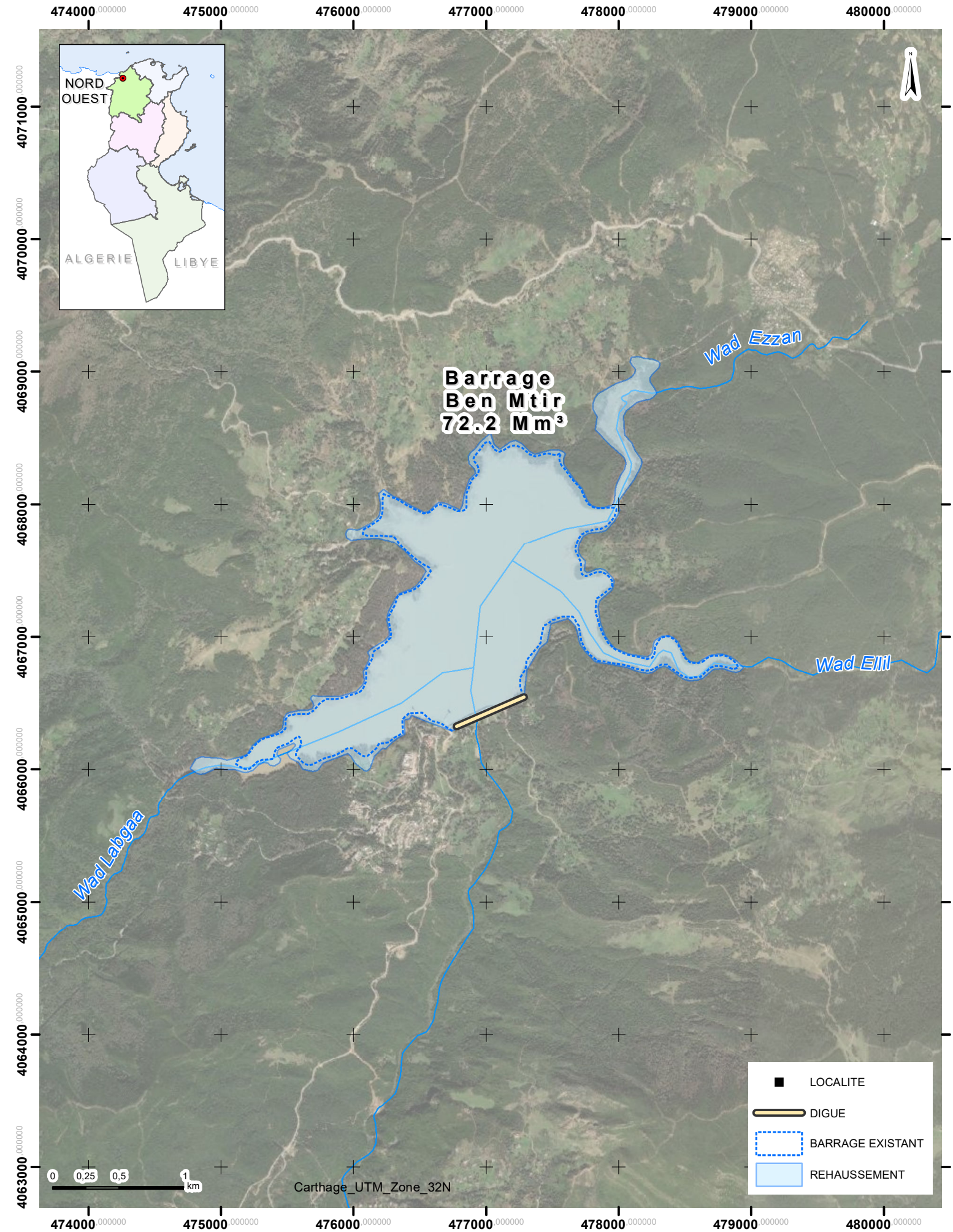
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues grâce aux résultats des travaux bathymétriques réalisés par DGBGTH.



Source : DGBGTH -Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE BENI M'TIR



Barrage Kasseb (Existant)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Kasseb
- Gouvernorat : Béja
- Les villes ou les villages les plus proches : Béja
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 500 207,51 m
    - Y : 4 067 970,86 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Cote de la retenue normale : 292 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) :294.4 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale :441 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 76.7 Mm^3

C. Caractéristiques de la retenue_ rehaussement :

- Cote de la retenue normale : 294.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) :296.0m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale :467.0 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale :85.8Mm^3
- Augmentation du volume :9.1 Mm^3

D. Caractéristiques du barrage

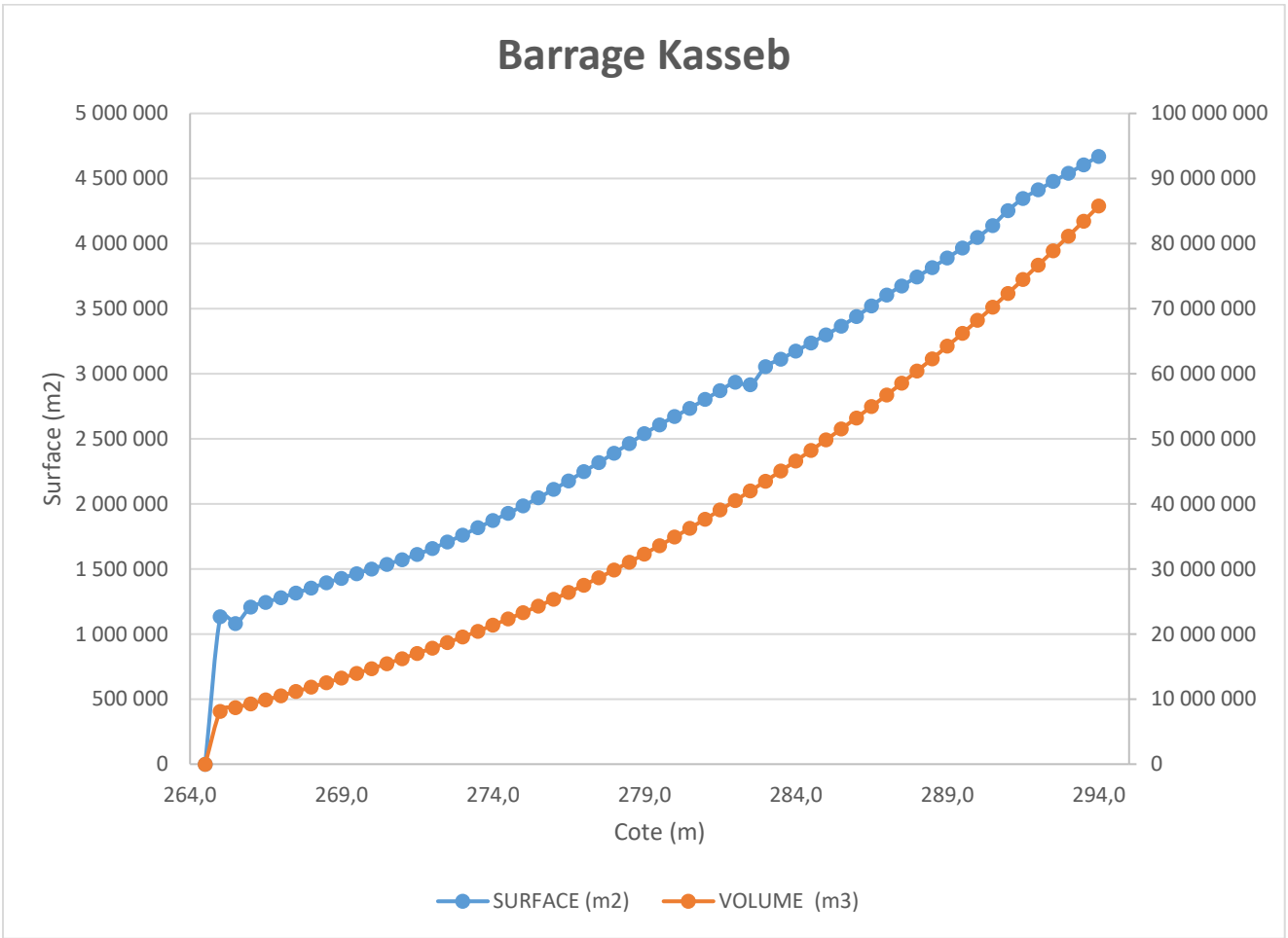
- Hauteur du barrage: 61.6 m
- Côte de la Crête de la digue : 298.0 m
- Longueur en crête :270 m

E. Remarque :

Type de barrage Kasseb est en voute. Augmentation de la retenue normale techniquement faisable malgré la complexité de la réalisation.

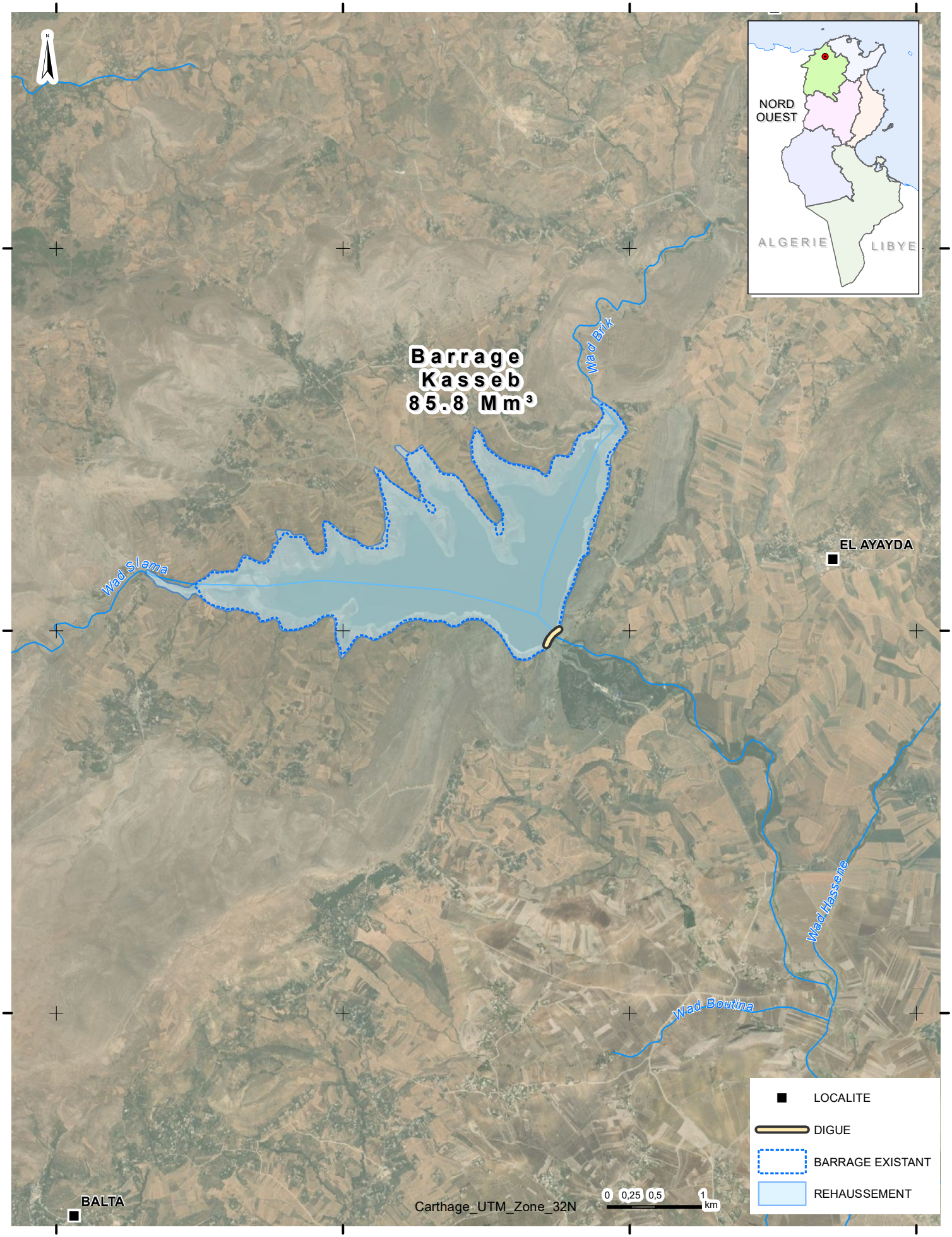
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues grâce aux résultats des travaux bathymétriques réalisés par DGBGTH.



Source : DGBGTH -Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE KASSEB



Barrage Zouitina (Existant)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued El Barbar
- Gouvernorat : Jendouba
- Les villes ou les villages les plus proches : Ain Draham
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 458 299,62 m
    - Y : 4 065 141,43 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 182.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) :192.4 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale :423 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 64.7 Mm^3

C. Caractéristiques de la retenue_ rehaussement :

- Côte de la retenue normale : 184.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) :186.0m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale :475.0 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale :73.7 Mm^3
- Augmentation du volume : 9.0 Mm^3

D. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage:
- Côte de la Crête de la digue :188.0 m
- Longueur en crête : 660 m

E. Impact :

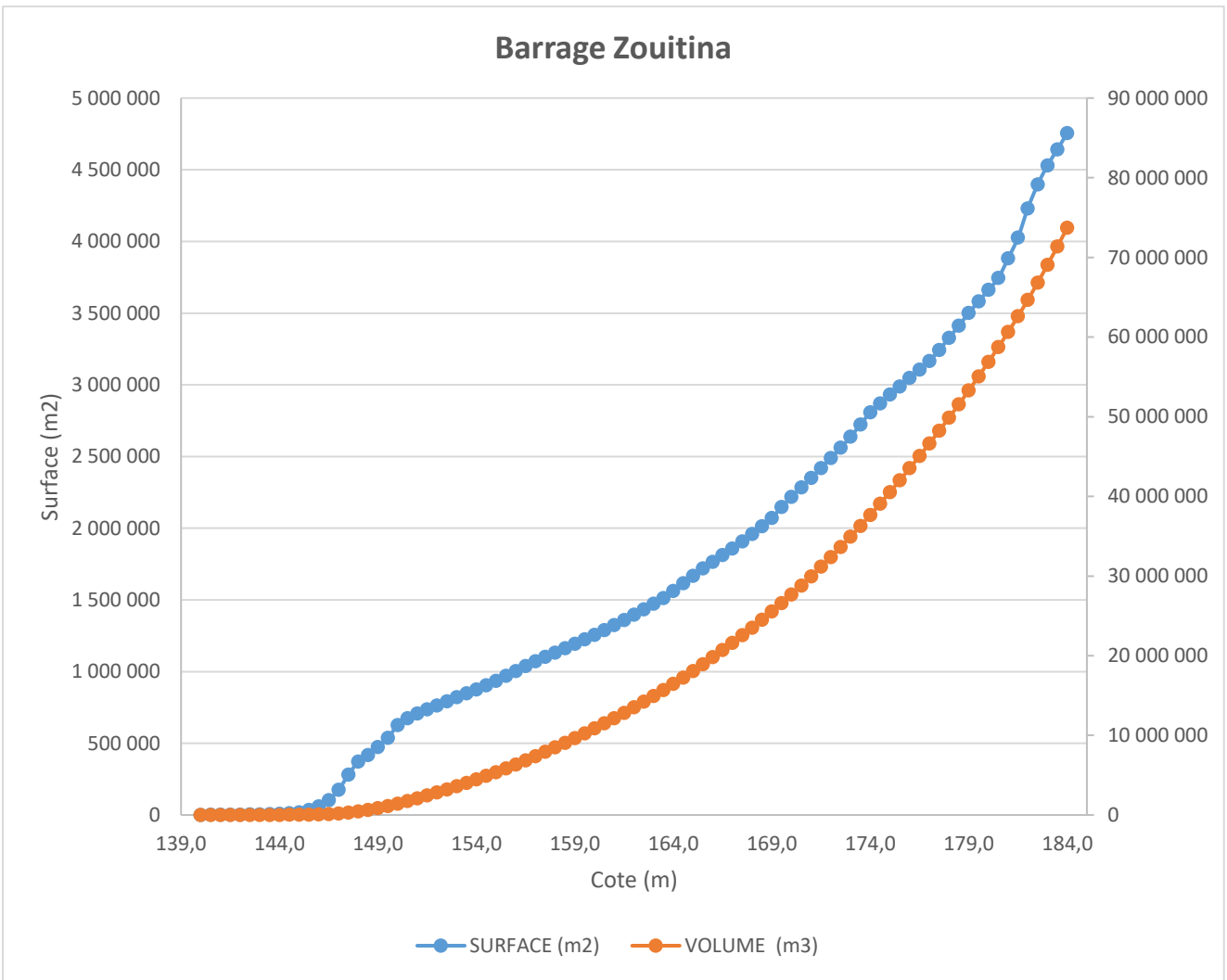
Le barrage a impact sur une route RN11.

F. Remarque :

L'augmentation de la retenue normale est faisable avec la modification du déversoir.

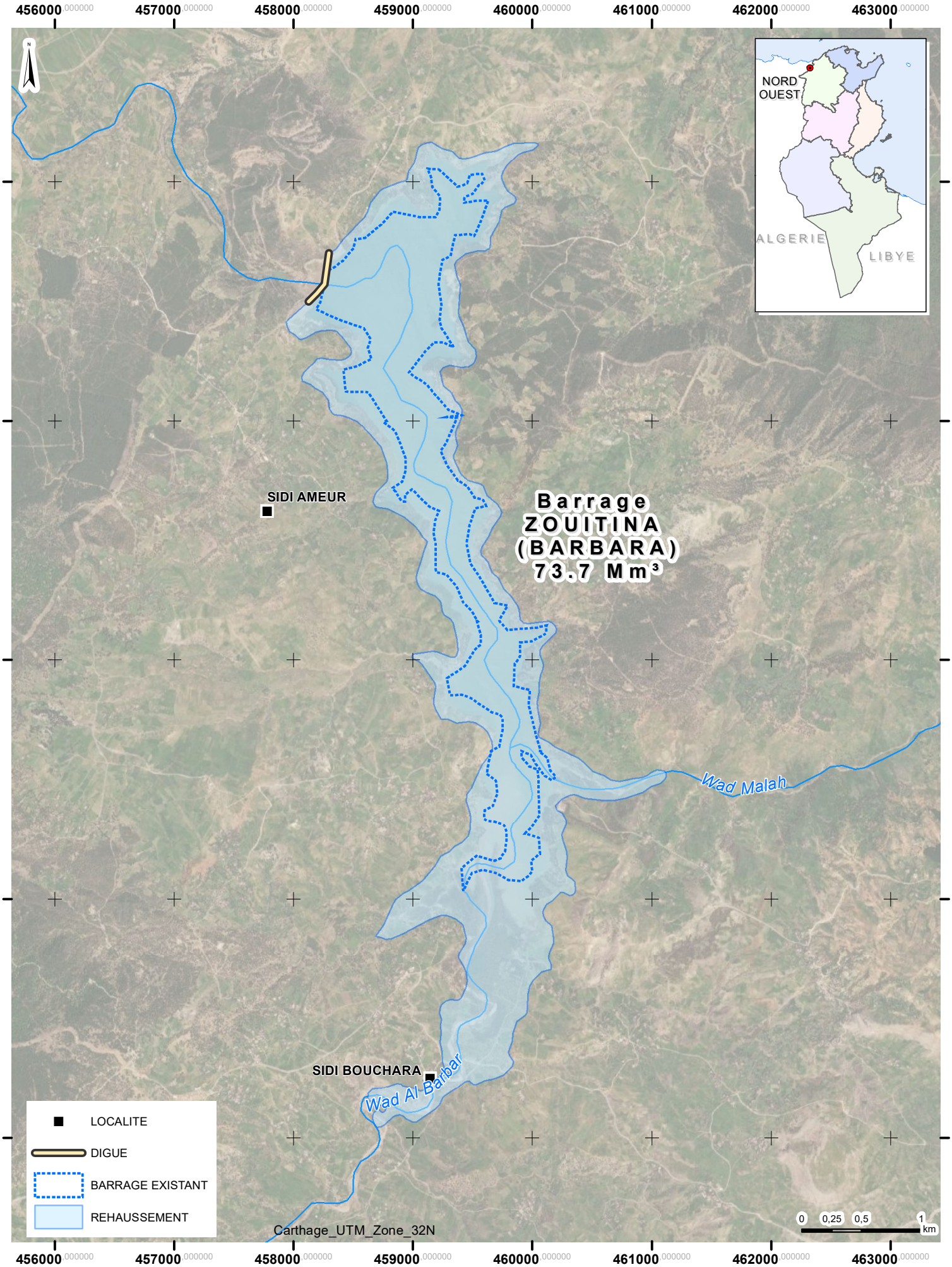
G. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues grâce aux résultats des travaux bathymétriques réalisés par DGBGTH.



