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 5 : Elaboration des plans d'action détaillés et leur agrégation sous forme d'un plan d'action global pour la mise en œuvre de la stratégie à l'horizon 2050

Version définitive





Juin-2023

Table des matières

Executive Summary 1

Synthèse de l'Etude 4

I. Préambule : Rappel de la trajectoire historique de la conduite de la politique hydrique de la Tunisie 15

I.1. Genèses et évolutions de la maitrise de l'hydrique 15

I.2. Parcours de la mise en place et du renforcement des institutions de gestion des ressources en eau 16

I.3. L'adoption d'un Code des Eaux pour une gestion hydrique réglementairement encadrée 17

I.4. Les aménagements hydroagricoles et l'essor de l'agriculture 17

I.5. La politique « CES » se voulant inclusive, résiliente et adaptative 18

I.6. Préoccupation de la Qualité de l'eau et création du Ministère de l'Environnement 18

I.7. Contraintes et Défis malgré les Efforts et les Sacrifices 19

I.7.1 Des acquis fragilisés, confrontés à une croissance rapide à la fois urbaine et agricole 19

I.7.2 Des ressources potentielles renouvelables très inégalement réparties 19

I.7.3 Eaux souterraines sous pression et de moins en moins contrôlées 19

I.7.4 Une recharge artificielle des nappes en-deçà du potentiel 20

I.7.5 Le dérèglement climatique comme contrainte supplémentaire de plus en plus prégnante ... 20

I.7.6 Envasement rapide des barrages 20

I.7.7 Dégradation de la qualité de l'eau 21

I.7.8 L'inadéquation entre coûts et tarifications 21

I.7.9 Déficit supporté par la SONEDE au m^3 distribué 22

I.7.10 Déficit supporté par l'ONAS 22

I.7.11 Coûts supportés par l'Etat 22

I.7.12 Recours timide aux eaux non conventionnelles et aux énergies renouvelables 23

I.7.13 Gouvernance trop centralisée avec les rigidités en conséquence 23

I.8. Impératif de la Transition vers un Système Hydrique Sécurisé, Inclusif et Durable 25

II. Partie introductive au Plan d'actions d'Eau 2050 27

II.1. Le « Plan d'actions » en tant qu'Etape Finale d'Aboutissement de l'ensemble de la Mission « Eau 2050 » 27

II.2. Les principales « données d'entrée » du Plan d'actions 27

II.3. La « Fleur à un Réceptacle et cinq Pétales » d'Illustration Graphique Simplifiée du Plan d'Action 27

II.4. La déclinaison en : 6 Blocs, 18 Sous-Blocs et 9 Préconisations du Plan d'Actions 28

II.5. Le Diagramme Explicité du Plan d'Action 30

II.6. Canevas-Type d'Elaboration d'une Composante (Hors préconisations) du Plan d'Actions 31

III. Conditions Particulières d'Engagement du 1er Plan d'Actions 2023-2025 et Prise en compte des Risques 32

III.1. Contraintes économiques et financières constituant le cadre général du 1er Plan d'Action 2021-202532

III.2. Conditions générales de recherche de solution à l'épineuse question des Finances publiques ... 34

III.3. Les tentatives en cours de résolution de la crise financière ... 35

III.4. Les Scénarios de Sortie de crise et leurs Effets sur le 1er Plan d'action d'Eau 2050 ... 35

IV. Présentation du Contenu des Composantes du « Plan d'Actions » ... 37

IV.1. Bloc I : La Gouvernance par la Rationalisation de l'Institutionnel et la Maitrise du Pilotage ... 37

IV.1.1 Les paramètres de la Rationalisation de la Gouvernance ... 37

IV.1.2 Les Dix (10) « Présentations et Evaluations d'Options Institutionnelles » identifiées dès la « Vision-Stratégie » (Etape 4) ... 37

IV.1.3 Analyse SWOT des 9 Evaluations d'Options relatives à l'Institutionnel et le Pilotage ... 39

IV.1.4 Conclusions de l'analyse SWOT ... 44

IV.1.5 Enjeux, Défis et Conditions de Mise en Œuvre de l'Innovation Institutionnelle et de la Gouvernance ... 46

IV.2. Bloc II : 2ème Pilier de « L'Eau potable et ses Ressources, dont le Dessalement d'Eau de Mer » 53

IV.2.1 Exigences d'Adéquation Demande/Offre ... 53

IV.2.2 Mise à Niveau des Réseaux ... 65

IV.2.3 Programme d'Amélioration des Performances des Adductions (PAP Adductions) ... 68

IV.2.4 Mise à Niveau des Réseaux Gérés par les GDA et prise en charge de l'AEP rural de l'habitat dispersé ... 70

IV.2.6 Renforcement de la Conduite Saida- Belli et Liaison directe entre OM3 et Ghdir El Golla 72

IV.2.7 Le Dessalement d'Eau de Mer ... 74

IV.2.8 Promotion des Technologies Numériques au service du Bloc Eau Potable ... 75

IV.2.9 Renforcement des Réserves de Sécurité ... 77

IV.2.10 Mobilisation « Amont » des Ressources en Eaux Douces ... 78

IV.2.11 Les Equipements Nouveaux de Transfert et Transport d'Eau Potable - Cadre Eau 2050 - 91

IV.2.12 Eléments Complémentaires Techniques et de Coûts relatifs au Dessalement ... 105

IV.3. Bloc III : la Gestion Intégrée des Ressources en Eau et la Sécurité Alimentaire ... 114

IV.3.1 Le Passage Incontournable par la Recharge Artificielle des Nappes pour la Mise en Cohérence Durable du Système Hydrique ... 114

IV.3.2 La Mise en Œuvre de l'Option « Barrages Souterrains » ... 123

IV.3.3 Actions de Régulation Hydrique du Système Aquifère du Kairouanais (SAK) ... 133

IV.3.4 Actions de Maitrise de l'Empreinte Eau dans les Oasis ... 140

IV.3.5 Actions d'Amélioration de l'Efficience et Economie de l'Eau dans les Périmètres Irrigués 147

IV.3.6 Extension Eau 2050 du Programme National d'Economie d'Eau en Irrigation (PNEE) ... 153

IV.3.7 Création d'un Centre National de Technologies Innovantes en Irrigation ... 156

IV.3.8 Les instruments d'amélioration de la productivité de l'eau ... 158

IV.3.9 Amélioration des Conditions d'Assainissement-Drainage dans les PPI ... 163

IV.3.10 Gestion Participative des Nappes ... 165

IV.3.11 Plan d'Action de la Stratégie REUSE ... 170

IV.3.12 Le Plan d'Action REUSE ... 197

IV.3.13 Plan d'action d'Amélioration de la Valorisation de l'Eau Verte en Agriculture Pluviale.... 219
IV.3.14 La valorisation des eaux de drainage 236
IV.4. Bloc IV : Qualité de l'Eau et Sauvegarde des Ecosystèmes 238
IV.4.1 Introduction à la Politique Publique de Qualité de l'Eau et de Sauvegarde des Ecosystèmes 238
IV.4.2 Eau et Santé 239
IV.4.3 Objectifs de la Politique Publique de Qualité de l'Eau et de Sauvegarde des Ecosystèmes 241
IV.4.4 Sites Ramsar : Etat écologique et Objectifs de Restauration 245
IV.4.5 Les Actions de la Mise en Œuvre de la Politique Publique de Qualité de l'Eau et de Sauvegarde des Ecosystèmes..... 247
IV.4.6 Coûts de la Mise en Œuvre de la Politique Publique de Qualité de l'Eau et de Sauvegarde des Ecosystèmes 263
IV.5. Bloc V : des « Eaux et Territoires pour le Développement Inclusif et Durable » 271
IV.5.1 Introduction : Place du Levier « Eaux et Territoires pour le Développement Inclusif et Durable » dans la Stratégie Eau 2050. 271
IV.5.2 Programme National d'Aménagement de Micro-corridors Ruraux d'Infrastructures et d'Equipements de Base 271
IV.5.3 Programme National de Développement Polarisé des Territoires Ruraux 275
IV.5.4 Programme National des Corridors de Développement Régional 280
IV.5.5 Programme de Restructuration et de Reconversion des Régions Métropolitaines et des Territoires Congestionnés 285
IV.5.6 Conclusion à l'ensemble du Boc V (Eaux et Territoire) : De l'Articulation des Programmes d'Aménagement du Territoire avec la Stratégie Eau 2050 et de la Nécessité d'une Planification de Développement Régional 289
IV.6. Bloc VI : Le 3ème Pôle de « L'Objectivation par l'Economique de l'Eau, le Partage de l'Information et la Régulation » 291
IV.6.1 Changements institutionnels et coût à consentir 291
IV.6.2 Rapport entre Institutionnel, Gouvernance et Régulation 291
IV.6.3 Rationalisation des processus Décisionnels 291
IV.6.4 Objectivation par l'Economique de l'Eau et Partage de l'Information pour la Régulation 291
IV.6.5 Processus de Priorisation et Articulation Inter-Plans 292
IV.6.6 Apport de la Modélisation à la Conception et la Mise en Œuvre d'Eu 2050 292
IV.6.7 Synthèse du Chiffrage des Composantes du Plan d'action Global, des 2 Plans Quinquennaux et 2 Plans Décennaux..... 292
V. Annexes 295

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Barrage d'Oued el Kebir-1924 15
Figure 2 : La « Fleur à un Réceptacle et cinq Pétales » 28
Figure 3 : Le Diagramme Explicité du Plan d'Action 30
Figure 4 : Accroissement de la population urbaine et rurale de 2020 à 2050 54
Figure 5 : Bilan hydrique cumulé 2000 à 2018 de Sidi Barraq 91
Figure 6 : Diagnostic, système de transfert existant de Sidi El Barrak à Sejnene et OM 3 92
Figure 7 : Routes principales des variantes de transfert du nord au centre de la Tunisie 93
Figure 8 : Système de transfert existant d Barrage Sidi El Barraq jusqu'au Canal Sejnene 94
Figure 9 : Les variantes du scénario SC1 95
Figure 10 : Scénario SC2 et ses variantes 96
Figure 11 : Scénario SC3 et ses variantes 97
Figure 12 : Schéma de la technique de recharge par bassin d'infiltration 115
Figure 13 : Schéma de la technique de recharge directe : 1- technique d'injection différée dans le temps, 2- technique d'injection différée dans le temps et dans l'espace 115
Figure 14 : Schéma de la technique de recharge indirecte 116
Figure 15 : Schéma présentant une partie des différents types de recharges artificielle dans différents environnements hydrogéologiques 116
Figure 16 : Schéma d'infiltration assistée à partir des barrages 118
Figure 17 : Infiltration assistée dans la nappe de moyenne vallée de la Mejerdah 118
Figure 18 : Niveau piézométrique de la nappe phréatique de Mornag (Tunisie) de 1910 à 2000 (ENNABLI, 1980 ; HORRICHE, 2004) 119
Figure 19 : Sites de recharge artificielle 120
Figure 20 : Nappes rechargeables par les eaux usées traitées 121
Figure 21 : Croquis type d'un barrage souterrain 123
Figure 22 : Exemples de barrages souterrains au Japon 124
Figure 23 : Exemples de barrages souterrains à la Corée de Sud 125
Figure 24 : Exemples de barrages souterrains en France 125
Figure 25 : Carte de situation 133
Figure 26 : Coupe géologique 3D 134
Figure 27 : Coupe simplifiée du système karstique d'el Houareb 135
Figure 28 : Evolution de la recharge et de l'exploitation des ressources en eaux dans la plaine Kairouan 136
Figure 29 : Evolution des rabattements pour les Scénarios zéro (rouge), 100% Recharge (en bleu) et 100% recharge conjuguer à la réduction des prélèvements à l'équivalent recharge (en vert) 137
Figure 30 : Index des pluies annuelles 138
Figure 31 : Variation piézométrique de 2 forages de la plaine Kairouan 138
Figure 32 : Additionalité des solutions pour une gestion durable du SAK 139
Figure 33 : Evolution des superficies des oasis (ha) de 1992 à 2019 140
Figure 34 : Les oasis et les extensions dans la région de Kébili (Zoom sur Douz, 2020) 141
Figure 35 : Simulation des prélèvements licites du SASS à l'horizon 2050 143
Figure 36 : Le système d'irrigation intelligent 161
Figure 37 : Le cycle de fonctionnement d'un système d'irrigation intelligent 162

Figure 38 : Etat de l'exploitation des nappes souterraines en Tunisie 165

Figure 39 : Effets mise en place des mécanismes de gestion participative des nappes de Bsissi et El Akrit **Source** : MARHP 2014 168

Figure 40 : Aménagements ACTA en fonction de l'intensité des pluies 221

Figure 41 : Carte 1-Priorisation des zones d'intervention en céréaliculture 224

Figure 42 : Carte 2- Priorisation des zones d'intervention en oléiculture 225

Figure 43 : Exemple de mise en place bâche à eau 235

Figure 44 : Développement et mise en œuvre d'un plan de gestion de sécurité sanitaire de l'eau 241

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Répartition des ressources potentielles renouvelables par région (Mm^3) 19
Tableau 2 : Données Macroéconomiques 32
Tableau 3 : Données de Finances Publiques Actualisées 32
Tableau 4 : Analyse SWOT des 9 Evaluations d'Options relatives à l'Institutionnel et le Pilotage 39
Tableau 5 : Conclusions de l'analyse SWOT 44
Tableau 6 : La répartition actuelle des différentes fonctions 48
Tableau 7 : Indicateurs de Performance SONEDE de 2020 53
Tableau 8 : Le Bilan global Offre-Demande en eau potable (Mm^3) 55
Tableau 9 : Séquençage du plan d'action à l'horizon 2050 (population rurale) 56
Tableau 10 : Evolution de la population desservie à l'horizon 2050 56
Tableau 11 : Actions en cours ou inscrites dans les Plans de développement jusqu'en 2030 56
Tableau 12 : Liste des actions proposées dans le cadre de la stratégie Eau 2050 58
Tableau 13 : Programmation des actions et estimation des coûts 58
Tableau 14 : Tableau de calcul du CRLT 60
Tableau 15 : Les « Indicateurs de Suivi Facilement Mesurables » du Plan d'action 63
Tableau 16 : Les coûts d'investissement par Acteur Projets Actuellement Engagés 64
Tableau 17 : Rendements des réseaux de distribution à l'horizon 2050 (PAP-Distribution) 65
Tableau 18 : Rendements des adductions d'eau à l'horizon 2050 (PAP-Distribution) 65
Tableau 19 : Linéaires des Réseaux Programmés (PAP-Distribution) 66
Tableau 20 : Les coûts d'investissement et d'exploitation (PAP-Distribution) 66
Tableau 21 : La Consistance par Gouvernorat (PAP-Distribution) 67
Tableau 22 : Rendements des adductions d'eau à l'horizon 2050 (PAP Adductions) 68
Tableau 23 : Programmation Spatio-Temporelle à l'horizon 2050 (PAP Adductions) 69
Tableau 24 : Coûts d'Investissement et d'Exploitation à l'horizon 2050 (PAP Adductions) 69
Tableau 25 : Population en milliers d'habitants (2020) 70
Tableau 26 : Programmation Spatio-Temporelle des Actions (Population rurale) 71
Tableau 27 : Coûts d'Investissement (en MD) 71
Tableau 28 : Coût du projet en milliers de DT (Transfert Saida- Belli) 72
Tableau 29 : Programmation Spatio-Temporelle des Actions et des Investissements 74
Tableau 30 : Programmation Spatio-Temporelle des Actions (Technologies Numériques AEP) 76
Tableau 31 : Echéancier des investissements (Technologies Numériques AEP) 76
Tableau 32 : Echéancier des investissements (Réserves de Sécurité AEP) 78
Tableau 33 : Répartition des barrages potentiels par unité hydraulique 78
Tableau 34 : Barrages Horizon 2023-2025 80
Tableau 35 : Barrages Horizon 2026-2030 81
Tableau 36 : Barrages Horizon 2031-2040 83
Tableau 37 : Barrages Horizon 2041-2050 88
Tableau 38 : Notes attribuées aux variantes pour les différents critères 99
Tableau 39 : Classements et scores des variantes 100
Tableau 40 : Tableau Récapitulatif de Scénarisation 102

Tableau 41 : Evolutions potentiellement possibles pour le SWRO 109
Tableau 42 : Superficie des oliveraies au sud de la dorsale 110
Tableau 43 : Ressources en eau saumâtre disponibles et superficies correspondantes des oliveraies 110
Tableau 44 : Ressources en eau saumâtre retenues et superficies irrigables des oliveraies 110
Tableau 45 : Superficie des Oliveraies à Irriguer « par Période de Planification » et par Gouvernorat . 111
Tableau 46 : Superficies Irriguées d'Oliveraie et Volumes d'Eaux Dessalées « Cumulés » par Gouvernorat et par Horizon 111
Tableau 47 : Coût d'investissement pour le dessalement des eaux saumâtres destinées à l'irrigation ICD par gouvernorat et par période de planification (MDT) 111
Tableau 48 : Matrice des Actions de Dessalement 113
Tableau 49 : Tableau récapitule des avantages et inconvénients pour chaque méthode de recharge.. 116
Tableau 50 : Sites des Barrages Souterrains Potentiels 127
Tableau 51 : Suivi des réalisations nouvelles en économie d'eau d'irrigation au niveau de la parcelle jusqu'au 31-12-2021 141
Tableau 52 : Programme de Modernisation-Optimisation de l'Irrigation Oasienne..... 144
Tableau 53 : Principaux Indicateurs de la Filière Dattes en Tunisie 144
Tableau 54 : Valeurs cibles des efficiences aux niveaux des réseaux collectifs et des parcelles dans les PPI et les PIP jusqu'à l'horizon 2050 149
Tableau 55 : Evolution des superficies à moderniser à l'horizon 2050 (ha)..... 151
Tableau 56 : les coûts d'investissement à l'horizon 2050 pour la réhabilitation et la modernisation des PPI en millions DT 152
Tableau 57 : Valeurs cibles des taux de la superficie irriguée équipée en EE et les PIP jusqu'à l'horizon 2050..... 153
Tableau 58 : Les nouvelles superficies (Ha) à équiper par période de planification et selon la technique adoptée..... 154
Tableau 59 : Les superficies à équiper (extension, reconversion et renouvellement) et les coûts d'investissement estimés par période 154
Tableau 60 : Valeurs cibles des superficies à équiper en infrastructures d'assainissement et drainage de périmètre irrigués jusqu'à l'horizon 2050..... 164
Tableau 61 : Les coûts des investissements à l'horizon 2050 en MDT 164
Tableau 62 : Sites pour la mise en œuvre des projets de gestion participative des nappes 167
Tableau 63 : Matrice des Actions d'Amélioration de l'Efficience et de la Productivité de l'Eau d'Irrigation et Economie d'Eau dans les PI 169
Tableau 64 : Année de Base 2020 et Objectifs Eau 2050 de Taux d'Accès à l'Assainissement..... 170
Tableau 65 : Année de Base 2020 et Objectifs 2050 de Traitement des Eaux Usées 171
Tableau 66 : Estimation des coûts d'investissement des projets engagés par période de planification (en MDT)..... 173
Tableau 67 : Taux de raccordement au réseau d'assainissement en milieu urbain ciblés par « Eau 2050 » 174
Tableau 68 : Linéaire des réseaux en km (extension) à poser par région et par période de planification 175
Tableau 69 : Coût d'investissement des réseaux par région et par période de planification (MDT)..... 175
Tableau 70 : Taux annuel de renouvellement des réseaux d'assainissement en milieu urbain 175
Tableau 71 : Linéaire des réseaux à réhabiliter en km par région et par période de planification..... 176
Tableau 72 : Coût d'investissement de la réhabilitation des réseaux par région et par période de planification (MDT) 176

Tableau 73 : Capacités des Nouvelles Stations à Réaliser par Région et par Horizon (Mm^3/an) 177

Tableau 74 : Coût d'Investissement de l'Extension de la Capacité Epuratoire par Région et par Période de Planification (en MDT) 177

Tableau 75 : Capacité des stations faisant l'objet des travaux de réhabilitation et d'extension 178

Tableau 76 : Effets Globaux en termes de Taux d'Epuration en Milieu Urbain par Région et par Horizon de Planification 178

Tableau 77 : Evolution de l'Etat de Conformité des Eaux Traitées à la Norme par Horizon de Planification 178

Tableau 78 : Réduction du pourcentage des STEP Non Conformes, en Nombre et en Volume 179

Tableau 79 : Coût d'Investissement de Réhabilitation et d'Extension des Stations d'Epuration par Région et par Période de Planification (MDT) 179

Tableau 80 : Taux de Raccordement Ciblés par Eau 2050 au Réseau d'Assainissement en Milieu Rural 180

Tableau 81 : Taux de Renouvellement Eau 2050 des Réseaux d'Assainissement en Milieu Rural..... 180

Tableau 82 : Linéaire de l'Extension des Réseaux (en km) par Région et par Période de Planification 180

Tableau 83 : Linéaire du Renouvellement des Réseaux (en km) par Région et par Période de Planification 180

Tableau 84 : Coût d'Investissement d'Extension des Réseaux en Milieu Rural par région et par période de planification (MDT) 181

Tableau 85 : Coût d'Investissement de Renouvellement des Réseaux en Milieu Rural par région et par période de planification (MDT) 181

Tableau 86 : Taux Global d'Epuration en Milieu Rural « Habitat aggloméré » par Horizon de Planification 182

Tableau 87 : Capacité des Nouvelles Stations d'Epuration en Milieu Rural par Région et Horizon..... 182

Tableau 88 : Capacité des Stations d'Epuration Réhabilitées en Milieu Rural 182

Tableau 89 : Coût Global d'Investissement des Stations de Traitement en Milieu Rural par région et par période de planification (MDT) 183

Tableau 90 : Projection de la Population Rurale en Habitat Dispersée jusqu'à l'Horizon 2050..... 183

Tableau 91 : Objectif de Nombre de Logements Dotés de Système d'Assainissement et de Traitement Individuel ou Semi-Collectif par région et par période de planification 184

Tableau 92 : Coût d'Investissement d'Assainissement en Milieu Rural à Habitat Dispersé par région et période de planification (MDT) 185

Tableau 93 : Objectifs de Traitement Tertiaire par Horizon de Planification..... 185

Tableau 94 : Objectifs de Capacités des Stations d'Epuration / Traitement Tertiaire (Mm^3/an)..... 185

Tableau 95 : Coût d'investissement de traitement tertiaire par période de planification (MDT) 186

Tableau 96 : Les infrastructures à mettre en place par horizon de planification..... 187

Tableau 97 : Coût d'Investissement de l'Aménagement Hydraulique « Cycle fermé » par Période de Planification (MDT) 187

Tableau 98 : Récapitulatif Global du Plan d'action relatif à la Composante « Assainissement et Epuration » 188

Tableau 99 : Matrice des actions de mise en œuvre des projets d'assainissement et d'épuration des eaux usées 191

Tableau 100 : Superficie des périmètres à réhabiliter par région..... 198

Tableau 101 : Estimation des coûts des travaux de réhabilitation des périmètres 198

Les tableaux suivants présentent les périmètres à aménager. Le tableau ci-dessous102 comprend les périmètres irrigués dont les études sont à un stade avancé, avec une superficie de 2740 ha et dont la création est prévue dans le plan quinquennal 2026-2030. Le tableau 102 correspond à des périmètres de

superficies plus importantes, dont l'opportunité est établie par plusieurs études et à mettre en œuvre pour 2030-2050. 199

Tableau 103 : Le programme d'extension et création de périmètres irrigués en mode REUSE : 2026-2030 199

Tableau 104 : Périmètres Irrigués mode REUSE pour 2030-2050 199

Tableau 105 : Superficie des périmètres irrigués et taux de REUSE par horizon 200

Tableau 106 : Superficie des périmètres irrigués à aménager par région et par période de planification 200

Tableau 107 : Coût d'Investissement de Création de PI-REUSE par Région et Période de planification (MDT) 201

Tableau 108 : Nappes, Sites de Recharge, STEP (s) et Volumes d'eau en jeu 202

Tableau 109 : Volumes et % d'Eaux Usées Traitées pour la Recharge (Mm3/an) 204

Tableau 110 : Volumes d'Eaux Usées Traitées destinées à la Recharge des Nappes (Mm3/an) 204

Tableau 111 : Coûts d'Investissement de la Reuse pour la Recharge, par Région et par Horizon (MDT) 204

Tableau 112 : Objectifs Eau 2050 de REUSE (en Mm3/an) pour les Espaces Verts (en ha) 205

Tableau 113 : Objectifs Eau 2050 de REUSE (en Mm3/an) pour les Sites Touristiques (en ha) 206

Tableau 114 : Objectifs Eau 2050 de REUSE pour les espaces Verts (en ha) par Région et Période de Planification 206

Tableau 115 : Objectifs Eau 2050 de REUSE pour les sites Touristiques (en ha) par Région et Période de Planification 206

Tableau 116 : Coût d'investissement (en MDT) pour la REUSE dans les espaces Verts et les Sites Touristiques par Région et par Période de planification 207

Tableau 117 : Objectifs Eau 2050 des Volumes REUSE (en Mm3/an) dans l'Industrie par Région et Horizon de planification 207

Tableau 118 : Objectifs Eau 2050 de la REUSE Industrielle Volumes par Établissement /Zone industrielle et Horizon de planification 208

Tableau 119 : Coût d'Investissement en REUSE pour l'Industrie 208

Tableau 120 : Objectif Eau 2050 de Volumes REUSE (en Mm3/an) pour la Sauvegarde Ecologique par Région et Horizon de planification 209

Tableau 121 : Sites importants d'écosystèmes à sauvegarde. 210

Tableau 122 : Coût d'Investissement REUSE pour la Sauvegarde des Ecosystèmes en MDT et par Horizon de planification. 210

Tableau 123 : Récapitulatif du Plan d'action REUSE Eau 2050 210

Tableau 124 : Matrice des actions de valorisation des eaux usées traitées 213

Tableau 125 : Ratios d'Eaux Additionnelles des Crues pour T=5, 10, et 20 ans. 220

Tableau 126 : Impact de" l'eau verte" sur la production 226

Tableau 127 : Projets de Mise en Œuvre de l'ACTA 227

Tableau 128 : Plan d'Action ACTA EAU 2050 230

Tableau 129 : Indicateurs de Suivi évaluation des actions de valorisation Eau- Verte et autres en agriculture pluviale 234

Tableau 130 : « Dispositions » de CSM à mettre en place par Horizon de planification 242

Tableau 131 : Indicateurs de suivi de réduction-élimination de la pollution par les Eaux usées domestiques 242

Tableau 132 : Objectifs d'Eau 2050 en matière de « réduction » de la pollution par les EUI 243

Tableau 133 : Objectif Eu 2050 de « Réduction/élimination de la pollution par les Déchets Solides » .. 243

Tableau 134 : Objectifs fixés Eau 2050 de Réduction-Elimination de la pollution agricole 244

Tableau 135 : Sites Ramsar : Etat écologique et Objectifs de Restauration 245

Tableau 136 : Cadre Logique de l'Action 1 247

Tableau 137 : Cadre Logique de l'Action 2 248

Tableau 138 : Cadre Logique de l'Action 3 251

Tableau 139 : Cadre Logique de l'Action 4 254

Tableau 140 : Cadre Logique de l'Action 5 258

Tableau 141 : Cadre Logique de l'Action 6 262

Tableau 142 : Cadre Logique de l'Action 7 262

Tableau 143 : Les coûts de la mise en œuvre du plan d'action de la qualité de l'eau et sauvegarde des Ecosystèmes 263

Tableau 144 : **Coût** de la dégradation de la Medjerda et du Grand Tunis, 2010 et en millions de DT 264

Tableau 145 : Matrice des actions de la Politique Publique de Qualité de l'Eau et Sauvegarde des Ecosystèmes (2PQESE) 265

Tableau 146 : Mise en œuvre du Programme National de Développement Polarisé des Territoires Ruraux 279

Executive Summary

L'achèvement de l'Étape 5 et l'élaboration du Plan d'actions marque l'aboutissement final de la mission Eau 2050, qui a été caractérisée entre autres par un large processus participatif ayant impliqué des compétences d'expertise de haut niveau du domaine de l'eau, des acteurs centraux et régionaux de l'Administration et du parapublic, des secteurs agricoles et non agricoles, et des secteurs publics et privés.