Source : DGBGTH -Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE ZOUITINA (BARBARA)



Barrage Bou Heurtma (Existant)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued el Heurtma
- Gouvernorat : Jendouba
- Les villes ou les villages les plus proches : Jendouba
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
  - X : 481 225,50 m
  - Y : 4 057 938,64 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 221.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) :226.0 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale :848 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 112.0 Mm^3

C. Caractéristiques de la retenue_ rehaussement :

- Côte de la retenue normale : 224.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) :227.0 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale :1004.0 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale :144.2. Mm^3
- Augmentation du volume : 32.2 Mm^3

D. Caractéristiques du barrage

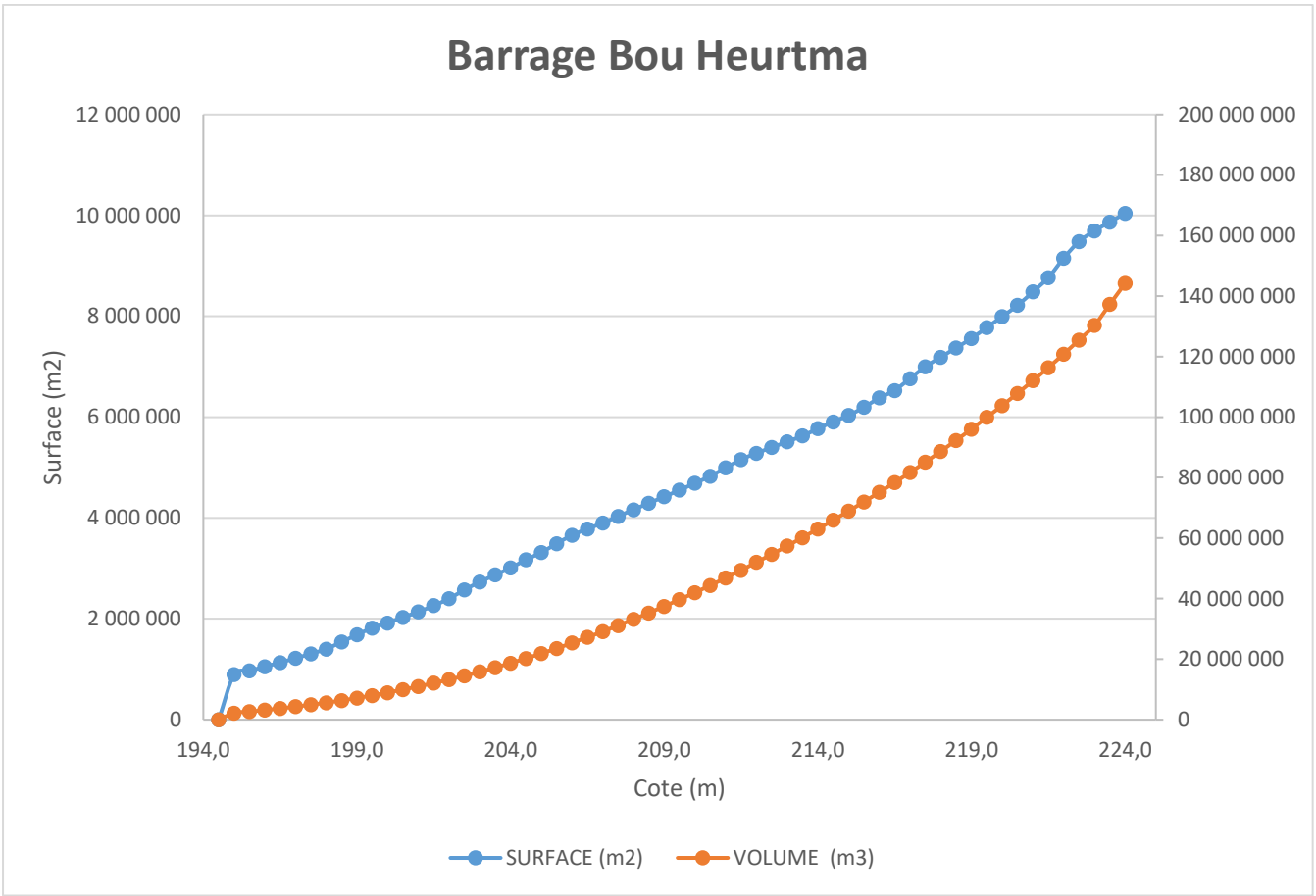
- Hauteur du barrage: 49.0 m
- Côte de la Crête de la digue : 229.0 m
- Longueur en crête : 680 m

E. Impact :

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Une route nationale RN11 et Une station de traitements des eaux Fernana.

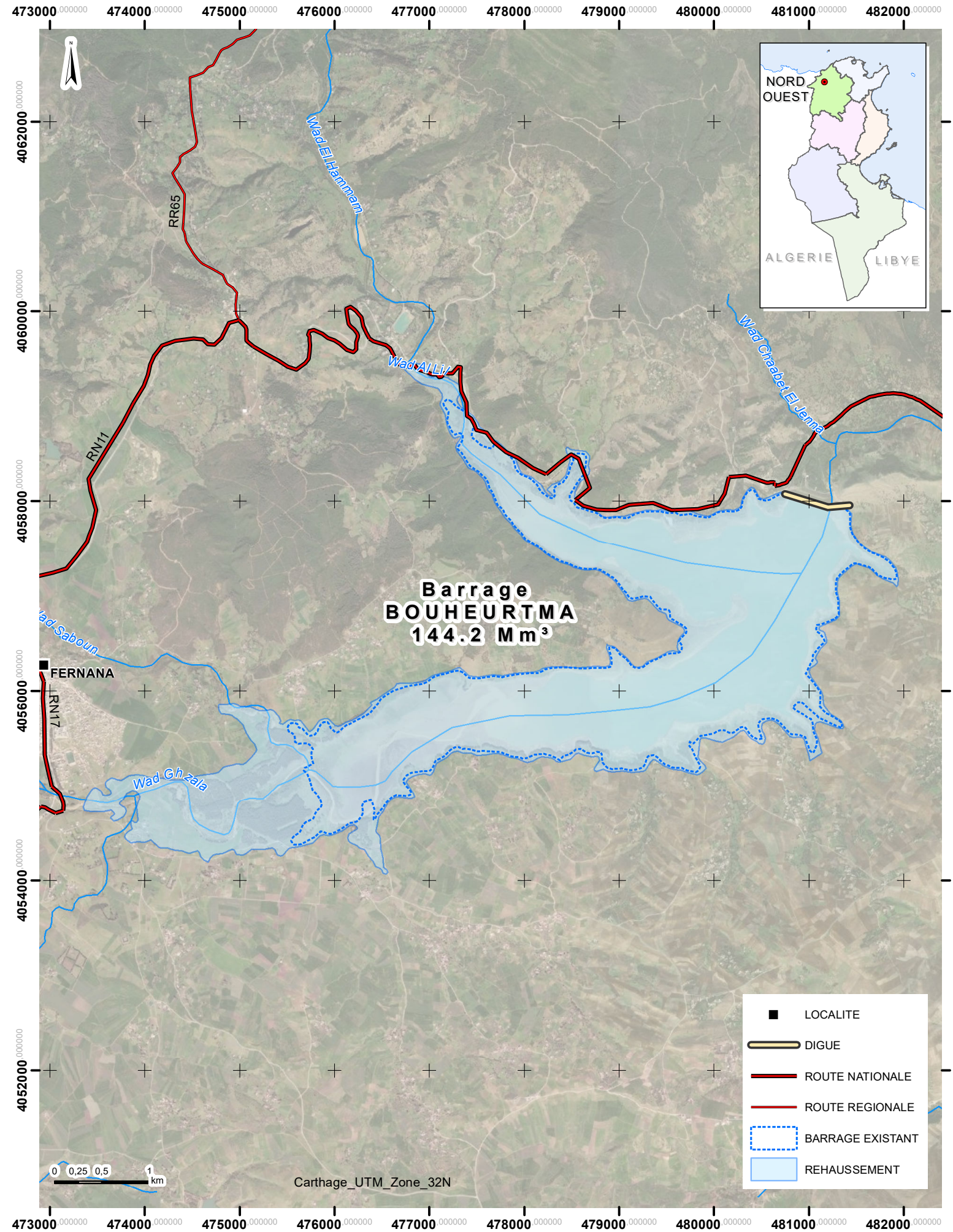
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues grâce aux résultats des travaux bathymétriques réalisés par DGBGTH.



Source : DGBGTH -Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE BOU HEURTMA



Barrage Bir Mcherga (Existant)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Meliane
- Gouvernorat : Zaghouane
- Les villes ou les villages les plus proches : Zaghouane et Bir Mcherga
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
  - X : 590 409,94 m
  - Y : 4 040 693,25 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 122.5. m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) :124.5 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale :671 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 41.6 Mm^3

C. Caractéristiques de la retenue_ rehaussement :

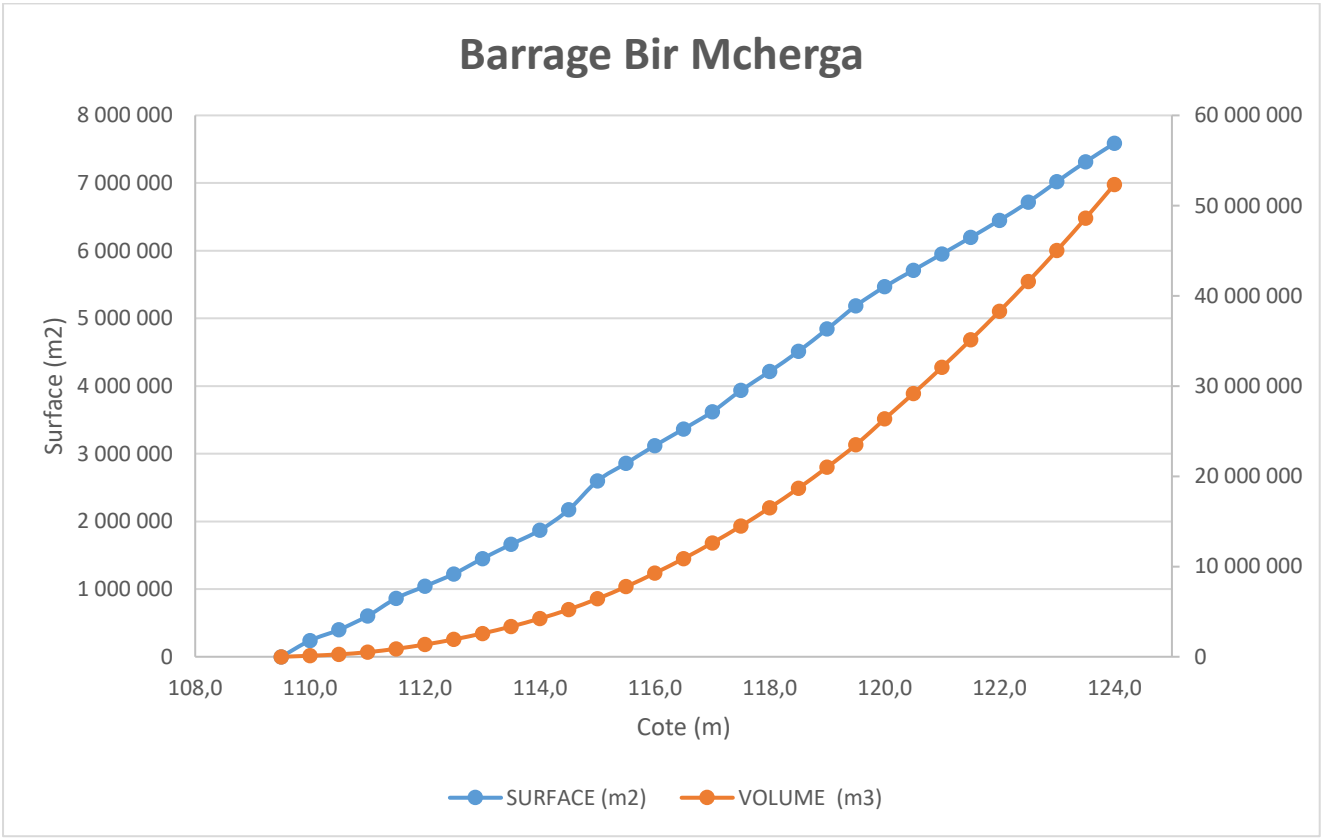
- Côte de la retenue normale : 124.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) :126.0m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale :758.0 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale :52.3.0Mm^3
- Augmentation du volume :10.7 Mm^3

D. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage:44.0 m
- Côte de la Crête de la digue :128.0 m
- Longueur en crête : 200.0 m

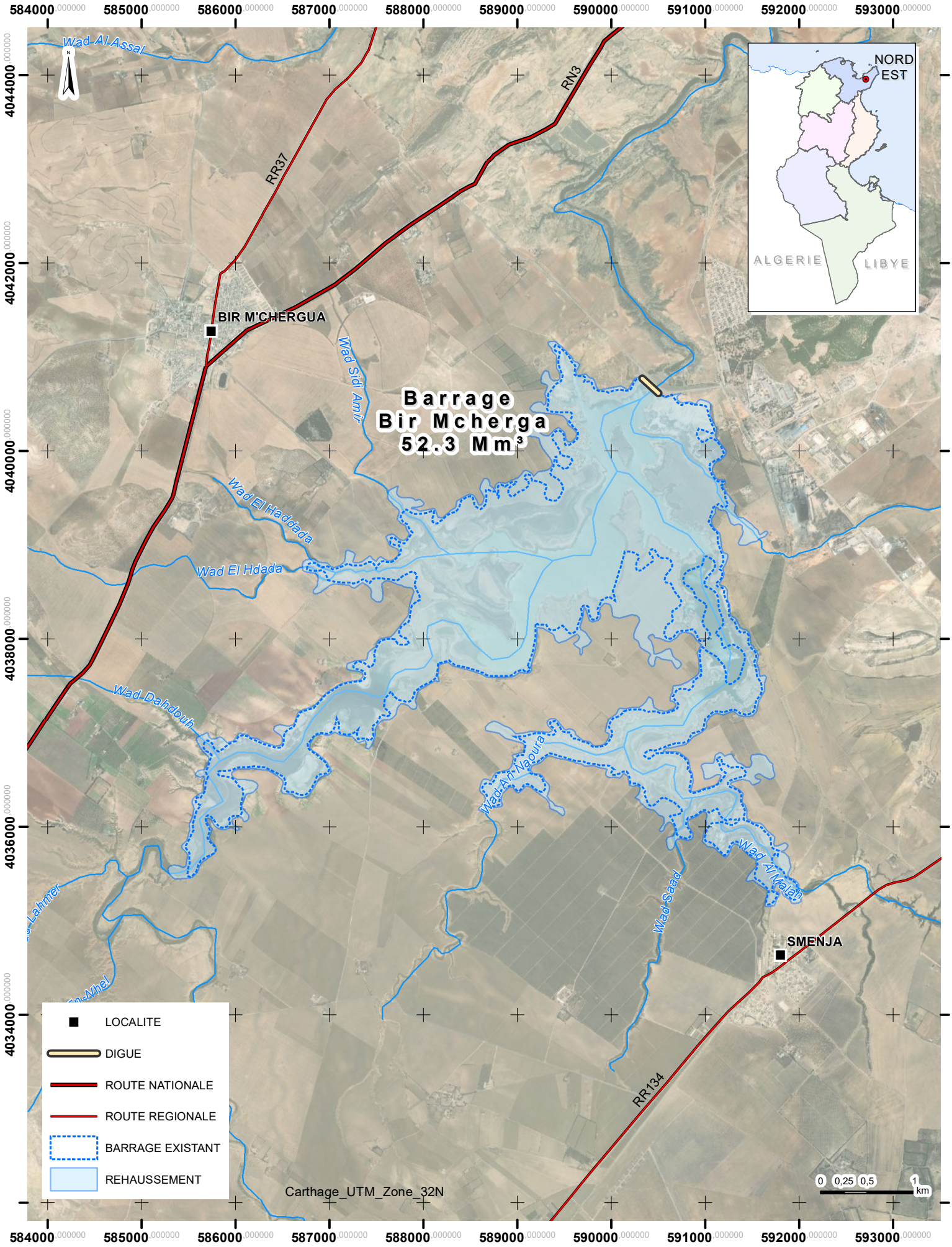
E. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues grâce aux résultats des travaux bathymétriques réalisés par DGBGTH.



Source : DGBGTH -Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE BIR MCHERGA



Barrage Rmel (Existant)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Rmel
- Gouvernorat : Zaghouane
- Les villes ou les villages les plus proches : Bouficha
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 622 027,81 m
    - Y : 4 021 138,57 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 43.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) :49.9 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale :686 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 23.2 Mm^3

C. Caractéristiques de la retenue_ rehaussement :

- Côte de la retenue normale : 46.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) :50.0m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale :934.0 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale :45.1Mm^3
- Augmentation du volume :21.9 Mm^3

D. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 32.5 m
- Côte de la Crête de la digue : 52.0 m
- Longueur en crête : 1400 m

E. Impact :

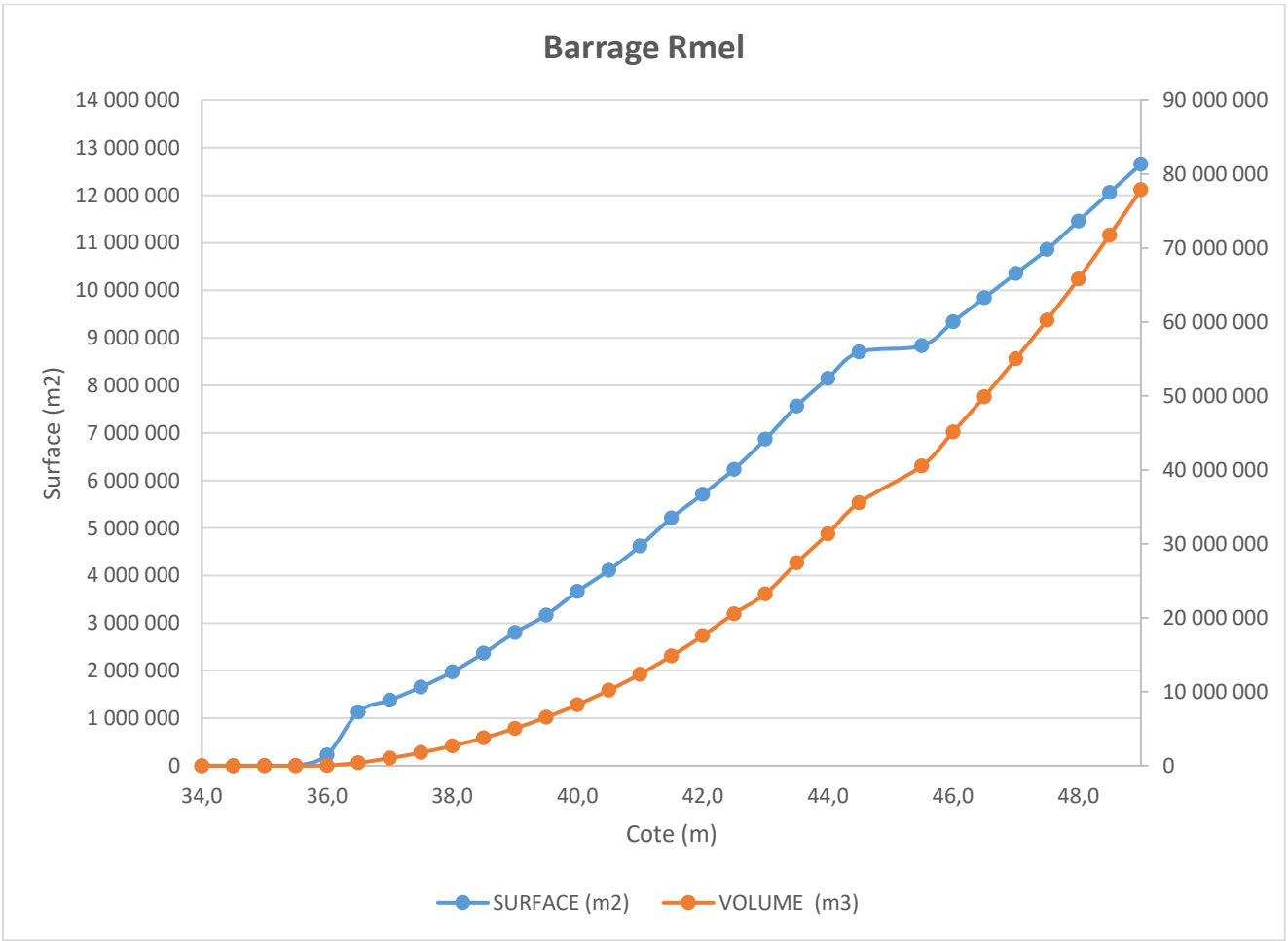
Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Une route RR35 sur une longueur de 1 km, quelques logements et une zone agricole

F. Remarque:

Pour augmenter la retenue normale, on peut à la fois garder le PHE et augmenter la largeur du déversoir.

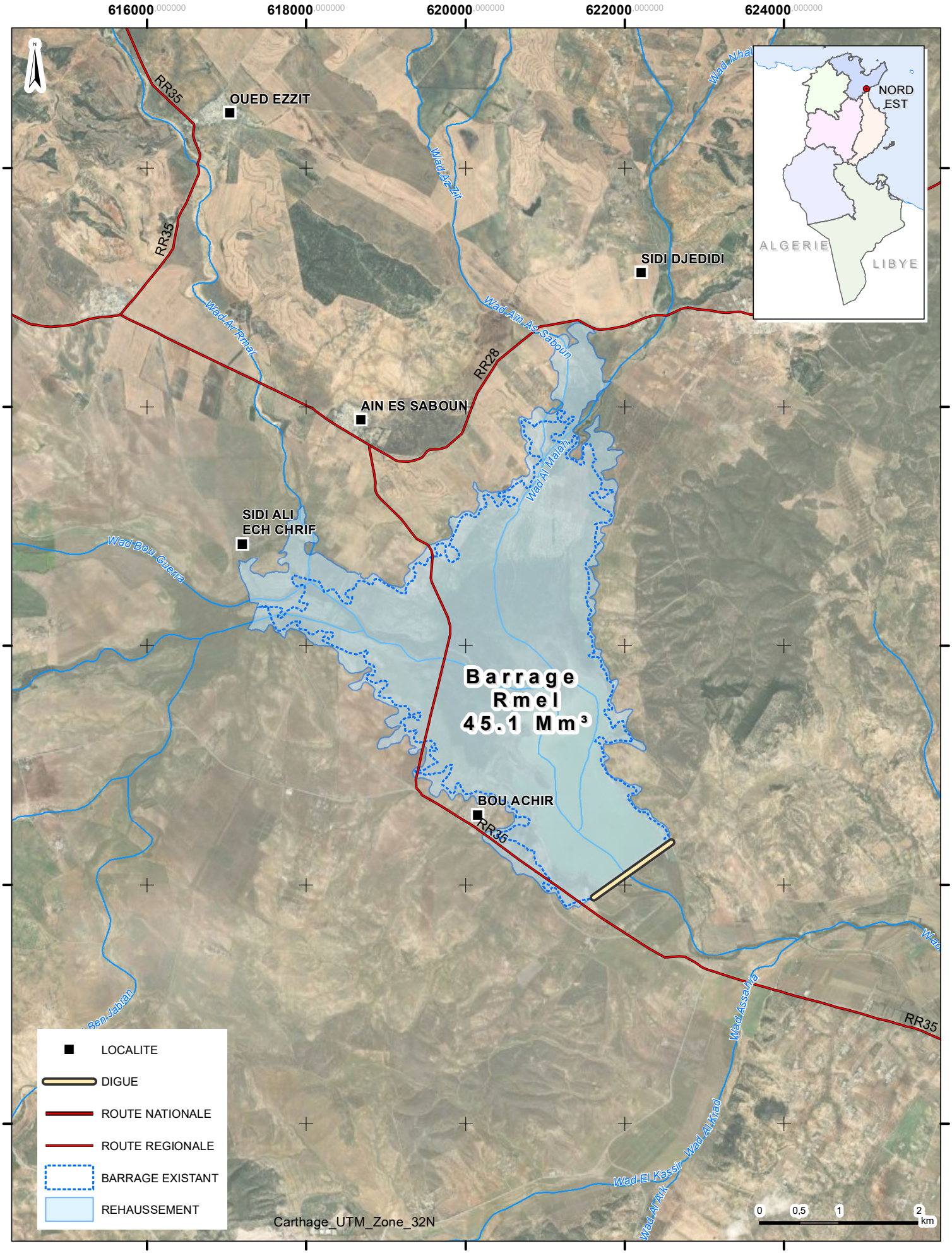
G. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues grâce aux résultats des travaux bathymétriques réalisés par DGBGTH.



Source : DGBGTH -Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE R'MEL



Barrage Sarrat (Existant)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Sarrat
- Gouvernorat : El Kef
- Les villes ou les villages les plus proches : Tajerouine
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 449 700,24 m
    - Y : 3 965 053,06 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Cote de la retenue normale : 546.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) :552.3 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale :337 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 23.7 Mm^3

C. Caractéristiques de la retenue_ rehaussement :

- Cote de la retenue normale : 550.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) :552.3 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale :512.9 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 41.5 Mm^3
- Augmentation du volume : 17.8 Mm^3

D. Caractéristiques du barrage

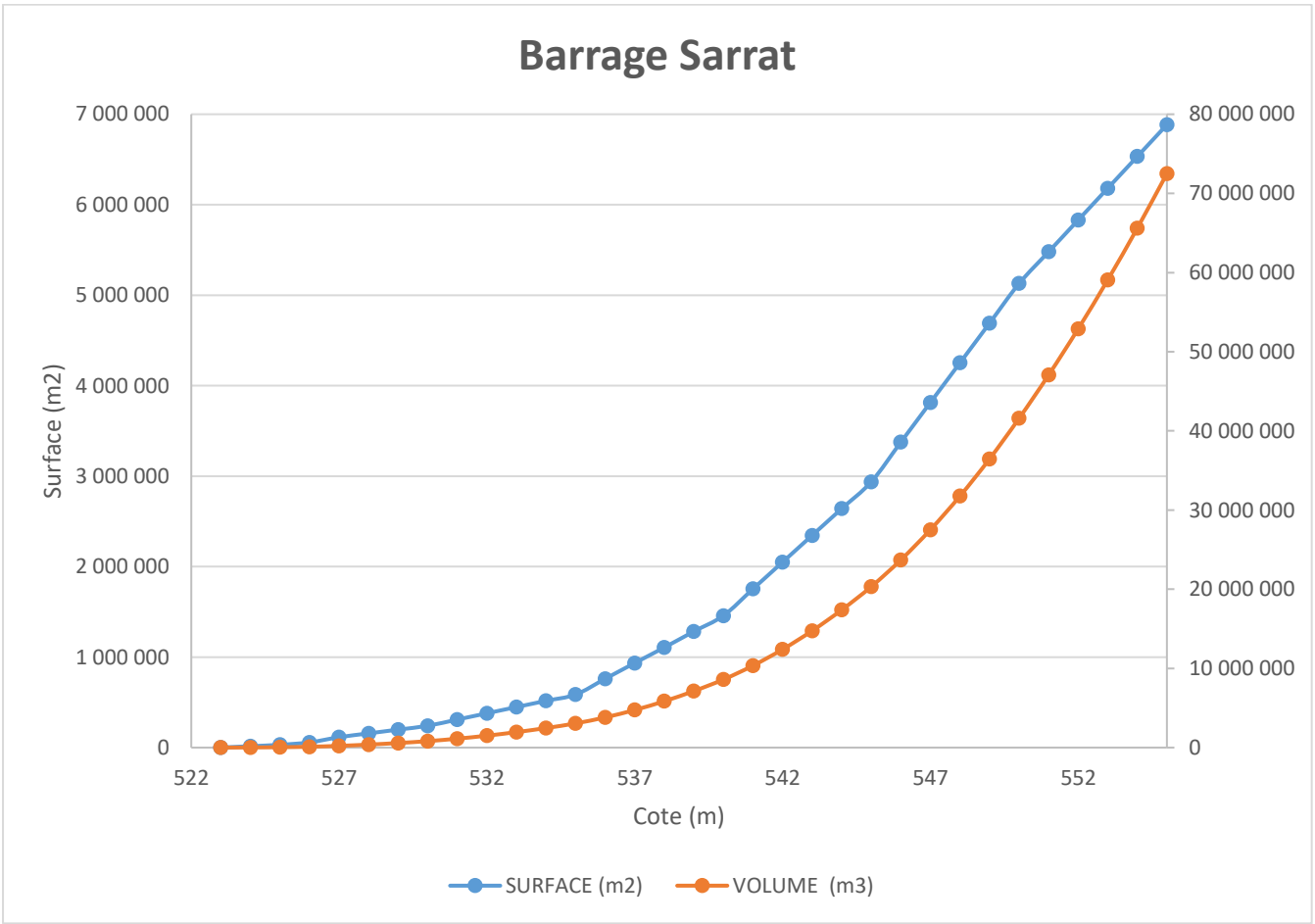
- Hauteur du barrage: 34.0 m
- Côte de la Crête de la digue :556.0 m
- Longueur en crête : 800 m

E. Remarque:

L'augmentation de la retenue normale est faisable avec l'ajout des vannes.

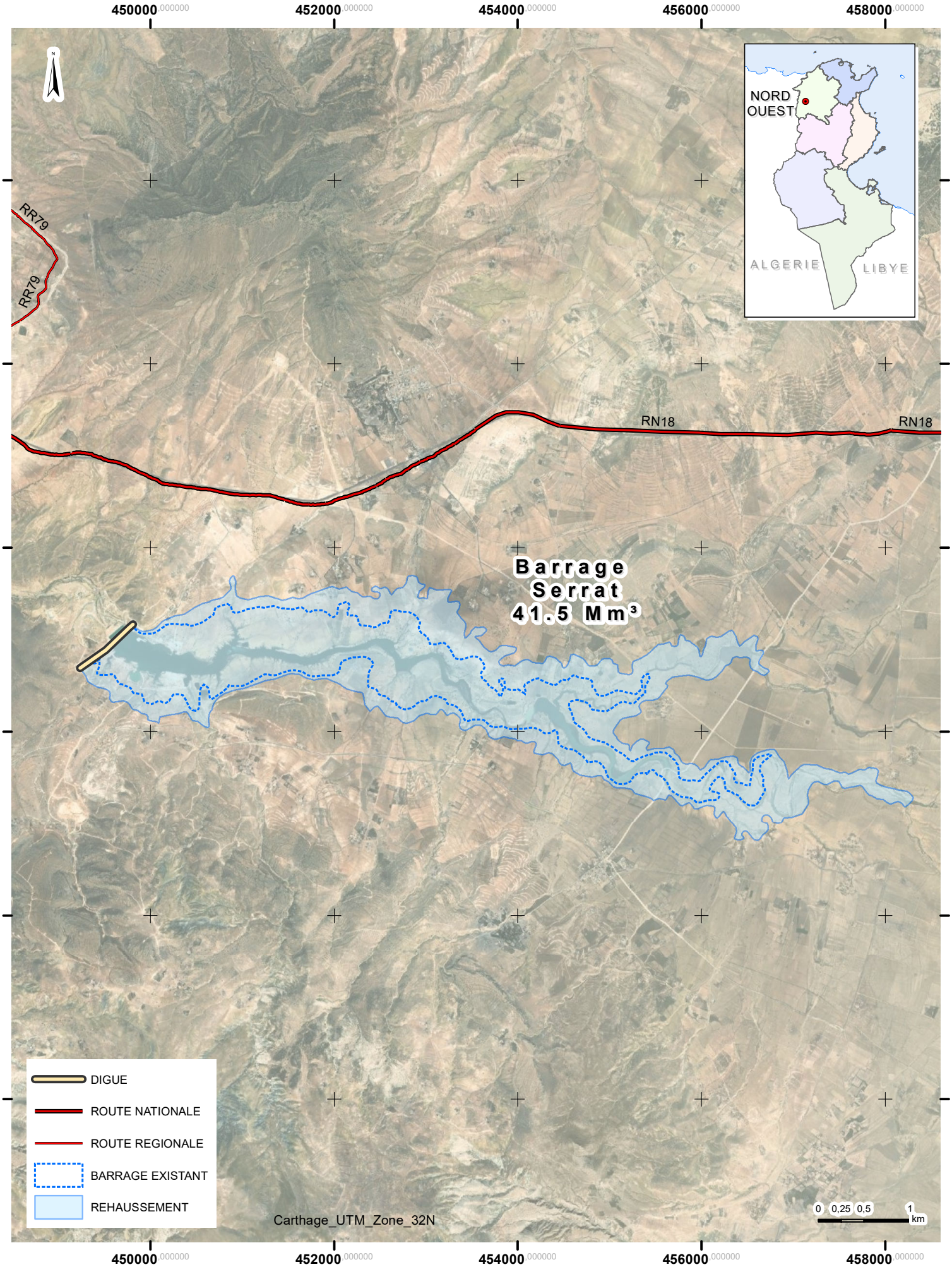
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues grâce aux résultats des travaux bathymétriques réalisés par DGBGTH.



Source : DGBGTH -Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE SERRAT



Barrage El Harka

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Harka
- Gouvernorat : Bizerte
- Les villes ou les villages les plus proches : Mateur
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 535 703,93 m
    - Y : 4 118 923,91 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 38.4 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) :42.2 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale :489 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 34.9 Mm^3

C. Caractéristiques de la retenue_ rehaussement :

- Côte de la retenue normale : 42.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) :44.0m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale :638.0 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale :57.4Mm^3
- Augmentation du volume :22.5 Mm^3

D. Caractéristiques du barrage

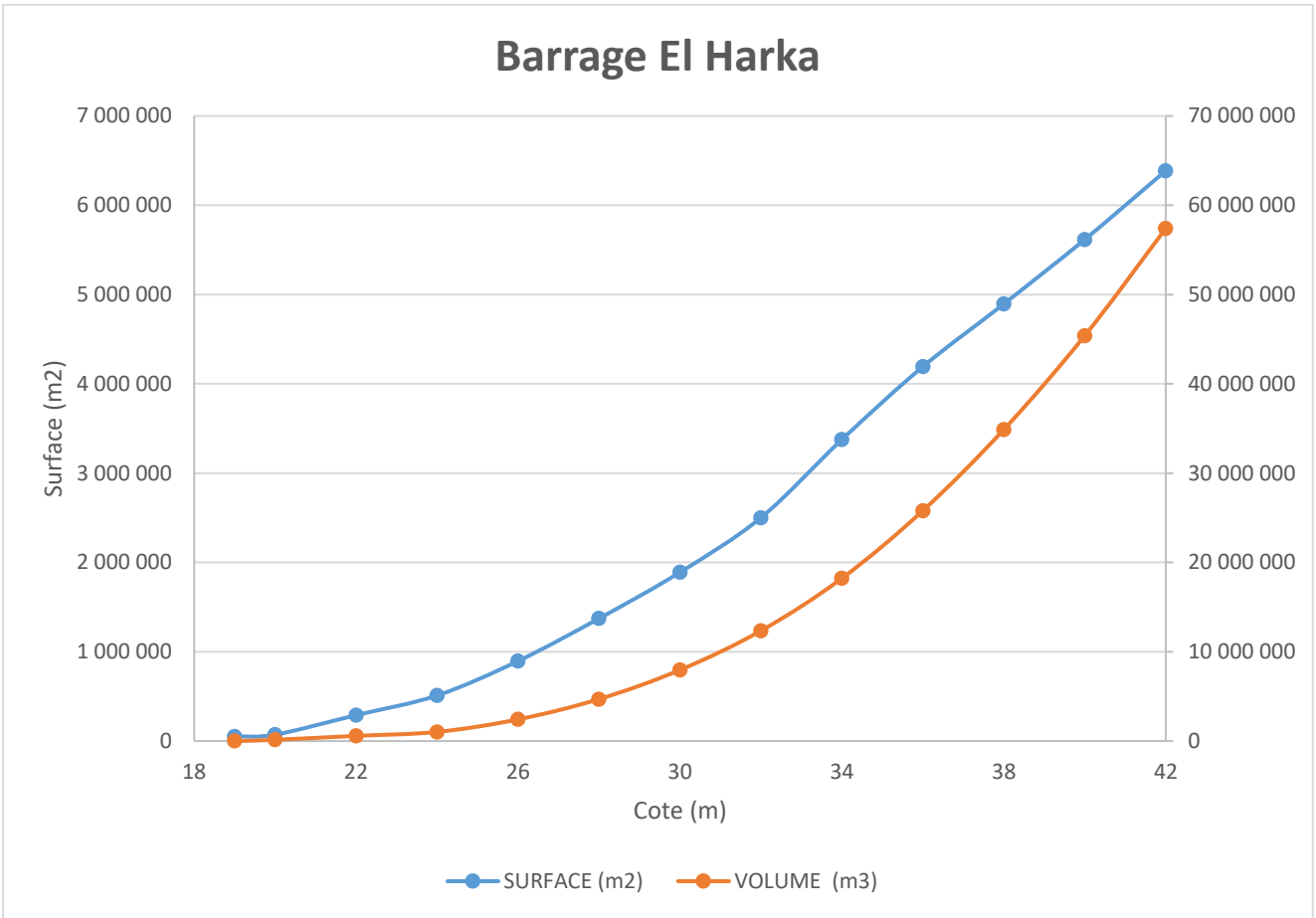
- Hauteur du barrage: 31.0 m
- Côte de la Crête de la digue :46.0 m
- Longueur en crête : 825 m

E. Impact :

Le barrage a impact sur une route RR51.