La démarche ainsi adoptée fait de sorte que la perspective hydrique de la Tunisie reflète la complexité d'un système se trouvant au centre d'un grand nombre de défis dont celui du dérèglement climatique n'est pas le moindre.

Si la Tunisie a pu tenir jusque-là, malgré les importantes difficultés de la gestion quotidienne du stress hydrique, c'est grâce aux acquis indéniables de la période des grands équipements hydrauliques qui ont permis de mobiliser la quasi-totalité des disponibilités. Mais cette phase de l'histoire hydrique de la Tunisie a épuisé tout le potentiel et le temps était venu pour passer à une nouvelle vision, dans laquelle il est largement question de changement de paradigme. Ne pas saisir l'obligation de rénover profondément les approches et les méthodes peut constituer le risque de premier ordre dans la question hydrique.

Le plan d'actions, objet du présent rapport, s'appuie sur les résultats de l'Etape 4 « Vision et Stratégie » pour identifier les principaux moyens pour en permettre la mise en œuvre.

C'est ainsi que les principales orientations qui ont balisé le chemin de l'élaboration du Plan d'actions « Eau 2050 » ont été les suivantes :

i. Prendre acte de l'effet très défavorable du dérèglement climatique, dont l'accentuation de l'irrégularité des précipitations et des températures, en plus du changement d'amplitudes, va se traduire par plus de pertes d'eaux bleues par évaporation et déversement en mer ;

ii. En déduire qu'avec l'urbanisation d'une part et la poussée de l'irrigué d'autre part, l'ensemble de ces conditions de l'amont et de l'aval du Système hydrique, feront que la mobilisation des ressources et la satisfaction des usages vont se poser sous des contraintes appelées à se durcir ;

iii. Considérer en conséquence, que l'« économie de l'eau » va constituer de plus en plus la principale ressource hydrique à mobiliser, aussi bien par la mise à niveau d'équipements devenant avec le temps trop vétustes que par la rationalisation poussée des usages ;

iv. En plus de ce qui précède, il s'agit d'intégrer structurellement la donne de l'aridité qui fait que l'axe majeur sur lequel devrait s'appuyer la Tunisie ne sera plus l'eau de surface mais l'eau souterraine et que la meilleure manière de sauvegarder une eau de surface particulièrement volatile est de la transformer en eau souterraine au moyen d'un recours systématique à la recharge artificielle des nappes ;

v. Par ailleurs, la Tunisie ne peut plus se permettre une non valorisation maximale de ses « Eaux de l'extrême Nord » à la qualité et la régularité supérieures qu'il s'agirait de dédier à l'usage le plus prioritaire, celui de l'eau potable, particulièrement en évitant l'usage qui a prévalu jusque-là et qui consiste à mélanger des eaux de bonne et de beaucoup moins bonne qualité avant de dépenser de l'énergie et de l'argent pour « retrouver le niveau de qualité originel » gratuitement offert par la nature ;

vi. Cela a été à l'origine de l'option pour :

a. La mobilisation de plus de ressources d'eaux du Nord aussi bien par le rehaussement de barrages existants que par la construction de nouveaux barrages ;
b. L'optimisation du transfert en le restreignant à l'eau potable et en recourant au dessalement pour couvrir une partie des besoins ;
c. La mise en place de programmes de rénovation des équipements de l'eau potable et de l'irrigué très volontaristes afin de maîtriser les pertes d'eau ;
d. S'orienter vers la valorisation systématique des eaux usées traitées, une ressource aussi utile que régulière, en plus du fait que le traitement constitue un facteur favorable à la sauvegarde d'écosystèmes aussi fragilisés que grandement menacés ;
e. Systématiser la recharge artificielle des nappes afin de transformer le handicap actuel de la surexploitation-salinisation en une opportunité de régularité-sécurisation d'accès à la ressource.

Fort de ces orientations de balisage, le processus d'élaboration du Plan d'action a été conduit autour de 6 Axes ou Blocs fondamentaux :

i. Un 1er Bloc (Bloc I) dédié à la « Gouvernance », avec l'identification d'un certain nombre d'options telles que :
   a. La fédération « locale », « régionale » et « nationale » des GDA pour en faire des Acteurs viables, capables d'agir avec un plein statut partenarial ;
   b. Faire évoluer le statut de la SONEDE vers celui d'une Société Anonyme Publique (SAP) qui garantirait l'indépendance du Management et la rationalisation des activités.
   c. « Récupérer l'assainissement » dans l'optique de créer un « Département » dédié à l'« Hydrique », à égale distance des usages ;
   d. « Régionaliser institutionnellement l'hydrique » par la création d'Autorités Régionales dotées de vrais pouvoirs décisionnels ;
   e. Créer une Agence nationale de la régulation hydrique ;
   f. Faire de la fonction « Pilotage » actuellement assurée par le BPEH une fonction « transversale » qui permet l'arbitrage ;
   g. Etc.

   Ces options sont soumises au Maitre d'Ouvrage afin d'identifier des « orientations de choix » qui feront l'objet d'investigations plus approfondies pour pouvoir être en mesure de trancher.

ii. Un 2ème Bloc (Bloc II) constitué autour de « L'Eau potable, les Eaux de l'Extrême Nord, le Transfert et le Dessalement » ; l'objectif étant la satisfaction de manière sécurisée de la demande en eau potable jusqu'à l'Horizon 2050, pour toute région et tout milieu, grâce notamment à la stabilisation de la consommation spécifique, la rénovation des réseaux, le recours au dessalement, la mobilisation maximale des eaux de l'extrême nord, et l'optimisation du transfert. L'ensemble des Actions de ce Bloc sont estimées à 12,453 Milliards de D.

iii. Un 3ème Bloc (Bloc III) intitulé « Bloc de la GIRE et la Sécurité Alimentaire » et englobant les Actions de la Recharge Artificielle des Nappes, la Rénovation des Réseaux d'Irrigation, l'Efficience du secteur Irrigué, l'optimisation du SAK (Système Aquifère du Kairouanais), Renaturation des Cours d'Eau Mejerda –Méliane et l'Irrigation Complémentaire Déficitaire en faveur de l'oliveraie du Centre et du Sud au moyen du dessalement d'eau saumâtre. Ce dispositif qui permet la satisfaction en équilibre des besoins en irrigation jusqu'à l'horizon 2050 est composé d'une Grappe de Projets intégrés estimé à 59,287 Milliards de D.

iv. Un 4ème Bloc de Politique Publique de Qualité de l'Eau et de Sauvegarde des Ecosystèmes comprenant : le développement d'un Système d'Information pour la Politique Publique de Qualité de l'Eau et de Sauvegarde des Ecosystèmes, la Réduction-Elimination de la Pollution Industrielle, la protection des Sites RAMSAR et la Réduction-Elimination de la Pollution par les Déchets Solides, pour un coût de 1,417 Millions de D.

v. Un 5ème Bloc (Boc V) intitulé « Eau et Territoires pour le Développement Inclusif et Durable» dont l'objectif est la formulation de Recommandations d'Aménagement du Territoire allant dans le sens de la prise en compte de la rareté de la ressource pour les options du développement en faveur du Nord-Est et du Centre-Est, alors que les régions du Nord-Ouest et du Centre-Ouest devraient bénéficier d'options de meilleure valorisation des ressources hydriques.

vi. Enfin un dernier Bloc (Bloc VI) d'« Objectivation des Processus Décisionnels pour une meilleure Régulation », dans le cadre duquel il s'agirait de renforcer la rationalité des choix par la fiabilisation et le partage des systèmes d'information, la promotion des évaluations ex-post et l'exploitation offerte par la Construction du Modèle Hydro-Economique pour en faire un instrument de la rationalisation et de l'objectivation.

Le coût global du Plan d'actions est de 73,157 Milliards de D, sans compter 10,866 Milliards de Dt, soit 15% correspondent à des « Projets en cours », Eau 2050 étant en articulation avec l'existant.

Mais en s'en tenant à ce qui a été élaboré et/ou validé par Eau 2050, pour le 1er Plan Quinquennal (2023-2025) correspond à un volume d'investissement de 3,955 Milliards de D, soit 5,4%, le 2ème Plan Quinquennal (2026-2030) à un volume d'investissement de 12,586 Milliards de D, soit 17,2%, le 1er Plan Décennal (2031-2040), à un volume d'investissement de 29,308 Milliards

de D, soit 40,1%, et en fin le 2ème Plan Décennal à un volume d'investissement de 27,307 Milliards de D, soit 37,3%.

L'investissement annuel moyen de la Stratégie Eau 2050 est 2,7 Milliards de D alors que l'investissement global de l'Etat (le Titre II) se situe actuellement à 4,3 Milliards de D.

Ainsi, dans les conditions actuelles, avec un investissement projeté pour Eau 2050 qui se situe à hauteur de 63% de l'ensemble du Titre II, il y a le risque de « saturer » les capacités d'intervention de l'Etat.

C'est pourquoi la réalisation d'Eau 2050 reste tributaire d'une sortie du blocage actuel de la croissance (moyenne de croissance du PIB de 0,9% par an pour 2011-2021) et de ses conséquences sur les Finances publiques, en plus du recours au PPP, en raison des opportunités de financement que cela peut présenter, ce qui n'est pas antinomique avec la transparence et le contrôle nécessaires pour la protection des intérêts sociaux et nationaux en jeu.

Synthèse de l'Etude

I. Contexte et Objectifs de la Stratégie Eau 2050

Le Gouvernement Tunisien a été bien avisé, soutenu en cela par ses partenaires du développement, particulièrement la BAD/FAE et KFW, de lancer dès 2019 l'étude devenue médiatiquement connue sous l'appellation « Eau 2050 », et ce pour les deux principales raisons suivantes :

a. Le système hydrique dans sa version actuelle a atteint ses limites et a commencé à montrer des signes de fragilisation et de montée des risques ;

b. Les effets du changement climatique (CC) commençaient à se faire sentier, en plus de toutes les projections inquiétantes du CC à l'échelle mondial et plus particulièrement pour la Tunisie.

Toutefois, de par les Termes de Référence de l'Etude, la complexité de la mission Eau 2050 n'avait été nullement escamotée, et ce au vu des facteurs suivants :

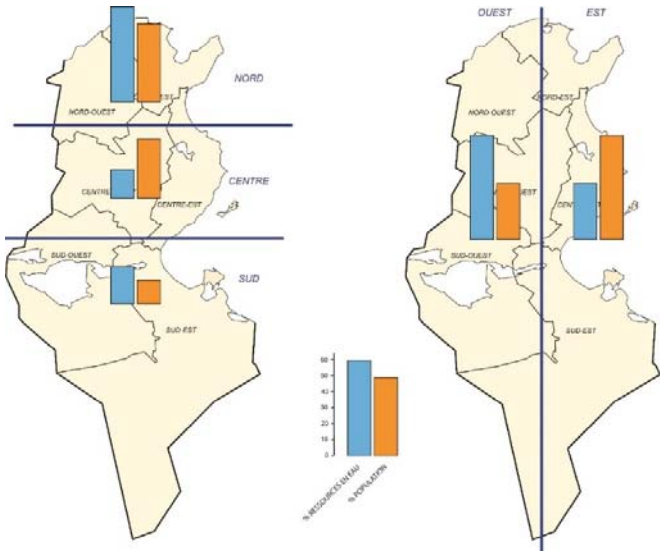
i. Les usagers, qu'ils relèvent du champ du domestique, de l'agricole, des industries et services ou de l'urbain, ont été habitués à une perception d'« abondance », puisqu'ils « n'ont jamais manqué d'eau » pendant les longues décennies passées ;

ii. En plus, l'approvisionnement des usagers s'est toujours passé avec des tarifs subventionnés et entièrement déconnecté des coûts ;

iii. L'attention des acteurs étaient plus focalisée sur les eaux de surface que les eaux souterraines, d'où a résulté, en termes d'aménagement, un beaucoup plus grand centrage sur les barrages et retenues d'eau que sur les aquifères ;

iv. Le caractère globalement aride du pays n'était pas suffisamment pris en compte et ainsi le système hydrique, malgré les sacrifices colossaux consentis, a continué à subir le double-aléa de l'évaporation/déversement en mer et la perte de ressources difficilement collectée et stockées ;

v. Des « Eaux de surface » abondantes au Nord et des « Eaux souterraines » abondantes au Sud, mais forte pression au Centre. L'ouest étant la zone ressource et l'Est est caractérisé par les pôles de demande ;



vi. L'agriculture irriguée, qui utilise 80% des ressources, est loin de fonctionner à l'optimum, pour au moins les raisons suivantes :

a. Les infrastructures et équipements ne font l'objet du niveau de maintenance nécessaire pour générer un niveau de rendement efficient ;

b. Le choix des spéculations ne recoupe que partiellement l'objectif de souveraineté alimentaire ;

c. Certaines spéculations aux forts besoins en eau d'irrigation ne présentent aucun intérêt stratégique ;

d. Faute de conditions financières viables dues, essentiellement aux systèmes tarifaires, les opérateurs publics de l'irrigué ne trouvent pas le moyen de financer la maintenance des réseaux, contribuant ainsi à la pérennisation du dysfonctionnement ;

e. La maitrise technologique des systèmes culturaux est très insuffisante ;

f. Par l'insuffisance des approches filières la dimension agroéconomique n'entre pas suffisamment en ligne de compte dans les politiques de développement de l'irrigué ;

g. L'encadrement-renforcement des capacités des exploitants est nettement insuffisant, sinon trop souvent absent.

vii. La gouvernance du système hydrique n'arrive pas à établir le lien qui convient entre « centralisation trop distante » et « participation locale de proximité certes mais mal outillée ».

II. Les Etapes de l'étude Eau 2050

Au vu de l'état auquel a abouti le système hydrique de Tunisie et les menaces qui frappaient à sa porte, les Termes de Références ont prévu le passage par 5 Etapes pour l'aboutissement de la mission « Eau 2050 », à savoir :

a. Une 1ère Etape de « collecte systématique de données et d'analyse documentaire approfondie », afin de pouvoir faire bénéficier l'étude de toute l'accumulation de faits et de connaissances, permettant d'intégrer le plus de données profitables à la mission ;

b. Une 2ème Etape de « diagnostic », vouée à permettre l'identification les dysfonctionnements qui ont conduit à ce que le système atteigne ainsi ses limites, pour pouvoir ainsi opter pour un choix conduisant à la nécessité de dépasser les mesures habituelles de « replâtrage de système » dans le but d'ouvrir la perspective d'une vision qui soit plus dans la rupture que dans la simple continuité ;

c. Une 3ème Etape d'« analyse prospective » de « questionnement des futurs » et d'une « scénarisation » qui dépasse les méthodes classiques procédant par « projection » ;

d. Une 4ème Etape de « Vision & Stratégie » assurant le joint qui permet de passer de l'analyse prospective au plan d'action ;

e. Une 5ème Etape réservée à la présentation du Plan d'action appelé à traduire en actes l'avènement du « Nouveau Système Hydrique Inclusif et Durable » de la Tunisie.

III. Le Diagnostic et l'apport du Modèle Hydro Economique élaboré pour la conduite l'étude

L'un des apports méthodologiques les plus remarquables de la conduite de l'étude introduit par le consortium STUDI International/GKW, bien que non prévu par les Termes de Référence, a été l'élaboration d'un Modèle Hydro-Economique (MHE), permettant de simuler le comportement de l'ensemble du système hydrique sous l'effet de toutes les sollicitations endogènes et exogènes.

Il s'agit en l'occurrence d'un apport méthodologique de taille permettant non seulement d'objectiver les processus, de faciliter l'échange et la concertation entre acteurs mais également de mettre à la disposition du Ministère en charge de l'hydrique un instrument de suivi, de simulation et de pilotage irremplaçable pour un management rationnel du système.

C'est ainsi que grâce au MHE il a été possible d'établir, dès l'Etape Diagnostic un résultat décisif, celui du risque certain d'un « crash hydrique » dès 2030, c'est-à-dire une rupture systémique entre l'offre et la demande d'eau en Tunisie dès cet horizon, somme toute trop proche, avec les graves conséquences encourues.

IV. L'Analyse Prospective

Le déroulement de l'analyse prospective est parti de la décomposition du système hydrique en grandes variables ou sous-systèmes homogènes, dont le comportement peut être mieux approché en raison de cette homogénéité, et dont la composition de leurs futuribles permet d'approcher ceux du système hydrique dans son ensemble.

Les grandes variables ainsi identifiées (au nombre de 8) concernent :

A. La menace du changement climatique et l'impact sur les écosystèmes en Tunisie ;

B. L'émergence des énergies renouvelables ;

C. Le « cadre spécifique de l'allocation offre/demande de l'hydrique tunisien » (gestion des barrages, réseaux, collecte, stockage, transfert, production, transport, distribution, critères de répartition et d'arbitrage) ;

D. L'« économique de l'eau » en termes de coûts/avantages, choix rationalisés, péréquations, subventions et tarifications ;

E. La Géopolitique et l'effet sur l'échange et le développement ;

F. La « vocation de l'agro-économique » et la souveraineté alimentaire ;

G. Le « choix de vocation et de finalité du modèle de développement » : entre « productivité et littoralisation » et « équité sociale et équilibre régional » ;

H. La « gouvernance » et l'arbitrage à introduire entre centralisation et décentralisation.

Suite à une concertation-consultation-participation la plus large possible, au moyen d'Ateliers régionaux et thématiques couvrant les centres d'intérêt concernés, un choix scénario intitulé « Eau DD » (Eau et Développement Durable) a été élaboré, bâti essentiellement autour de l'harmonisation entre des futuribles des grandes variables qui soient à la fois comptables et entre les objectifs fixés par les TDR pour le futur du Système hydrique dans son ensemble.

V. La Vision et Stratégie d'EAU 2050

Lors de l'Etape 4 de la « vision et stratégie », des défis, atouts et potentialités et choix Mmajeurs d'intervention ont été identifiés.

1. Les défis, au nombre de douze (12), sont les suivants :

1. L'aridité structurelle et l'insuffisante qualité de l'eau

2. Le dérèglement climatique rampant

3. La non-efficience des réseaux d'AEP et d'irrigation

4. La faiblesse des grands aménagements structurants, tel qu'en matière de dragage

5. La baisse de la qualité des sols

6. La trop faible prise en compte de l'économique et l'insuffisance des moyens d'intervention des opérateurs

7. La faiblesse de l'associatif et la dérive de l'illicite

8. La faible prise en compte du potentiel des eaux vertes et du pluvial

9. L'insuffisance de l'assainissement, du traitement de qualité des eaux usées et de la réutilisation

10. La faible productivité agronomique et agro-économique

11. L'insuffisante rationalisation du modèle agroalimentaire

12. Le retard d'engagement de la stratégie de développement des énergies renouvelables.

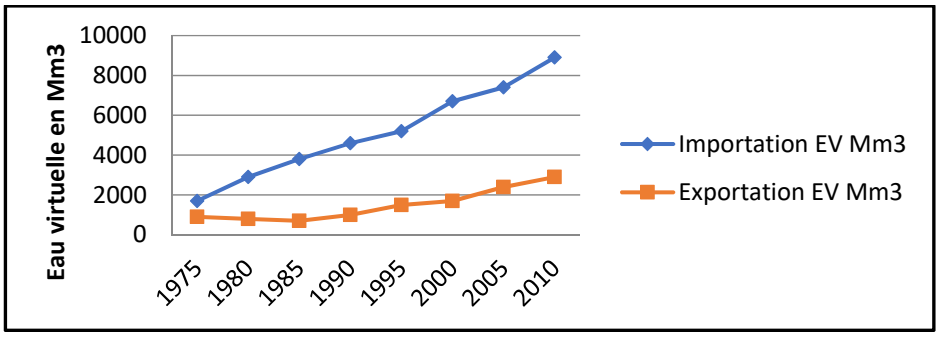
2. Les Atouts et potentialités au nombre de dix (10) sont les suivants

1. L'existence d'un savoir-faire et d'une fabuleuse accumulation de faits et de connaissances de l'hydrique tunisien, qui ont été à l'origine du succès du diagnostic partagé et de l'opportunité de pouvoir construire un Modèle Hydro-Economique sur la base de séries statistiques aussi longues, diversifiées que fiables ;

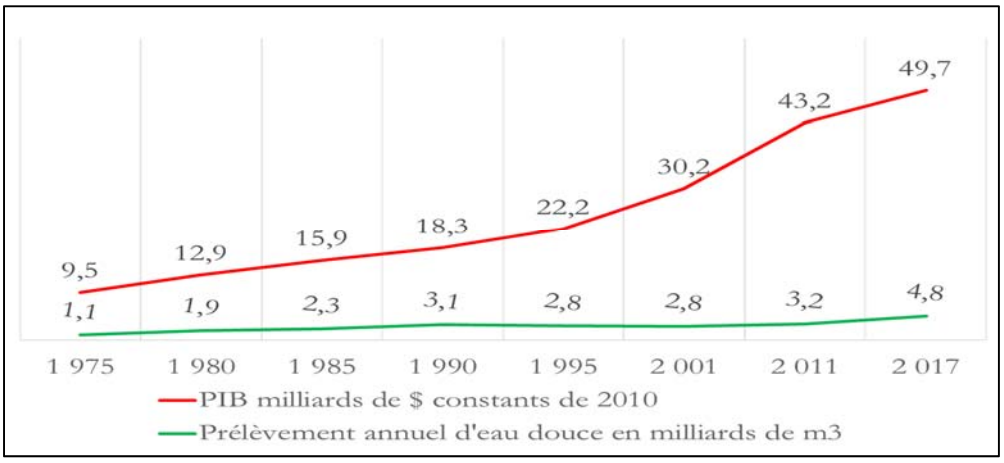
2. L'existence d'un capital d'infrastructures et équipements qui ont permis malgré les difficultés croissantes jusqu'à la saturation des tout derniers temps de faire face

aux contraintes de l'aridité et d'accompagner une demande en eau croissante dans tous les domaines ;

3. L'existence d'un savoir-faire, malgré le fait qu'il ait été constamment menacé par les insuffisances des moyens de l'Etat en termes de renforcement des capacités, qui a permis d'accompagner la mise en place et l'émergence de l'hydrique tunisien dans un contexte écologique contraignant ;
4. L'accompagnement, sans l'imposition d'aucune contrainte de rationnement, de l'explosion de la demande urbaine en eau qui a suivi l'extension et l'émergence de villes, ainsi que l'approvisionnement du rural même si cela n'obéissait pas à la norme de qualité tel que cela est offert par la SONEDE pour l'urbain, le périurbain et une partie du rural dit de « proximité » ;
5. Le succès, même si cela s'est passé souvent dans des conditions de gestion du stress et de l'extrême, du pilotage hydrique et de l'arbitrage entre des intérêts sectoriels et régionaux très loin d'être faciles à départager ;
6. La création presque ex-nihilo d'un secteur irrigué dépassant les 400 000 hectares, contribuant à 35% de la valeur ajoutée agricole pour seulement 8% de la SAU, certes pour un coût de l'eau exorbitant pour une tarification très loin de refléter la rareté, mais présentant l'immense avantage d'approvisionner les grandes métropoles en fruits et légumes ;
7. La conduite d'une politique de CES (Conservation des Eaux et des Sols), devenue entre-temps ACTA (Aménagement et Conservation des Terres Agricoles), qui a permis, malgré des insuffisances notoires, de limiter l'effet particulièrement dévastateur de l'érosion en Tunisie ;
8. La sauvegarde, certes fragile, et l'extension d'une oliveraie en passe de devenir l'un des atouts majeurs du développement économique, social et territorial de la Tunisie.
9. La balance avantageuse des « Eaux virtuelles », qui permet à la Tunisie de disposer d'une exportation dominante et avantageuse en huile d'olive faible en empreinte eau contre un import de céréales avec forte empreinte eau ;



10. L'amorce et la confirmation d'un découplage entre « Eau » et « PIB » montrant que la Tunisie est sur un sentier de développement appelé à réduire les besoins en eau dans une perspective de croissance.



Evolution du PIB en Milliards (Courbe en rouge) et les ressources en eau utilisées (courbe en vert)

3. Les Choix Majeurs d'Intervention, au nombre de onze (11), sont les suivants :

L'identité hydrique de la Tunisie repose conjointement sur les Eaux de Surface et les Eaux Souterraines en admettant que :

i. La Dynamique Interdépendante entre les 2 Catégories de Ressources est celle qui commande l'ensemble du Système ;

ii. La Régulation Globale de l'Hydrique passe obligatoirement par la Pleine Intégration Systémique de la Dimension « Eaux d'Aquifères », en tant que composante non soumise à l'aléa du ruissellement et de l'évaporation ;

iii. Le principe que l'accès à l'eau potable, à assurer pour tous les ménages, exige le recours aux ressources les plus régulières et de la meilleure qualité ;

iv. Le secteur irrigué participe à plus du tiers de la production agroalimentaire relativement la moins soumise à l'aléa des précipitations ;

v. Le pluvial qui correspond aux deux tiers restants de la production a été l'objet d'un effort d'investissement beaucoup plus faible ;

vi. Par le jeu de la subvention et autres techniques de péréquation le coût de l'eau est déconnecté de ses tarifs, avec toutes les conséquences sur l'affaiblissement des capacités d'intervention des Opérateurs, même si la tarification a à intégrer le social et évacuer le spéculatif mais cela doit passer par un jeu d'équilibre (subvention/péréquation) qui n'affecte pas les finances des organismes opérationnels ;

vii. Les évolutions technicoéconomiques en cours faisant des EU une opportunité pour l'obtention d'une eau de qualité acceptable (pour beaucoup d'usages, dont des usages stratégiques tel que les fourrages), et d'un quantitatif régulièrement assuré ;

viii. Pour pouvoir déboucher sur une promotion soutenable du Dessalement, il est nécessaire de se baser sur les acquis en matière d'énergies renouvelables

ix. La complexité croissante de l'hydrique exige le recours au plus possible de connaissance, rationalité et méthode par la prise en compte des différents intérêts en jeu ;

x. La place de l'institutionnel et de la gouvernance en tant que cadres déterminants pour le succès de la mise en œuvre ;

xi. Les spécificités régionales et la problématique du financement complètent les éléments de mise en place du dispositif de régulation du système hydrique.

Le tableau suivant donne un bilan offre-demande jusqu'à l'horizon de l'étude (2050) ; un équilibre hydrique est atteint.

BILAN RESSOURCE - DEMANDE EN EAU - SCENARIO EAU ET DEVELOPPEMENT DURABLE - À L'HORIZON 2050

Horizon	**2020**	**2025**	**2030**	**2035**	**2040**	**2050**
Projections démographiques (10^6 Hab.)	11,9	12,4	12,9	13,1	13,4	13,8
Scénario climatique à l'horizon 2050 (2041-2063)	-	-	-	-	RCP4.5	RCP4.5
Disponibilité en eau conventionnelle (Mm^3)						
Apport potentiel (moyen)	2732	2732	2732	2732	2186	2186
Apport en année vingtennale sèche (garanti 19 années sur 20)	851	851	851	851	510	510
Apport en année quinquennale sèche (garanti 4 années sur 5)	535	535	535	535	404	404
Apport naturel aléatoire et non garanti (seulement 1 année sur 5)	1347	1347	1347	1347	1272	1272
Pertes par évaporation et infiltration des lacs des barrages	-194	-194	-194	-194	-128	-128
Infiltration assistée des eaux de crues en aval des barrages	0	0	225	225	225	225
Ressources en eaux souterraines renouvelables	2190	2190	2190	2190	2190	2190
Total ressources conventionnelles (Mm^3)	4922	4922	5147	5147	4601	4601
Disponibilité en eau non conventionnelle (Mm^3)						
Réutilisation des eaux épurées	59	106	143	196	304	485
Dessalement de l'eau de mer	18	91	192	265	265	265
Total Ressources non conventionnelles (Mm3)	77	197	335	460	569	749
Total ressources conventionnelles et non conventionnelles	4999	5119	5482	5607	5170	5350
Total ressources garanties pour les usages AEP et IRRG (Mm^3)	3458	3578	3941	4067	3770	3950
Disponibilité m3/an/hab.	422	411	426	427	386	387
Demande en eau (Mm^3)						
Demande en eau potable (AEP)	780	839	880	930	990	1100
Grosses Industries - Tourisme (hors réseau SONEDE)	118	118	143	143	143	143
Recharge des nappes par les eaux usées traitées	2	6	18	30	50	69
Recyclage des EUT : terrains de Golf – espaces verts - écologie	41	50	59	67	77	108
Demande en eau d'irrigation stabilisée (climato-économique)	3382	3132	3175	3082	2653	2502
Balance surexploitation / sous exploitation des nappes	-865	-567	-334	-186	-142	28
Taux d'exploitation des nappes (%)	139%	126%	115%	108%	106%	99%
Nappes en équilibre à l'horizon 2050	39%	26%	15%	8%	6%	-1%

VI. L'Etape 5 du Plan d'action

Sur la base des 4 grandes Etapes précédentes, le Plan d'action est décliné en 6 Blocs :

- Bloc 1 « Institutionnel et Organisationnel de Gouvernance »
- Bloc 2 « Eau Potable, Ressources Conventionnelles, Transfert et Dessalement » ;
- Bloc 3 « GIRE et Sécurité Alimentaire » ;
- Bloc 4 « Politique Publique Qualité de l'Eau et Sauvegarde des Ecosystèmes » ;
- Bloc 5 « Eau & Territoires et Développement Inclusif et Durable » ;
- Bloc 6 « Objectivation, Régulation et Rationalisation des Processus Décisionnels ».