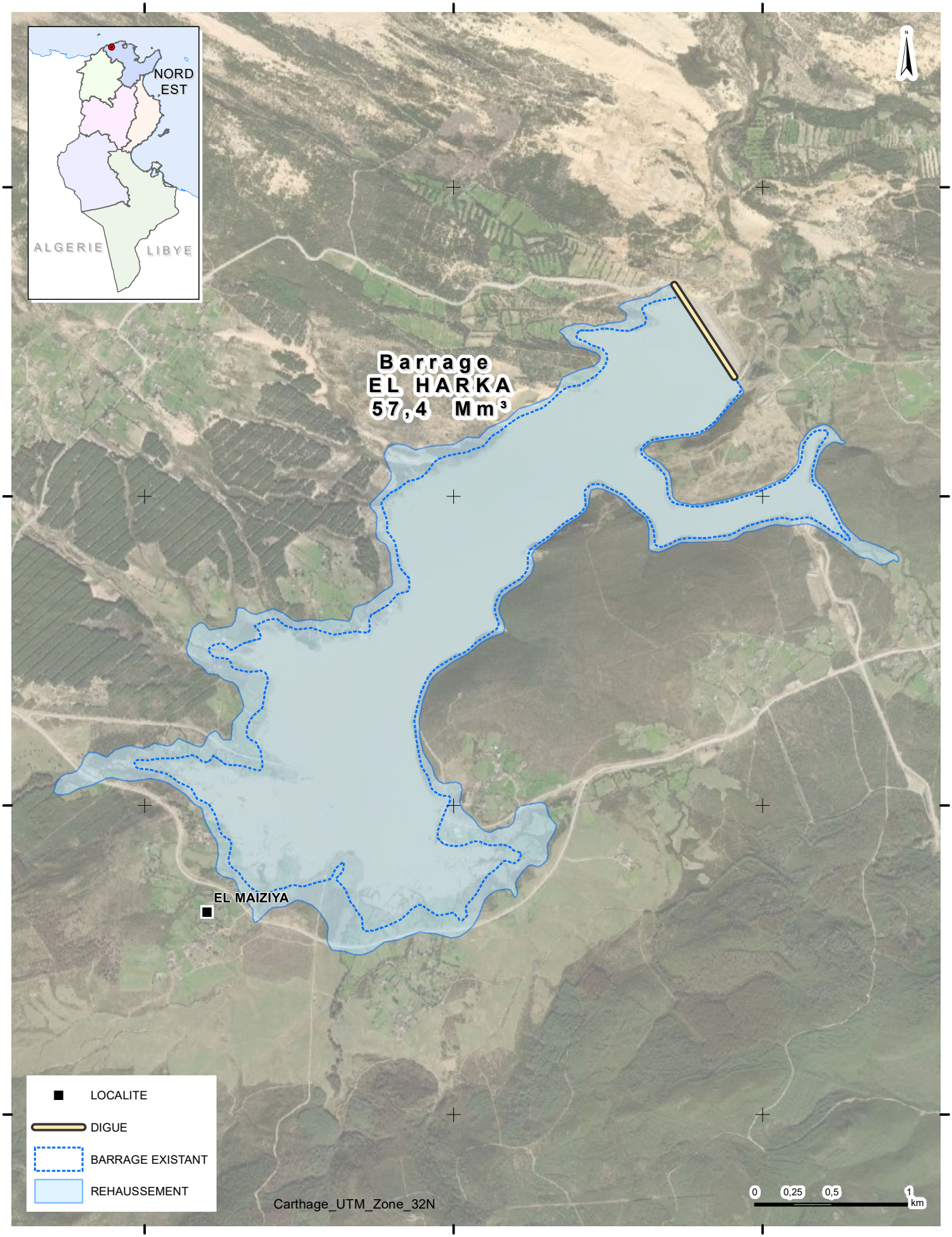
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues grâce aux résultats des travaux bathymétriques réalisés par DGBGTH.



Source : DGBGTH -Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE EL HARKA



Barrage Douimis (en cours)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Douimis
- Gouvernorat : Bizerte
- Les villes ou les villages les plus proches : Menzel Bourguiba
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 555 196,39 m
    - Y : 4 117 689,76 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 50.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 53.5 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 300 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale :53.6 Mm^3

C. Caractéristiques de la retenue _rehaussement

- Côte de la retenue normale : 53 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 55.5 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 472 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 70.6 Mm^3
- Augmentation du volume :17.0 Mm^3

D. Caractéristiques du barrage

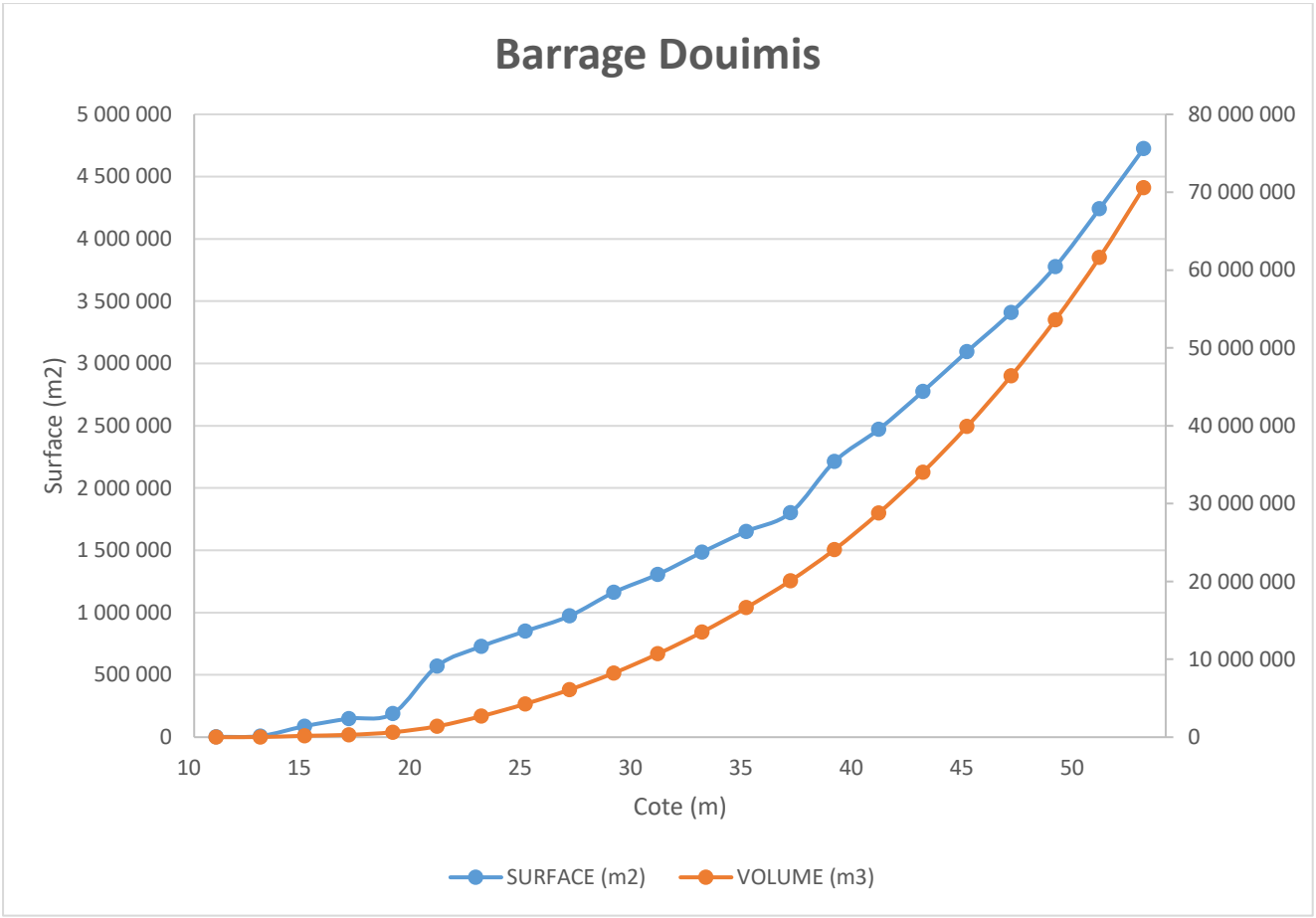
- Hauteur du barrage: 55 m
- Côte de la Crête de la digue :57 m
- Longueur en crête : 688 m

E. Impact

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Une zone agricole et quelques logements.

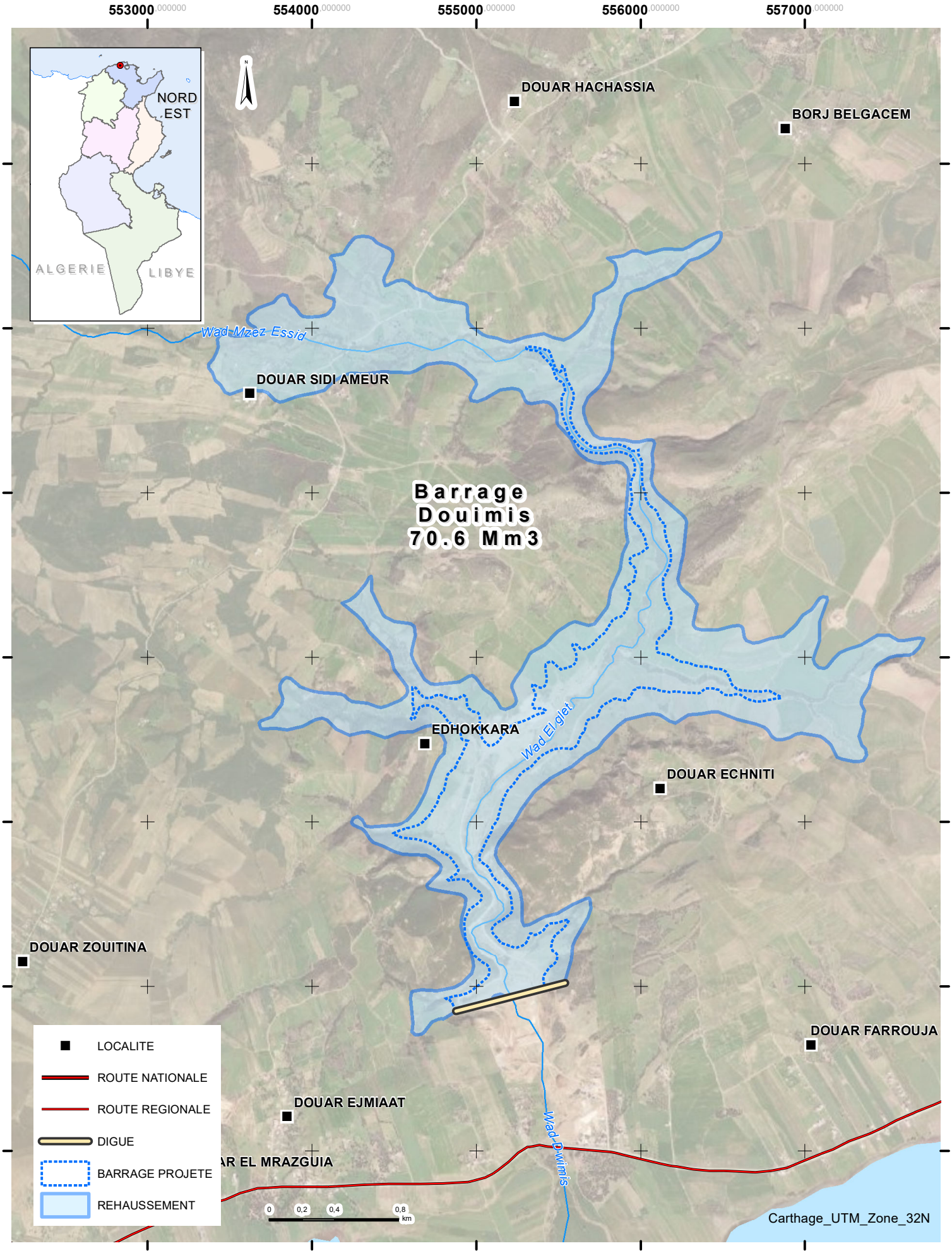
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE DOUIMIS (EN COURS)



Barrage Saida (en cours)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued El Maleh
- Gouvernorat : Manouba
- Les villes ou les villages les plus proches : Jedaida
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 587 554,49 m
    - Y : 4 073 005,04 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 100.5 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 102.0 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 329 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 44.4 Mm^3

C. Caractéristiques de la retenue_ rehaussement :

- Côte de la retenue normale : 102 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 104.0 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 350 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 51.2 Mm^3
- Augmentation du volume :6.8 Mm^3

D. Caractéristiques du barrage

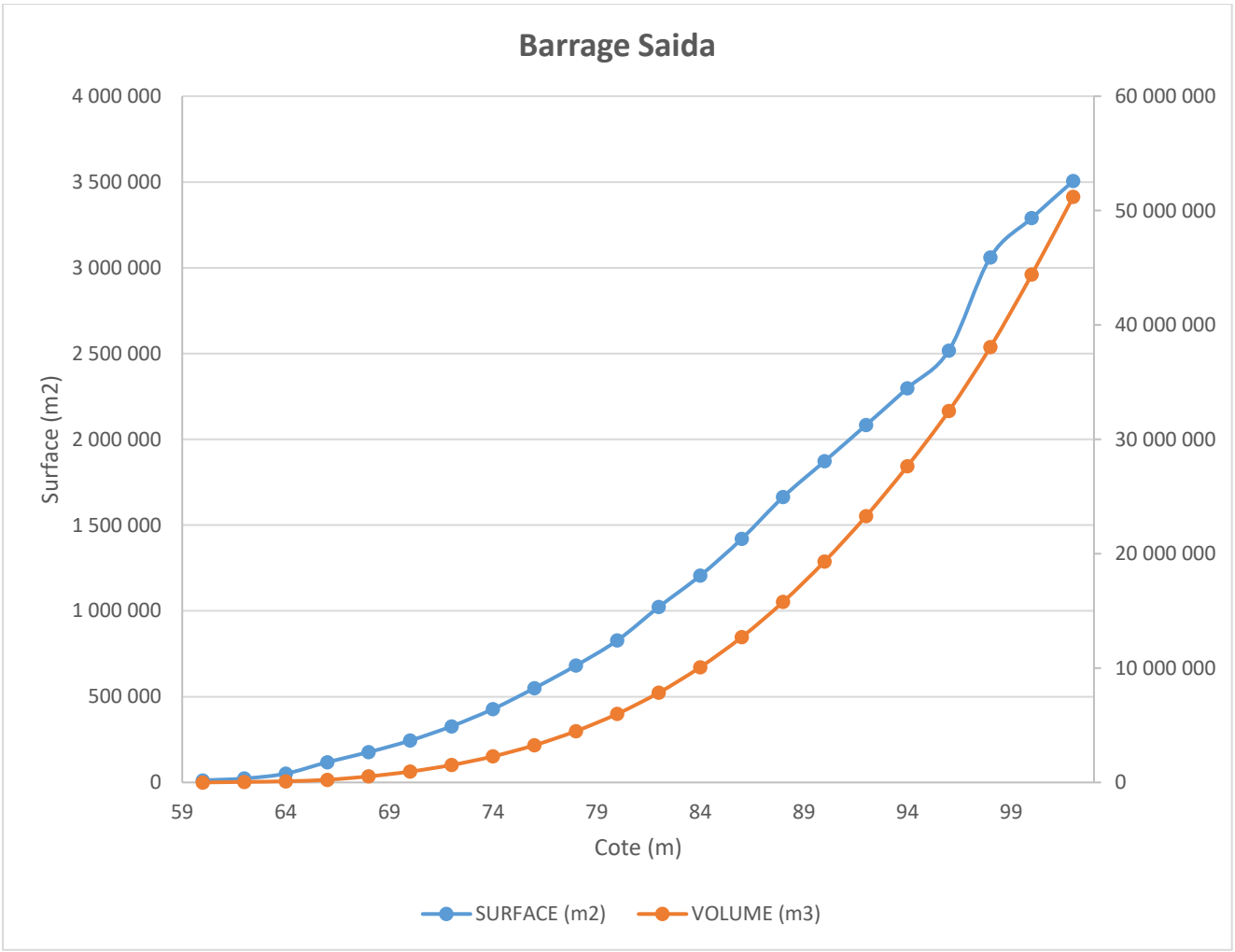
- Hauteur du barrage: 51.0 m
- Côte de la Crête de la digue :105 m
- Longueur en crête : 1 700 m

E. Impact

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Une zone agricole et quelques logements.

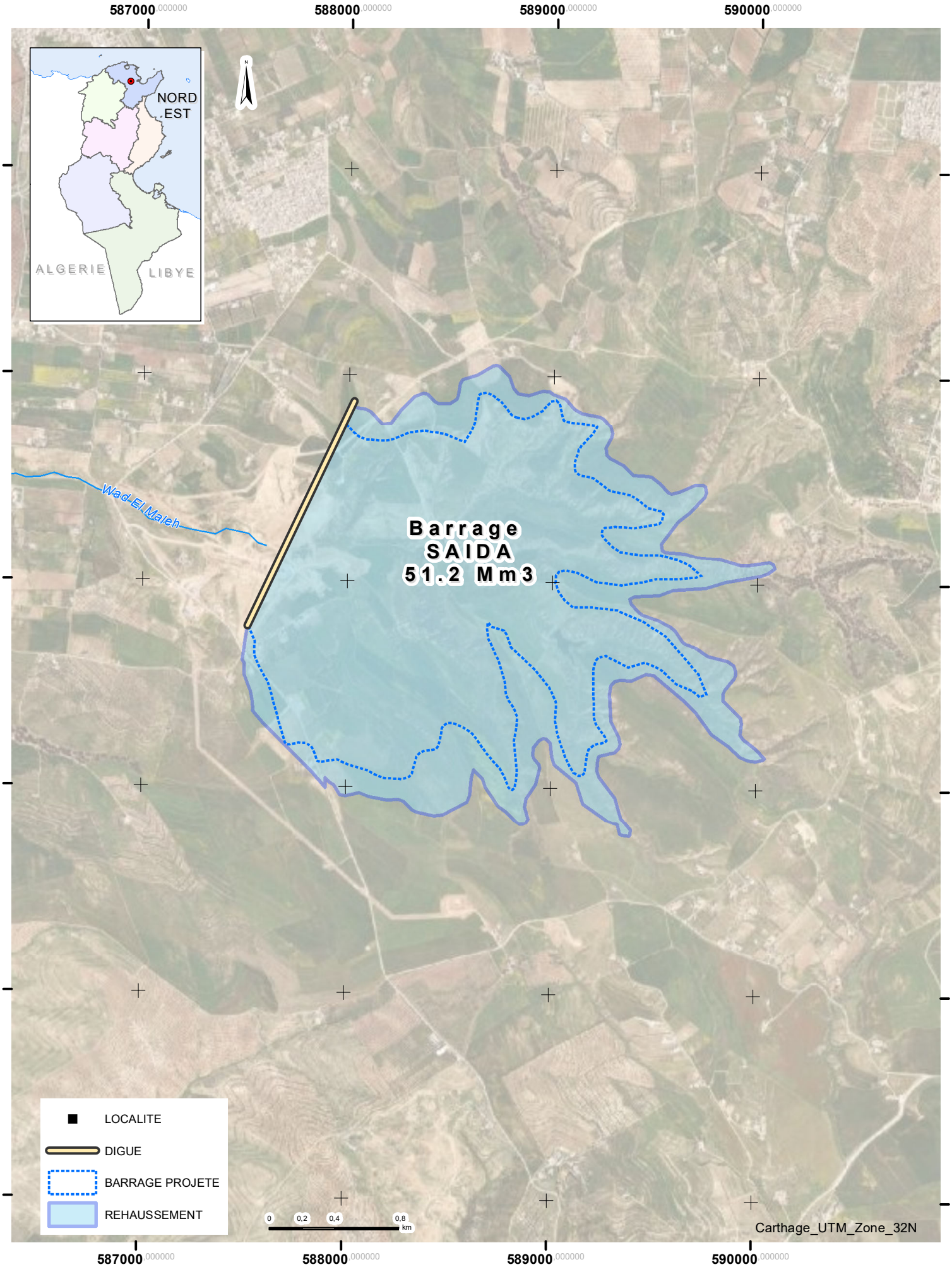
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE SAIDA (EN COURS)