1. Le Bloc 1 : de l'« Institutionnel et Organisationnel de la Gouvernance »

Le Plan d'action a pour contenu les « Conditions de Mise en Œuvre de la Stratégie EAU 2050 », dans l'Objectif d'Assurer à la Tunisie un « Système Hydrique Résilient ». La Résilience est essentiellement entendue comme étant la Capacité de Maitrise des Risques. Les Risques sont de 3 ordres :

i. Inhérents au Système Hydrique ;
ii. Exogènes à l'Hydrique mais Endogènes au Contexte National ;
iii. Exogènes au Contexte National : d'ordre Climatique ou Economique.

C'est la Maitrise des Risques Endogènes au Système Hydrique se posant fondamentalement en termes de « Gouvernance du Système » qui est prise en compte par Eau 2050

Cela renvoie au Montage Institutionnel, Complexe, ayant pour Mission d'Assurer dans les Court, Moyen et Long Termes, un « Service Hydrique Sécurisé, Ecologiquement Durable, Socialement Equitable et Economiquement Viable »

Le Montage Institutionnel englobe du Système Hydrique :

- Le MARHP, avec sa double mission :
  - ✓ Stratégique : de Pilotage Global de Cohérence, d'Harmonisation, de Régulation et de Planification, et
  - ✓ Opérationnelle d'Intervention
- Des Organismes Publics Concessionnaires pour
  - ✓ Le Transfert d'Eau (SECADENORD)
  - ✓ La Production et la Distribution d'Eau Potable (SONEDE)
  - ✓ L'Assainissement et la REUT (ONAS)
- Des Institutions Représentatives d'Associations d'Irrigants
- Des Ministères directement concernés par le fonctionnement du Système Hydrique, principalement les Départements en charge de la Santé, l'Environnement et l'Aménagement et Développement Urbain et Rural

Etant entendu, par ailleurs, qu'aussi bien les Ministères que les Organismes Publics fonctionnent, pour leur mode « Déconcentré », avec des « Représentations Régionales », qui disposent d'une certaine marge d'initiative, mais qui reste assez fortement conditionnée par la « Conformité » et non pas sur la base d'une « Gestion par Objectifs ».

Le montage institutionnel a jusque-là bénéficié du « dividende de la centralité », mais a fini par subir un certain nombre de contraintes, dont :

- Le Non-fonctionnement en mode « Gestion par Objectifs », y compris au niveau du « Central »,
- La trop faible implication du secteur privé,
- L'implication peu performante de l'Associatif GDA,

- La faible approche type « Contrats-Plans », restée trop formelle,
- L'insuffisante marge de manœuvre des « Régionaux »,
- La déconnexion Couts – Tarifs,
- Le « pilotage sous pression », notamment en l'absence de « Modèle Hydrique de Mise en Cohérence et d'Evaluation des Effets des Choix de Pilotage ».

A la lumière de ce qui a précédé, des idées de « Réforme Institutionnelle d'Adaptation » sont formulables, à titre seulement indicatif, dont la décision de choix ne peut être que du ressort du Maitre d'Ouvrage, tel que :

- Le Regroupement de tout l'Hydrique, y c l'Assainissement et la Reuse, dans le même Département Ministériel
- Le passage du Statut actuel de la SONEDE vers celui de Société Anonyme Publique
- La Fédération des GDA en Structures Locales, Régionales et Nationale
- La Création d'une Agence Nationale de Régulation Hydrique s'occupant particulièrement de la Tarification
- La transition de la Gestion Nationale de l'Irrigué vers un dispositif d'Agence (s) (Nationale ou par Grand Bassin ?)
- La Promotion du PPP
- La « Transverslisation » du Pilotage dans le sens de l'effectivité de l'« Arbitrage »
- La Mise en place d'un dispositif « Gestion Participative par Nappe »

2. Le Bloc 2 : de l'« Eau potable, Ressources conventionnelles, Transfert et Dessalement »

Il s'agit d'un Bloc Homogène et de Cohérence englobant :

i. Le parachèvement du processus de mobilisation des Eaux du Nord, la mission Eau 2050 sapy participant avec les premiers éléments de préfaisabilité de 32 sites potentiels de nouveaux barrages, ainsi que 8 Opportunités de rehaussement ;

ii. L'identification d'un choix optimal de transfert, sur la base d'un nexus vertueux « Eau - Energie », avec un effet hydrique décisif, en termes de limitation du déversement en mer ;

iii. La quasi-déconnexion entre Système Hydrique Eau Potable et Système Hydrique Eau d'Irrigation, en dédiant les ressources du plus de régularité et de qualité de l'Extrême Nord-Ouest à l'AEP ;

iv. La quasi-stricte réservation du Transfert pour les besoins en eau potable avec, particulièrement, un allègement des sollicitations à partir du Centre-Ouest

v. Le recours « raisonné » au Dessalement d'Eau de Mer, la SONEDE utilisant l'expression « en tant que dernier recours » ;

vi. La Rénovation des Réseaux de l'Adduction et de Distribution ;

vii. La prise en charge par la SONEDE de l'AEP du Rural « Habitat Aggloméré »

3. Le Bloc 3 : de la « GIRE et Sécurité alimentaire »

Il s'agit d'un Bloc, comme pour le reste d'Eau 2050, basé sur une double-dynamique d'Intervention ciblant aussi bien la Demande que l'Offre et même le Rapport en synergie Offre-Demande.

A l'échelle de l'Offre, il s'agit de l'apport conceptuel déterminant de « Systématisation de la RAN (Recharge Artificielle des Nappes) » en tant que solution aussi bien à l'aridité qu'au dérèglement climatique.

D'autres innovations en matière d'Offre ont été introduites à l'échelle particulièrement :

a) Du SAK (Système Aquifère du Kairouanais), par l'identification d'un cheminement confirmé par une double modélisation harmonisée Eaux de Surface/Eaux Souterraines, concluant à l'effet structurellement et durablement opportun du recours à la RAN ;

b) Du Système Oasien, par la recommandation de Mise en Œuvre des solutions très probantes obtenues par la Bubbler Irrigation, élaborées et développées par le (CRRAO).

Le Bloc III englobe également toute la stratégie REUSE et ses multiples applications en aval.

Au niveau de la Demande liée à cette Composante d'Eau 2050, il s'agit de citer les 3 Axes majeurs de :

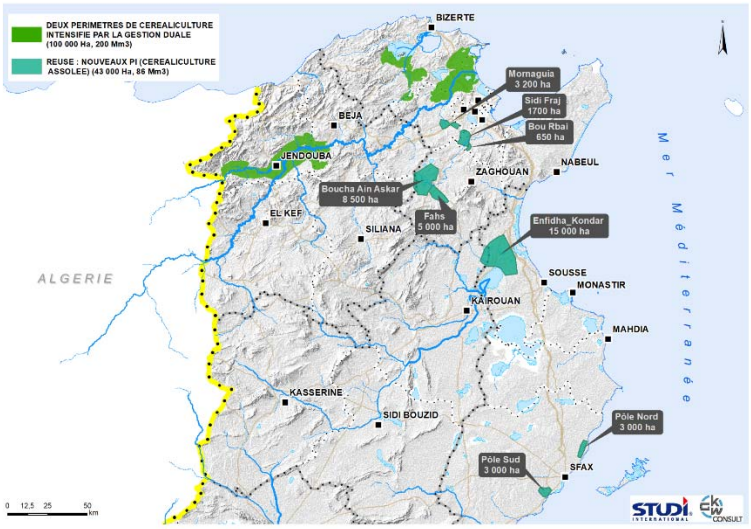
a) La Réhabilitation/Modernisation/Mise à niveau des Réseaux d'Irrigation,

b) L'Amélioration de l'Efficience de l'Irrigation, et

c) La Promotion de la Productivité Agronomique et Agro-économique des Périmètres.

Quant à la Synergie Innovante Offre/Demande, il s'agit de la proposition, en faveur de l'agriculture en général et l'oliveraie du Centre et du Sud en particulier, de l'ICD (Irrigation Complémentaire Déficitaire) à partir du Dessalement des Eaux Saumâtres ;

Les actions du Bloc III se traduiront par un effet « régularisation de l'irrigation » pour 140.000 ha, tel que figurant dans la carte suivante :



4. Le Bloc 4 : de la « Politique Publique Qualité de l'Eau et Sauvegarde des Écosystèmes »

La politique publique qualité de l'eau et sauvegarde des écosystèmes est largement prise en charge par beaucoup d'acteurs impliqués dans le domaine de l'environnement, principalement par les acteurs de l'assainissement et la gestion des déchets solides.

Il s'agit, dans le cadre d'eau 2050, de quelques axes d'intervention « complémentaires » concernant :

1. la mise en place d'un système d'information de la politique publique qualité de l'eau et sauvegarde des écosystèmes
2. Le + d'Appui à la Réduction-Elimination de la Pollution Industrielle
3. La Protection des Sites RAMSAR
4. Le + d'Appui à la Réduction-Elimination de la Pollution Déchets Solides
5. La Renaturation des cours d'Eau Medjerda – Méliane

5. Le Bloc 5 : d'« Eau et Territoires pour le Développement Inclusif et Durable »

Il s'agit d'un « Bloc de Recommandations », sur la base d'une réelle expertise d'Aménagement du Territoire et de Développement Régional et Local délivrée par le Rapport du Plan d'action.

L'enjeu est de montrer que la Politique Publique Hydrique se doit d'être en cohérence avec celle de l'Aménagement du Territoire, avec le même double objectif d'efficacité et d'équité.

1Il en ressort que si la solidarité nationale justifie le transfert pour l'eau potable, le même principe impose la promotion du développement pour les régions qui en sont en déficit.

Ainsi, encore une fois, seule une démarche de développement associant l'efficacité - favorable à l'exploitation du potentiel offert par les opportunités de développement dans les régions côtières, à l'équité

- favorable à faire le meilleur usage de la ressource hydrique pour le développement local et régional des régions de l'intérieur. Elle est à même d'introduire le plus de cohérence possible dans la dimension territoriale de la politique hydrique.

6. Le Bloc 6 de : « Objectivation, Régulation et Rationalisation des Processus Décisionnels »

Il s'agit également d'un « Bloc de Recommandations », dont l'Objectif est de réduire le risque de Conduire la Politique Publique Hydrique sans s'armer des meilleurs outils scientifiques et techniques de la rationalisation et des arbitrages féconds.

La voie pour un tel but est (i) la « connaissance », la « transparence », la « fiabilité de l'information et son partage », (ii) l'« objectivation par la prise en compte des différents enjeux des diverses parties prenantes »,et (iii) le « plus de recours aux évaluations ex-post », par opposition aux évaluations ex-ante, qui présentent l'immense intérêt de prendre en compte les données des processus tels qu'ils se sont passés et non pas tel qu'ils devraient se passer.

À ce propos le MHE (Modèle Hydro Economique) développé dans le cadre d'Eau 2050 a été irremplaçable pour simuler le comportement du Système Hydrique avec le plus d'objectivité possible, mais l'utilisation appropriée du Modèle peut aider aux bons arbitrages et une plus grande rationalisation du pilotage.

7. Le chiffrage du Plan d'action Global par Période (en Millions de Dinars constants '2023')

- **2050 par bloc**

	Nord-Ouest	Nord-Est	Centre-Ouest	Centre-Est	Sud-Ouest	Sud-Est	National	Total Coût estimatif (MDT)
Portfolio II : Eau potable, Energies Renouvelables et Dessalement	793	1 859	990	2 535	984	1 562	*4 170*	*12 893*
Portfolio III : Gestion Intégrée des Ressources en Eau et Souveraineté Alimentaire	9 863	20 638	7 595	11 953	3 781	4 661	*796*	*59 287*
Portfolio IV : Qualité de l'eau et sauvegarde des écosystèmes	1 118	240	22	-	-	-	*37*	*1 417*
Total Région	**11 774**	**22 737**	**8 607**	**14 487**	**4 766**	**6 223**	**5 003**	*73 597**
% Région dans l'Investissement (1)	17%	33%	13%	21%	7%	9%		
Poids Démographique (2)	10%	38%	13%	24%	5%	9%		
(1) / (2)	1,72	0,87	0,97	0,88	1,39	1,01		

***Investissement global de 73 597 MDT: 68 595 MDT pour les investissements régionaux et 5 003 MDT pour les investissements nationaux.**

- **2050 par composante**

	Nord-Ouest	Nord-Est	Centre-Ouest	Centre - Est	Sud-Ouest	Sud-Est	National	Total (MDT)
Création Barrages	4 905	486	-	-	716	-	-	6 107
Rehaussement Barrages	113	176	20	-	-	-	-	309
Barrages souterrains	25	34	21	13	7	11	-	110
Alimentation en Eau potable	426	1 522	366	1 172	220	612	3 773	8 093
Assainissement	2 976	16 314	4 622	10 186	1 845	3 311	-	39 254
Périmètres irrigués	1 151	2 281	1 229	507	742	577	6	6 492
Aménagement et Conservation des Terres Agricoles	571	331	1 606	736	411	671	-	4 323
Dessalement	-	-	-	1 033	11	282	-	1 326
Divers (Environnement, qualité, etc…)	1 609	1 594	743	841	814	759	784	7 143
Total Coût estimatif (MDT)	11 774	22 737	8 607	14 487	4 766	6 223	4 562	73 157
% Région dans l'Investissement (1)	17%	33%	13%	21%	7%	9%		
Poids Démographique (2)	10%	38%	13%	24%	5%	9%		
(1) / (2)	1,72	0,87	0,97	0,88	1,39	1,01		

8. Conditions de Financement

La question du financement d'Eau 2050 se pose vu la masse d'investissement. Ramener le tout à un financement sur Budget de l'Etat constitue une approximation, mais qui peut être utile juste pour un test de vraisemblance. L'investissement annuel moyen additionnel d'Eau 2050, en dehors de l'« engagé », est de 2,6 MDS, alors que la moyenne annuelle des Investissements de l'Etat (Titre II) pour les années 2019 à 2022 est de 4,1 MDS. Ainsi, sur la base de l'existant, ce qui est envisagé pour le Plan d'action Eau 2050 correspond à 63% de l'ensemble du Titre II, ce qui est inenvisageable.

Toutefois, il s'agit de relever l'aspect « double peine » subi par l'agrégat « investissement » à l'échelle nationale, résultat du caractère éminemment exceptionnel de la situation qui prévaut actuellement en Tunisie sur 2 plans, avec :

i. Une CAM (croissance annuelle moyenne) du PIB de 1% pour 2011-2021 au lieu des 4,2% pour la période de même longueur chronologique qui a précédé ;

ii. Un taux d'investissement descendant à 16% au lieu de 24% précédemment.

Dans le scénario avancé dans l'Etape 4 de la Vision-Stratégie, retenant la réalisation d'une CAM de 4,0% et d'un retour progressif au taux d'investissement de 24%, le volume annuel moyen d'investissement du titre II, en termes constants, sera de 8,9 MDS par an et, si on estime que 15% en seront alloués à Eau 2050, il s'agira de 1,3 MDS par an provenant du Titre II.

Sur cette base on peut estimer que l'apport du Titre II permettra de couvrir 50% des besoins en investissement d'Eau 2050.

Les 50% qui restent, soit 1,3 MDS par an, auront à être partagés entre les Concessionnaires, le PPP et le Privé.

Il peut également être envisagé la création d'un « Fonds Eau 2050 », qui pourrait être alimenté par une « taxe pour non-contribution à la lutte contre le changement climatique ».

I. Préambule : Rappel de la trajectoire historique de la conduite de la politique hydrique de la Tunisie

I.1. Genèses et évolutions de la maitrise de l'hydrique

La majeure partie du territoire tunisien et de ses terres agricoles sont en zone semi-aride à aride, une donnée géo-climatique singulière qui n'a pas empêché la Tunisie de tenir une place particulière dans l'émergence et le développement des principales civilisations de la Méditerranée.

Les époques Punique, Romaine et Arabo-musulmane ont permis en particulier à la Tunisie un apport spécifique en matière de développement agricole.

Pour cela la Tunisie a dû apprendre depuis longtemps à gérer et à anticiper les pénuries liées à l'eau, en mettant en place des dispositifs de gestion de ressources en eau essayant constamment de s'adapter à la nature limitée, aléatoire, et de répartition inégale des ressources.

En termes d'hydraulique moderne, 3 barrages ont été érigés pendant la période coloniale à savoir le barrage de l'Oued Kébir (1928), le barrage Nebeur sur Oued Mellegue (1954) et le barrage Beni Mtir sur l'Oued Ellil (1954).

Le premier grand barrage d'Afrique du Nord, celui de l'oued Kébir, situé à 70 kilomètres au sud-Ouest de Tunis, a été destiné à l'alimentation en eau potable de la capitale. Il s'agissait d'un barrage en enrochements de 35 m de hauteur avec une capacité de retenue de 20 millions de mètres cubes. Malgré son ancienneté et sa situation relativement peu favorable du point de vue pluviométrique, le barrage de l'oued Kébir a rendu d'énormes services pour l'alimentation en eau de la capitale pour laquelle les sources et forages de Zaghouan ne suffisaient plus depuis longtemps à satisfaire la demande.

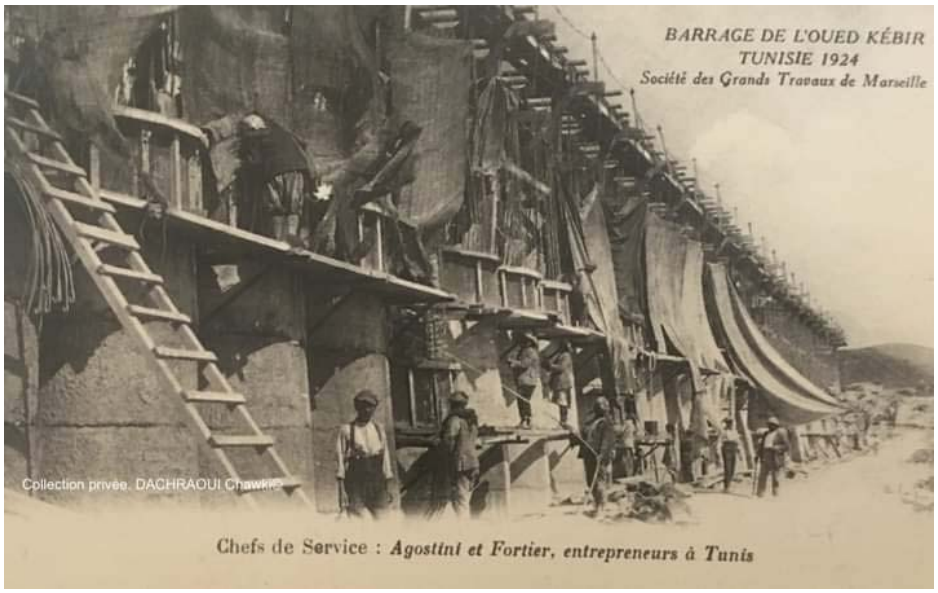


Figure 1 : Barrage d'Oued el Kebir-1924

Conçu et développé sans défenses antiérosives, le barrage d'Oued El Kebir a subi des avaries consécutives à des pluies diluviennes dès la fin de sa construction et est resté fragilisé malgré les réparations.

Et c'est à cheval sur la fin de la période coloniale et la veille de l'indépendance, en 1954, que les deux autres barrages précités furent mis en service : Beni Metir sur Oued El Lil, essentiellement destiné à l'approvisionnement en eau de Tunis et à la production hydro-électrique et le barrage de Nébeur sur l'Oued Mallègue (capacité 300 Mm^3), devant servir à la fois à la production hydro-électrique et à la mise en valeur de 40 000 ha de terres agricoles dans la vallée de Medjerda.

Après l'indépendance l'eau a été considérée par les décideurs comme étant à la base de tout développement stabilisé, et il a fallu tout faire, dans le cadre de la politique de mobilisation hydrique, pour

corriger les déséquilibres spatiaux et saisonniers et aller vers l'interconnexion de tous les ouvrages pour la maîtrise du facteur eau.[1]

La mise en œuvre de cette politique a consisté à mobiliser l'eau en commençant par les coûts les plus bas et en allant vers les ouvrages les plus complexes et les plus coûteux. L'eau devait être exploitée pour l'alimentation en eau potable des zones urbaines, aux étendues et dimensions de plus en plus importantes, et pour l'extension des périmètres irrigués, dont la production allait constituer une composante de plus en plus importante de la production agricole, basée jusque-là de manière prépondérante sur l'agriculture pluviale.

La vallée de la Medjerda à la fois château d'eau et grenier du pays faisait l'objet d'importants travaux dans le cadre du plan de modernisation et d'équipement de la Tunisie : réalisation de barrages, canaux d'irrigation, centrales hydroélectriques, travaux d'assainissement et de protection contre l'érosion, etc. L'Office de Mise en Valeur de la Vallée de la Medjerda (OMVVM) en tant que cadre de cette mise en valeur a été créé dès 1958.

Les inondations historiques par leur ampleur exceptionnelle de septembre 1969 allaient éveiller les décideurs à la nécessité de réaliser des ouvrages plus importants pour la régularisation des flux hydriques, notamment ceux de la Medjerda et du Zeroud et ont ainsi accéléré la réalisation des travaux de barrages à vocations multiples tels que Sidi Salem en 1981 sur la Medjerda et Sidi Saâd en 1980 sur le Zeroud pour la protection de Kairouan contre les inondations et pour l'irrigation.

Pour à la fois accroitre la maitrise hydrique et accompagner le développement socioéconomique, la mobilisation de volumes plus importants d'eaux superficielles s'est imposée, les travaux de construction de barrages se sont alors poursuivis pour répondre à une demande en eau en accroissement continu. Les barrages Joumine dans le bassin de l'Ichkeul, El Houareb sur Marguellil, Lebna au Cap-Bon, ont été mis en eau. L'engagement de l'État dans le domaine de l'aménagement hydraulique et de la mobilisation des ressources en eaux a continué, avec la mise en place de la Stratégie Décennale de Mobilisation des Ressources en Eaux (1990-2000). Durant cette période, les barrages Sejnane dans le bassin de l'Ichkeul, Sidi el Barrak, Zerga, El Kebir et Zouitina dans les bassins hydrologiques de l'extrême Nord furent construits. Cette stratégie de mobilisation des eaux de surface a été consolidée par la construction de barrages et de lacs collinaires dans les divers bassins hydrologiques. Des travaux de CES ont été planifiés pour protéger les retenues des barrages contre un alluvionnement accéléré. Cet effort de mobilisation des eaux de surface a permis de faire face aux besoins de l'irrigation et à la demande en eau potable même durant les années déficitaires (1987-1989) et (1999-2002) qu'a connues la Tunisie.[2]

I.2. Parcours de la mise en place et du renforcement des institutions de gestion des ressources en eau

À la fin du XIXe siècle et au début du XXe siècle, les premiers services de l'eau potable en Tunisie étaient gérés à l'échelle locale. Il revenait aux municipalités d'assurer l'approvisionnement en eau de leurs citoyens et de décider du mode d'organisation du service. La transformation principale du secteur date de 1947 avec la création d'une régie nationale.

La « régie » avait focalisé son effort sur l'alimentation des centres urbains. En 1953, le taux de desserte dans le milieu urbain s'élevait à 75 % de la population avec 52 % de centres desservis[3]. La non-prise en charge du milieu rural contrastait fortement avec le service mis en place pour le milieu urbain alors que la population rurale représentait plus de 65 % de la population tunisienne au moment de la création de la régie. L'alimentation en eau dans les zones rurales s'effectuait à partir de puits et de citernes privés ou publics, ces derniers ouvrages étant souvent réalisés et entretenus par des fondations religieuses.

La politique favorisant l'alimentation des centres urbains avait été maintenue par la « régie » après l'indépendance en 1956. Toutefois, le développement du secteur n'a pas suivi le même rythme que le développement économique général du pays. Le taux de desserte était de 31 % à l'échelle nationale en 1968, avec respectivement 55 % en milieu urbain et 9 % en milieu rural.[4]

L'Etat s'était ainsi trouvé dans l'obligation de réaliser des investissements lourds pour réduire le grand retard en matière de desserte en eau potable. Pour cela la SONEDE, Société nationale d'exploitation et de distribution des eaux, a été créée en 1968, en tant qu'établissement public à caractère industriel et

[1] Pierre-Robert Baduel , 1987. Politique tunisienne de développement hydro-agricole (1881-1983)

2 Mammou, A. B. & Louati, M. (2007). Évolution temporelle de l'envasement des retenues de barrages de Tunisie. Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science, 20(2), 201–210.

[3] Tixeront J., 1953, L'alimentation des villes en eau potable en Tunisie, Direction des travaux publics/Régence de Tunis/Protectorat français/Études hydrauliques & hydrologie, Série I, 35 p. + 1 carte.

[4] Limam A., 2008, « La Sonede : 40 ans au service du secteur de l'eau potable, 1968-2008 », Communication orale lors du 40e anniversaire de la Sonede, juillet, Document en langue arabe.

commercial doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière, ayant le monopole national pour l'approvisionnement en eau potable et constituant ainsi l'opérateur prépondérant dans le secteur, en dehors de l'intervention de certains opérateurs pour leur propre compte.

Mais ce ne fut que vers la fin des années 1990 que la gestion de l'eau en milieu rural a commencé à être assurée, particulièrement pour le milieu rural dispersé, par des « Groupements de Développement Agricoles (GDA) ». Les GDA assurent alors l'exploitation des systèmes d'eau potable réalisés par les services du Génie Rural relevant des CRDA et ont également dans leur compétence, la distribution de l'eau d'irrigation aux agriculteurs, l'entretien de l'infrastructure et le recouvrement des coûts.

Etant donné que tout dispositif de fourniture d'eau potable doit assez rapidement s'accompagner d'un dispositif d'assainissement, c'est 6 ans après la SONEDE que l'Office National de 'Assainissement (ONAS) fut créé, en vertu de la Loi n° 73/74 en date du 3 août 1974, avec pour mission d´assurer la gestion du secteur de l´assainissement.

La loi portant création de l´ONAS a été amendée par la loi de 1993, en vertu de laquelle l'ONAS est passé du rôle de gestionnaire du réseau d'assainissement à celui de principal intervenant dans le domaine de la protection du milieu hydrique et de la lutte contre toutes les sources de pollution.

I.3. L'adoption d'un Code des Eaux pour une gestion hydrique réglementairement encadrée

Le code des Eaux était venu renforcer les acquis institutionnels. Le texte réglementaire essentiel de la gestion de l'eau a été élaboré en 1975 à une époque où l'offre en ressources en eau était supérieure à la demande, et a ainsi été axé sur ce qui est considéré comme une politique de « gestion de l'offre ».

Le Code des eaux traite de l'allocation de la ressource en eau et donne la priorité à la satisfaction quantitative et qualitative de la demande en eau potable des milieux urbain et rural, mais aussi la satisfaction des besoins du secteur industriel, touristique et agricole et il est basé sur la domanialité de l'eau, le transfert de l'eau ne s'accomplissant que pour sauvegarder un patrimoine agricole d'importance nationale ainsi que pour l'eau potable, le tout en assurant la couverture des besoins des régions de prélèvement.

Suite aux événements de 2011 et à l'avènement de la nouvelle constitution de 2014, ce texte a été mis en révision pour intégrer essentiellement la gestion de la demande et tenir compte des grandes mutations que le secteur de l'eau connait comme la préservation quantitative et qualitative des ressources, la valorisation optimale de leur usage, l'équité de leur répartition, l'intégration des changements climatiques. A ce jour le code des eaux n'est pas promulgué.

I.4. Les aménagements hydroagricoles et l'essor de l'agriculture

Les dispositions précitées en termes de politiques et d'aménagements hydrauliques ont été suivies dans les années 80-90 par des aménagements hydroagricoles, des incitations à l'investissement productif privé, une certaine reconversion de la vocation des terres domaniales, des programmes spécifiques et volontaristes dans les différentes régions et particulièrement le Nord-Ouest, le Centre-Ouest et le Sud par des projets tels que l'extension des palmeraies, l'arboriculture fruitière ou l'élevage intensif. L'objectif affiché était la « sécurité alimentaire » dans un premier temps avant qu'il ne se transforme dans un deuxième temps en un objectif d'«autosuffisance alimentaire » au moyen de l'équilibre de la balance commerciale agricole.

La politique adoptée visait à la fois le rajeunissement de la population agricole et l'amélioration de son niveau technique, en accentuant la cession des terres domaniales aux jeunes agriculteurs, aux techniciens et aux ingénieurs, ainsi que la concession d'exploitations plus importantes à des SMVDA. Le but affiché de ces orientations était d'augmenter et diversifier la production et assurer l'intégration des spéculations et des systèmes de production afin qu'ils se complètent. La gestion de l'eau au sein des périmètres publics irrigués a été accordée soit aux CRDA, soit aux GDA, selon l'importance ou la complexité des aménagements hydrauliques.

L'agriculture irriguée joue un rôle important dans le développement socioéconomique de nombreuses régions de Tunisie alors que les liens entre eau et agriculture ont continué à tenir une place prépondérante dans les équilibres entre ressources et usages.

I.5. La politique « CES » se voulant inclusive, résiliente et adaptative

Le secteur irrigué, promu par les pouvoirs publics pendant plusieurs décennies, a contribué à l'accroissement et à la diversification de la production agricole et a été un levier important du développement rural, alors que ses performances sont restées mitigées, impactées par le contexte hydro-climatique difficile (récurrence de phénomènes extrêmes, alternance de sécheresses et d'inondations).

Dans ce contexte toute une politique de CES a été conçue et mise en œuvre comme un moyen pour augmenter la résilience des hydrosystèmes et limiter l'accélération du processus de dégradation des sols et de déperdition des eaux.

Même si l'objectif initialement déclaré pour ces actions était d'assurer la conservation des ressources naturelles, avec la pression du chômage dans la plupart des régions du pays, les chantiers de la CES sont devenus des bassins d'inclusion de la population précaire en zones marginales.

Au cours des deux décennies (1960-1980) les programmes de la CES étaient souvent liés aux réalités de sous-emploi et de précarité sociale.

Les structures administratives des institutions en charge de la CES ont beaucoup évolué au cours de ces périodes pour satisfaire différents objectifs : Au cours des années 60, la CES faisait partie de la Direction de l'hydraulique et de l'équipement rural et l'orientation visait surtout les aménagements dits de petite hydraulique. Durant la période (1971-1983), la CES avait pour objectif immédiat l'aménagement des bassins versants en vue de protéger les retenues de barrages menacés d'un envasement prématuré. A partir de 1984, l'objectif était d'intégrer les aménagements CES avec le reste des programmes agricoles en vue d'un développement agricole cohérent. A partir des années 1990, l'objectif était de faire de la CES une activité de protection des ressources naturelles et en même temps une source de revenus. De grandes réflexions étaient engagées pour donner naissance à la stratégie CES pour la gestion durable des ressources naturelles avec une meilleure participation des bénéficiaires.[5]

Mais cela n'a pas pu empêcher le phénomène de dégradation des ressources naturelles de s'aggraver du fait que les sols sont de plus en plus sollicités pour la mise en culture.

I.6. Préoccupation de la Qualité de l'eau et création du Ministère de l'Environnement

Le ministère de l'environnement a été créée en 1991 pour répondre à une préoccupation de protection des ressources contre la pollution et a ainsi été chargé de mettre en œuvre la politique de l'Etat en matière de protection de l'environnement et de rationalisation de l'exploitation des ressources naturelles.

Le ministère a sous sa tutelle l'Agence nationale de protection de l'environnement (ANPE), qui a pour rôle la mise en œuvre d'actions spécifiques et sectorielles ainsi que des actions globales s'inscrivant dans le cadre du plan national de développement de la politique nationale de protection des ressources.

L'hydraulique Tunisienne ne se limitait pas aux grands ouvrages, mais englobait aussi la petite hydraulique, dont notamment ceux qui ont permis la mise en valeur du centre et du sud tunisien. Les savoir-faire traditionnels variés et répartis sur tout le territoire montrent une prise de conscience des populations tunisiennes successives de la nécessité d'assurer une gestion appropriée de l'irrégularité des ressources hydriques.

La mobilisation des ressources hydrauliques dans le cadre de la planification hydro-agricole a revêtu une importance majeure, aussi bien pour le secteur public que pour le secteur privé. Les investissements publics dans le domaine de l'eau atteignent au cours des décennies 1990-2010 une moyenne d'environ 35% du total des investissements du secteur agricole.

La part moyenne des investissements du MARHP destinée au secteur de l'hydraulique dans sa totalité a atteint près de 50% ; la part réservée au sous-secteur de l'irrigation (hors grands ouvrages : retenues, transferts) a évolué quant à elle à un niveau de 56% des investissements hydrauliques au cours de la même période[6].

Le savoir-faire consolidé et renforcé par les pouvoirs publics pour répondre aux diverses demandes d'eau a permis la mobilisation de 95% des ressources exploitables à ce jour : 37 barrages d'une capacité totale de près de 2,4 milliards de m3 ont été érigé, à laquelle s'ajoute une capacité de mobilisation complémentaire de 359 Mm[37] rendue possible par 253 barrages et 893 lacs collinaires disséminés sur le territoire.[8]

5 BOUFAROUA M., 2004. Evolution des techniques de conservation des eaux et des sols en Tunisie Ministère de l'agriculture, de l'environnement et des ressources hydrauliques DG/ACTA.
6 MARPH
7 Revue sectorielle de l'eau 2017
8 Système hydraulique de la Tunisie à l'horizon 2030. Institut Tunisien des Etudes Stratégiques. 2014

I.7. Contraintes et Défis malgré les Efforts et les Sacrifices

I.7.1 Des acquis fragilisés, confrontés à une croissance rapide à la fois urbaine et agricole

Au potentiel modeste et inégalement réparti dans l'espace des ressources renouvelables, vient s'ajouter une pression anthropique qui se traduit par une discordance entre l'offre et la demande en eau, par une exploitation intensive et une valorisation insuffisante de ces ressources.

A partir des débuts des années 80, la population urbaine n'a cessé de s'accroître. La libéralisation de l'économie tunisienne avec le début des années 1970, la décentralisation amorcée, le développement de nouveaux foyers productifs notamment sur le littoral et principalement dans les villes moyennes à travers l'industrie et le tourisme ont été à l'origine du développement des métropoles littorales de Sfax, Sousse, Monastir, Gabes, Nabeul et Bizerte, mais aussi les villes moyennes qui, sous l'action des équipements administratifs et socio-collectifs et la diffusion du tissu industriel, ont cristallisé une large proportion de la croissance urbaine.[9]

L'expansion urbaine accompagnée par une extension des superficies irriguées et le phénomène des forages illicites a fragilisé des ressources en eau au départ limitées.

I.7.2 Des ressources potentielles renouvelables très inégalement réparties

Le climat de la Tunisie est caractérisé par la nature très aléatoire des précipitations, marqué par de très grands écarts à la normale, doublés d'une forte hétérogénéité spatiale, entre le Nord bénéficiant d'une pluviométrie relativement importante et le Centre et le Sud qui subissent un climat semi-aride à aride. La moyenne annuelle de 225 mm/an masque les écarts pluviométriques et d'écoulement par rapport à la moyenne, écarts qui sont d'une grande importance lorsqu'il s'agit de dimensionner les ouvrages et de gérer les ressources, en vue de répondre avec constance aux besoins exprimés. Il est donc nécessaire de raisonner non seulement sur les moyennes mais aussi sur les quantités ayant une certaine probabilité et/ou garantie d'apparition ce qui constitue un des défis majeurs de la gestion de l'eau dans le futur.

Tableau 1 : Répartition des ressources potentielles renouvelables par région (Mm^3)

	Apports potentiels				
	Eau de surface	**Nappes phréatiques**	**Nappes profondes**	**Total**	**%**
Nord-Ouest	1 357	77	151	1 585	32%
Nord-Est	984	299	163	1 446	29%
Centre-Ouest	196	172	265	633	13%
Centre-Est	91	81	66	238	5%
Sud-Ouest	36	87	495	617	13%
Sud-Est	68	52	289	409	8%
National	2 731	768	1 429	4 928	100%
%	55%	16%	29%	100%	

I.7.3 Eaux souterraines sous pression et de moins en moins contrôlées

Le potentiel des ressources en eau souterraine est actuellement estimé à 2 197 Mm^3 (DGRE,2015) alors qu'il était reconnu à un niveau d'estimation de 760 Mm^3 en 1968 ; cette évolution fait suite aux résultats des diverses prospections menées pendant la période considérée. Ce potentiel reste relativement stable au cours de la dernière décennie. A l'échelle du pays, les potentialités exploitables à partir des nappes profondes représentent 65% des ressources en eau souterraine, celles des nappes phréatiques n'en représentent que 35%[10].

9Le système urbain tunisien. Analyse hiérarchique démo-fonctionnelle sur la base de la loi Rang-taille 2004 Amor Belhedi
[10] SCET TUNISIE, (2014) : Gestion des ressources en eaux souterraines comme biens communs cas tunisien.

I.7.4 Une recharge artificielle des nappes en-deçà du potentiel

Face à des problèmes de dégradation de certaines nappes et notamment des nappes côtières qui ont connu des problèmes d'intrusion des eaux marines suite à la baisse du niveau statique, l'Etat s'est tourné vers la recharge artificielle des nappes. Débutée depuis les années 1970 à titre expérimental, la recharge des nappes est réalisée aujourd'hui selon différentes manières et en mobilisant diverses sources d'eau : transfert des eaux des barrages, utilisation des eaux des crues, utilisation des eaux usées traitées, lâchers dans les oueds, injection dans les puits, puits filtrants, recharge à partir de barrages collinaires, etc.

Les sites de recharge fonctionnels sont au nombre de 50, contribuant à la recharge de 26 nappes.

Au cours de l'année 2017, la recharge a intéressé 17 nappes souterraines. Le volume total de recharge a atteint 33 Mm^3. Les volumes rechargés sont principalement issus de l'infiltration directe dans les retenues des barrages et des lacs collinaires (régions du centre) ainsi que les ouvrages CES et les forages d'infiltration dans le Sud du Pays. Quant aux volumes issus de la réutilisation des eaux usées traitées, cela demeure faible avec un taux de 6.4% du volume total rechargé.[11]

La recharge pratiquée reste trop insuffisante pour pouvoir rétablir l'équilibre de nappes surexploitées dont le bilan est de plus en plus déficitaire. De plus, l'opération de recharge a montré une forte variabilité des volumes d'eau dédiée à l'alimentation artificielle des nappes, liée à la grande variabilité pluviométrique, une caractéristique des climats arides et semi-arides qui concernent surtout le centre et le sud du pays.

Quant à l'état des équipements des sites de recharge, ils nécessitent généralement des entretiens systématiques. Certains sont colmatés, d'autres sont hors service. Des retenues d'eau sont en stade avancé d'envasement et par conséquent des mesures de réduction de l'apport solide à partir des bassins versants doivent être préconisées.

I.7.5 Le dérèglement climatique comme contrainte supplémentaire de plus en plus prégnante[12]

Les modèles prévoient une réduction des précipitations entre 14mm et 22mm en 2050 (soit entre 6% et 9% de la valeur actuelle) et entre 23mm et 45mm 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).

Pour les températures, les modèles prévoient une augmentation des températures moyennes (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.

Ces facteurs auront un impact différencié sur les apports en eau des bassins hydrologiques. Les modèles montrent une nette diminution des apports en eau dans les différents bassins qui varie selon les scénarios de 25 à 36% à l'horizon 2050 et de 31 à 61% à l'horizon 2100.

La disponibilité de l'eau est ainsi fortement menacée. L'augmentation de la température a comme conséquence une augmentation de l'évaporation des retenues d'eau, l'assèchement des sols et l'augmentation de la demande en eau tous secteurs confondus. La baisse des pluies a une conséquence directe sur la recharge des nappes et des réservoirs sol et, ainsi, sur la disponibilité de l'eau potable et l'eau d'irrigation.

I.7.6 Envasement rapide des barrages

La construction des barrages en Tunisie a permis une meilleure gestion des ressources hydrauliques. Les barrages tunisiens sont aujourd'hui gérés par la direction générale des barrages et des grands travaux hydrauliques (DGBGTH). La majorité des barrages sont en terre et la plupart se trouvent dans le nord.

L'envasement des barrages est un problème prégnant parce que cela diminue drastiquement le volume utile des barrages et entrave ainsi leur fonction de mobilisation et de régulation des eaux de surface.

La perte théorique moyenne de volume utile par barrage due à l'envasement est de 0,6 Mm^3 par an avec de grandes différences selon les conditions édaphiques ; le maxima étant observé aux barrages de Sidi Salem de 6,5 Mm^3 /an et Mellègue de 3,3 Mm^3/an. Depuis leur construction, les barrages Sidi Salem (1981) et Mellègue (1954), ont perdu 464,7 Mm^3 de leur capacité totale.

11 DGRE (2017) : Bilan de la recharge artificielle des nappes en Tunisie durant l'année 2017
12 PNA

Si l'envasement des barrages se poursuit au même rythme que par le passé, la retenue de Sidi Salem sera drastiquement réduite (- 200 Mm³) en 2050.

Étant donné que le dévasement des barrages est une option dont la faisabilité technico-économique n'est pas évidente, la construction de nouveaux barrages de la même capacité est primordiale pour compenser les pertes de volume utile[13].

I.7.7 Dégradation de la qualité de l'eau

I.7.7.1. Salinisation des ressources et concentration en nitrates

Les caractéristiques des eaux disponibles de la Tunisie dépassent les standards sanitaires ou agronomiques de salinité. À peine 50 % des ressources en eaux présentent une salinité inférieure à 1,5 g/l, réparties entre eaux de surface (72 %), nappes profondes (20%) et nappes phréatiques (à peine 8%). La qualité de la ressource est donc assurée essentiellement par les eaux de surface ; elles offrent directement les meilleures utilisations et servent souvent à l'amélioration de la qualité d'autres catégories d'eaux.

Les nitrates accusent des concentrations élevées surtout dans les secteurs Nord-Ouest et Centre-Est pour les nappes profondes et les secteurs Nord-Est, Centre-Est et Sud-Est pour les nappes phréatiques. La charge en nitrates ne peut être expliquée que par la pollution diffuse due aux cultures intensives et à la multiplication des périmètres irrigués, générant une utilisation massive d'engrais chimiques.

I.7.7.2. Pollution hydrique

Les inventaires des sources de pollutions hydriques réalisés sont aujourd'hui assez anciens. Le dernier en date a été réalisé en 2004. Les sources de pollutions identifiées par ces inventaires (au nombre de 800 environ) sont :

- Les eaux usées urbaines (brutes et traitées), graisses, savons et détergents, matières en suspension et matières dissoutes organiques ou minérales ;
- Les eaux industrielles, hydrocarbures et métaux lourds, matières organiques et graisses (abattoirs, industries agroalimentaires...), acides, bases et produits chimiques divers (industries chimiques, tanneries...), eaux chaudes (circuits de refroidissement des centrales thermiques) ainsi que des matières radioactives ;
- Les décharges de déchets solides et les dépotoirs des margines ;
- Les sources diffuses telles que grands périmètres irrigués et parcelles irriguées à partir des eaux usées traitées et étables d'élevages intensifs ;

Selon les estimations de l'étude de 2004, on rejette dans les différents milieux récepteurs identifiés (234) du Domaine Public Hydraulique (DPH) 158 Mm^3 /an de rejet hydrique. La quantité annuelle de DCO déversée dans ces différents milieux récepteurs s'élève à 84 189 tonnes.

18 ans après, la situation s'est incontestablement aggravée, sachant qu'une pollution hydrique engendre le gel de la partie de la ressource nécessaire à son autoépuration.

I.7.8 L'inadéquation entre coûts et tarifications

Le taux de recouvrement des coûts des fournitures d'eau reste faible en raison, entre autres, de l'inadéquation entre prix de vente et coûts de revient ; les tarifs n'ont pas évolué pendant de longues périodes particulièrement pour l'eau d'irrigation des périmètres publics alimentés par les barrages. A Jendouba, le tarif de l'eau est resté inchangé depuis 2004 à 65 millimes le m^3, contre un coût de revient évalué par l'étude de tarification pilotée par le CRDA en 2018 à 437 millimes/m^3, le tarif ne représentant ainsi que 15% du coût et cela dès 2018. La tarification de l'eau d'irrigation est opérée selon des normes à l'hectare constituant une source de gaspillage (les exploitants sont redevables d'un montant à payer selon la culture et non pas selon la consommation réelle). Dans ces conditions, les exploitants sont très peu regardants concernant les surconsommations au niveau de la parcelle. La tarification actuelle passe par une compensation très fortes assurée par l'Etat, et la situation devient insoutenable durablement.

[13] Selon la DGBGTH, une étude préparatoire du Projet de gestion intégrée de la sédimentation du barrage polyvalent de Sidi Salem est élaborée dans le cadre de la coopération japonaise avec la JICA. L'étude vise à examiner les mesures contre la sédimentation du barrage pour allonger la durée de vie du barrage. Le coût du projet est estimé à 755 Millions de dinars HT.
Parmi les résultats de l'étude qu'après 100 ans, la perte de stockage de l'eau dans le barrage due à la sédimentation est de :
-Sans projet en aura une perte de stockage de 88 % (288 Mm3).
-Avec projet en aura une perte de stockage de 14 % (47 Mm3)

Consciente de cette réalité, l'Administration a entrepris une étude de tarification de l'eau d'irrigation entre 2015 et 2018. Une réforme de la tarification a été engagée en 2019, en référence aux conclusions de ladite étude.

Pour l'eau potable, le système tarifaire tunisien est progressif. Il diffère selon l'usage et la fréquence de facturation est trimestrielle. Il a été adopté par la SONEDE à partir de 1974.

La couverture des charges d'exploitation et de distribution aussi bien que le financement partiel des coûts de développement et d'équipement était assurée par les recettes jusqu'au milieu des années 80. Aujourd'hui, elle constitue un objectif financier à atteindre pour assurer la viabilité du secteur de l'eau en Tunisie. Actuellement le prix facturé du mètre cube d'eau ne couvre pas son coût de mobilisation dans des conditions pouvant assurer la viabilité financière de la SONEDE.

Le coût nominal de l'investissement des grands barrages et transferts pour toute la période 1954-2012 s'établit à 6 milliards de dinars au prix constant de 2018. En appliquant un taux d'actualisation de 10% par an (qui semble convenir au regard de l'évolution des prix), le coût économique capitalisé s'établit à 343 milliards de DT.

A ce coût économique lié à l'investissement s'ajoutent les frais d'entretien et de fonctionnement.

Si l'on rapproche l'ensemble des coûts capitalisés des quantités d'eau produites, on obtient un coût économique de l'eau en DT/m^3 de 1,661 DT par m^3.

Ce prix économique de 1,661 DT/m^3 de mobilisation des eaux de surface distribuées aux irrigants est sans rapport avec la rente économique de l'eau générée par l'activité agricole en irrigué de 676 millimes par m^3(enquête réalisée dans 5 Gouvernorats) d'une part et au tarif moyen de l'eau payé par les exploitants agricoles de 138 millimes/m^3 d'autre part.

I.7.9 Déficit supporté par la SONEDE au m^3 distribué

Pour l'accès à l'eau potable, le prix de revient du m3 d'eau s'établit à 934 millimes en 2018. Il s'est renchéri de 24% entre 2012 et 2018. Dans le même temps, le prix moyen de vente s'établit à 286 millimes du m^3 en dessous de ce prix de revient, générant un déficit permanent dans les équilibres financiers de la SONEDE.

I.7.10 Déficit supporté par l'ONAS

L'ONAS subit les mêmes déséquilibres entre coût de revient de la prestation et niveau de facturation au m^3. Ainsi, le coût de la collecte et du traitement de base des eaux usées se situe, selon différentes sources et hypothèses, entre 0,960 DT/m^3 et 1,061/m^3 alors que la redevance moyenne payée par les usagers est à peine supérieure à 600 millimes le m^3. Aucune des catégories d'abonnés ne paie un prix qui couvre ce dernier coût, à l'exception de la catégorie « Industrie non conforme aux normes ».

I.7.11 Coûts supportés par l'Etat

En l'absence d'une comptabilité centralisée ou consolidée de l'eau, une estimation a été menée pour comparer les recettes et les dépenses du secteur. Il s'agit d'une approximation, car :

- L'année de référence diffère selon l'opérateur (2017 ou 2018, par exemple) ;
- L'exhaustivité des coûts n'est pas certaine, tels que coûts de renouvellement, de maintenance, etc. ;
- Les prix de vente moyens ne comportent pas avec certitude les montants des redevances fixes ;
- Le risque de double emploi ou d'omission de certains coûts ou recettes n'est pas exclu.

L'approximation reste néanmoins dans un ordre de grandeur qui semble cohérent avec les données de terrain. Ainsi, le coût total de l'eau, si l'on prend en compte l'ensemble de son « cycle de vie », de la production jusqu'à l'assainissement, le traitement et la réutilisation des eaux usées traitées, s'élève à près de 3,8 milliards de DT pour une année.

Dans le même temps, le chiffre d'affaires généré par les ventes de services et de l'eau s'établit à 0,7 milliards de DT. La différence, soit environ 3,1 milliards de DT, est la part du coût total de l'eau supportée chaque année par l'Etat et qui constitue une sorte de subvention aux différents opérateurs concernés. Rapportée au m^3 produit, cette part du coût total s'établit à 1,5 DT/m^3.

I.7.12 Recours timide aux eaux non conventionnelles et aux énergies renouvelables

I.7.12.1.Dessalement

Le développement du dessalement en Tunisie pour la desserte en eau potable a commencé dès1983 avec l'installation d'une usine de 4 000 m^3/j dans les îles de Kerkennah suivie en 1995 d'une usine de 30 000 m^3/j pour la ville de Gabes et environs. Il s'agissait dans un premier temps de dessalement d'eaux saumâtres prélevées dans les nappes souterraines et correspondait au souci des Autorités de fournir aux populations une eau d'une salinité acceptable. En 2018, on comptait une quinzaine de station de dessalement d'eaux saumâtres qui ont produit 31,2 Millions de m^3 en 2018.

En Mai 2018, la première usine de dessalement d'eau de mer pour l'usage eau potable a été mise en service dans l'île de Djerba, avec une capacité de 50 000 m^3/j extensible à 75000 m^3/j.

3 autres usines de dessalement d'eau de mer sont en chantier aujourd'hui à Sousse, Zarat (Gabes) et Sfax.

I.7.12.2.REUT

Malgré la bonne couverture du territoire par 178 STEP, l'usage des eaux usées traitées, expérimenté en Tunisie depuis 1965 dans le périmètre de la Soukra, ne connaît pas de développement, voire diminue. Les volumes actuels d'eaux usées traitées réutilisées dépassent à peine les 25 millions de m^3 d'eau, soit moins de 10% des volumes disponibles (ONAS, 2018).

I.7.12.3.Energies renouvelables

La production, traitement, transfert et distribution de l'eau nécessitent de grandes quantités d'énergie principalement électrique. Or, le contexte énergétique en Tunisie est caractérisé par des ressources énergétiques en propre limitées et en diminution tandis que la demande énergétique s'accroît fortement. La Tunisie est devenue un pays importateur net d'hydrocarbures à partir des années 2000.

En 2018, le déficit énergétique a été de l'ordre de 50 % du besoin et a impacté la balance des paiements de 25%, soit 3.1 MD TND. Tendanciellement, ce déficit atteindra 80% en 2030.

Dans les domaines de l'eau et de l'agriculture, l'énergie est un facteur de production prépondérant :

- La consommation directe de l'énergie dans le secteur agricole est estimée à environ 7% de la consommation énergétique totale du pays.
- La SONEDE est l'une des plus grandes entreprises consommatrices d'énergie en Tunisie : 15% de son chiffre d'affaires et 2,6 % de la consommation nationale d'électricité en 2017.
- La SECADENORD consomme entre 3,28 et 4,95 Wh/m^3 produit. Même si la consommation électrique a augmenté de 54% en 2017 en lien avec le pompage des eaux du complexe Si El Barrak- Sejnane- Barbara - Zyatine, ce coût semble acceptable au regard de la ressource ainsi récupérée sur les déversements en mer.
- Les besoins de l'ONAS (140 Gwh) en énergie sont également importants et ont considérablement augmenté.

I.7.13 Gouvernance trop centralisée avec les rigidités en conséquence

Le grand opérateur national du secteur de l'eau est le Ministère en charge de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques. Il est assisté d'un Conseil National de l'Eau (CNE), d'une Commission du Domaine Public Hydraulique (CDPH) et d'autres organismes publics, tels que la Secadenord, la Sonede, l'ONAS et la Régie des Sondages Hydrauliques.

Globalement, le diagnostic réalisé tout le long de la présente étude Eau 2050 (Etapes 2, 3 et 4) a montré que la gouvernance de l'eau a été marquée jusqu'à présent par l'excès de centralisation et l'absence d'un système d'information fiable et partagé, permettant un suivi proactif de l'évolution de l'équilibre hydraulique et ses implications.

Le contexte d'avant-révolution a fini par donner lieu à une « hydraulique d'État », même si les trois « Plans Directeurs » élaborés et mis en œuvre aient permis d'inventorier les ressources hydriques, identifier les

usages planifier les actions et les réaliser sans que cela ait pu éviter des dysfonctionnements qui sont allés en s'aggravant.

En outre, avec un cadre législatif, le Code des eaux, qui autorise l'État à disposer seul des ressources en eau (affectation, transfert, tarification) et des projets de développement hydroagricoles de concrétisation des choix retenus, l'Administration s'était ainsi trouvée en charge de la gestion de l'infrastructure en place, avec un large pouvoir discrétionnaire, toutes les décisions étant de type Top down.

Le processus post-révolution s'est traduit dans les faits par des modifications dans les rapports entre Etat et société, en accordant à cette dernière plus de possibilité d'influence sur les choix publics, de nature à changer les modes antérieurs d'intervention de l'Etat.

D'un autre côté, le diagnostic a montré que des défis, voire des menaces, dont principalement la saturation des ressources en eau conventionnelle en plus de l'accentuation des dégradations de toutes sortes et pour plusieurs raisons (environnement, non renouvellement des équipements, envasement, salinisation, etc.).

Le rendement des usages demeure également insuffisant au regard des coûts : la rente moyenne de l'eau dans les exploitations agricoles ne représente que 40% du coût économique de l'eau. Les allocations ont sévèrement sollicité les ressources naturelles, particulièrement hydriques, engendrant raréfaction des ressources et exigence de nouveaux modes de répartition entre les usages. Le dérèglement climatique est à interpréter dans ce cadre d'analyse comme un choc exogène venant accentuer la raréfaction des ressources hydriques et augmenter la demande nationale d'énergie.

Les grandes orientations de la politique hydrique visent ainsi :

(i) Plus de transfert des eaux du Nord pour palier à la pénurie dans le Sahel et le Cap-Bon
(ii) Une plus grande connexion inter-barrages,
(iii) La création de nouveaux barrages, et
(iv) Pour le Sud, une orientation vers le dessalement de l'eau de mer, y compris pour des usages économiques,

La Tunisie a développé depuis l'indépendance des stratégies de mobilisation des ressources en eau. Cette politique de mobilisation, associée à une politique de transfert de l'eau de la Région du Nord-ouest (excédentaire) vers les régions déficitaires du Nord Est et du Centre Est et un début de mise en œuvre de stratégies de mobilisation de ressources non conventionnelles (eaux dessalées et eaux usées traitées), a pu satisfaire l'essentiel de la demande en eau dans les différentes régions et aux différents secteurs socioéconomiques et assurer jusque-là un équilibre relativement confortable entre l'offre et la demande.