Barrage Khalled (Projet)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Kalled
- Gouvernorat : Béja
- Les villes ou les villages les plus proches : Testour,Mjez El Bab
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 528 469,74 m
    - Y : 4 042 754,19 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 207.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 213.0 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 115 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale :42.6 Mm^3

C. Caractéristiques de la retenue_ rehaussement :

- Côte de la retenue normale : 213.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 216.0m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 275.0 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 57.5 Mm^3
- Augmentation du volume :14.9 Mm^3

D. Caractéristiques du barrage

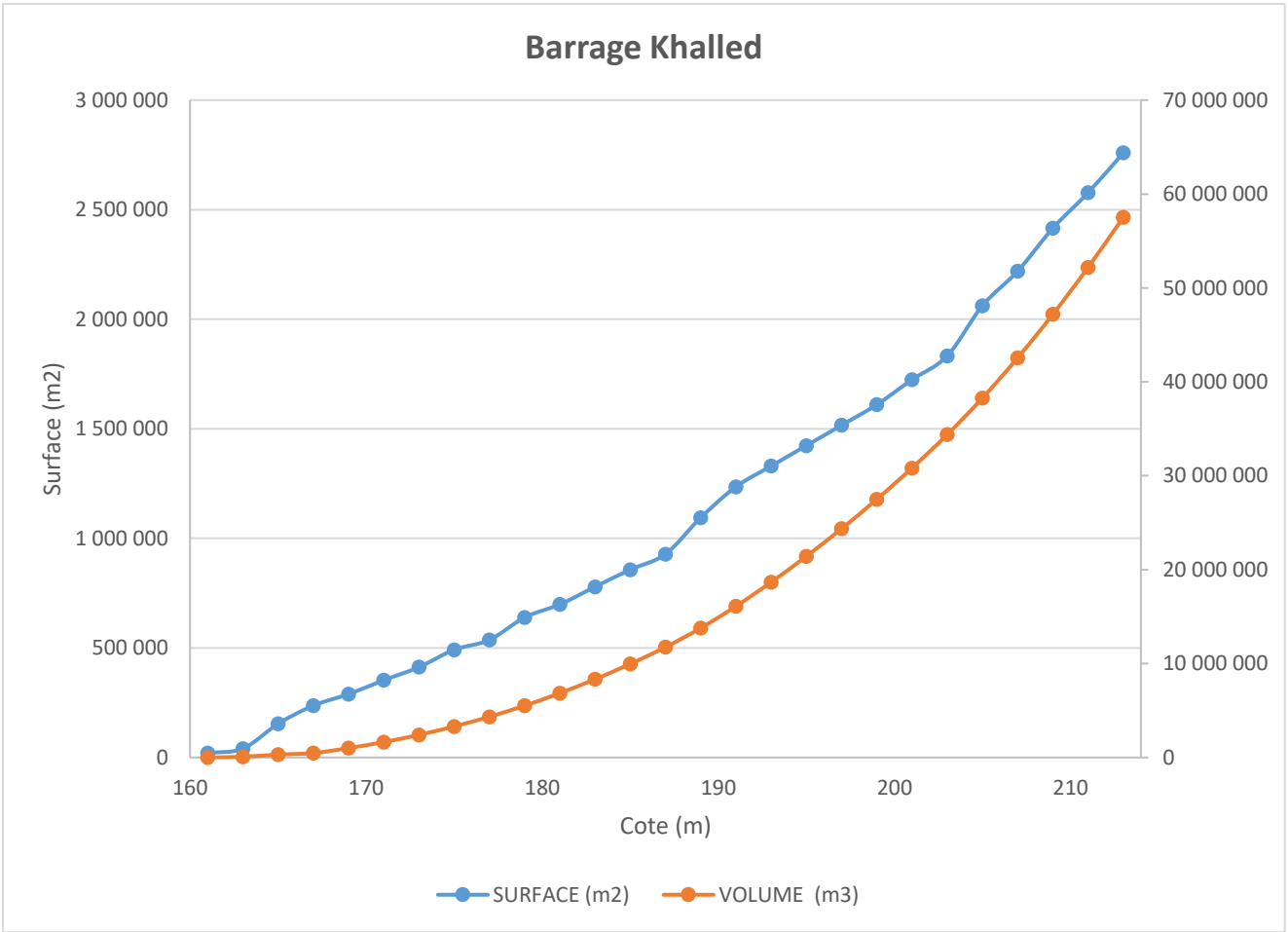
- Hauteur du barrage: 65.0 m
- Côte de la Crête de la digue : 218 m
- Longueur en crête : 625 m

E. Impact

Le barrage a impact sur une zone agricole.

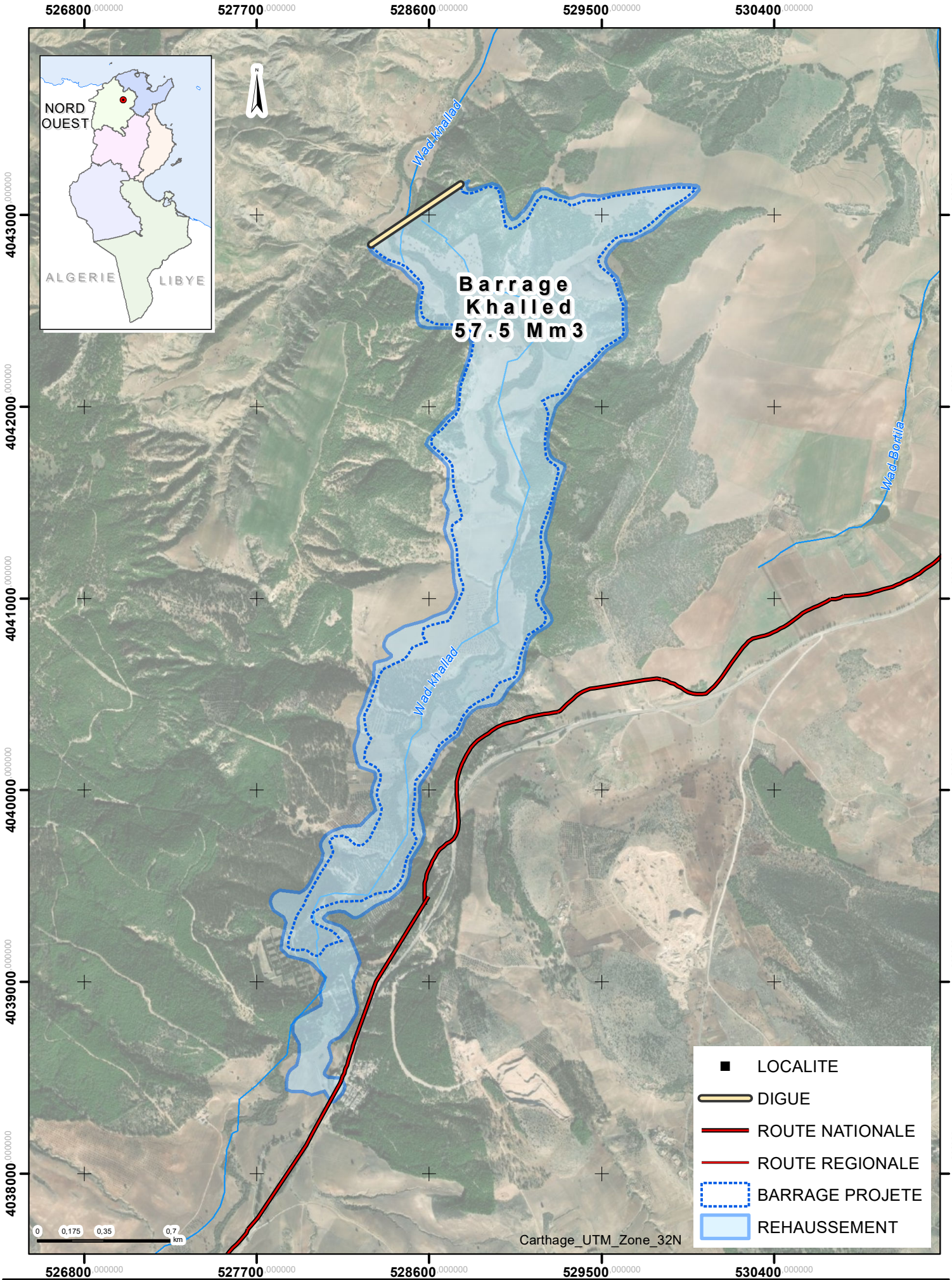
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE KHALLED (PROJET)



Barrage Khanguet Zazia (Projet)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Hatab
- Gouvernorat : Kasserine
- Les villes ou les villages les plus proches : Sbeïtla
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 510 460,97 m
    - Y : 3 882 915,62 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Cote de la retenue normale : 513.5 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 523.5 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 495 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 40.0 Mm^3

C. Caractéristiques de la retenue_ rehaussement :

- Cote de la retenue normale : 521.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 523.5m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 906.0 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 94.9 Mm^3
- Augmentation du volume : 54.9 Mm^3

D. Caractéristiques du barrage

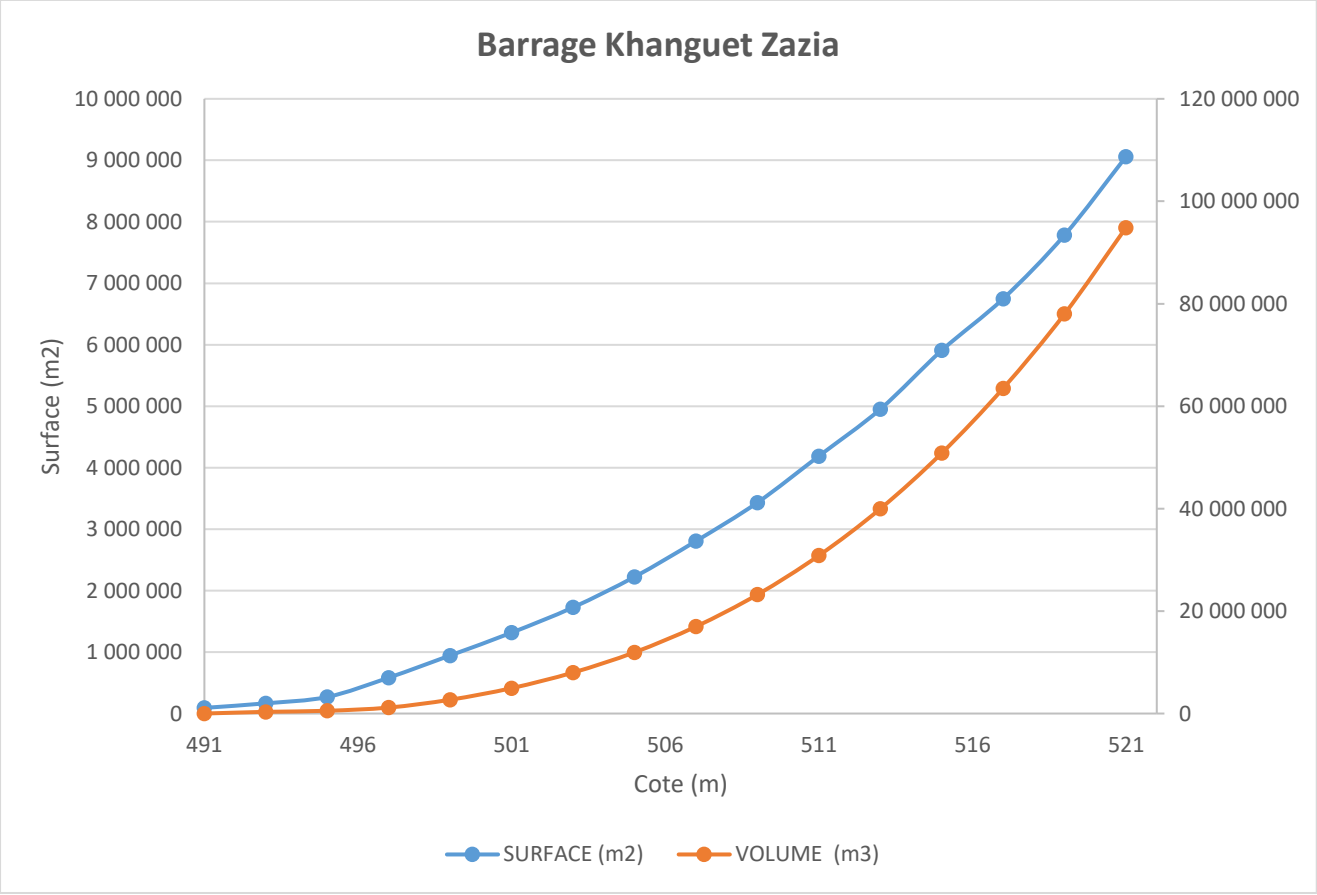
- Hauteur du barrage: 34.0 m
- Côte de la Crête de la digue :524.5 m
- Longueur en crête : 560 m

E. Impact

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Une zone agricole et quelques logements.

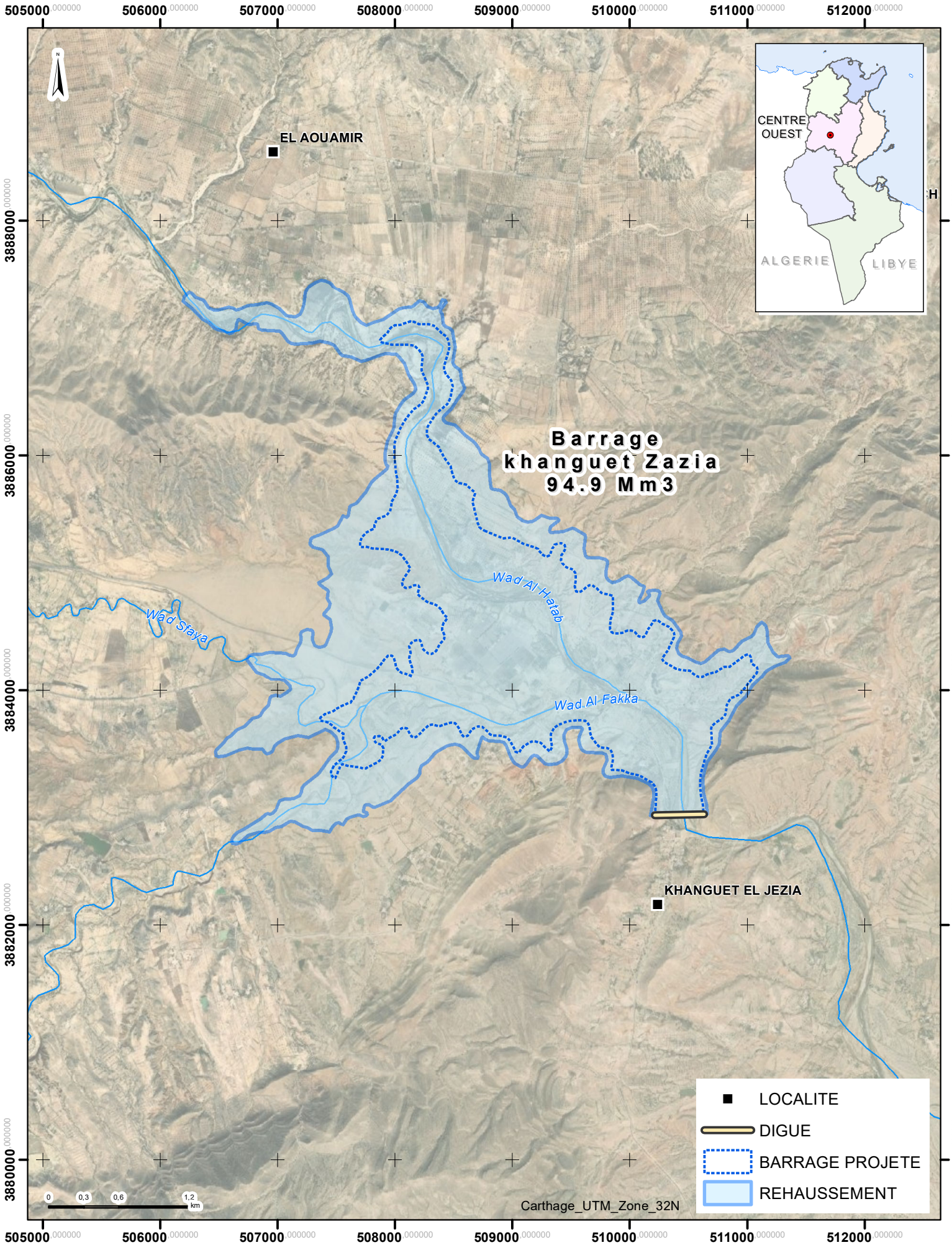
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE KHANGUET ZAZIA (PROJET)



Barrage Kebir Gafsa (en cours)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Kébir
- Gouvernorat : Gafsa
- Les villes ou les villages les plus proches : Gafsa
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 472 442,20 m
    - Y : 3 820 934,01 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 426.3 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 429.0 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 532 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale :32.4.0 Mm^3

C. Caractéristiques de la retenue_ rehaussement :

- Côte de la retenue normale : 429.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 431.0m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 689.0 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 50.7 Mm^3
- Augmentation du volume :18.3 Mm^3

D. Caractéristiques du barrage

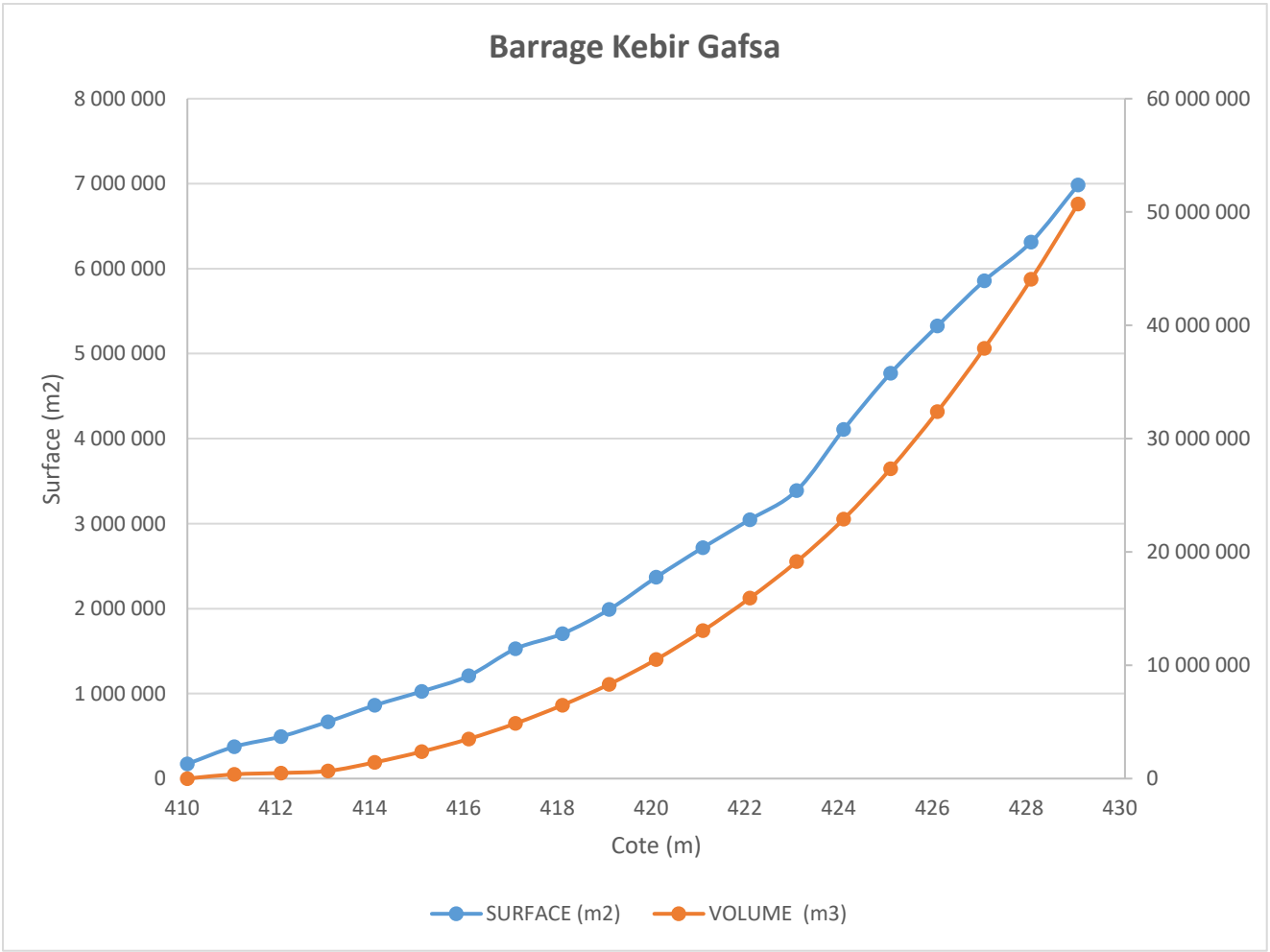
- Hauteur du barrage: 23.5 m
- Côte de la Crête de la digue :432.0 m
- Longueur en crête : 1998 m

E. Impact

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Une zone agricole et quelques logements.