Cet équilibre relatif, ne doit cependant pas cacher l'accumulation de contraintes majeures que l'on on peut résumer[14] comme suit :

➢ Au titre des contraintes liées à la ressource

♣ La quasi-saturation de la mobilisation des ressources conventionnelles jusque-là connues ;

♣ Le risque de diminution du potentiel mobilisé d'eau de surface par l'envasement des barrages qui est lui-même accentué par l'insuffisance des actions de traitement des bassins versants et/ou le manque de leur synchronisation avec les travaux d'aménagement des ouvrages hydrauliques ;

♣ La surexploitation des nappes d'eau souterraine (plus de 120% en moyenne) et la salinité élevée de l'eau : près de 53% des ressources en eau exploitables présentent une salinité supérieure à 1,5 g/l (donc non potable) et près de 35% ont une salinité supérieure à 2g/l (donc peu appropriées même pour l'irrigation) ;

♣ La grande variabilité pluviométrique et la capacité actuelle insuffisante des infrastructures hydrauliques existantes de stockage et de transfert à assurer une régulation interannuelle optimale et à maîtriser les évènements exceptionnels (sécheresses et inondations) ;

♣ L'existence d'importants déficits structurels de la ressource à l'échelle régionale ou locale, en dépit du bilan global encore relativement équilibré à l'échelle nationale ;

♣ La forte consommation du secteur d'irrigation, l'insuffisance des mesures d'économie d'eau appliquées et la valorisation insuffisante du potentiel des eaux vertes pour l'amélioration de la sécurisation de l'agriculture pluviale.

➢ Pour les contraintes d'ordre environnemental, on peut citer, essentiellement

♣ Les pollutions hydriques engendrées essentiellement par les eaux de drainage/irrigation chargées de fertilisants, et au rejet des effluents usés traités et non traités dans le milieu récepteur ;

♣ Les pollutions hydriques dues aux concentrations urbaines et aux rejets industriels qui engendrent une pollution chronique dans plusieurs régions du pays (bassin de la Medjerda, bassins miniers, zones d'activité péri-urbaines et littorales, etc.)

♣ L'absence d'une stratégie et de programmes d'assainissement en milieu rural ;

14 African Water Facility, 2016. Elaboration de la vision et de la stratégie du Secteur de l'Eau à l'horizon 2050 pour la Tunisie « Eau 2050 »

♣ Les menaces de dégradation de la qualité des eaux des nappes souterraines, engendrées par leur surexploitation (notamment au Centre, Sud et Nord Est du pays).

- Concernant les contraintes d'ordre économique et social, on peut citer, essentiellement

♣ Les coûts élevés d'investissement et d'exploitation et maintenance des grands ouvrages hydrauliques qui sont aggravés par l'accroissement des coûts de l'énergie ;

♣ La faible implication du secteur privé dans l'effort d'investissement hydraulique ;

♣ La faible efficacité des politiques tarifaires adoptées (irrigation et eau potable) ;

♣ La performance hydraulique et économique insuffisante des grands périmètres publics irrigués (gestion peu efficace, gaspillages et faible valorisation de l'eau) ;

♣ L'accroissement de la concurrence entre les différents secteurs socio-économiques et environnementaux (notamment entre l'eau potable et l'irrigation, dégradation des écosystèmes humides etc…) ;

♣ L'absence d'une communication et d'une sensibilisation (sociale et institutionnelle) autour de l'eau à tous les niveaux ;

♣ La question d'équité entre les régions et entre le milieu rural et le milieu urbain qui est pleinement posée, surtout après les bouleversements sociopolitiques survenus depuis 2011.

- A propos des contraintes institutionnelles et juridiques, on peut citer, essentiellement

♣ La dispersion des politiques de gestion des ressources en eau entre plusieurs institutions et Ministères ainsi qu'à l'échelle nationale et régionale ;

♣ La prédominance d'une approche technicienne et centralisée de la gestion des ressources en eau ;

♣ La gestion participative de l'eau potable rurale et de l'irrigation est un choix stratégique qui a été fait depuis les années 1990. Ce choix a été généralisé au niveau des systèmes d'AEP rurale et des systèmes d'irrigation mais sans grande efficacité faute d'une vision et d'une stratégie claires et d'un cadre approprié de gouvernance de l'eau ;

♣ Le manque de vision, de cadre institutionnel approprié et de mécanismes adéquats pour une gestion intégrée des ressources en eau et de bonne gouvernance de l'eau aux différents niveaux ;

♣ Le cadre juridique régissant le secteur de l'eau n'a pas pu être convenablement amélioré pour contribuer à l'atténuation des contraintes ci-dessus et faire évoluer le secteur de l'eau du contexte d'une gestion classique centralisée de l'offre vers un contexte de gestion de la demande dans un esprit de bonne gouvernance de l'eau aux différents niveaux.

I.8. Impératif de la Transition vers un Système Hydrique Sécurisé, Inclusif et Durable

L'enjeu de l'intégration des ODD dans les plans et stratégies à élaborer est d'engager le développement du pays dans un nouveau modèle de croissance respectueux des principes de la croissance inclusive, du bien-être social et de la viabilité environnementale.

La stratégie EAU 2050 s'insère dans cette optique en adoptant un scénario EAUDD (Eau et développement durable) dans l'élaboration des différentes phases de l'Etude en synergie avec les différents plans et stratégies élaborés et en cours : Le plan national d'économie d'eau, la stratégie nationale de développement durable, la stratégie nationale d'aménagement et de conservation des terres agricoles, le Plan National d'Adaptation des impacts des effets du changement climatique sur la sécurité alimentaire, le Plan Directeur National de Réutilisation des Eaux Usées Traitées en Tunisie - WATER REUSE 2050 -, la Troisième Communication Nationale de la Tunisie au titre de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC), le Plan National de Gestion de la Sécheresse (CNULCD), la Stratégie de Développement Neutre en Carbone et Résilient aux Changements Climatiques à l'horizon 2050 et l'étude de transfert de l'excédent des eaux de l'extrême nord-ouest vers le centre.

C'est dans ce contexte que la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) est adoptée en tant qu'un des enjeux majeurs de la stratégie du secteur de l'eau à l'horizon 2050 et comme le pilier vers la concrétisation du développement durable de la Tunisie.

Cet intérêt pour la durabilité devra nécessairement s'accompagner par un paradigme nouveau qui engage des transitions à tous les niveaux à la fois économique, social et environnemental, et qui repose sur :

- ❑ Le renforcement des ressources souterraines par infiltration assistée, gestion des extrêmes et mesures accrues de résilience au dérèglement climatique ;
- ❑ Des réformes administratives et institutionnelles pour un nouveau mode de gouvernance efficace et décisionnel ;
- ❑ Un système AEP 100% sécurisé et performant aux standards internationaux (économe, efficace et efficient) ;

- ❑ Un circuit hydraulique principal assurant la sécurité AEP pour 12 gouvernorats à partir des eaux de l'extrême Nord ;
- ❑ Un équilibre AEP/irrigation dans une proportion 30/70 en assurant la sécurité AEP et la stabilisation de la production agricole ;
- ❑ Une irrigation garantie par l'alimentation duale eau de surface eteau souterraine : climato-intelligente /efficiente ;
- ❑ Une sécurité alimentaire stabilisée durablement et résiliente au climat : Equilibre financier eau verte / Eau virtuelle ;
- ❑ Un contrôle de la qualité de l'eau et lutte contre la pollution, avec cycle fermé, RNC, ER, et REUT ;
- ❑ Valorisation des EUT à but écologique et économique (mesures non regrets p/r aux coûts de l'inaction à éviter)
- ❑ Une CES de terroir, inclusive, productive, écologique et résiliente aux CC avec l'intégration des zones humides ;
- ❑ Une assurance climatique et une transition socio-économique de la ruralité : polyculture, chaînes de valeurs ;
- ❑ Un découplage de la croissance économique vis-à-vis de l'eau et de l'énergie, par les nouvelles technologies ;
- ❑ Une approche « Nexus 'Eau, Energie, Alimentation' » nationale et internationale ;
- ❑ Une diplomatie économique renforcée dans les représentations et orientée Nexus/découplage/chaines de valeurs.

II. Partie introductive au Plan d'actions d'Eau 2050

II.1. Le « Plan d'actions » en tant qu'Etape Finale d'Aboutissement de l'ensemble de la Mission « Eau 2050 »

Il s'agit de la 5ème et ultime Etape de la mission Eau 2050, celle qui, après l'adoption de la « Vision et Stratégie » objets de l'Etape 4, doit déboucher sur l'ensemble des Dispositions, Actions, Projets et Programmes, dont la structuration, l'articulation et l'enchainement conduiront à la réalisation de l'objectif affecté à l'ensemble de la démarche : celui de « Doter la Tunisie d'un Système Hydrique Sécurisé, Durable, Inclusif, Efficient et Equitable ».

C'est ainsi que cette étape aura à identifier pour :

- Tous les Usages
- Toutes les Ressources
- Toutes les Régions
- Tous les Acteurs

L'ensemble du programme qui les concerne jusqu'à l'Horizon 2050 et les « points d'arrêt » intermédiaires de 2025, 2030 et 2040, ainsi que toutes les articulations nécessaires garantes de la cohérence.

II.2. Les principales « données d'entrée » du Plan d'actions

L'objectif du Plan d'actions, objet de la présente Etape 5, est d'aboutir à une « Préfaisabilité de la Stratégie Eau 2050 ». Toutefois, il s'agit de prendre en considération le fait que le « Plan d'actions » est doublement balisé :

- En amont, par l'intégration aussi bien de l'« existant de départ » que les « coups partis et coups partants » ;
- En aval, en mettant le Plan d'action en position de réaliser les Objectifs fixés par la Stratégie (Etape 4).

Sur la base de ce qui précède, le Pan d'actions aura à intégrer, en entrée, les trois principaux éléments suivants :

(i) Prise en compte aussi bien de l'« état présent » du Système Hydrique que des « actions engagées », de court et moyen terme, d'extension, d'optimisation et de maitrise, et cela au niveau des principaux acteurs d'intervention du « Système » ;

(ii) Prise en compte des données de Demande/Offre d'eau à l'Horizon 2050 et points d'arrêt intermédiaires tel qu'arrêtées par la « Vision & Stratégie » en tant que conditions durables d'équilibre et de cohérence du Système Hydrique ;

(iii) Prise en compte des « Nouvelles Options d'Adaptation et d'Innovation » retenues par la Stratégie Eau 2050 (Etape 4) pour concrétiser le « changement de paradigme » à même de produire la « rupture » attendue et engager ainsi le Système Hydrique dans la voie de la « résilience » aux multiples chocs attendus et de l'«atteinte des objectifs retenus ».

II.3. La « Fleur à un Réceptacle et cinq Pétales » d'Illustration Graphique Simplifiée du Plan d'Action

De manière simplifiée, le diagramme suivant de la « fleur au réceptacle et 5 pétales » illustre les différentes composantes du Plan d'action.



Figure 2 : La « Fleur à un Réceptacle et cinq Pétales »

II.4.La déclinaison en : 6 Blocs, 18 Sous-Blocs et 9 Préconisations du Plan d'Actions

De manière plus explicite, le Plan d'Actions se décline selon les « 6 Blocs », « 18 Sous-Blocs » et « 9 Préconisations » présentés dans ce qui suit :

- ***Bloc I : La Gouvernance et la Rationalisation de l'Institutionnel et du Pilotage***

i. **Préconisation 1** pour : la « Modernisation-Adaptation de la Gouvernance Hydrique »

ii. **Sous-Bloc 1** : Plan Opérationnel de Mise en Œuvre de la « Modélisation Hydro Economique pour le Pilotage et la Gestion des Extrêmes»

- ***Bloc II : L'Eau potable, le Dessalement et les Energies Renouvelables »***

iii. **Sous-Bloc 2** : Programme National d'« Allocation d'Eaux de l'Extrême Nord à l'AEP»

iv. **Sous-Bloc 3** : Nouveau Plan National d'Adduction et de Desserte en EP et Eaux d'Irrigation du Rural du Nord-Ouest

v. **Sous-Bloc 4** : Nouveau Programme National de Modernisation du Réseau AEP

vi. **Sous-Bloc 5** : Programme National de Re-Use

vii. **Sous-Bloc 6** : Stratégie Nationale de Dessalement d'Eaux Saumâtres et d'Eaux de Mer

viii. **Préconisation 2** pour : la « Mise en Œuvre de la Stratégie Nationale de Développement des Energies Renouvelables »

- ***Bloc III : La Gestion Intégrée des Ressources en Eau et la Sécurité Alimentaire***

ix. **Sous-Bloc 7** : Programme National d'« Extension de la Collecte-Stockage d'Eaux de Surface» pour l'Accompagnement-amont de la GIRE

x. **Sous-Bloc 8** : Plan National de la « Gestion Intégrée des Eaux de Surface/Eaux Souterraines »

xi. **Sous-Bloc 9** : Nouveau Plan National de « Modernisation des Réseaux d'Irrigation »

xii. **Sous-Bloc 10** : Programme National de « Rationalisation de l'Exploitation des Périmètres Irrigués »

xiii. **Sous-Bloc 11** : Programme National de « Valorisation Agroéconomique des Eaux Vertes »

- ***Bloc IV : La Qualité, l' Economie de l'Eau et la Sauvegarde des Ecosystèmes***

xiv. **Sous-Bloc 12** : « Nouveau Plan National d'Economie de l'Eau »

xv. **Sous-Bloc 13** : « Nouveau Plan National de Qualité des Eaux »

xvi. **Sous-Bloc 14** : « Nouveau Plan National de Sauvegarde des Eco-Systèmes »

- ***Bloc V : Les Eaux et Territoires pour le Développement Inclusif et Durable***

xvii. **Préconisation 3** pour : l'« Equité de l'Accès des Territoires à l'Eau Potable et à l'Irrigation »

xviii. **Préconisation 4** : pour l'« Efficience des Usages de l'Eau dans les Territoires »

xix. **Préconisation 5 :** pour la « Réduction de la Pression Socioéconomique sur l'Eau par la Diversification et la Rationalisation »

- ***Bloc VI : L'Objectivation par l'Economique de l'Eau, le Partage de l'Information et la Régulation***

xx. **Préconisation 6 :** pour l'« Adoption des Bonnes Pratiques de l'Objectivation par l'Economique de l'Eau »

xxi. **Préconisation 7 :** pour la « Non-Asymétrie de l'Accès à l'Information »

xxii. **Préconisation 8** : pour la Promotion de l'Approche Participative en matière Hydrique »

xxiii. **Préconisation 9 :** pour la « Gouvernance Territoriale d'Efficience et de Régulation»

II.5.Le Diagramme Explicité du Plan d'Action

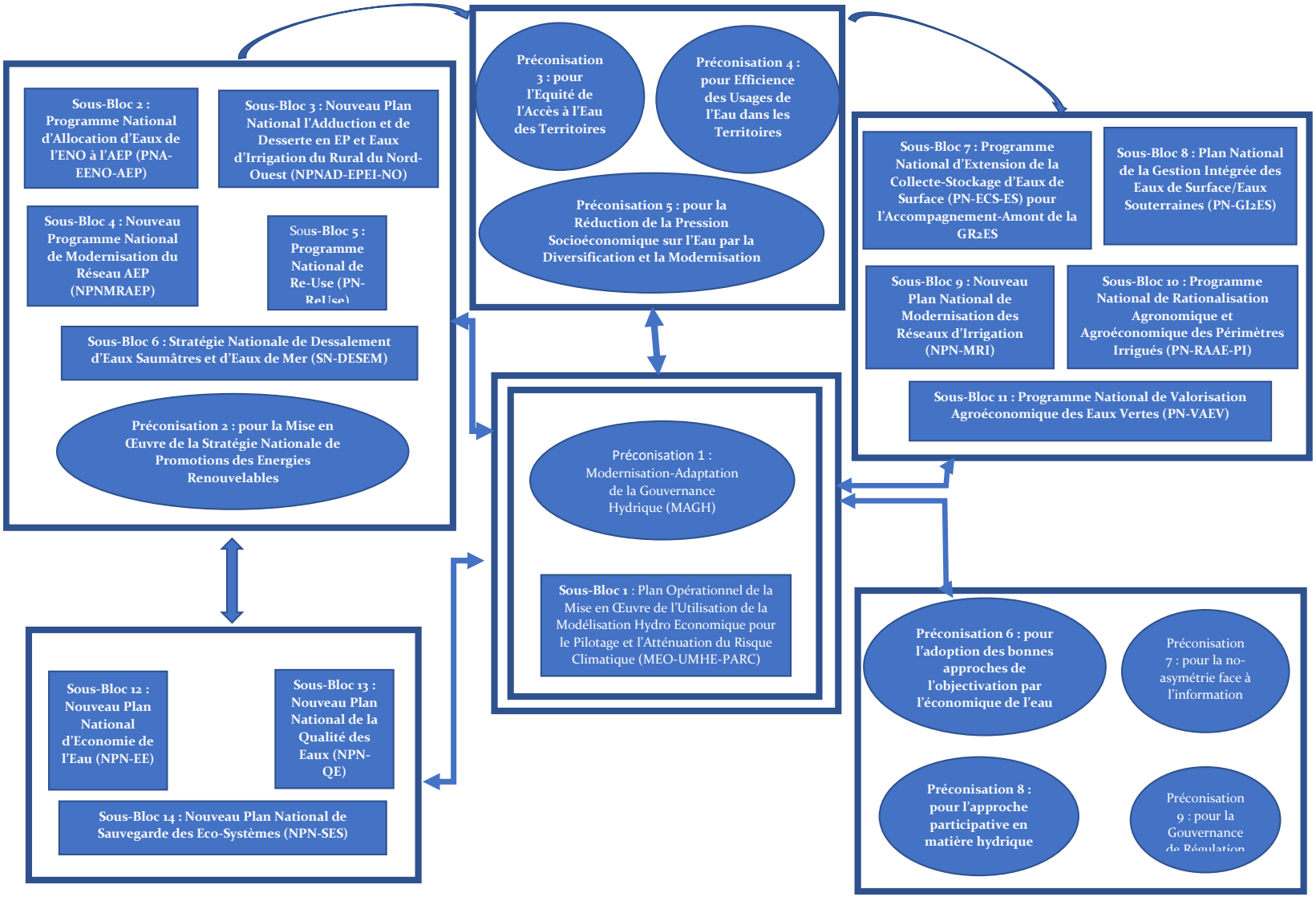


Figure 3 : Le Diagramme Explicité du Plan d'Action

II.6. Canevas-Type d'Elaboration d'une Composante (Hors préconisations) du Plan d'Actions

En dehors des « Préconisations », chaque « composante » du Plan d'actions constitue une sorte de « projet en soi », non réductible à une « simple fiche-projet », devant englober les 14 constituants suivants :

1) Les conditions initiales
2) Les actions en cours et/ou planifiées
3) Les attentes
4) Le « contenu en actions » de la composante et le rapport avec les attentes (évaluation de la pertinence)
5) Les acteurs de la réalisation et de la mise en œuvre de la composante
6) Les bénéficiaires
7) La programmation spatio-temporelle des « actions »
8) Les coûts d'investissement et d'exploitation
9) Les effets économiques, sociaux, environnementaux et territoriaux
10) L'existence de variantes
11) L'analyse sommaires « coûts/avantages »
12) L'analyse des risques
13) Le financement
14) Les mesures d'accompagnement plus particulièrement en termes de cadre réglementaire et institutionnel et de renforcement des capacités dont la : recherche-innovation, le recrutement de compétences et la formation

III. Conditions Particulières d'Engagement du 1er Plan d'Actions 2023-2025 et Prise en compte des Risques

Il a été présenté dans le Rapport principal de l'Etape 4 d'Eau 2050 les données « très particulières » des conditions économiques et financières actuelles de la Tunisie, et qui représentent une contrainte majeure pour le 1er Plan d'action 2021-2025, en tant que « phase de lancement de l'ensemble de la Stratégie Eau 2050 et, en conséquence, le risque qui va en découler pour le démarrage et l'enchainement des 4 Plans d'action objet de l'Etape 5.

Ainsi, il devrait être question d'une évaluation des effets engendrés par la situation actuelle et les éventuelles solutions d'atténuation desdits effets, y compris la prise en compte de l'avis direct et spécifique, concernant cette question très sensible, du Maitre d'Ouvrage.

III.1. Contraintes économiques et financières constituant le cadre général du 1er Plan d'Action 2021-2025

Tableau 2 : Données Macroéconomiques

		Période témoin : Moyenne 2003-2010	Moyenne 2013-2021	*Loi de Finances 2022*
Bloc Macroéconomique	Croissance du PIB	4,7%	0,7%	*3,5%*
	Taux de consommation	78,2%	88,9%	-
	Taux d'épargne	21,8%	11,1%	-
	Taux d'investissement	23,3%	18,9%	-
	Déficit Balance des paiements	-2,8%	-8,7%	-
	Inflation	3,6%	5,4%	-

Tableau 3 : Données de Finances Publiques Actualisées

		Période témoin : Moyenne 2003-2010	Moyenne 2013-2015	Moyenne 2016-2018	Moyenne 2019-2021	*Loi de Finances 2022*
Bloc Finances Publiques	Ressources Propres (en MDS)	11,3	20,2	24,3	32,1	*38,6*
	Dont Ressources Fiscales (en MDS)	9,4	17,8	21,5	28,8	*35,1*
	Pression Fiscale (en % du PIB)	20,1%	22,2%	22,0%	24,3%	*25,4%*
	Dépenses de Rémunération (en MDS)	5,2	10,6	13,8	18,7	*21,6*
	Rémunération/Ressources Propres (1)	46,5%	52,4%	57,0%	58,1%	*59,0%*
	Dépenses d'Intervention (en MDS)	2,2	5,8	6,0	11,4	*14,3*
	Intervention/Ressources Propres (2)	19,8%	28,6%	24,2%	35,1%	*39,0%*
	(Dont Compensation (en MDS))	1,5	3,6	3,5	5,1	*7,3*
	(Compensation/Ressources Propres)	13,2%	17,8%	14,4%	15,9%	*19,9%*
	Service de la Dette (en MDS)	3,7	4,6	6,7	11,8	*14,1*
	Service de la Dette/Ressources Propres (3)	32,6%	22,9%	26,1%	36,5%	*38,6%*
	Dépenses d'Investissement de l'Etat (en MDS)	3,4	4,6	5,7	4,3	*4,2*
	Dépenses d'Investissement de l'Etat /Ress Propr (4)	30,4%	23,1%	23,5%	12,9%	*11,4%*
	(1) + (2) + (3) + (4)	129,3%	127,0%	130,8%	142,6%	*148,0%*
	Emprunts (en MDS)	2,6	6,7	9,4	13,2	*20,0*

Tableau 3 : Données de Finances Publiques Actualisées

		Période témoin : Moyenne 2003-2010	Moyenne 2013-2015	Moyenne 2016-2018	Moyenne 2019-2021	*Loi de Finances 2022*
	Emprunts/Ressources propres	**23,0%**	**33,2%**	**38,7%**	**41,1%**	***54,6%***
	Dette Publique (en MDS)	**22,8**	**41,0**	**68,7**	**93,3**	***114,1***
	Dette Publique/PIB	**51,4%**	**50,9%**	**69,9%**	**75,0%**	***82,6%***
	Déficit Budgétaire/PIB	**2,3%**	**5,6%**	**5,7%**	**6,9%**	***6,7%***

Les Tableaux 2&3 précédents, de « données Macroéconomiques » et de « Finances publiques Actualisées », ont pour but à la fois de faire apparaitre l'« ampleur des contraintes » et de baliser ainsi les « obstacles » qui constituent une menace à la mise en œuvre du 1er Plan d'action 2021-2025, dont l'effet, en termes de risques, peut être déterminant pour le déroulement de l'ensemble de la chaine des 4 Plans d'actions d'Eau 2050.

Concernant la réalisation du Plan d'action 2021-2025, ce sont plutôt les Finances publiques qui entrent en jeu, vu que c'est le Budget de l'Etat qui sera principalement sollicité, soit directement pour ce qui relève du Titre II, soit à travers l'appui à apporter aux entreprises publiques concernées, mais il n'en demeure pas moins l'existence d'un lien entre l'état des Finances publiques et celui de l'économie nationale dans son ensemble, à travers aussi bien la fiscalité collectée que les dépenses publiques engagées.

Sur le plan macroéconomique, l'impact des 11 années post-14-1-2011 est une « déstabilisation massive et durable de l'appareil de production », le PIB de la Tunisie de 2021 de 46,8 Milliards de dollars, est sensiblement le même que celui de 2010, soit 11 ans plus tôt, qui était de 46,2 Milliards de dollars.

Ainsi, le niveau de la performance économique globale de la Tunisie après 2011 n'a été que de 21% du niveau de performance d'avant 2011. C'est comme si un moteur à 8 cylindres ne fonctionne plus qu'avec 2 cylindres.

Il est vrai que, pour nuancer l'évaluation de la performance de l'économie tunisienne, la croissance mondiale pour les deux mêmes périodes précédentes a aussi reculé de 3,1% et 2,7% par an, sous l'effet cumulé des deux crises financière et sanitaire, mais la 2ème période (2011-2021) est ainsi restée, à l'échelle mondiale, à un niveau de performance équivalent à 85% de celui de la période d'avant (2000-2010), soit très loin de l'« effondrement » constaté pour l'économie tunisienne. C'est-à-dire qu'au vu des deux crises successives on aurait compris que la croissance du PIB tunisien puisse se situer à 3,6% (contre 4,2% pour l'avant-deux-crises), mais pas s'effondrer à 0,9%, uniquement explicable, grande partie, par le contexte spécifique de l'après-révolution.

Par ailleurs, l'effondrement de la production, joint à l'inflation et au chômage, se produisait à un moment de très forte effervescence sociale, accompagnée d'une certaine tendance de la part des décideurs politiques à vouloir « payer le prix de la paix sociale », avec une prédisposition à la satisfaction de la demande ainsi exprimée, indépendamment de sa légitimité, le tout se traduisant par une augmentation de plus de 10 points de la part de l'agrégat « Consommation » dans le PIB, passant de 78,2% à 88,9%.

L'effet mécanique de cette tendance a été une chute vertigineuse de l'« Epargne nationale », sa part rapportée au PIB ayant été divisée par 2, en passant de 21,8% à 11,1% et, en conséquence, une réduction de près de 5 points de la part de l'« Investissement » dans le PIB, passant de 23,3% à 18,9%, avec un effet « Taux de chômage » augmentant de 13% à 18% (avant la prise en compte des données du 2ème Trimestre 2022).

En plus, l'économie tunisienne étant très extravertie, avec : [PIB = (Import + Export)], le rapport à l'environnement économique extérieur, saisi à travers la « Balance des paiements », s'est trop dégradé en raison de la baisse excessive de la production nationale, le déficit de ladite balance étant passé de -2,8% à -8,7% du PIB, toujours pour les deux périodes « avant » et « après ».

Ajouté à la déstabilisation des réseaux de distribution, la chute de la valeur du dinar en devises convertibles et la hausse du taux directeur de la Banque centrale, cela a conduit à une Inflation atteignant aujourd'hui plus de 9%, contre moins de 4% pour la période « avant ».

Face à un tel chamboulement du schéma de croissance dans son ensemble, il y a eu le recours à l'augmentation de la « Pression fiscale », qui était historiquement restée stabilisée autour de 20% avant le 14-1-2011, avant de passer à plus de 22% dans une première étape, grimper à plus de 24% pour 2019-2021 et même passer une « perspective » de plus de 25% pour 2022.

Toutefois, malgré ladite forte pression fiscale, non sans préjudice pour les ménages et les entreprises, la part des « Rémunérations » (des fonctionnaires de l'Etat) dans les « Ressources propres » du Budget, qui avait été de 46,5% avant 2011, a été augmentée de 10 points, passant à une moyenne de 56% pour la période d'« après », avec même une projection de la LF2022 qui la fait monter à 59%.

Sachant que le Budget de l'Etat n'a pas que la « Rémunération » du personnel à assurer mais également l'« Intervention », un poste de dépense qui recouvre tout ce qui concerne la « Régulation économique », dont principalement la viabilisation des Entreprises publiques et les Caisses de sécurité sociales et de retraites, et la « Régulation sociale », au moyen notamment de la « Compensation ».

De moins de 20% des Ressources propres avant 2011, les dépenses d'« Intervention » sont en passe d'atteindre 40% en 2022, et de 13% avant 2011 la « Compensation », qui fait partie des « Dépenses d'Intervention », passera à 20% des Ressources propres en 2022.

En plus de la « Rémunération » et l'« Intervention (y c la compensation) », le Budget de l'Etat a à assurer le « paiement du Service de la dette » et l'« Investissement ».

Or, si ces quatre postes sont restés dans leur ensemble, relativement stables en termes de part globale dans les Ressources propres jusqu'à la période 2016-2018, soit autour de 130%, ils le doivent essentiellement :

i. à la réduction de 8 points de la part du « Remboursement de la dette » dans les Ressources propres, passant de 32,6% avant 2011 à 24,5% pour la période 2013-2018, suite probablement à certaines « facilitations » octroyées par des « prêteurs publics » ; sachant toutefois que cette part a été regagnée et même dépassée pour 2019-2021 (36,5%) et est appelée à augmenter davantage, tel que prévu par la LF2022, pour se situer à 38,6% ; et

ii. Au prix d'une division presque par 3, de la part dédiée à l'investissement de l'Etat, passée de 30,4% avant 2011 à 12,9% pour la période 2019-2021, et qui est appelée à baisser davantage en 2022.

Compte tenu de ce qui précède, après 2018 il s'agit d'une dérive concernant le « poids des 4 postes de dépenses du Budget de l'Etat », appelé à passer de moins de 130% des Ressources propres « avant 2011 et jusqu'en 2018 », à près de 150% pour « 2022 » et ce, malgré ce qui a été signalé concernant la division par 3 de la part de l'investissement de l'Etat.

Ainsi, avant 2011, pour boucler l'année d'exercice, le Budget de l'Etat recourait à un emprunt équivalent à 23,0% de ses Ressources propres, avant de voir ce ratio passer à 33,2% pour 2013-2015, 38,7% pour 2016-2018, 41,1% pour 2019-2021, et une projection de 54,6% pour la LF2022, signifiant par-là que l'Etat doit rechercher un volume de crédit pour 2022 supérieur de plus de la moitié à ses Ressource propres pour pouvoir boucler le Budget.

Il en a résulté un alourdissement de l'endettement, le volume annuel de l'emprunt moyen annuel étant appelé à être multiplié par 8 entre l'« avant 2011 » et l'année 2022 (2,6 Milliards par an en moyenne pour l'« avant » et 20 Milliards envisagés pour 2022), cette tendance affectant mécaniquement le poids de la dette publique rapportée au PIB, qui va s'accroitre de plus de 30 points, en passant de 51,4% « avant » 2011 à 82,6% en 2022.

III.2. Conditions générales de recherche de solution à l'épineuse question des Finances publiques

Face à cette situation financière très critique, la Tunisie tente de dégager une issue, en collaboration avec le partenaire international qui dispose d'une certaine prépondérance dans la recherche de solution à ce genre de contrainte, à savoir le FMI.

Pour cet organisme financier multilatéral, en charge du suivi des capacités des Etats à payer leur dette, il n'y aurait a priori pas d'autre solution que dans la diminution des « dépenses budgétaires » allouées à la « rémunération », la « compensation » et le « soutien » aux entreprises publiques et organismes sociaux. Le FMI fait ainsi de manière évidente l'impasse sur le « service de la dette » dont le poids est en train d'enfler et opte pour des options à effet social trop marqué, en plus de la tendance à cibler la privatisation de certaines entreprises publiques alors qu'il s'agit de choix nationaux qui présupposent des accords sociaux préalables tardant à venir, la partie syndicale demandant qu'il y ait non pas une approche de type « déblocage d'urgence », nécessairement au prix d'un certain coût social, mais une vision qui évite le replâtrage.

L'expérience internationale, dont à titre d'exemple celle d'un pays méditerranéen comme le Portugal, montre que, lorsque l'on fait le choix, concernant des questions de déficit budgétaire et de poids de la dette jugés trop lourds, non pas d'opter pour l'« austérité » mais de s'orienter en faveur de la « dynamisation de la croissance par la demande », l'on atteint des résultats meilleurs.

Ce serait dans ce genre d'orientation que se trouverait plutôt la « voie de sortie de crise » pour la Tunisie, celle qui s'attaque à la racine du mal qui ronge son économie nationale depuis 2011, à savoir un « effondrement historique de sa production », à l'origine de toutes les déconvenues subies depuis.

Il va sans dire qu'une telle option présuppose un consensus qui transcende les clivages non essentiels, pour une focalisation sur ce qui contribue à sauver le pays des dérives vers le risque majeur et l'incertitude.

III.3. Les tentatives en cours de résolution de la crise financière

La conjoncture sociopolitique depuis 2019 reste dominée par des « positionnements parallèles », aussi nombreux que répétitifs, exprimant un souci de recherche de « solutions à part » par les parties impliquées, mais jusque-là sans résultats tangibles, alors que la clé de voûte de toute solution à portée nationale reste l'adoption d'un accord pouvant doter le pays de ce qui lui manque le plus : la confiance.

Bien que le Gouvernement tente de se doter à la fois d'une Vison 2035 et d'un Programme triennal à court terme pour la période 2023-2025, il s'agirait de relever le fait que cela laisse posées quatre interrogations importantes autour de :

i. L'existence d'un chiffrage du « Programme Triennal du Gouvernement », capable d'en établir la « vraisemblance » et la cohérence » ;

ii. La question du lien entre les travaux engagés par le Gouvernement et ceux initiés par la Présidence de la République, dans le cadre de la « Commission Economique pour une Nouvelle République » ;

iii. Les possibilités de synergie entre les choix du Gouvernement et les programmes des organisations représentatives des salariés, des entreprises, des agriculteurs et des femmes ;

iv. Le rapport aux partenaires internationaux et leurs « conditionnalités ».

III.4. Les Scénarios de Sortie de crise et leurs Effets sur le 1er Plan d'action d'Eau 2050

La crise des Finances publiques perdurera tant que l'on n'a pas rétabli la croissance du PIB autour de 4% par an pour au moins 4 années de suite comme cela a été exposé et expliqué dès l'Etape 4 de la « Vision et Stratégie, le ratio 4% de croissance n'étant en cela qu'un ratio de « régularisation ».

Cela reviendrait non seulement à tout faire pour réaliser l'objectif de 3,5% de croissance du PIB retenu pour 2022, mais à œuvrer également pour obtenir une croissance de 4% en 2023, 4,5% en 2024 et 5% en 2025.

Cela passe par l'élaboration et l'adoption d'un « nouveau deal » à portée aussi bien « nationale » que de « partenariat » avec les acteurs impliqués dans la coopération avec la Tunisie.

La considération de base de ce « deal » serait non pas de raisonner sur les « symptômes » de la crise, tel que les taux du déficit budgétaire et de la balance des paiements, mais sur les origines du dysfonctionnement et la solution radicalement nouvelle à y apporter au niveau de la croissance.

Cela reviendrait à établir un véritable schéma de croissance par secteur et par branche de manière à atteindre les objectifs globaux précités, de procéder à l'analyse des conditions nécessaires à l'atteinte de ces objectifs « au cas par cas » et « step by step » et de boucler le tout par de la mise en cohérence d'ensemble.

Certes, il en résultera une multitude d'« options transversales de politiques publiques favorables à la croissance », nécessaires par ailleurs pour obtenir la cohérence globale du deal, mais il s'agira de « transversalités suffisamment fouillées pour coller aux conditions réelles et spécifiques de divers domaines de la croissance ».

Ainsi, le « Plan Triennal (2023-2025) » ciblé par le Gouvernement doit être un « Plan d'Impulsion de la Croissance », répondant aux 3 exigences suivantes :

i. Être suffisamment détaillé et précis quant à la quantification des objectifs sectoriels, économiques, financiers, sociaux et territoriaux, afin d'en maximiser la crédibilité ;

ii. Répondre aux exigences de cohérence quant aux différents tests d'équilibre que le Plan doit vérifier afin que les différents objectifs et moyens de la mise en œuvre ne viennent pas se télescoper ;

iii. Bénéficier de l'adhésion (au « Plan ») des différents acteurs impliqués.

A la lumière de ce qui précède, trois scénarios se présentent pour le Plan d'action N°1 (2021-2025) d'Eau 2050 :

a) Scénario 1 : Réussite de la démarche gouvernementale actuellement engagée autour du Plan 2023-2025 avec, essentiellement, la réalisation d'une relance vigoureuse de la production (croissance moyenne du PIB de 4% pour les 4 années 2022, 2023, 2024, 2025), auquel cas il s'agirait d'anticiper un retour progressif vers une situation d'investissement public qui rompt avec la chute vertigineuse de la part des investissements de l'Etat dans les Ressources propres (de 30,4% avant 2011 à 11,4% prévus pour 2022) ;

b) Scénario 2 : Situation « semi-favorable », consistant à « Stabiliser » la crise financière au niveau où elle se trouve aujourd'hui (c'est-à-dire arrêt de la dérive mais sans amélioration), avec une possibilité d'intervention partielle, au moyen du partenariat international (crédit public et PP avec le Privé), permettant aussi bien à l'Etat qu'aux entreprises publiques, moyennant, pour ces dernières des aménagements tarifaires et de recouvrement, de se donner des moyens d'engager des actions s'inscrivant dans le cadre du Plan d'action 1 d'Eau 2050 ;

c) Scénario 3 : celui de l'hypothèse la plus défavorable de la poursuite de la dégradation macroéconomique et financière, auquel cas il faudrait envisager un recours particulier du MARHP (s'appuyant particulièrement sur le BPEH) auprès de la FAE et la BAD pour solliciter une « suite à l'étude Eau 2050 », sous la forme d'un appui à la mise en œuvre de son 1er Plan d'action.

IV. Présentation du Contenu des Composantes du « Plan d'Actions »

➢ ***Remarque préliminaire***

Dans les TDR il est question d'un « Plan d'actions global » de mise en œuvre de l'ensemble de la Stratégie Eau 2050 et, en termes temporels, d'une décomposition dudit Plan en 4 séquences : 2 Quinquennales (1er et 2ème Plans : 2021-2025 et 2026-2030) et 2 Décennales (3ème et 4ème Plans : 2031-2040 et 2041-2050).

Dans un premier temps, il s'agira de dérouler les différentes composantes du « Plan Global » et, dans un deuxième temps, il s'agira de faire apparaitre l'enchainement temporel sous la forme des 4 Plans sus-indiqués.

IV.1. Bloc I : La Gouvernance par la Rationalisation de l'Institutionnel et la Maitrise du Pilotage

Il s'agit du Bloc-clé de la rationalisation du Fonctionnement du Système Hydrique dans son ensemble ainsi que de son Pilotage.

IV.1.1 Les paramètres de la Rationalisation de la Gouvernance

Plusieurs paramètres entrent en jeu dans la recherche de la rationalisation de l'institutionnel, en fonction des objectifs que l'on peut fixer au Système Hydrique, qui peuvent inclure :

i. L'**autonomie** de gestion pour accroître la responsabilisation,
ii. La **flexibilité** de prise de décision pour augmenter l'efficacité,
iii. La **spécialisation,** sous la forme de séparation entre fonctions de production, de transport et de distribution, pour assurer l'efficience,
iv. La **proximité** entre offreurs de services d'eau et usagers pour faciliter et fluidifier les rapports opérateurs-usagers,
v. La **cohérence et la transparence** du Système d'Information Hydrique pour établir la cohérence globale et accroitre la confiance,
vi. La **gestion communautaire** de ressources tel que les nappes sur la base du principe de solidarité et responsabilité collectives,
vii. L'obligation de **redevabilité** pour rendre compte à temps de l'avancement des processus et introduire les correctifs nécessaires,
viii. La mise en place de dispositifs de **régulation** pour l'harmonisation et l'arbitrage,
ix. L'**ouverture** du système hydrique au sociocommunautaire, au privé et au PPP pour mobiliser le plus de moyens au bénéfice dudit système,
x. La prise en compte des objectifs de **décentralisation** pour une meilleure implication des acteurs locaux et régionaux
xi. La consolidation de la **déconcentration** afin de donner plus de moyens aux représentants locaux et régionaux de l'Etat et des Entreprises publiques pour intervenir de manière effective dans tout le domaine de prise de décision.

IV.1.2 Les Dix (10) « Présentations et Evaluations d'Options Institutionnelles » identifiées dès la « Vision-Stratégie » (Etape 4)

Dans le cadre de la « Vision-Stratégie Eau 2050 » (Etape 4) il a été identifié neuf (9) Préconisations, qu'il s'agit d'évaluer au moyen d'un schéma d'analyse de type SWOT, pour en estimer les points forts-points faibles et les risques-opportunités.

Les 9 Préconisations en question sont les suivantes :

i. **Examiner la possibilité de créer un Département Ministériel « Eau et Développement Durable »** et, par ailleurs, assortir les Missions du « Ministère de l'Agriculture et de la Pêche »

de principes de « Redevabilité » pour la réalisation d'Objectifs de « Sécurité Alimentaire » et d'« Agriculture Résiliente » ;

ii. **Evaluer l'opportunité de changer le statut actuel de la SONEDE en Société Anonyme Publique (SAP) pour reprendre la terminologie utilisée dans le Plan stratégique organisationnel de 2016 financé par l'Union Européenne** permettant une « fructueuse autonomie de gestion sous contrôle public » et l'efficacité opérationnelle ;

iii. **Affirmer le choix de considérer l'AEP-Assainissement comme « un service Public Universel tous Milieux confondus »** qui, comme l'« éducation, la « santé » ou l'« électrification », ne discrimine pas entre citoyens, tel que les dénominations « AEP-urbaine et « AEP-rurale », même si cela doit passer par des dispositifs de faisabilité spécifiques ;

iv. **Examiner la possibilité de séparer réglementairement et organiquement entre trois grandes fonctions : « Collecte-Production-Traitement », « Transport/Transfert », « Distribution »** ;

v. **S'Orienter vers la Création d'une Institution spécialisée en « Appui aux Périmètres Privés d'Irrigation »,** couplée à un dispositif de **« Promotion de Contrats de Gestion de Nappes »**, avec une Option pour la **Création** d'une « **Agence Nationale de l'Irrigation** »,

vi. **Opter pour le Renforcement et la Redynamisation du rôle du « Conseil National de l'Eau » par la Création et l'Opérationnalisation de « Conseils Hydriques Régionaux»** pour les Six (6) Régions ;

vii. **Evaluer l'Option pour la Création d'une Agence Nationale de Régulation de l'Hydrique,** avec une mission particulière en matière de **Tarification** ;

viii. **Accélérer l'Adoption du Nouveau Code de l'Eau intégrant les Choix d'Eau 2050** et basé notamment sur l'adoption du principe juridique de « **Domaine Public d'Utilité Sociale, Environnementale et Territoriale de l'Eau** » ;

ix. **Accorder à la fonction de « Pilotage »**, actuellement assurée au niveau du BPEH, une **Position Organique de « Transversalité »**, qui n'en fait pas une « DG Spécialisée/Sectorialisée » parmi d'autres, mais un « **Dispositif de Coordination des Acteurs Hydriques** », ayant en plus la responsabilité, en tant que l'une de ses missions spécifiques, le « **Pilotage Global par le Modèle Hydro-Economique** », avec un **statut politico-institutionnel équivalent à celui d'un « Secrétariat d'Etat »**.

IV.1.3 Analyse SWOT des 9 Evaluations d'Options relatives à l'Institutionnel et le Pilotage

Tableau 4 : Analyse SWOT des 9 Evaluations d'Options relatives à l'Institutionnel et le Pilotage

Préconisation	Points forts	Points Faibles	Opportunités	Risques
Examen de l'Option N°1 : Autonomisation Ministérielle de l'Hydrique et Redevabilité	- Eliminer l'ambiguïté d'un Ministère Fournisseur-Client en matière Hydrique - Créer un Domaine entièrement dédié à l'eau Muti-ressource/Multi-Usages - Développer l'« économie de l'eau » avec tous les acteurs et métiers qui vont avec - Ouvrir la possibilité à une véritable « régulation », sans acteur disposant d'une position de « monopole naturel »	- Avec un emploi de 80% de l'eau l'agriculture reste un domaine prépondérant en matière hydrique et ainsi un secteur d'activité de quasi-monopole usager de l'eau - L'agroalimentaire, l'hydrique et le territorial constituent les trois dimensions d'une même problématique, pouvant justifier l'unicité institutionnelle et organisationnelle	- Un accroissement de la rationalisation de la politique de l'eau par l'engagement d'un plus grand nombre d'acteurs, une plus grande transparence des transactions, l'augmentation de la normalisation des processus, l'adoption de la tarification sur des critères économiques, sociaux et territoriaux objectifs	- Risque d'une dérive vers la libéralisation de l'eau pouvant être appelée à devenir un « secteur d'activité économique comme un autre » alors que l'eau participe au maintien d'équilibres sociaux et territoriaux très sensibles dans lesquels un Département comme le MARHP pourrait d'avérer nécessaire à leur sauvegarde
Examen de l'Option N°2 : Changement du Statut juridique de la SONEDE en SAP (Société Anonyme Publique)	- Permettre d'asseoir une autonomie de gestion vis-à-vis de la Tutelle et une responsabilisation du staff Dirigeant pouvant ainsi maitre à la fois des Objectifs et des Moyens - La flexibilité de gestion ainsi acquise permet d'exploiter au mieux les opportunités qui se présentent - Le mode de gestion proche de celui du privé permet de se fixer des objectifs de performance de type concurrentiel et non pas monopolistique ou à d'essence administrative	- Ressources humaines et type d'organisation mal adaptés à ce genre de mutation nécessitant de grands chamboulements pouvant à l'origine de dysfonctionnements structurels - Le passage de l'ancien au nouveau statut exigera un grand effort de reclassement-formation-adaptation dont le moindre ratage peut être à l'origine de déstabilisation sociale durable	- L'existence d'une grande variété de dispositions institutionnelles et organisationnelles de gestion de l'eau potable montrant l'intérêt de la non-rigidité en la matière et l'ouverture sur toutes les possibilités pouvant apporter un plus en efficacité	- Le risque proviendrait de la « résistance au changement » ainsi que de la crainte que des acquis sociaux soient perdus.

Tableau 4 : Analyse SWOT des 9 Evaluations d'Options relatives à l'Institutionnel et le Pilotage

Préconisation	Points forts	Points Faibles	Opportunités	Risques
Examen de l'Option N°3 : Universalisation du Service d'Eau Potable en ne faisant plus référence à une EP « urbaine » et une autre « Rurale » (ainsi que pour l'assainissement)	- Unicité du concept « Eau potable » (ainsi que de l'« assainissement ») en tant que service public d'équité n'introduisant aucun discriminant inter-milieux - Cela ne préjuge en rien des choix techniques qui doivent être adaptés à la configuration desservie, dont particulièrement l'« habitat tris dispersé ou isolé - Il s'agit de la « responsabilité » de l'Opérateur en charge de la desserte pour assurer la qualité et la sécurité requises	- Surcoûts apparents qui seront réduits aussi bien par le choix des techniques appropriées que par la péréquation tarifaire - Possibilité de recourir à des « organisations d'usagers » qui peuvent alourdir les processus de gestion mais leur apport en termes de « facilitations peut compenser les difficultés de management	- Meilleur cadre de cohésion sociale en assurant partout le même niveau de qualité et de sécurité de service d'eau potable et d'assainissement	- Difficultés de mise en œuvre notamment pour les zones enclavées et l'habitat dispersé et les coûts élevés d'adduction particulièrement dans les zones montagneuses.
Examen de l'Option N°4 : Séparation fonctionnelle et opérationnelle entre : « Collecte-Production-Traitement », « Transport » et « Distribution »	- Avantager la spécialisation, le développement d'activités « pointues » et de « métiers de performance » - Ouverture à la participation du privé et du PPP, en synergie avec le « public » - Accroissement de la rationalisation des méthodes et des processus par le développement des interfaces d'adaptation et de mise en cohérence	- Obligation de passer par de l'externalisation pour les Opérateurs intégrant l'ensemble de ces 3 grandes fonctions	- Approfondissement de la modernisation des processus par la multiplication des acteurs « spécialisés »	- En cas de mauvaise coordination, risque de ruptures de chaines et d'effet négatif sur la satisfaction de la demande hydrique

Tableau 4 : Analyse SWOT des 9 Evaluations d'Options relatives à l'Institutionnel et le Pilotage

Préconisation	Points forts	Points Faibles	Opportunités	Risques
Examen de l'Option N°5 : Création d'une Institution (spécialisée) d'Appui aux Périmètres Irrigués Privés, et Promotion de « Contrats de Gestion de Nappes »	- Réduction de la « spontanéité » virant parfois à l'« anarchie » dans la gestion des périmètres privés, opérant sur des ressources à caractère collectif et avec des effets nocifs sur les sols parfois irréversibles - Développement de la pratique solidaire de gestion des « biens communs » qui s'avère, par expérience, l'une des meilleures formes de gestion des nappes - Plus grande intervention de la collectivité nationale, à travers l'Etat, dans la gestion des ressources à usages multiples et l'arbitrage dans ls conflits d'intérêts	- Trop grande latitude laissée pendant trop longtemps à des acteurs privés dans la gestion de biens communs ce qui a engendré une tendance durable du recours à l'initiative incontrôlée	- Contribution à une gestion plus intégrée du Système Hydrique et le suivi des usages des ressources en eau - Avec le recours à une tarification (minimale) de l'eau des nappes cela peut offrir un facteur d'amélioration de la rationalité d'i=utilisation notamment si des encouragements sont accordés aux choix agricoles favorables à l'environnement et la souveraineté alimentaire	- Refus social par rapport à un droit considéré par les exploitants comme acquis
Examen de l'Option N°6 : Création de Conseils Régionaux de l'Eau (CRE), « Opérationnels », en synergie et en appui au CNE (Conseil National de l'Eau)	- Des Conseils Régionaux de l'Eau Opérationnels, dotés de compétences d'intervention et d'action, constituera un apport institutionnel décisif de rationalisation du Système Hydrique - Les Conseils Régionaux de l'Eau, en synergie avec le Conseil National de l'Eau, prendront mieux en compte, de manière plus rapprochée, l'état de ressources et les besoins des usagers - Les Conseils Régionaux de l'Eau constitueront des instances d'arbitrage entre les différents acteurs sur la base d'une meilleure connaissance des	- La mise en place des 6 Conseils Régionaux de l'Eau exigera la mobilisation de moyens importants à la mesure des missions de coordination et d'intervention - Afin que l'apport des Conseils Régionaux de l'Eau soit à la mesure des attentes cela demandera une organisation similaire en « composantes régionales » pour les différents opérateurs concernés, dans le but de permettre le rapprochement de coordination sur les mêmes bases territoriales	- Dans le cas d'une dotation suffisante des Conseils Régionaux de l'Eau en moyens techniques, humains et financiers, cela contribuera à combler les vides laissés par les anciens Offices De Mise en Valeur OMV - L'une des conséquences de la création de Conseils Régionaux de l'Eau opérationnels sera le développement de Systèmes Hydriques Régionalisés, avec une plus grande pertinence dabs la prise en compte des problématiques	- Risque de complexification institutionnelle par un nouvel acteur régional, et de non-adhésion au concept de régionalisation de la part des autres acteurs.

Tableau 4 : Analyse SWOT des 9 Evaluations d'Options relatives à l'Institutionnel et le Pilotage

Préconisation	Points forts	Points Faibles	Opportunités	Risques
	enjeux locaux, régionaux et nationaux		multidimensionnels du développement	
Examen de l'Option N°7 : Créer une Agence Nationale de Régulation Hydrique avec une mission particulière en matière de Tarification	- L'approche systémique adoptée envisage la conduite rationnelle de tout le Système Hydrique (du climat jusqu'à l'agroalimentaire). Ceci milite en faveur de la mise en place d'une Agence de Régulation de l'Eau (ARE) - Le plus attendu de l' Agence de Régulation de l'Eau est une objectivation des processus afin que les rapports inter Acteurs soient l'objet du plus de confiance	- L'Histoire de l'Hydrique Tunisien, totalement pris en charge par l'Etat, n'est pas favorable à une évolution pour plus d'autonomisation et de responsabilisation	- L' Agence de Régulation de l'Eau peut contribuer à une plus grande ouverture à la participation et au partenariat du domaine de l'eau, sur la base de la transparence, l'équité et la responsabilité - Le complexe domaine de la tarification qui est à l'origine d'un certain nombre de blocages trouvera dans la création de l' Agence de Régulation de l'Eau une opportunité de bonne résolution	- La longue tradition d'opérateurs publics monopolistiques peut ne pas être favorable au passage à une logique de « régulation » - La transparence tarifaire exigera la mise en place de beaucoup de dispositions de péréquation et d'équilibre qui peuvent se heurter à une certaine tendance à la simplification et/ou l'escamotage
Examen de l'Option N°8 : Accélérer l'Adoption du Nouveau Code de l'Eau avec notamment l'adoption du principe juridique de « Domaine Public d'Utilité Sociale, Environnementale et Territoriale de l'Eau »	- La nécessité de l'adoption d'un Nouveau Code de l'Eau (NCE) a été reconnue et un projet présenté au l'ARP dans que cela n'ait pu aboutir - L'adoption du Nouveau Code de l'Eau constituera une avancée importante dans la conduite du Système Hydrique avec ce que cela prendra en compte comme dispositions nouvelles plus adaptées aux problématiques en cours d'évolution	- Le retard pris par l'adoption n'est pas fortuit, cela semble résulter de certaines réticences sociales face au risque de « privatisation » (?!)	- L'une des opportunités qui peut se présenter au niveau du Nouveau Code de l'Eau concernerait le « statut de l'eau » considérée comme étant du « domaine public » par le Code en vigueur c'est-à-dire propriété exclusive de l'Etat sans autre indication sur ce que cela peut recouvrir - Une évolution vers le concept juridique de « Domaine Public d'Utilité Sociale, Environnementale et Territoriale de l'Eau » peut	- L'habitude prise pendant trop longtemps de considérer l'eau comme exclusivement une propriété de l'Etat sans autre contrainte en termes d'obligation d'usage et de desserte peut ne pas faciliter le changement attendu d'un Nouveau Code de l'Eau à la hauteur des nouvelles attentes

Tableau 4 : Analyse SWOT des 9 Evaluations d'Options relatives à l'Institutionnel et le Pilotage

Préconisation	Points forts	Points Faibles	Opportunités	Risques
			constituer une avancée de clarification	
Examen de l'Option N°9 : Accorder à la fonction de « Pilotage », actuellement assurée au niveau du BPEH, une position de « Transversalité », qui n'en fait pas une « DG Spécialisée/Sectorialisée » mais un « Dispositif de Coordination Générale des Acteurs Hydriques et de « Pilotage Global par le Modèle Hydro-Economique »	- Les Acteurs intervenant dans le domaine hydrique sont multiples et divers, non seulement à l'extérieur du MRHP mais même au sein de ce Département ; cela doit être à l'origine non seulement du renforcement de la fonction Planification-Pilotage tel qu'exercée actuellement par le BEPH mais même de son « autonomisation » - Il s'agirait de l'introduction d'une transversalité organique et fonctionnelle qui transcende les autres verticalités spécifiques, notamment sur la base de l'unification du Système d'Information et son intégration au Modèle Hydro Economique, qui sera précisément logé au BEPH	- Etant donné la tradition de « pouvoir », d'« autorité » et d'« exclusivité » prise par ls différents acteurs, l'on peut avoir affaire à une certaine « résistance au changement » à propos de ce genre d'évolution institutionnelle	- Mettre en place un « Pôle Planification Pilotage » auquel se réfèrent les différents acteurs constituera une avancée d'autant plus importante que cela se base sur le Modèle Hydro Economique censé traduire la Confrontation Demande/Offre Multi-Ressources et Multi-Usages sur des bases d'objectivation et de rationalité	- L'adoption d'une telle option peut se traduire par une tendance à la non prise en compte des spécificités des acteurs et ainsi l'entrave à leurs prérogatives

IV.1.4 Conclusions de l'analyse SWOT

Tableau 5 : Conclusions de l'analyse SWOT

Préconisation	Conclusion
Option N°1 : Autonomisation Ministérielle de l'Hydrique et Adoption de la Redevabilité	Vu que l'analyse SWOT n'est pas tranchée concernant cette préconisation il y aurait lieu d'engager une consultation interne au MARHP à propos de cette question et de prendre une décision en conséquence
Option N°2 : Changement du Statut juridique de la SONEDE en SAP (Société Anonyme Publique)	L'orientation vers l'adoption et la mise en œuvre de cette préconisation s'impose tellement cela conditionne la mise-à-nveau/modernisation de la SONEDE et en conséquence l'amélioration de la situation de l'Eau Potable
Option N°°3 : Universalisation du Service d'Eau Potable en ne faisant plus référence à une EP « urbaine » et une autre « Rurale » (ainsi que pour l'assainissement)	Cela constitue une préconisation à mettre en œuvre vu les implications sociopolitiques positives qui en sont attendues en termes d'équité de traitement ses citoyens concernant les services d'EP et d'Assainissement
Option N°4 : Séparation fonctionnelle et opérationnelle entre : « Collecte-Production-Traitement », « Transport » et « Distribution »	Il s'agit d'une préconisation souhaitable dans le cas l'option est prise pour une plus grande implication du privé et du PPP en augmentant les opportunités d'intervention tel que cela peut découler de la « spécialisation »
Option N°5 : Création d'une Institution (spécialisée) d'Appui aux Périmètres Irrigués Privés, et Promotion de « Contrats de Gestion de Nappes »	Il s'agit d'une préconisation à mettre en œuvre vu les effets attendus en matière de limitation de la spontanéité sinon l'anarchie dans la gestion des nappes notamment au Centre-Ouest et au Sud-Ouest ; par ailleurs, l'implication directe des usagers dans la gestion communautaire des napes constitue une « option à succès » là où cela est adopté comme pour le cas du Maroc
Option N°6 : Création de Conseils Régionaux de l'Eau (CRE), « Opérationnels », en synergie et en appui au CNE (Conseil National de l'Eau)	Bien que cela puisse dépendre en partie de l'adoption du Nouveau Code de l'Eau, la mise en place de CRE (Conseils Régionaux de l'Eau) à vocation « opérationnelle » et en appui au CNE (Conseil National de l'Eau) va s'avérer d'une nécessité incontournable
Option N°7 : Créer une Agence Nationale de Régulation Hydrique avec une mission particulière en matière de Tarification	Cette préconisation de modernisation de la conduite du Système Hydrique reste liée au devenir du Nouveau Code de l'Eau

Tableau 5 : Conclusions de l'analyse SWOT

Préconisation	Conclusion
Option N°8 : Accélérer l'Adoption du Nouveau Code de l'Eau avec notamment l'adoption du principe juridique de « Domaine Public d'Utilité Sociale, Environnementale et Territoriale de l'Eau »	Il s'agit d'une préconisation à caractère politique, dans le sens de la formulation du nouveau consensus national relatif à l'eau et de l'existence du cadre institutionnel idoine pour son adoption
Option N°9 : Accorder à la fonction de « Pilotage », actuellement assurée au niveau du BPEH, une position de « Transversalité », qui n'en fait pas une « DG Spécialisée/Sectorialisée » mais un « Dispositif de Coordination Générale des Acteurs Hydriques » et de « Pilotage Global à l'aide du Modèle Hydro-Economique »	C'est une préconisation nécessaire pour la mise en œuvre d'Eau 2050 et qui ne demanderait qu'une décision institutionnelle (du genre transformation du BEPH en un Secrétariat d'Etat) d'envergure politique limitée alors que l'impact pouvant être attendu à l'échelle de la conduite du nouveau Système Hydrique est très important

IV.1.5 Enjeux, Défis et Conditions de Mise en Œuvre de l'Innovation Institutionnelle et de la Gouvernance

La partie institutionnelle constitue la clé de voûte d'Eau 2050. Vu les enjeux, il s'agit d'une composante qui doit faire l'objet du plus de participatif possible concernant son élaboration car, contrairement aux autres composantes où les critères technico-économiques prédominent, les critères d'évaluation pour l'institutionnel sont plus à caractère sociopolitique et ainsi ouverts à la prise en compte de multiples considérations non facilement objectivables.