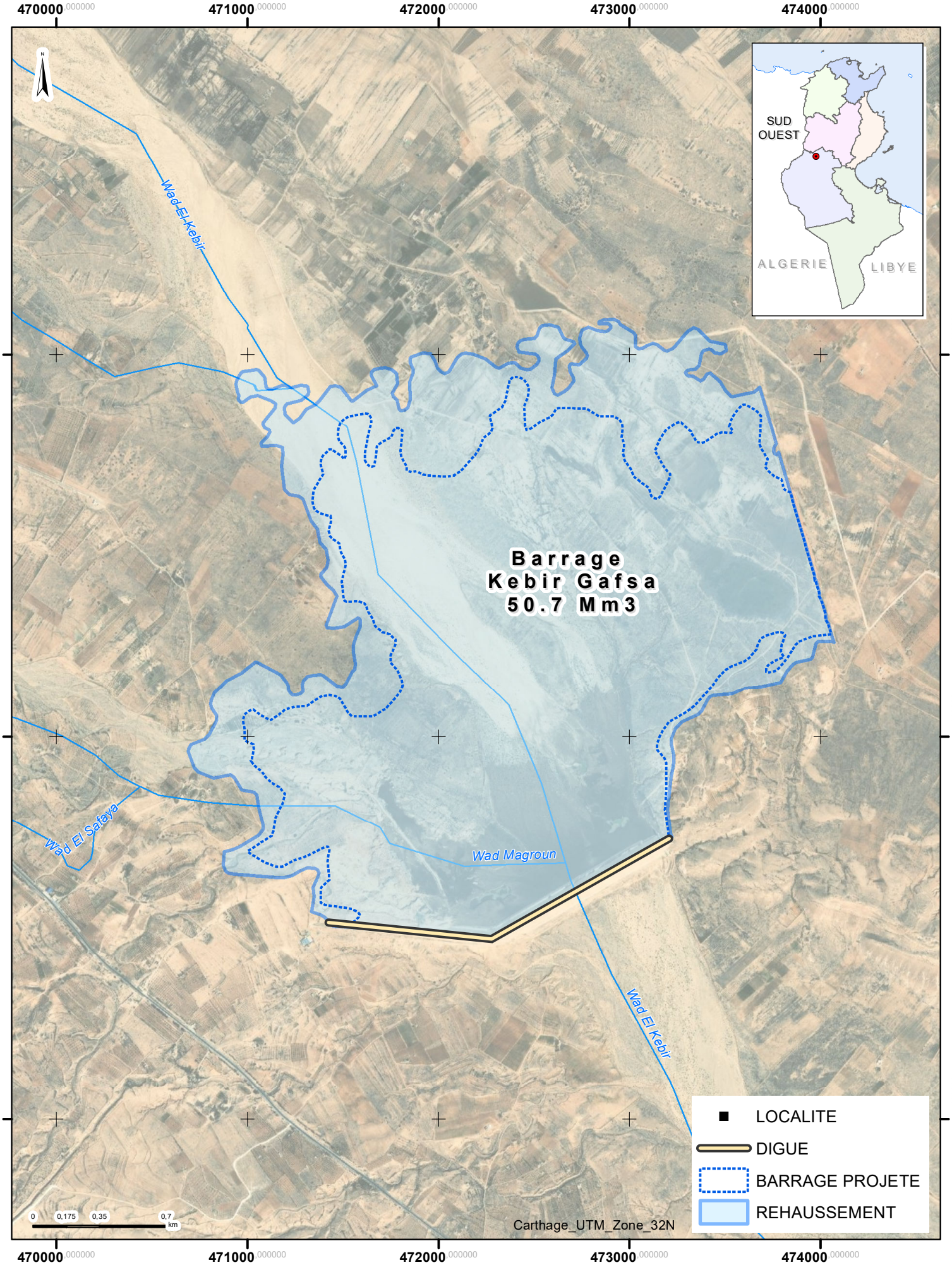
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE KEBIR GAFSA (EN COURS)



Barrage Eddir (Projet)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Eddir
- Gouvernorat : Jendouba
- Les villes ou les villages les plus proches : Gardimaou
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 428 902,38 m
    - Y : 4 036 519,77 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 426.3 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 429.0 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 97 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale :16 Mm^3

C. Caractéristiques de la retenue_ rehaussement :

- Côte de la retenue normale : 429.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 432.0m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 112.0 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 20.3Mm^3
- Augmentation du volume :4.3 Mm^3

D. Caractéristiques du barrage

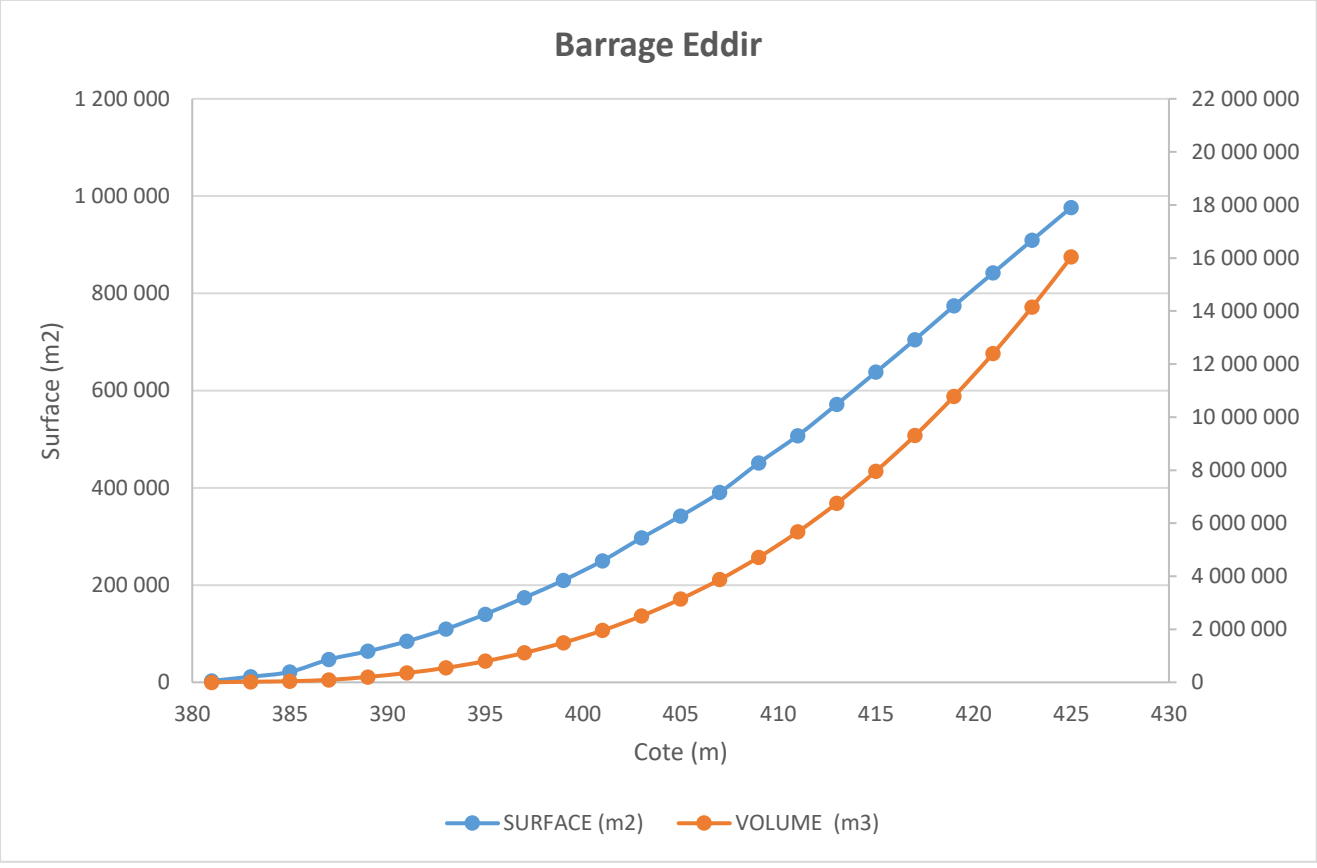
- Hauteur du barrage: 48.0 m
- Côte de la Crête de la digue :434.0 m
- Longueur en crête : 612 m

E. Impact

Le barrage a impact sur une zone agricole.

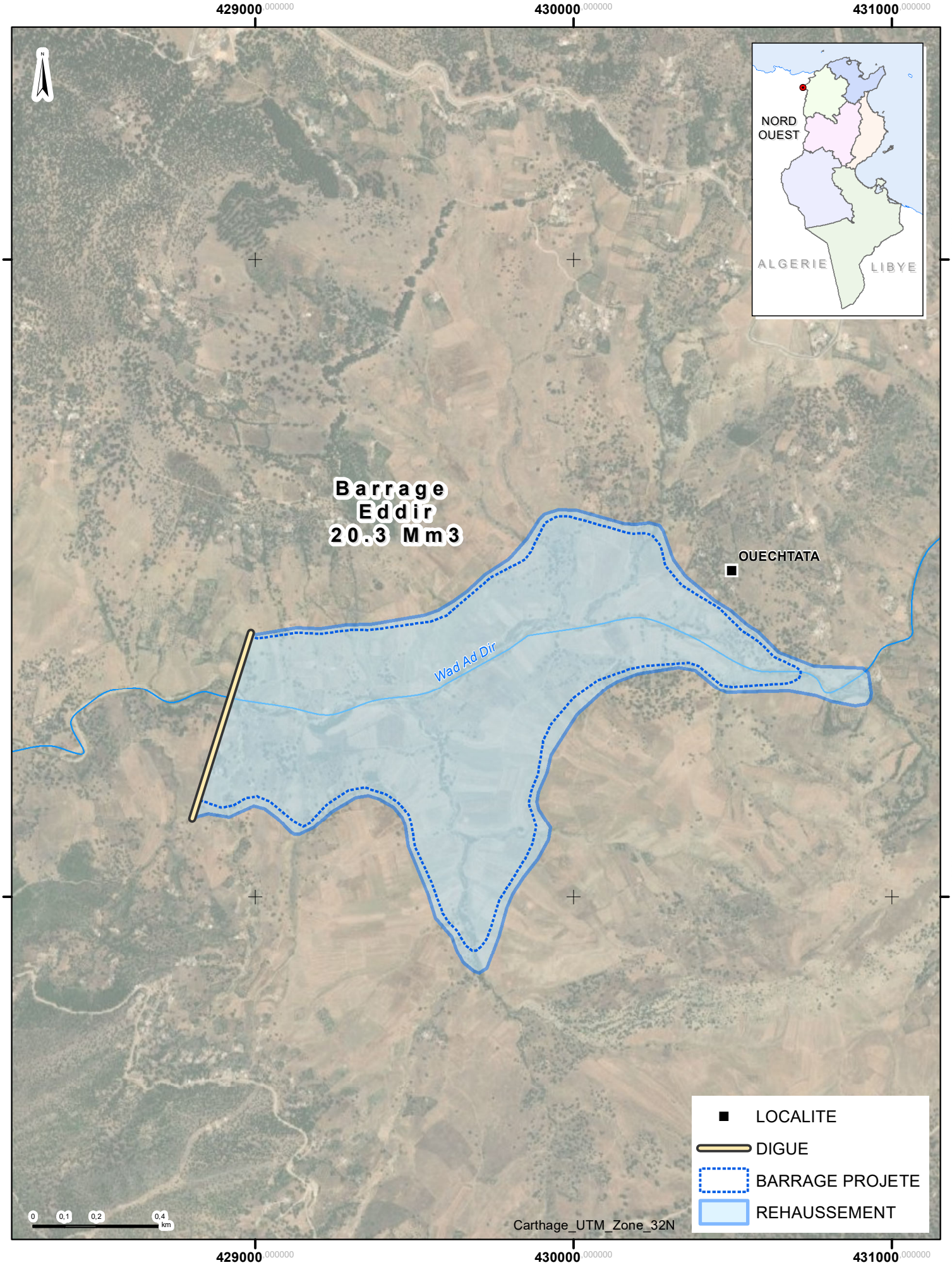
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE EDDIR (PROJET)



Barrage Charfou (Projet)

A. Situation

- Cours d’eau : Oued Chafrou
- Gouvernorat : Manouba
- Les villes ou les villages les plus proches : Mornaguia
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 588 084,67m
    - Y : 4 060 422,16 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 49.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 51.0 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 471 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale :7.0 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

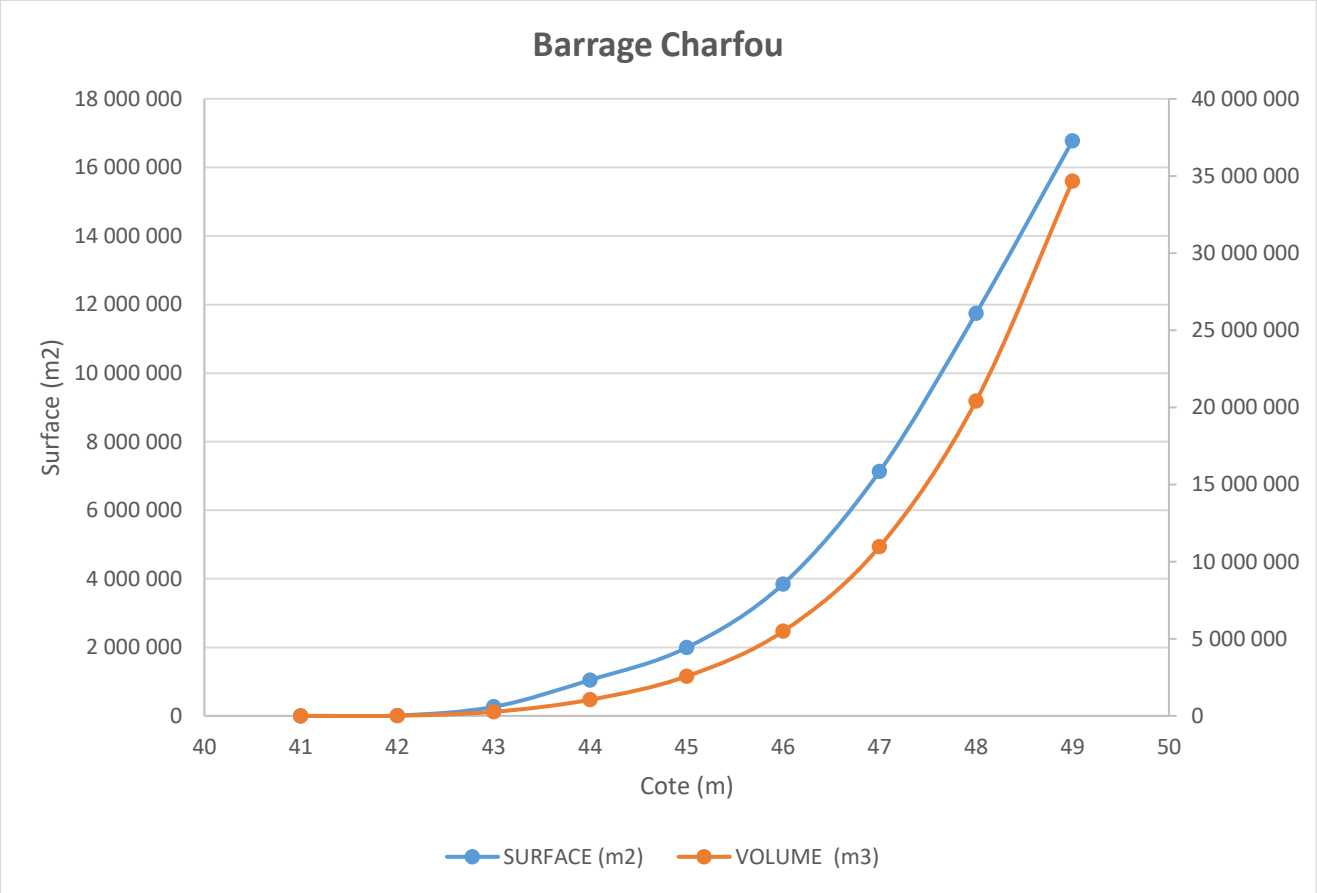
- Hauteur du barrage: 11.0 m
- Côte de la Crête de la digue :53.0 m
- Longueur en crête : 270 m

D. Impact

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Une route régionale RR37 sur une longueur de 3 km et quelques logements.