IV.1.5.1. Enjeux, Défis et Conditions de Mise en Œuvre de la « Départementalisation » de l'Hydrique

Le choix en faveur de la création d'un « Ministère de l'Hydrique » serait motivé par le fait que l'eau est Multi-Usages et qu'il ne s'agirait pas de connecter exclusivement le système hydrique au secteur de l'agriculture, comme cela peut être perçu actuellement à travers les missions du MARHP en tant que Ministère de l'« Agriculture », des « Ressources Hydrauliques » et de la « Pêche ».

Ce choix, s'il était retenu, doit être complété, par ailleurs, par la migration de l'ONAS de sa position actuelle au sein du Ministère en charge de l'Environnement vers le nouveau Ministère de l'Hydraulique dont il est question.

En réalité, avec la prise en compte des diverses missions du MRAHP, où l'on retrouve les « sols », les « forêts et parcours », l'« élevage » l'« eau d'irrigation », l'« eau potable rurale », ainsi que le « développement rural à caractère socioéconomique et territorial », cela met en relief une vocation « Eau, Environnement, Développement et Aménagement du Territoire », actuellement assumée par le MARH, qui dépasse très largement la stricte question de l'utilisation de l'eau pour la seule irrigation.

Par ailleurs, la « migration » de l'ONAS vers le « Ministère de l'Hydrique », et étant donné les nuisances provenant des eaux usées de différentes origines, confère au dit- ministère une mission de « protection du milieu » qui devrait rester connecté, tel que c'est le cas pour les déchets domestiques ou dangereux, au même cadre de protection de l'environnement et de valorisation des rejets et ainsi ne pas cadrer ainsi, avec la vocation « hydrique » du ministère dont la création est envisagée.

Ainsi, s'il est vrai que le montage institutionnel actuel pose la question de la situation « client-fournisseur » et « juge-et-partie » de MARHP en matière d'eau d'irrigation, on peut imaginer des « correctifs » à cette disposition sans nécessairement passer par le « démembrement-remembrement institutionnel », par le biais de la création d'une « Agence Nationale de la Régulation Hydrique ».

En plus, le domaine de l'eau ayant occupé organiquement et fonctionnellement pendant de très longues décennies une position centrale dans la structure du MARHP, notamment au niveau des CRDA, il s'agira d'élaborer toute une conception institutionnelle nouvelle pour un « Ministère de l'Agriculture et de la Pêche sans le domaine Hydrique ».

Le BE préconise en conséquence, un plus grand approfondissement de ce volet institutionnel et, une mise en œuvre d'Eau 2050 par le MARHP dans sa forme institutionnelle actuelle, en attendant les résultats de l'approfondissement de la réflexion devant être engagée à ce titre.

IV.1.5.2. Enjeux, Défis et Conditions de Mise en Œuvre du « Changement du Statut Juridique de la SONEDE »

En tant qu'organisme public de la desserte en eau potable rurale et urbaine pour le domestique, l'industriel et le touristique, la SONEDE est redevable de niveaux de performance qui permettent de soutenir la comparaison avec des opérateurs similaires.

Néanmoins, avec son statut actuel, la SONEDE n'est maitre que partiellement de sa manière d'opérer sur des domaines aussi sensibles que sa politique en matière de gestion du personnel, dont le recrutement, ou encore concernant la tarification.

La SONEDE a beau procéder par le système de « Contrats de Performance » entre l'Opérateur public et l'Etat, dont une certaine latitude à l'« ajustement tarifaire », qui permettrait aussi bien la réalisation des investissements nécessaires que la sauvegarde des équilibres financiers mais, pour des questions aussi décisives que l'applicabilité des clauses contractuelles, l'effectivité en reste très relative, la recevabilité sociopolitique des décisions étant toujours évoquées pour limiter la portée des Contrats.

La conséquence de cet état de fait, qui peut par ailleurs être argumenté quant aux effets sociaux, met la SONEDE dans les difficultés incommensurables pour ce qui est de la « Mise à niveau » de son réseau.

Comme les performances techniques sont, de la sorte, profondément affectées, cela ne fait que détériorer l'ensemble des déséquilibres de l'entreprise et le déclenchement d'un cercle vicieux où la contreperformance des réseaux affecte les résultats de l'entreprise avec, en retour, un effet aggravant sur l'état des réseaux.

Néanmoins, étant donné l'extraordinaire effort de rationalisation exigé au niveau de tous les compartiments de l'hydrique tel que cela est mis au cœur de la Stratégie Eau 2050, l'exigence de la Mise à niveau des réseaux de la SONEDE, comme ceux de l'Irrigation, devient une condition non négociable du succès de ladite Stratégie.

Or, la proposition en faveur d'un statut de SAP (Société Anonyme Publique) conserve le caractère « public » de la SONEDE tout en lui permettant un mode de gestion à la fois de flexibilité et de responsabilisation, le tout constituant un atout majeur pour le relèvement substantiel des performances.

Ainsi, concernant cette composante de l'institutionnel, la Stratégie Eau 2050 ne laisse que le choix de retenir la proposition de changement de statut de la SONEDE.

IV.1.5.3. Enjeux, Défis et Conditions de Mise en Œuvre de l'« Universalisation » du Service Eau Potable et Assainissement

Il s'agit de la « perception » sociopolitique concernant la distinction entre « eau potable urbaine et « eau potable rurale » et pareillement pour l'assainissement, pouvant laisser la perception qu'il y'a deux « modes de service rendu aux populations » en matière d'AEPA, alors qu'a priori, l'adduction en eau potable (et l'assainissement) devrait être un « service public standard », comme celui de la santé ou l'éducation, régi par des normes de qualité qui ne dépendent pas du milieu de l'habitat.

Cela ne remet pas en question la nécessité d'adopter la manière de procéder aux conditions desdits milieux, mais cela devrait être envisagé avec le principe du droit à « une eau de qualité standard » et un « assainissement conforme aux exigences de santé », développé au niveau de la SONEDE et l'ONAS sous leur responsabilité, mais appliquant toutes les méthodes adéquates de l'adaptation au type de milieu.

L'argument jusque-là avancé, concernant par exemple la distinction « eau potable urbaine »/« eau potable rurale », est qu'assurer partout le niveau « standard » couterait trop cher, ce qui constitue un argument socialement irrecevable bien que la recherche d'une optimisation maximale des coûts, à qualité égale, restera une raison entièrement acceptable.

L'adoption de l'« universalisation du service eau potable » et sa mise en œuvre entrainera les deux « conditions de mise en œuvre » suivantes :

i. L'identification des dispositifs d'adaptation de la distribution aux cas de l'habitat dispersé ou isolé,
ii. L'estimation de l'effet de la généralisation de l'accès à une EP de qualité « standard » en termes de coûts.

Ainsi l'adoption de cette option aura à être prise en compte par l'Etape 5 du Plan d'action, avec les estimations des effets, y compris celui sociopolitique de la satisfaction des demandes des populations concernées.

IV.1.5.4. Enjeux, Défis et Conditions de Mise en Œuvre de la « Séparation organique et fonctionnelle entre : « Collecte-Production-Traitement », « Transport/Transfert » et « Distribution »

Il existe une certaine tendance mondiale en faveur de l'atténuation du poids du « monopole naturel » inhérent à certaines activités, afin de pouvoir bénéficier des avantages de la spécialisation et impliquer le plus d'acteurs possibles dans les chaines de production des services publics,

Pour la Tunisie, la STEG constitue à ce titre un exemple d'ouverture au moyen du PPP dans le domaine de la production.

Ailleurs et pour d'autres secteurs tel que le ferroviaire, l'autoroutier ou l'aérien, les fonctions de l'investissement dans les infrastructures, la gestion du patrimoine et l'exploitation des réseaux, peuvent être envisagées sous l'angle de la spécialisation.

Toutefois, afin de ne pas introduire des éléments pouvant rendre moins claire la réflexion autour de la spécialisation en tant que moyen de rationalisation, il s'agit d'écarter l'idée qu'il ne s'agirait en fait que d'approches préparatoires à de la privatisation, en insistant sur l'option, dans le cadre d'Eau 2050,

d'envisager la spécialisation fonctionnelle et l'autonomie organique sans changement du statut « public » des organismes concernés.

Dans cette optique de restructuration vers la spécialisation des Acteurs, il s'agirait de l'établissement d'une « typologie-produit » du domaine hydrique sur la base de laquelle se monterait l'organisation proposée, distinguant entre :

i. Fonction « Exploitation de Ressource Naturelle pour Usage Final Direct », qui englobe aussi bien les eaux vertes, les eaux bleues à partir de prélèvements sur oueds, puits et forages ;
ii. Fonction « Collecte-Stockage Multi-Usages », englobant tous les systèmes de « retenues d'eau » ;
iii. Fonction « Transfert », devant correspondre génériquement à une fonction « Transport » ;
iv. Fonction « Traitement d'Eaux pour Usage Eau Potable » ;
v. Fonction « Distribution d'Eau Potable » ;
vi. Fonction « Collecte et Traitement d'Eaux Usées » ;
vii. Fonction « Adduction de Systèmes d'Irrigation » ;
viii. Fonction « Distribution Eaux d'Irrigation» ;
ix. Fonction « Dessalement » ;
x. Fonction « Suivi de la Qualité des Eaux et Sauvegarde des Hydro-Ecosystèmes .

La répartition actuelle des différentes fonctions se présente de la manière suivante :

Tableau 6 : La répartition actuelle des différentes fonctions

	Exploitation de Ressource Naturelle pour Usage Final Direct	Collecte-Stockage Multi-Usages	Transfert	Traitement d'Eaux pour Usage Eau Potable	Distribution d'Eau Potable	Collecte et Traitement d'Eaux Usées	Adduction de Systèmes d'Irrigation	Distribution Eaux d'Irrigation	Dessalement	Suivi de la Qualité des Eaux et Sauvegarde des Hydro-Ecosystèmes
Exploitants Agricoles	X									o
DG-B-GTH		X								o
SONEDE		X	X	X	X				X	o
ONAS						X				o
SECADENORD			X							o
GR							X			o
CRDA(s)/GDA(s)					X			X		o

Au vu du tableau précédent on peut relever que la « spécialisation fonctionnelle » du Système Hydrique de Tunisie est assez accomplie avec, toutefois, les observations suivantes :

- L'inexistence d'un dispositif institutionnel en charge du Suivi de la Qualité des Eaux et Sauvegarde des Hydro-Eco-Systèmes, cette fonction étant censée être à la fois assurée par chacune des institutions du Système Hydrique et coordonnée à l'échelle du Ministère en charge de l'Environnement ; néanmoins, dans la pratique, la question de la qualité des eaux continue à se poser avec beaucoup de déficiences et les processus de dégradation sont sans discontinuité ; cela pose avec acuité la création d'un nouvel Organisme en charge du Suivi de la Qualité des Eaux et Sauvegarde des Hydro-Eco-Systèmes ;
- Ainsi, la perspective d'affectation d'une partie importante des eaux de l'extrême nord à l'usage « eau potable » devrait s'accompagner de dispositions de prise en charge de la préoccupation « qualité des eaux d'irrigation », qui peut se traduire par la mise en place de moyens d'amélioration de ladite qualité ;
- Cela peut renvoyer à la nécessité d'existence d'un organisme d'affectation inter-usages des ressources, permettant notamment d'utiliser les péréquations nécessaires pour que les gains

réalisés par l'affectation des eaux de l'extrême-nord à l'eau potable puissent être valorisés en faveur de l'amélioration de la qualité des eaux d'irrigation ;

IV.1.5.5.Enjeux, Défis et Conditions de Mise en Œuvre de la « Création d'une Institution (spécialisée) d'Appui aux Périmètres Irrigués Privés », la Promotion de « Contrats de Gestion de Nappes » et une option pour la création d'une « Agence Nationale de Développement du Secteur Irrigué»

Le dysfonctionnement de l'irrigation concerne aussi bien les Périmètres d'Irrigation Privés (PIP), que les Périmètres Publics Irrigués (PPI) avec, pour les PIP, avec des conséquences de surcoûts d'exploitation et de salinisation dus à la surexploitation.

Pour les PPI, le caractère public du dispositif confère parfois à un comportement sans grand souci de rationalité, d'efficacité et d'efficience.

La question des PIP se pose à un double niveau. Un premier niveau « endogène », d'organisation du « communautaire », entendue dans le sens de la « gestion des biens communs » tel que cela se présente dans la littérature se rapportant au sujet, notamment sur la base des travaux d'Ostrom. Et, un deuxième niveau « exogène », de préoccupation concernant la bonne insertion multiforme du PIP dans le contexte écologique, hydrique, économique, social et institutionnel.

Néanmoins, la situation des PIP est tellement allée vers une « autonomisation forcée » que l'exhaure d'eau est devenue trop souvent régie par la seule capacité de paiement du gasoil ou de celle la coupure STEG de la fourniture de l'énergie électrique pour non-paiement avec par ailleurs, le fait que depuis 2011 les forages dits illicites ont constitué la règle et l'inverse l'exception.

Ce dysfonctionnement structurel, ayant été à la fois permis et aggravé par la déstabilisation sociopolitique de l'après-2011, ne peut conduire qu'à une impasse.

La solution à cet état de fait ne peut être qu'au niveau d'une double-dimension : endogène aux PIP et exogène concernant tout l'environnement des PIP.

Pour le volet « endogène », il s'agit de ce qui devrait normalement régir ce genre de configuration, à savoir un « Organisme Communautaire de Gestion de Nappe » permettant, pour un aquifère donné, la responsabilisation collective, très souvent la seule garante d'une exploitation rationnelle et durable dans l'intérêt de l'ensemble de la communauté concernée.

Quant à la composante « exogène », il s'agit de toute la dimension « appui au développement » qui englobe aussi bien la préoccupation proprement hydrique que tous les facteurs du développement agro-rural entrant en jeu.

Ainsi le volet institutionnel concernant le volet « exogène » de la composante PIP peut être pris en compte par la création d'une Autorité Nationale d'Appui aux PIP avec des Représentations Régionales aux compétences suffisamment affirmées capables de combler un vide institutionnel avéré, avec des objectifs à la fois de gestion des ressources et de développement socioéconomiques fort importants, concernant des Régions aussi sensibles que le Centre-Ouest et le Sud-Ouest.

Pour les PPI, l'« endogène » concerne la mise en place de mécanismes de rationalisation intra-périmètres, partant du constat des très grands écarts entre ce qui relèverait d'une utilisation efficiente économiquement, socialement et écologiquement, et une utilisation totalement incontrôlée d'une ressource financée sur fonds publics.

La procédure en la matière devrait passer par des « Contrats-Programmes » entre « Exploitants » et « Autorités Publiques en charge des PPI », pour la réalisation et l'exploitation de projets de développement rémunérateurs pour l'exploitant et générant également des « avantages » pour la collectivité à la hauteur des « coûts » supportés.

L'« exogène des PPI » concerne aussi bien l'état des réseaux que les conditions d'approvisionnement en ressources en eaux d'irrigation à même de répondre aux besoins « rationalisés » des exploitants.

Il s'agit de la fonction actuellement assurée par le GR, mais avec l'énorme écart entre le « ciblé » et le « réel », aussi bien pour la quantité et la qualité des eaux fournies que les catégories d'outputs agroalimentaires produits.

Il est attendu d'Eau 2050 une cohérence pour tout le Système Hydrique avec ses différents usages et ressources, l'interdépendance en interne de ses différentes composantes ainsi que l'extrême complexité de sa gestion en dynamique au vu de tous les chocs exogènes futurs. Il serait ainsi d'une certaine opportunité d'évoluer vers la Création d'une Agence Nationale de Développement du Secteur Irrigué,

capable de prendre en charge la question du développement multidimensionnel du secteur, y compris la prise en compte des préoccupations des exploitants pour les mettre en cohérence avec celles de la collectivité nationale dans son ensemble.

IV.1.5.6. Enjeux, Défis et Conditions de Mise en Œuvre de la « Création de Conseils Hydriques Régionaux » pour la Mise en Œuvre Effective des Orientations du CNE

Les deux genres de typologie spatiale de la Tunisie, de type Nord-Sud à caractère écologique et de genre Est-Oust à caractère socioéconomique, a permis un découpage en 6 Grandes Régions assez pertinent, qui a été adopté comme base d'analyse et d'élaboration de Vision et Stratégie le long de toutes les Etapes d'Eau 2050.

Par ailleurs, selon le Code de l'Eau en vigueur et même pour le nouveau projet, il est question d'un Conseil Nationale de l'Eau, composé des principaux acteurs concernés, avec pour mission l'encadrement stratégique de la gestion hydrique nationale.

Toutefois, au-delà des conditions de fonctionnement du Conseil Nationale de l'Eau, dont particulièrement presque une quasi-absence totale de réunion et encre moins d'exercice effectif de ses prérogatives, il a manqué d'un côté le « niveau régional » d'un tel édifice institutionnel et, d'un autre côté, l'« opérationnalité » des compétences afin que ce genre de cadre ne puisse pas se réduire à des « chambres d'enregistrement» de faits dont l'essentiel se passe ailleurs.

La mise en place de Conseils Hydriques Régionaux présente le double-avantage de permettre d'un côté la mise en cohérence et la coordination au niveau d'une grande zone relativement homogène à problématiques de cohérence. D'un autre côté, la vocation « opérationnelle » qui devra être reflétée dans les missions des Conseils Hydriques Régionaux, est appelée à constituer une réponse à la demande de « rapprochement » entre « centres de décision » et « acteurs concernés » dont l'absence actuelle constitue un handicap majeur constamment évoqué et rappelé dans tous les Ateliers de concertation d'Eau 250, au nombre jusqu'à maintenant d'une centaine.

IV.1.5.7. Réforme des GDA en un nouveau mode de gouvernance responsable, comptable et redevable

Les insuffisances importantes du système GDA ont constitué un des résultats constamment réaffirmés tout le long des différentes Etapes de la mission Eau 2050.

Les conséquences sont à la mesure de l'incapacité de ce dispositif à atteindre l'objectif qui lui a été assigné, celui d'assurer l'implication organisée, pertinente, efficace, et efficiente des acteurs les plus concernés par l'eau potable rurale et l'eau d'irrigation.

L'essentiel du diagnostic des GDA met en relief la grande faiblesse de leurs capacités techniques et managériales et le fait que dans la plupart des cas leur existence devienne ainsi presque formelle, l'essentiel étant assuré par les CRDA.

La proposition de « Fédération » dont il est question a pour objectif de transformer le dispositif GDA en système de « partenariat », en en faisant une « institution » capable aussi bien de capter les droits qui lui reviennent que de répondre aux obligations découlant de la gestion complexe d'un système hydrique globalement vulnérable.

La « Fédération » consiste ainsi en une « Association des GDA » aux différents échelons « local », « régional » et « national », avec un statut permettant d'agir en tant que « partenaire » dans le rapport à tous les autres acteurs et au niveau des différentes subdivisions territoriales.

Le nouveau statut ciblé d'« Organisme Fédératif des GDA », avec une dimension spatiale accomplie et une vision de développement dépassant le stricte cadre de l'approvisionnement en eau, permettra la possibilité d'accompagner la structuration en question par un renforcement substantiel des capacités, qui aurait été difficilement concevable dans l'état « atomisé » actuel des GDA, le renforcement des capacités ouvrant la voie à un partenariat plus consistant, y compris avec des organise internationaux.

IV.1.5.8. Création d'une « Agence Nationale de Régulation Hydrique » avec une mission spécifique en matière de Tarification

Dans toute la démarche d'élaboration d'Eau 2050, la complexité est apparue comme une caractéristique structurelle du Système Hydrique, ce qui était appelé à avoir pour conséquence, de manière déterminante,

le besoin de recourir systématiquement à des mécanismes d'arbitrage pour départager les avis, comportements et décisions dans, lesquels beaucoup d'acteurs et d'intérêts entrent en jeu.

Or, il se trouve que, pour différents types d'activité souvent dits de « monopole naturel », impliquant des agents publics, et pour lesquels l'essentiel de la régulation ne se fait pas par les mécanismes de marché, il a été institué des substituts à la régulation marchande par le recours à des dispositifs institutionnels. La régulation doit se faire par le plus d'explicitation possible des enjeux, et au moyen de la concertation « contradictoire », qui permet le développent de tous les arguments et des contre-arguments capables de refléter la complexité, jusqu'à l'atteinte du meilleur rapprochement des points de vue avec, au bout du processus, l'exercice du rôle du Régulateur, qui doit finir par trancher pour ne pas bloquer la dynamique du système concerné.

Pour le cas spécifique du Système Hydrique, il s'agit de l'implication d'un nombre grand important de facteurs et paramètres dans la conduite du système hydrique, de manière à ce que les options finales à adopter ne sont pas évidentes, tel que :

a. Les préférences intersectorielles d'allocation des ressources ;
b. Les critères d'allocation inter-régionale et inter-milieux (rural/urbain) des ressources ;
c. Les paramètres à prendre en compte pour l'affectation inter-usages ;
d. La prise en compte d'avance des retombées des choix envisagés d'ordre technique et technologique ;
e. La prise en compte de l'effet sur l'environnement des différentes options de politique hydrique ;
f. L'impact sur l'agriculture et la sécurité alimentaire des politiques hydriques ;
g. La prise en compte des risques hydriques et des choix possibles pour les atténuer ;
h. La préférence inter-institutionnelle (+/- de décentralisation, +/- de déconcentration, +/- de participatif) ;
i. Etc.

L'excès de centralisation aujourd'hui du Système Hydrique, bien qu'il ait permis d'amortir un certain nombre de chocs, peut se transformer en un obstacle à l'« innovation d'adaptation » qui doit devenir la règle pour les temps à venir. Faute de changement qualitatif et structurant, correctement pensé et mis en œuvre, des formes de comportement incontrôlé dont on ne mesure pas encore toutes les conséquences, peuvent finir par se généraliser et prédominer.

Aussi, la création de l'Agence de Régulation va-t-elle s'imposer d'elle-même, en tant que dispositif institutionnel de gestion des conflits d'intérêts et de facilitation de la cohérence et la durabilité.

L'autre volet structurel concernant l'opportunité de la création d'une Agence Nationale de Régulation Hydrique est lié à la tarification, censée refléter :

i. Les conditions de l'adéquation entre l'Offre et la Demande d'eau ;
ii. Le coût de l'eau en fonction de l'état des ressources et des techniques de mobilisation et d'exploitation ;
iii. La capacité de paiement des ménages pour ce qui est de l'eau potable ;
iv. La viabilité des exploitations agricoles irriguées selon le produit, la taille et l'appartenance agroécologique ;
v. La politique alimentaire ;
vi. Les conditions de compétitivité des activités industrielles et touristiques ;
vii. Les prédispositions de l'Etat à prendre en charge une partie des coûts.

L'état actuel de la tarification se traduit par des déficits chroniques allant en s'aggravant pour les acteurs impliqués, avec pour une conséquence une détérioration continue des infrastructures et équipements et des pertes d''eau considérables.

Le facteur sociopolitique reste prédominant dans la fixation actuelle des tarifs par l'autorité d'Etat centrale.

Il s'agit certes d'un facteur important mais pas l'unique. Une stratégie tarifaire qui ne trouve pas de solution au dysfonctionnement des infrastructures ne peut pas être considérée comme rationnelle du point de vue de la collectivité.

Les Agences de Régulation jouent en général un rôle d'intermédiation important en matière de tarification. Cela découle de leur statut, qui garantit l'implication de tous les acteurs concernés, faisant ainsi qu'à priori, une démarche tarifaire qui en émane bénéficie d'avance, lorsque cela est conduit selon les règles qu'il faut, d'une meilleure acceptabilité.

Sur la base de tout ce qui précède l'opportunité de la création d'une Agence Nationale de Régulation Hydrique parait presque « non discutable ».

IV.1.5.9. Enjeux, Défis et Conditions de Mise en Œuvre de l'Adoption du Nouveau Code de l'Eau avec une qualification de l'Hydrique comme étant un « Domaine Public d'Utilité Sociale, Environnementale et Territoriale de l'Eau »

Le retard d'adoption du Nouveau Code de l'Eau, pourtant transmis par le Gouvernement à l'ex-ARP depuis huit ans, peut constituer un obstacle pour la mise en œuvre de la Stratégie Eau 2050 vu la nécessité d'adapter le cadre général de l'hydrique aux nouvelles orientations et dispositions de ladite stratégie.