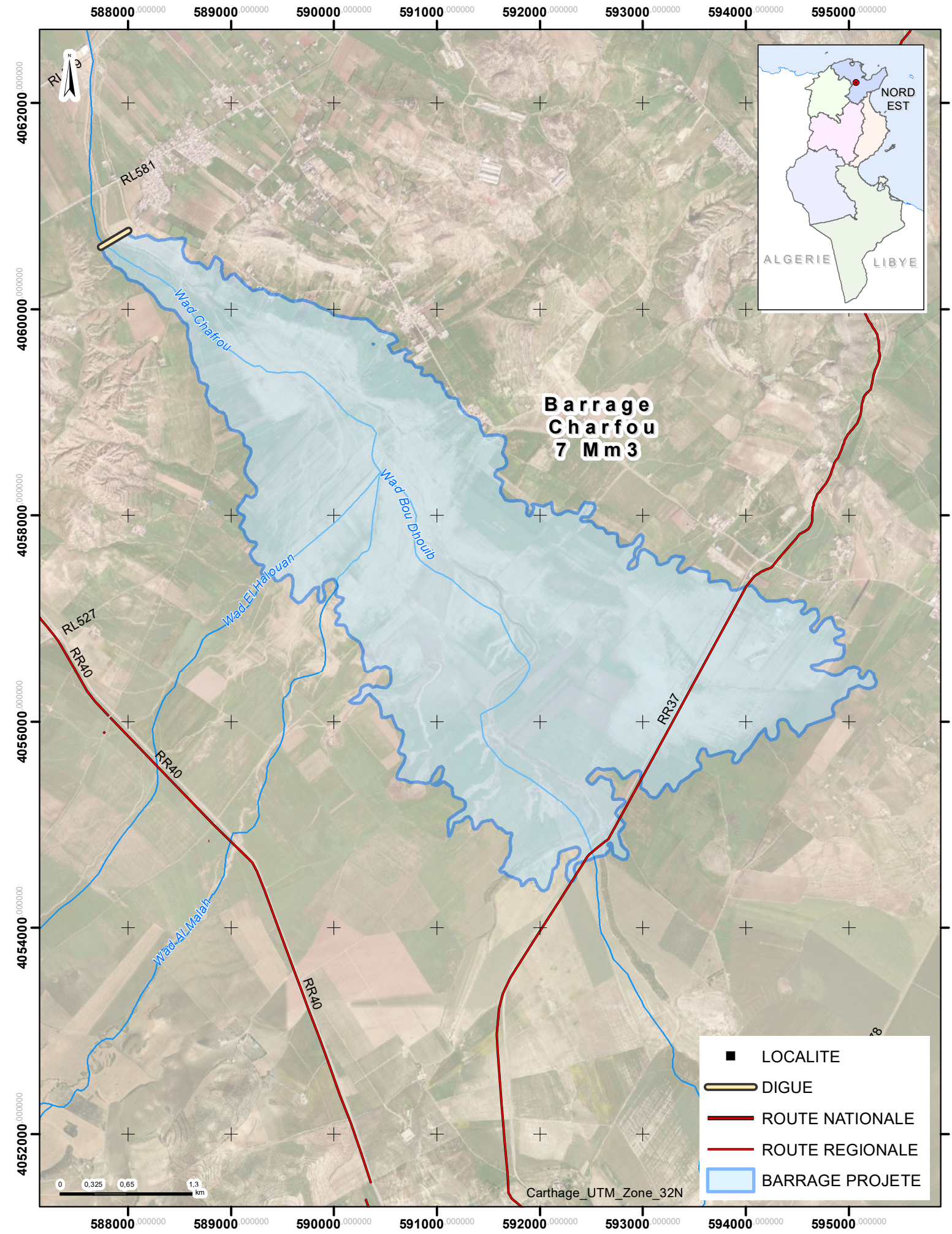
E. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE CHAFROU (PROJET)



Barrage Tessa (Projet)

A. Situation

- Cours d'eau : Oued Tessa
- Gouvernorat : El Kef et Siliana
- Les villes ou les villages les plus proches : El Kef et Siliana
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 502 165,54 m
    - Y : 4 007 624,53 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Cote de la retenue normale : 361.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 369.0 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 77 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale :39.2 Mm^3

C. Caractéristiques de la retenue_ rehaussement :

- Cote de la retenue normale : 365.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 369.0m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 132.0 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 81.2Mm^3
- Augmentation du volume :42.0 Mm^3

D. Caractéristiques du barrage

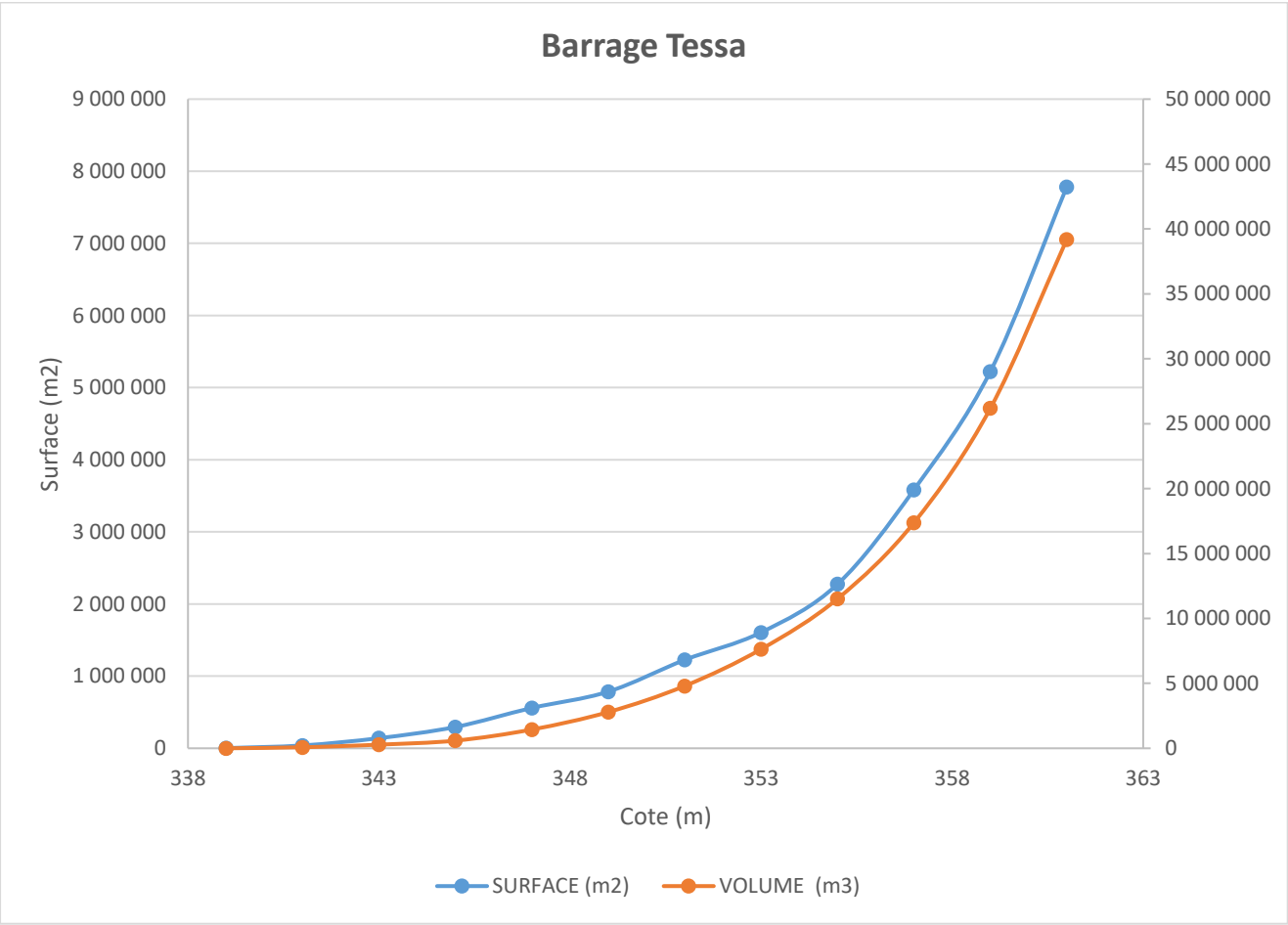
- Hauteur du barrage: 40.0 m
- Côte de la Crête de la digue : 370.0 m
- Longueur en crête : 475 m

E. Impact

Le barrage a des multiples impacts à savoir sur : Une route nationale RN18 sur une longueur de 2.6 km, quelques logements et une zone agricole.

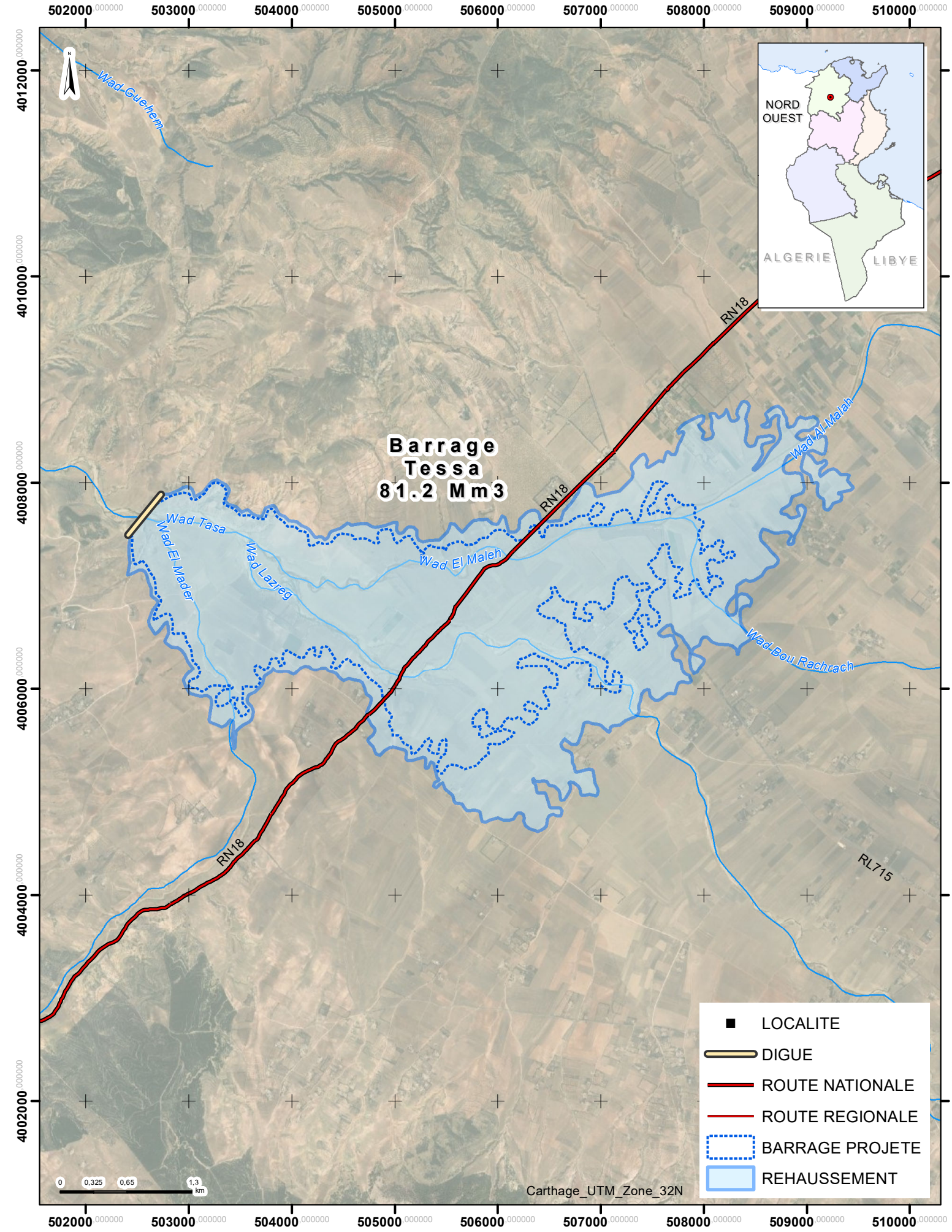
F. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE TESSA (PROJET)



Barrage Mellegue Amont (en cours)

A. Situation

- Cours d’eau : Oued Mellegue
- Gouvernorat : El Kef
- Les villes ou les villages les plus proches : El Kef
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 466 049,76 m
    - Y : 4 010 757,45 m

B. Caractéristiques de la retenue

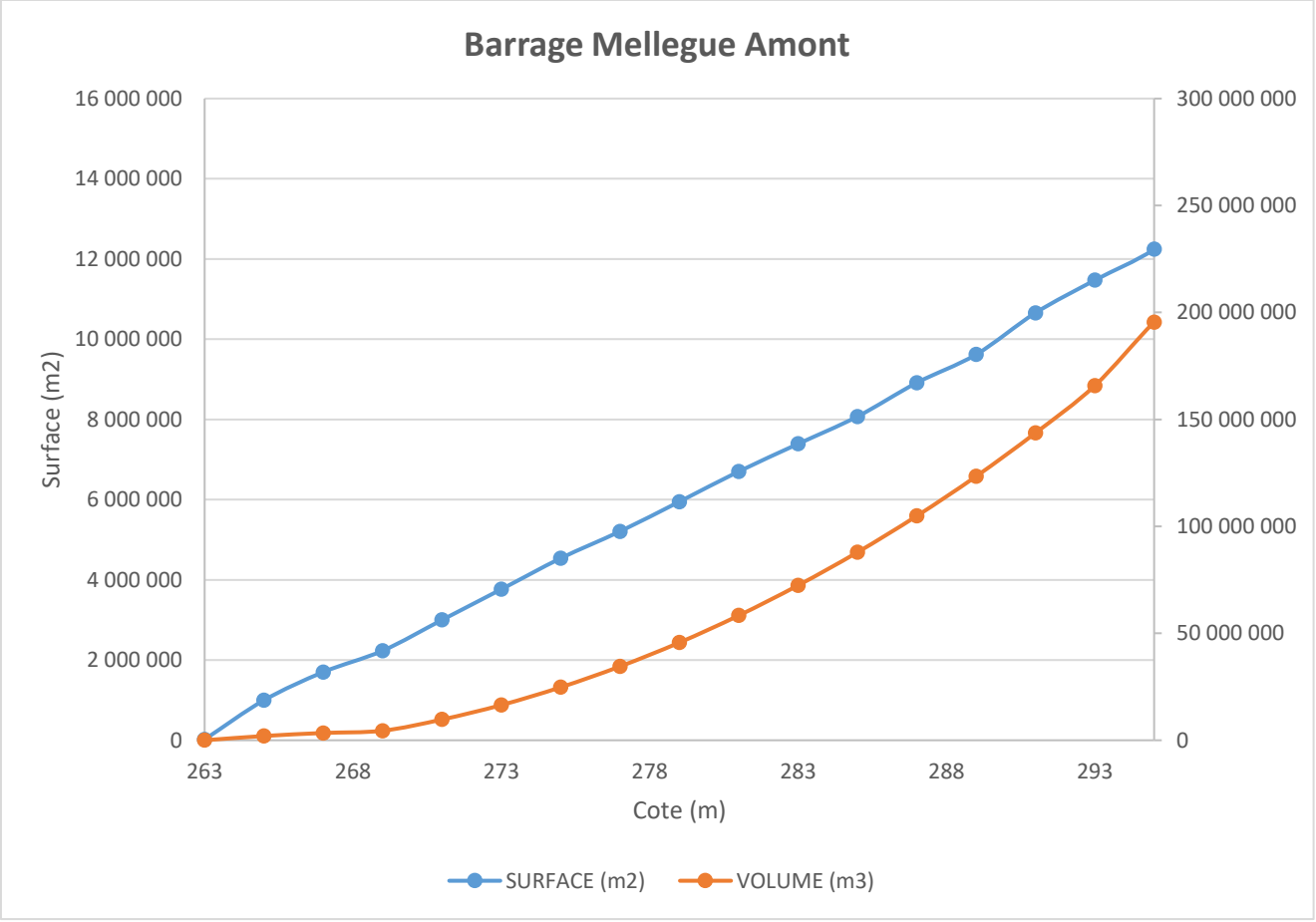
- Cote de la retenue normale : 295.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 304.0 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 1320 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale :195.0 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 71.0 m
- Côte de la Crête de la digue :305.0 m
- Longueur en crête : 800 m

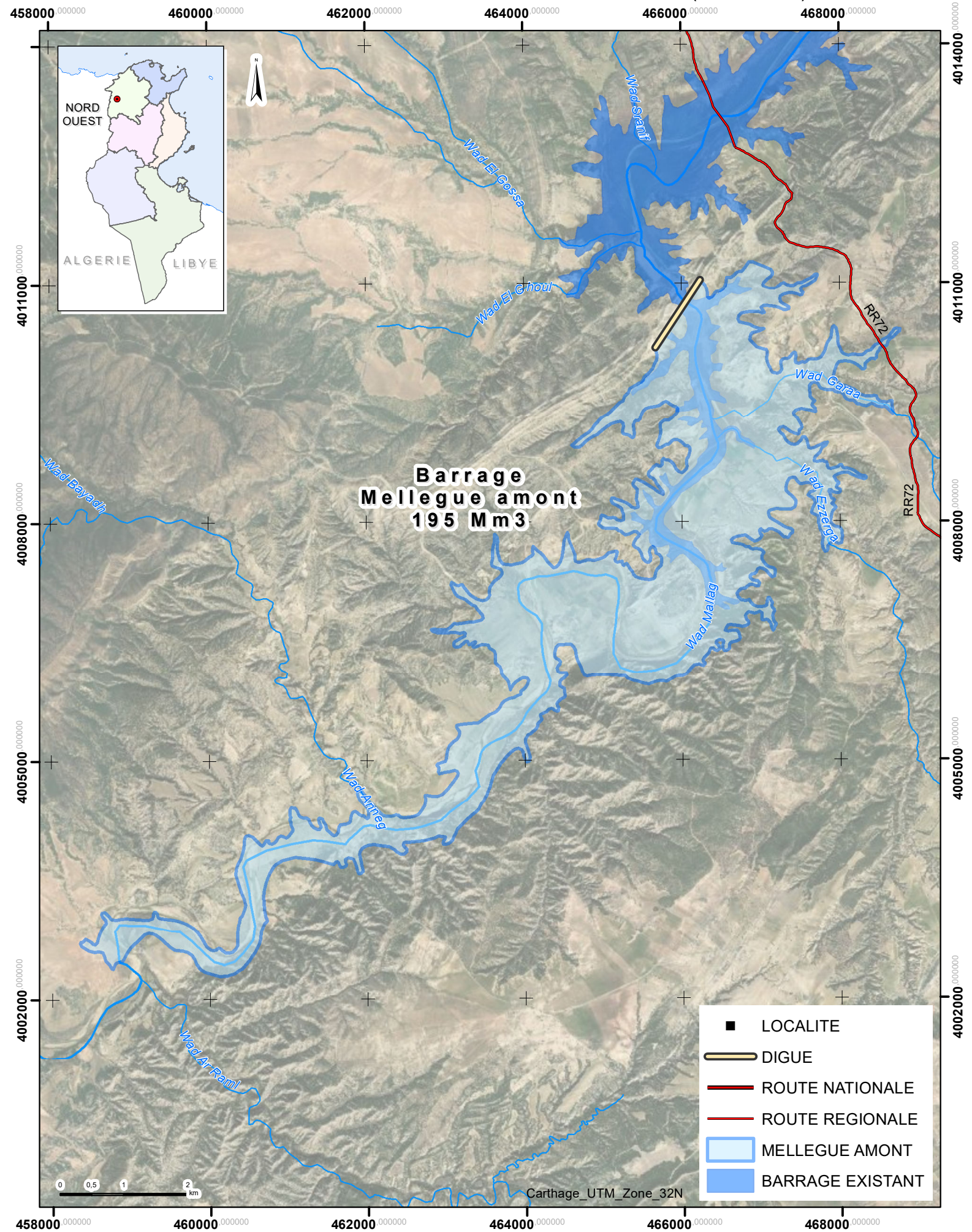
D. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE MELLEGUE AMONT (EN COURS)



Barrage Melah Amont (Projet)

A. Situation

- Cours d’eau : Oued Azzan
- Gouvernorat : Jendouba
- Les villes ou les villages les plus proches : Tabarka
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 496 692,65 m
    - Y : 4 083 681,19 m

B. Caractéristiques de la retenue

- Côte de la retenue normale : 131.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 133.0 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 157.0 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 40.9 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

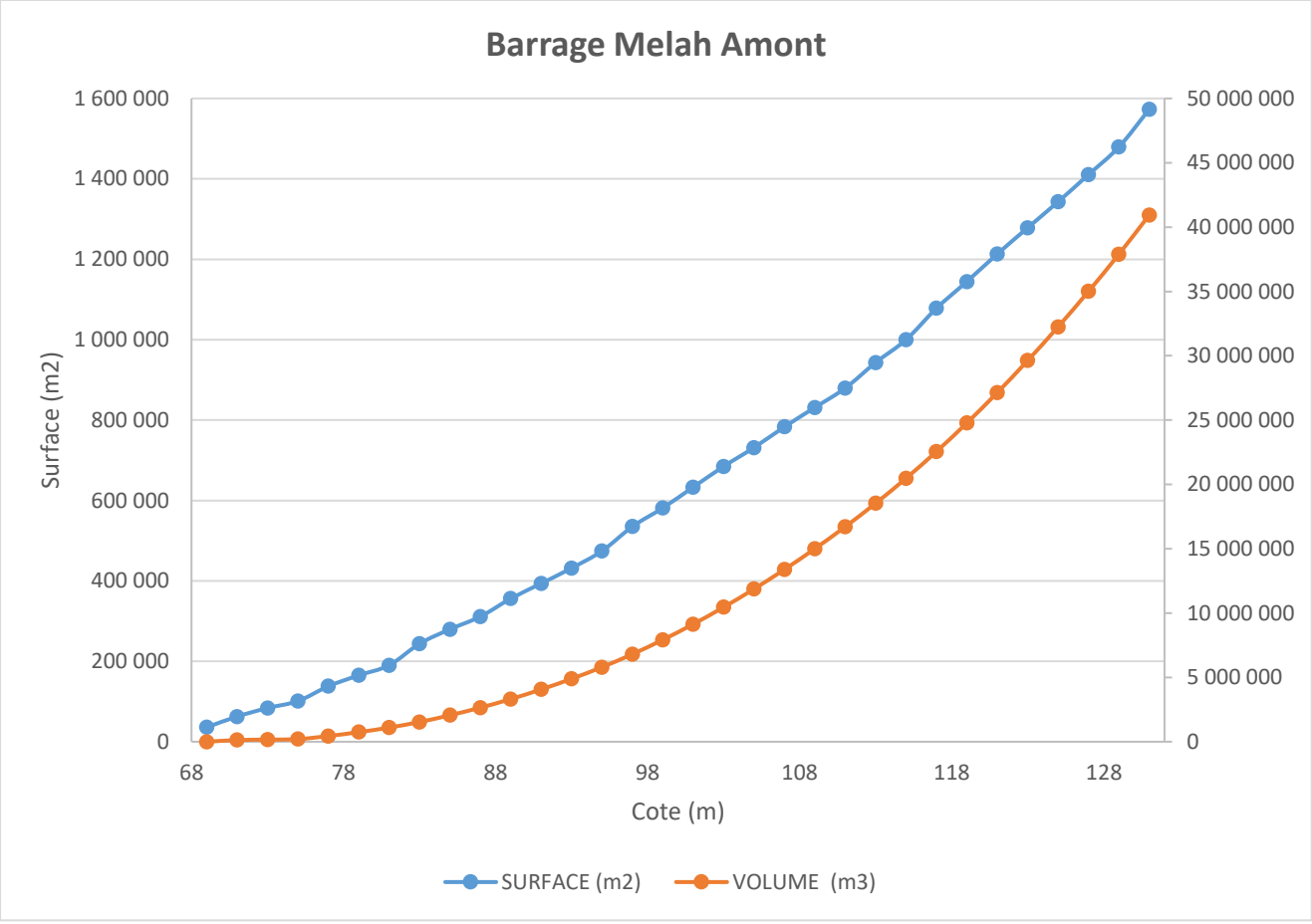
- Hauteur du barrage: 65 m
- Côte de la Crête de la digue :134.0 m
- Longueur en crête : 430 m

D. Impact

Le barrage a impact sur une Forêt.

E. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE MELAH AMONT (PROJET)



Barrage Ousafa 1 (Projet)

A. Situation

- Cours d’eau : Oued Ousafa
- Gouvernorat : Siliana
- Les villes ou les villages les plus proches : Siliana
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 538 324,09 m
    - Y : 3 977 811,44 m

B. Caractéristiques de la retenue

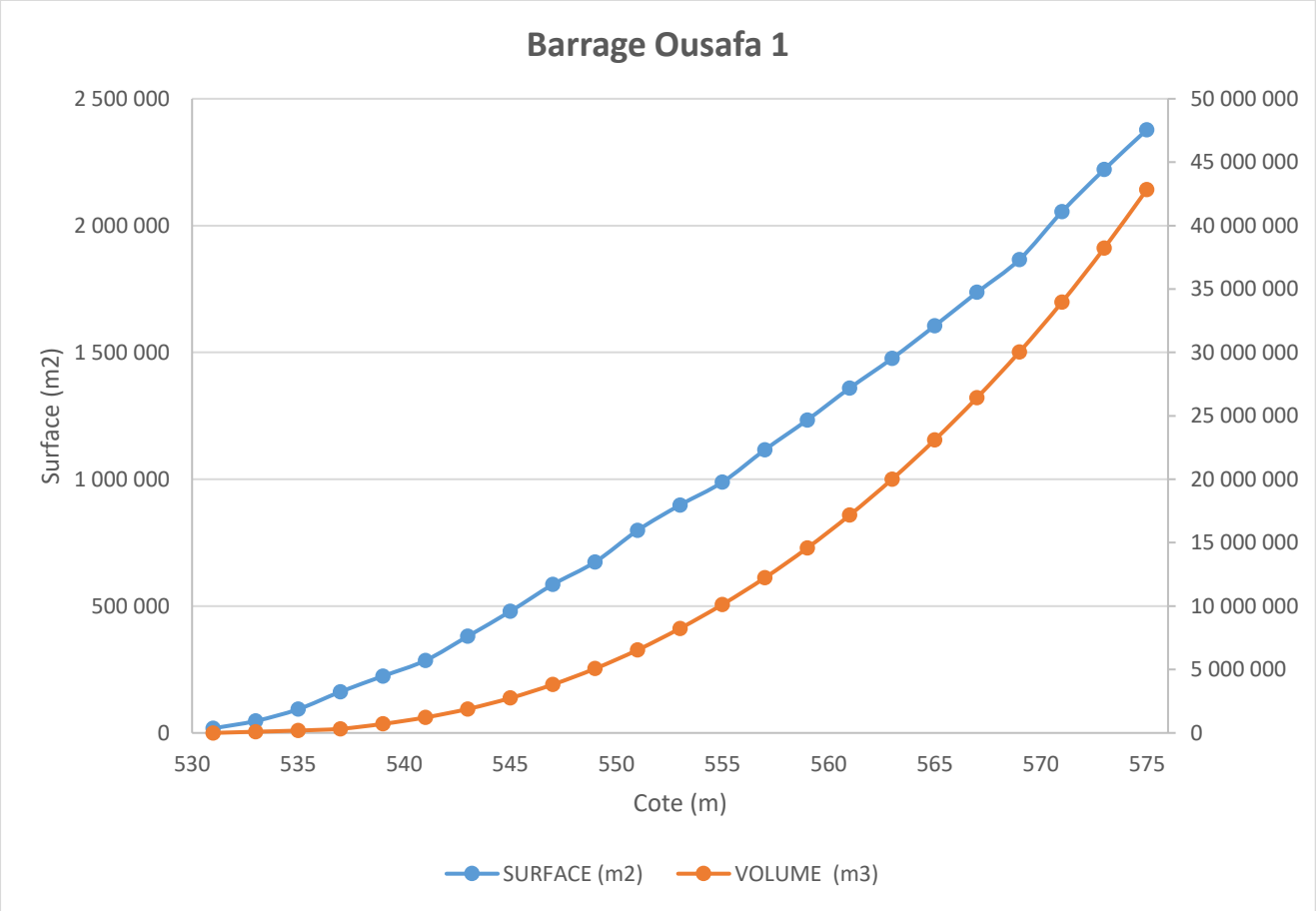
- Côte de la retenue normale : 575.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) : 578.0 m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 237 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale :42.8 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 48 m
- Côte de la Crête de la digue :579 m
- Longueur en crête : 500 m

D. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.



Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE OUSAFA I (PROJET)



Barrage Siliana 1 (Projet)

A. Situation

- Cours d’eau : Oued Siliana
- Gouvernorat : Béja
- Les villes ou les villages les plus proches : Testour
- Les coordonnées : (Carthage_UTM_Zone_32N) :
    - X : 540 906,31 m
    - Y : 4 036 462,77 m

B. Caractéristiques de la retenue :

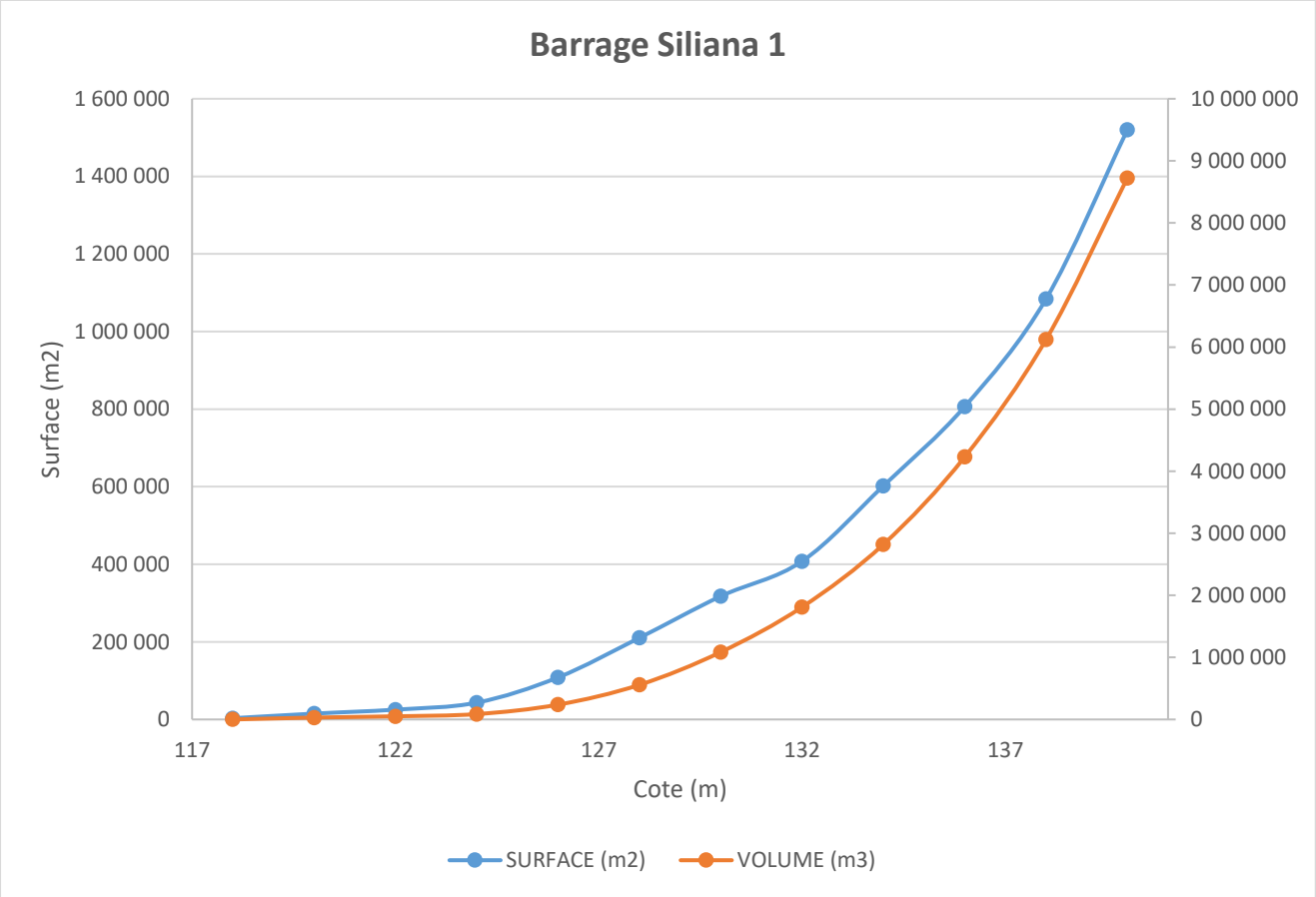
- Cote de la retenue normale : 140.0 m NGT
- Côte des plus hautes eaux (PHE) :143.0m NGT
- Surface à la côte de la retenue normale : 151.0 ha
- Capacité à la côte de la retenue normale : 8.7 Mm^3

C. Caractéristiques du barrage

- Hauteur du barrage: 26 m
- Côte de la Crête de la digue :144 m
- Longueur en crête : 570 m

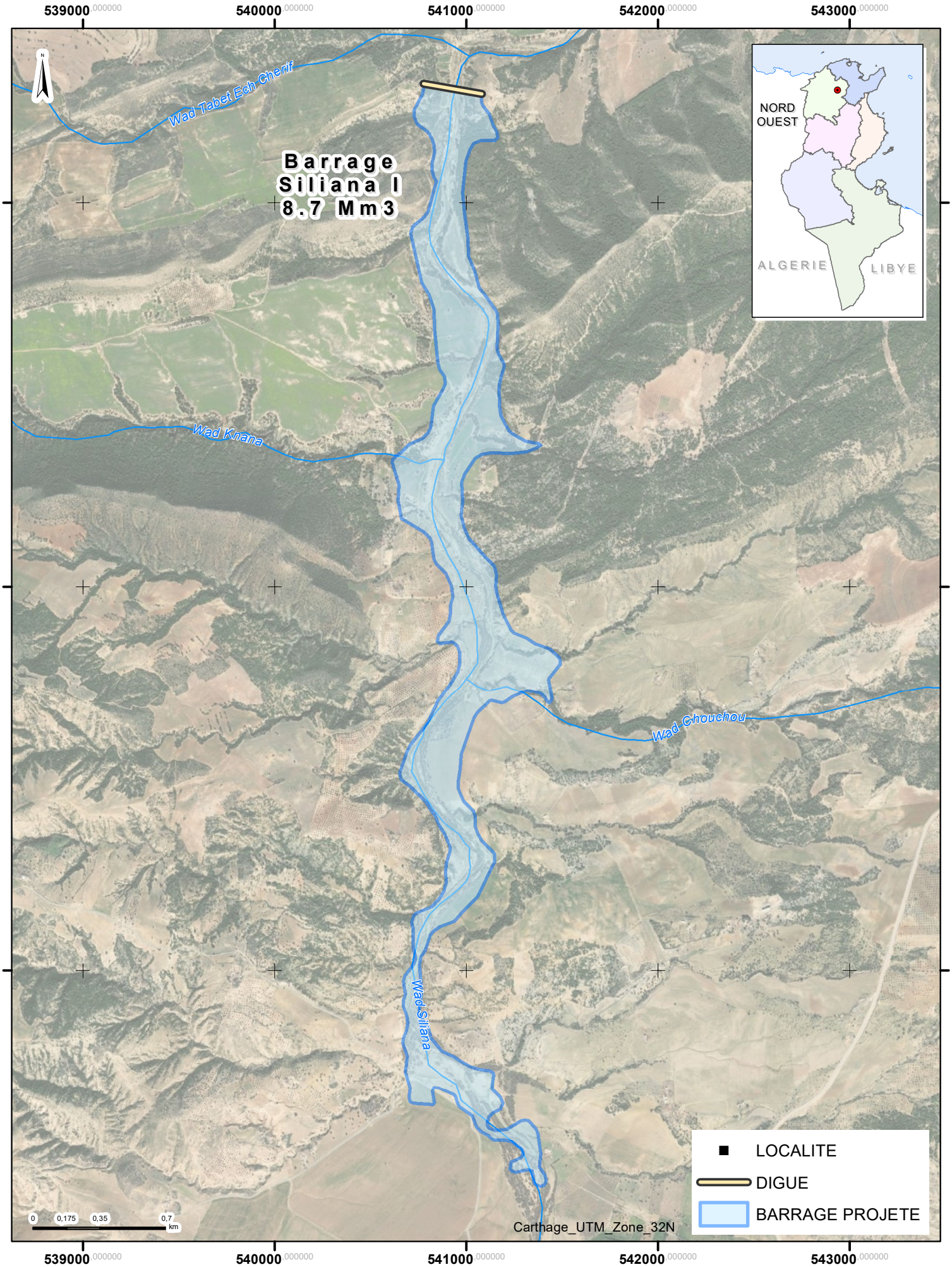
D. Les courbes Hauteur-Volume-Surface

Les courbes hauteur, volume et surface ont été obtenues suite au traitement du fond topographique SRTM.

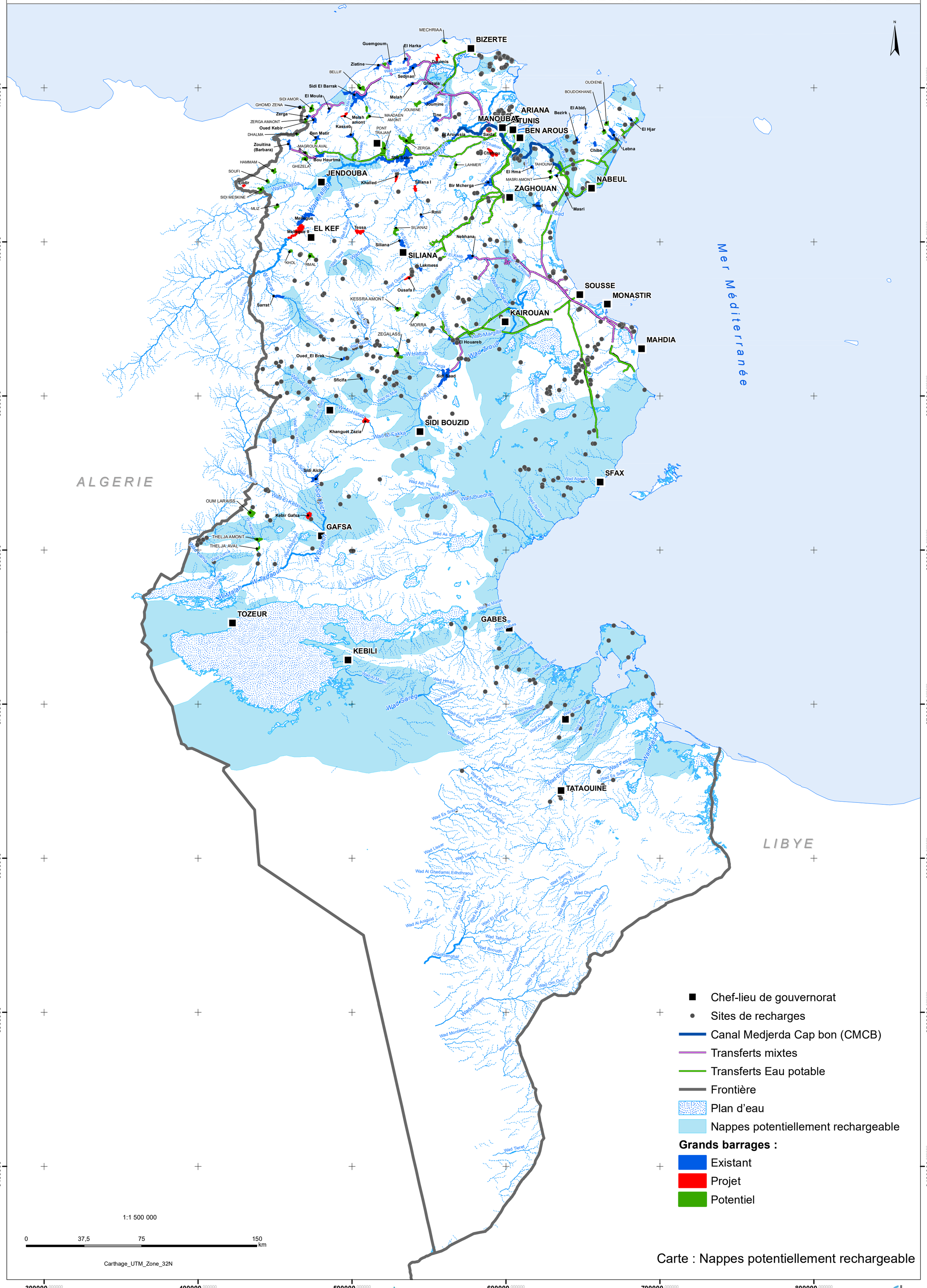


Source : Traitement STUDI, Eau 2050

PLAN DE SITUATION DU BARRAGE SILIANA I (PROJET)



ELABORATION DE LA VISION ET DE LA STRATEGIE DU SECTEUR DE L'EAU A L'HORIZON 2050 POUR LA TUNISIE *« EAU 2050 »*



Carte : Nappes potentiellement rechargeable

MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DES RESSOURCES HYDRAULIQUES ET DE LA PECHE

KFW giz STUDI INTERNATIONAL CKW CONSULT