L'une des clauses la plus appelée à faire évoluer la législation, concerne le concept de « domaine public de l'eau » accordant à l'Etat la « propriété exclusive des ressources en eau ». Il ne s'agirait pas de remettre en cause ce principe mais de l'enrichir, au moyen de la formule proposée de : « Domaine Public d'Utilité Sociale, Environnementale et Territoriale de l'Eau », explicitant davantage ce que renferme la formule « Domaine Public » en rendant ainsi les aspects « social », « environnemental » et « territorial » comme étant des « conditionnalités » des politiques publiques hydriques.

IV.1.5.10. Enjeux, Défis et Conditions de Mise en Œuvre de « Transversalisation » du BEPH

Il s'agit de l'octroi à la Fonction « Pilotage », actuellement assurée au niveau du BPEH, d'une position de « Transversalité », qui la fait passer d'une « DG Spécialisée/Sectorialisée » vers un « Dispositif de Coordination Générale des Acteurs Hydriques » et de « Pilotage Global à l'aide du Modèle Hydro-Economique », avec un « Statut d'Equivalent-Secrétariat-d'Etat ».

Tout au long de l'élaboration de l'étude Eau 2050 il a été constaté que le Coordinateur de la mission Eau 2050 au niveau du MARHP, à savoir le BEPH, est souvent perçu à travers son statut d'une « Direction Générale à égalité de compétence avec toutes les autres », ne pouvant pas ainsi, a priori, justifier de prérogative particulière d'arbitrage.

A l'issue d'Eau 2050 et son Plan d'action pour les 30 prochaines années et avec l'élaboration du Modèle Hydro Economique de Pilotage et de Gestion des Extrêmes, toute la conduite du Nouveau Système Hydrique de la Tunisie aura à s'adapter au tout nouveau contexte pour lequel les enjeux, les risques et les défis vont atteindre des dimensions inégalées.

Au-delà de la question de l'opportunité ou non de la Départementalisation de l'Hydrique, dans le cadre d'un Ministère dédié, tel que cela a été développé dans l' Enjeux, Défis et Conditions de Mise en Œuvre N°1, la « Transversalité » du BEPH s'impose.

IV.2. Bloc II : 2ème Pilier de « L'Eau potable et ses Ressources, dont le Dessalement d'Eau de Mer »

IV.2.1 Exigences d'Adéquation Demande/Offre

IV.2.1.1. 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 et la Stratégie 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) Le développement des technologies numériques ;

iv) La réorganisation du secteur et le renforcement de la gouvernance.

➔ **La Situation de Référence de 2020**

✓ **Accès au service**

- Population totale :11,78 millions hab.
- Population desservie de 98,3% (SONEDE 85,2% soit 100% de l'urbain et 53,4% du rural / GR 41.3% du rural).
- Taux de branchements SONEDE : 98,8% urbain et 49,8% rural.
- Nombre d'abonnés SONEDE : 3,039 millions, dont 95,5% abonnés domestiques.

✓ **Infrastructures SONEDE**

- 56500 km de réseau dont 46500 en distribution.
- 50% environ des canalisations ont plus de 50 ans d'âge.
- 61000 branchements exécutés en 2020 pour 800 km d'extension, soit 13 ml/bchts.
- Renouvellement des conduites : 200 km/an soit moins de 0,4% du parc, loin du standard des 2,5 %.

✓ **Indicateurs de Performance SONEDE de 2020**

Tableau 7 : Indicateurs de Performance SONEDE de 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

Les réseaux d'adduction et de transfert souffrent d'un taux de perte élevé, résultant de l'insuffisance du volume des investissements de réhabilitation et de renouvellement.

IV.2.1.2. Les Perspectives d'accès au service d'eau potable

- En 2020, le taux d'accès au service d'eau potable au sens des ODD[15] est 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.
- 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.
- Ce schéma de répartition n'est pas sans intérêt. Le développement d'EPNA 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, ignoré pour l'instant.

IV.2.1.3. La Demande en Eau

➔ Données démographiques

La projection de la population de 2020 à 2050 a été présentée dans le rapport de la troisième étape. L'urbanisation gagnera du terrain et la population rurale ne représentera que 21% de la population totale en 2050.

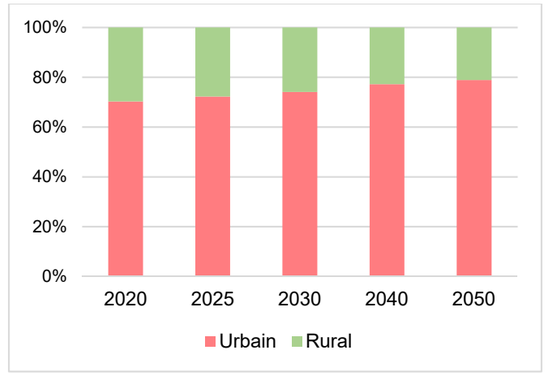


Figure 4 : Accroissement de la population urbaine et rurale de 2020 à 2050

IV.2.1.4. Les Ressources à mobiliser

Après les réunions de concertation avec les institutions concernées, le Bilan global Offre-Demande en eau potable se présente comme suit :

15 Indicateur 6.1.1 : Proportion de la population utilisant des services d'alimentation en eau potable gérés en toute sécurité

Tableau 8 : Le Bilan global Offre-Demande en eau potable (Mm^3)

Horizon	2020	2025	2030	2040	2050
Demande en eau (production)	**780**	**839**	**880**	**990**	**1100**
Ressources en eau					
Transfert Eaux du Nord[16]	371	417	450	500	550
Beni Mtir & Kasseb	61	61	61	61	61
Ressources locales souterraines	286	228	245	235	224
Transfert Karouanais Jilma et Sbeitla	50	50	5	5	5
Dessalement Eau de mer	12	83	119	189	260

IV.2.1.5.L'Organisation Institutionnelle

Partant du constat que le service d'AEP en milieu rural est à plusieurs égards (densité, éloignement des agences, coût de la relève), différent du service en milieu urbain et l'est encore plus pour les petits groupements éloignés et perchés, on envisage 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.

La population rurale « dispersée » représente environ 320 000 habitants. Une grande hétérogénéité de cas s'observe selon le milieu et la région (zone montagneuse, éloignement, enclavement, et région prédésertique, etc.). Selon nos estimations pour 125 000 familles il faut un système individuel de collecte des eaux de pluie (Mejel, feskia, citerne, etc.) ou un système de puisage, captage de source, etc., de même qu'un service porte à porte de transport de citerne d'eau rechargeable ou de bonbonnes d'eau en plastique alimentaire pourrait être assuré à l'avenir par les services communaux, selon la loi organique de 2018[17]. Cette déclinaison par région se fera par les études détaillées par région géographique.

Face à cette diversité de cas, dans la stratégie EAU2050 on estime la prise en charge de 125 000 foyers (320 000 habitants) dans les différentes régions (habitats dispersés plus fréquemment dans les zones montagneuses du Nord-ouest et du Centre-Ouest) au même titre que le reste de la population rurale.

Il est à préciser que dans le cadre de la Stratégie EAU2050 « inclusive », l'effort à faire est concentré sur la période 2025-2035 dans l'objectif d'une politique volontariste de traitement sans plus attendre, des problèmes pressants de l'accès à l'eau en milieu rural.

[16] Les ressources de l'extrême Nord garanties 19 années/20 représentent un total de 388 Mm^3/an.
[17] Loi organique N°2018-29 du 09 Mai 2018 relative au code des collectivités locales

Tableau 9 : Séquençage du plan d'action à l'horizon 2050 (population rurale)

	Population 2025-2030	Investissement 2025-2030	Population 2030-2035	Investissement 2030-2035	Total Investissement en Milliers de dinars
1er Groupe de Population rurale « dispersée »	189 867	118 667	130 133	81 333	**200 000**
2ème Groupe de Population rurale « agglomérée »	593 333	771 333	406 667	528 667	**1 300 000**
Total	**783 200**	**890 000**	**536 800**	**610 000**	**1 500 000**

Les services d'eau et d'assainissement pourront être assurés par des agences publiques (EPNA), créées au niveau de chaque gouvernorat qui délégueraient le service à des opérateurs privés.

Tableau 10 : Evolution de la population desservie à l'horizon 2050

	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

IV.2.1.6.Contenu du Plan d'action de Réponse à l'Exigence d'Adéquation

Le plan d'actions est décliné en :

➔ **Actions en cours ou inscrites dans les Plans de développement jusqu'en 2030**

Tableau 11 : Actions en cours ou inscrites dans les Plans de développement jusqu'en 2030

Projet	Coût en millions DT	Financement	Maître d'Ouvrage	Avancement 31/12/20	Programme 2021-2030
1.Projet de Modernisation des infrastructures du Canal Medjerda – Cap Bon phase 1 Composante 1	47	KFW	DG/BGTH	-	47
2.Projet de Modernisation des infrastructures du Canal Medjerda – Cap Bon phase 1 Composante 2	66	KFW	DG/BGTH	-	66
3.Projet de Modernisation des infrastructures du Canal Medjerda – Cap Bon phase 1 Composante 3	10	KFW	DG/BGTH	100%	0
4.Projet de Modernisation des infrastructures du Canal Medjerda – Cap Bon phase 1 Composante 4	8	KFW	DG/BGTH	-	8
5.Projet de Modernisation des infrastructures du Canal Medjerda – Cap Bon phase 2 Composante 1	25	KFW	DG/BGTH	-	25

Tableau 11 : Actions en cours ou inscrites dans les Plans de développement jusqu'en 2030

Projet	Coût en millions DT	Financement	Maître d'Ouvrage	Avancement 31/12/20	Programme 2021-2030
6.Projet de Modernisation des infrastructures du Canal Medjerda – Cap Bon phase 2 Composante 2	39	KFW	DG/BGTH	-	39
7.Projet des Mesures de non regret (réhabilitation/optimisation du système de transfert existant de l'extrême nord)	98	KFW	DG/BGTH	-	98
8.Barrage Melah Amont	300		DG/BGTH	-	300
9. Augmentation des capacités de transfert du barrage SIDI EL BARREK à BEJAOUA - Sous-Composante : SEB - SEJNENE	918	KFW	DG/BGTH	-	918
10. Augmentation des capacités de transfert du barrage SIDI EL BARREK à BEJAOUA - Sous-Composante : SEJNENE - BEJAOUA		KFW	DG/BGTH	-	
11. Barrage Kalaa Kébira	110	FADES	DG/BGTH	60%	44
12. Station de Traitement - Transfert Kalaa Kebira	200	AFD	SONEDE	27%	146
13. Barrage Saida	138	FADES	DG/BGTH	15%	117
14. Transfert Saida-Belli	307	FADES-BID	DG/BGTH	20%	246
15. Station traitement T Béjaoua & autres	376	BEI & AFD	SONEDE	-	376
16.PNAQ II pour Gafsa, Tozeur,Kebili, Sidi Bouzid & Médenine	284	KFW	SONEDE	-	284
17.Sécurisation 25 centres urbains de 17 Gvts	315	FKDEA	SONEDE	-	315
18.AEP Rurale Bizerte	254	FSD	SONEDE	5%	241
19.Réhabilitation 107 systèmes AEP dans Gvts Kairouan, Sidi Bouzid, Kasserine, Mahdia et Sfax	38	KFW	DG/GREE	<5%	36
20.AEP Rurale Béja	120	KFW	SONEDE	52%	58
21.SDEM Sfax	940	JICA	SONEDE	10%	846
22.SDEM Zarat	315	KFW	SONEDE	62%	120
23.SDEM Sousse	100	Budget Etat	SONEDE	40%	60
24. Modernisation des Adductions (170 Km)	200	FKDEA	SONEDE	60%	80
25.PAP SONEDE	231	KFW	SONEDE	-	74
26. Extension des réseaux de distribution (2900 Km)	290	Particuliers	SONEDE		290
27.AEP rurale GR	400	AFD &BEI	DG/GREE	34%	264
28.AEP rurale GR	405	BAD	DG/GREE	70%	121
Total[18]	**6 534**			**68%**	**4 929**

[18] Sans le coût des extensions (290 millions DT) pris en charge par les usagers

➔ **Nouvelles actions proposées dans le cadre de la stratégie Eau 2050**

✓ **Liste des actions**

Tableau 12 : Liste des actions proposées dans le cadre de la stratégie Eau 2050

Intitulé de l'action	Objectifs
1.Modernisation des réseaux de distribution	Amélioration de l'efficience des réseaux à 85%
2.Modernisation des réseaux d'adduction	Amélioration de l'efficience des réseaux à 95%
3.Mise à niveau réseaux GDA	Standard de service identique à celui de l'urbain
4.Transfert Saida-Belli et liaison directe OM3-Ghdir El Golla	Séparation réseau AEP du réseau irrigation
5.Extension des stations de dessalement d'eau de mer	Exécution de la deuxième phase des travaux
6.Développement des technologies numériques	Aide à la gestion patrimoniale et amélioration du service
7.Réserves de sécurité de quelques jours de consommation	Sécurisation du service
8.Extension des réseaux de distribution	Satisfaire la demande en eau par des branchements particuliers
9.Organisation institutionnelle et gouvernance	Efficacité des services, transparence et redevabilité

➔ **Programmation des actions et estimation des coûts**

Tableau 13 : Programmation des actions et estimation des coûts

Actions	Coût total (MDT)	2026-2030	2031-2040	2041-2050
1.Modernisation des réseaux de distribution	4 320	605	1 728	1 987
2.Modernisation des réseaux d'adduction	2 640	360	1 080	1 200
3.Réseaux gérés par les GDA et AEP rural de l'habitat dispersé	1 500	890	610	
4.4.Transfert Saida-Belli et liaison directe OM3-Ghdir El Golla	350		350	
5.Extension des stations de dessalement d'eau de mer	1 752	488	1 264	
6.Développement des technologies numériques	680	27	402	251
7.Réserves de sécurité de quelques jours de consommation	500	-	250	250
8.Extension des réseaux de distribution[19]	950	290	340	320
9.Organisation institutionnelle et gouvernance				

19 Le coût de la composante n'est pas inclus dans le total, étant donné qu'il est financé par les Usagers.

Tableau 13 : Programmation des actions et estimation des coûts

Actions	Coût total (MDT)	2026-2030	2031-2040	2041-2050
	11 742	**1 980**	**6 074**	**3 688**

IV.2.1.7. Coût de Revient à Long Terme (CRLT) de l'eau potable et Tarification

➔ **Méthode de Calcul du CRLT**

La méthode de calcul adoptée correspond celle du calcul du Coût Marginal à Long Terme (CMLT) sur 40 ans (2021-2060) au taux d'actualisation de 8%, réaménagée comme suit :

- A l'année 0 (2021), on a introduit dans les dépenses CAPEX, la valeur nette des immobilisations estimées à partir de la valeur de l'amortissement de 2020 qui est de 13.6% du prix de revient (Réf. rapport statistique SONEDE de 2020).
- Les investissements en cours et programmés, quel que soit l'opérateur (DGBGTH, DGGREE, SONEDE), sont pris en compte.
- Le volume d'eau considéré est le volume vendu total année par année, à partir de 2021 et non le volume additionnel par rapport à 2020. La raison est que la part la plus importante des investissements concerne la réhabilitation de l'infrastructure existante, sans lesquels cette infrastructure ne sera plus en mesure de fonctionner correctement.
- Le coût de revient de l'exploitation, hors amortissement, ramené au m^3 d'eau vendu en 2020 (Source SONEDE) a été maintenu.
- Un surplus de 0,178 DT de frais d'énergie par m^3 d'eau a été introduit. Il est le résultat de la couverture à hauteur de 24% des besoins en moyenne, par de l'eau de mer dessalée (3 Kwh/ m^3 à un coût de 0,300 DT/Kwh).

➔ **Résultats de calcul du CRLT**

Le prix de revient calculé est de 2,266 DT/m^3 facturé et se décompose en :

- 1,028 DT/m^3 pour le CAPEX et
- 1,238 DT/m^3 pour l'OPEX.

La part des frais d'énergie dans l'OPEX est de 0,418 DT/m^3, soit 33,8%.

Sachant que le prix de revient calculé pour 2020 par les services de la SONEDE était de 1,224 DT/m^3 facturé.

IV.2.1.8. Eléments de Tarification

La tarification moyenne au coût de revient à long terme a vocation de couvrir l'ensemble des charges et garantit de la sorte la pérennité du service.

Toutefois c'est la tarification progressive qui est recommandée car incitant à la rationalisation de la consommation et à l'économie d'eau. Le coût marginal du m^3 d'eau étant supérieur au coût moyen, parce que tout volume additionnel consommé proviendra de l'eau de mer dessalée d'un coût élevé, il est alors tout à fait équitable que les gros consommateurs qui tirent les coûts vers le haut, en paient le prix et que l'eau leur soit facturée à son coût marginal.

Le coût marginal de l'eau potable « dessalée » est de l'ordre de 4 DT/m^3 d'eau, dont 75% pour sa production à partir de l'eau de mer et 25% pour sa distribution.

La justification d'un tarif péréqué à l'échelle du pays deviendra discutable dès lors qu'un tarif au coût marginal pour les gros consommateurs est appliqué.

Dans ce qui suit le Tableau ayant servi de base au calcul du CRLT.

Tableau 14 : Tableau de calcul du CRLT

Année	Volume facturé	Coef. Actu.	V. actualisé	Investissement en millions de DT							Invest. Act.	CRLT. CAPEX (DT/m^3)	CRLT. OPEX (DT/m^3)	CR-Total (DT/m^3)
				Distribut.	Adduction	AEP Rurale	Saida - Belli-KK	Sdem/ STE	Autres	Total				
2021	491	1	491	Immobilisations nettes en 2020						2000	2000			
2022	505	0.93	468		20	180		387		587	544			
2023	520	0.86	446	37	30	180	135	387	100	869	745			
2024	533	0.79	423	37	30	180	136	387	109	879	698			
2025	570	0.74	419			180	136	387	100	803	590			
2026	580	0.68	395	122	72	100		130	6	430	293			
2027	589	0.63	371	122	72	100		140	6	440	277			
2028	598	0.58	349	122	72	100		140	6	440	257			
2029	607	0.54	328	122	72	100		133	6	433	234			
2030	616	0.50	308	122	72	100			3	297	149			
2031	629	0.46	291	173	108	100	100	126	65	672	311			
2032	642	0.43	275	173	108	100	100	126	65	672	288			
2033	655	0.40	260	173	108	100	100	126	65	672	267			
2034	668	0.37	246	173	108	100		126	65	572	210			
2035	681	0.34	232	173	108	100	50	126	65	622	212			
2036	695	0.32	219	173	108	100		126	65	572	180			

Tableau 14 : Tableau de calcul du CRLT

Année	Volume facturé	Coef. Actu.	V. actualisé	Investissement en millions de DT							Invest. Act.	CRLT. CAPEX (DT/m^3)	CRLT. OPEX (DT/m^3)	CR-Total (DT/m^3)
				Distribut.	Adduction	AEP Rurale	Saida - Belli-KK	Sdem/ STE	Autres	Total				
2037	709	0.29	207	173	108	100		127	65	573	167			
2038	723	0.27	195	173	108	100		127	65	573	155			
2039	737	0.25	184	173	108	100		127	65	573	143			
2040	752	0.23	174	173	108	100		127	67	575	133			
2041	760	0.21	163	198	120				50.1	315.7	68			
2042	768	0.20	153	198	120				50.1	315.7	63			
2043	776	0.18	143	198	120				50.1	315.7	58			
2044	784	0.17	134	198	120				50.1	315.7	54			
2045	792	0.16	125	198	120				50.1	315.7	50			
2046	800	0.15	117	198	120				50.1	315.7	46			
2047	809	0.14	109	198	120				50.1	315.7	43			
2048	818	0.13	102	198	120				50.1	315.7	40			
2049	827	0.12	96	198	120				50.1	315.7	37			
2050	836	0.11	90	198	120				50.1	315.7	34			
2051	836	0.10	83							0	0			
2052	836	0.09	77							0	0			
2053	836	0.09	71							0	0			

Tableau 14 : Tableau de calcul du CRLT

Année	Volume facturé	Coef. Actu.	V. actualisé	Investissement en millions de DT							Invest. Act.	CRLT. CAPEX (DT/m^3)	CRLT. OPEX (DT/m^3)	CR-Total (DT/m^3)
				Distribut.	Adduction	AEP Rurale	Saida - Belli-KK	Sdem/ STE	Autres	Total				
2054	836	0.08	66							0	0			
2055	836	0.07	61							0	0			
2056	836	0.07	57							0	0			
2057	836	0.06	52							0	0			
2058	836	0.06	48							0	0			
2059	836	0.05	45							0	0			
2060	836	0.05	42							0	0			
Totaux			**8 115**	4394	2720					16411	8344	**1.028**	**1.238**	**2.266**

IV.2.1.9. Les « Indicateurs de Suivi Facilement Mesurables » du Plan d'action

Tableau 15 : Les « Indicateurs de Suivi Facilement Mesurables » du Plan d'action

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 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	1.Taux d'accès 2.Taux de branchements en milieu rural SONEDE 3.Transfert eau du Centre Ouest vers Sahel & Sfax	100% 70% Modéré	100% 80% En temps de crise	100% 90% En temps de crise
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 agglomérations0 3. Assurer le renouvellement des infrastructures à une cadence normale et conformément aux SDRD repensés	1.Taux de renouvellement RD/RA vétustes 2.Réserves d'eau/Consommation journalière hors Grand Tunis et Sahel	15% /10% -	50% / 100% 2 jours	85 % /100% 3 jours
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 2.Rendement Adduction 3.Rendement Distribution 4.Rendement global	05% / 25% (réduction de moitié) 90% 78% 70%	03% / 10% réduction de moitié) 94% 79% 74%	01% / 05% réduction de moitié) 95% 80% 76%
Service durable	1. Migration du statut de la SONEDE d'un EPNA à une société anonyme 0publique. Contrat programme transparent avec audit annuel et publication sur les sites du gouvernement. 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	100%		
		2.% Nouveaux services en ligne/ programme arrêté	100%		
		3.% du recouvrement des coûts par la tarification	100%		
		4.Taux d'encadrement (10% actuel)	20%	30%	40%

IV.2.1.10. Focus sur les Projets Actuellement Engagés et Effets Attendus à Court terme

➔ Généralités

D'importants projets dans le secteur de l'AEP sont actuellement engagés pour la période 2021 à 2025.

Le montant global s'élève à 3428 millions de dinars, mises à part les extensions des réseaux facturées par la SONEDE aux demandeurs de branchement.

La maîtrise d'ouvrage revient à la Direction Générale des Barrages et Grands Travaux Hydrauliques (DG/BGTH), à la Direction Générale du Génie Rural et de l'Exploitation des Eaux (DG/GREE) ou à la SONEDE.

Tous les projets sont financés totalement ou partiellement par des bailleurs de fonds, mise à part la station de dessalement d'eau de mer de Sousse prise en charge en totalité par le budget de l'état.

➔ Rapport avec les attentes

Les actions répondent toutes aux objectifs de la vision et stratégie Eau 2050 à savoir accès généralisé à l'eau potable, eau de qualité, service efficace, efficient et sécurisé.

➔ Les acteurs de la réalisation et de la mise en œuvre

- ❖ DG/BGTH
- ❖ DG/GREE
- ❖ SONEDE
- ❖ Les partenaires financiers
- ❖ Les Bureaux d'ingénieurs Conseils
- ❖ Les fournisseurs et entreprises de travaux spécialisés

➔ Les bénéficiaires

L'ensemble de la population du pays.

➔ Les coûts d'investissement par Acteur

Tableau 16 : Les coûts d'investissement par Acteur Projets Actuellement Engagés

Coût d'investissement en millions de DT par MO	2021-2025
DG/BGTH	848
DG/GREE	421
SONEDE	2 454
Total	3 723

➔ Les effets économiques, sociaux, environnementaux et territoriaux

- ❖ Généralisation de l'accès à l'eau en milieu rural
- ❖ Distribution d'une eau de meilleure qualité
- ❖ Service d'eau sûr et sécurisé.
- ❖ Qualité des eaux usées traitées améliorée qui la rend plus attractive à la REUSE

➔ Le financement

Outre le Gouvernement, 9 bailleurs concourent au financement des projets.

IV.2.2 Mise à Niveau des Réseaux

IV.2.2.1.Programme d'amélioration des performances de la Distribution (PAP-Distribution)

➔ Conditions initiales

Les ressources en eau conventionnelle sont limitées et font l'objet d'une compétition de plus en plus difficile à gérer entre les divers usages.

D'autre part, le recours au dessalement d'eau de mer pour la satisfaction des besoins en eau, bien que résolument engagé dans le Centre et le Sud-Est du pays, reste une action coûteuse et impactera de plus en plus la facture d'eau.

En 2020, le rapport du volume consommé au volume distribué (Rendement de la distribution) était de 76,3% se situant à plus de 7 points de son niveau en 2005 et cela en raison de la faiblesse des investissements dans le renouvellement et la modernisation des réseaux de distribution.

Dans ces conditions, les actions conduisant à la réduction des volumes d'eau non facturés (pertes physiques et pertes commerciales) d'une part et à la rationalisation de la consommation d'eau (lutte contre le gaspillage) d'autre part, deviennent des impératifs incontournables et urgents à mettre en œuvre.

➔ Les actions en cours et/ou planifiées

La SONEDE a programmé une action dénommée PAP estimée à 70 M€ avec l'appui technique et financier de la KFW et qui concerne les 7 gouvernorats les moins performants en termes de rendement des réseaux de distribution d'eau. Seul un montant ferme de 25 M€ est disponible actuellement.

Une Consultation pour le recrutement d'une assistance technique a été lancée en Mai 2022.

➔ Les Effets Attendus

- Amélioration progressive des rendements des réseaux de distribution pour atteindre en moyenne 85% en 2050. La priorité est donnée aux réseaux les moins performants et aux régions où la distribution d'eau de mer dessalée est mise en œuvre.

Tableau 17 : Rendements des réseaux de distribution à l'horizon 2050 (PAP-Distribution)

Distribution d'eau	2020	2030	2040	2050
Rendement	76,3 %	79 %	82 %	85 %

- Amélioration progressive des rendements des adductions pour atteindre en moyenne 95% en 2040.

Tableau 18 : Rendements des adductions d'eau à l'horizon 2050 (PAP-Distribution)

Adduction d'eau	2020	2030	2040	2050
Rendement	87,5 %	90 %	95 %	95 %

➔ Evaluation de la « pertinence » : Rapport entre « Contenu en actions » et Attentes

Les actions proposées s'inscrivent dans la continuité du projet PAPKFW et constituent une réponse directe aux attentes.

- Actions Directes sur le Réseau
  - ✓ Renouvellement des réseaux de distribution en instaurant des critères de priorisation basés sur la vétusté d'une part et de la valorisation de l'eau économisée d'autre part. En 2050, 90% des conduites de distribution posées avant 2005 auront été toutes renouvelées :
  - ✓ Généralisation du système d'acquisition de données à distance pour suivre en temps réel ou différé la distribution des eaux.
- Mesures d'Accompagnement
  - ✓ Digitalisation des réseaux d'adduction et de distribution et intégration dans le SIG métier.

- ✓ Actualisation des plans directeurs des réseaux de distribution en généralisant la sectorisation et les moyens d'acquisition de l'information, et en intégrant la dimension « gestion de la pression ».
- ✓ Promotion et développement de technologies innovantes adaptées aux conditions du pays, en particulier dans le domaine du comptage, des économiseurs d'eau, de la gestion de la pression et de l'acquisition des données à distance.

➔ **Linéaires des Réseaux Programmés**

Les travaux seront engagés sur tout le territoire en instaurant des règles de priorité basées sur l'efficacité économique des actions.

L'ébauche de ce travail annexé au document donne les linéaires de conduites à renouveler par Gouvernorat et par période de planification.

Tableau 19 : Linéaires des Réseaux Programmés (PAP-Distribution)

Linéaire en Km	2023-2025	2026-2030	2031-2040	2041-2050	Total
PAP 1 : Continuité C.P	1 800				1 800
PAP 2		2 400			2 400
PAP 3			12 000		12 000
PAP 4				13 800	13 800
Total	**1 800**	**2 400**	**12 000**	**13 800**	**30 000**

➔ **Les coûts d'investissement et d'exploitation**

Les coûts d'investissement sont estimés sur la base de 144 DT le ml de conduite tout diamètre :

Tableau 20 : Les coûts d'investissement et d'exploitation (PAP-Distribution)

	2023-2025	2026-2030	2031-2040	2041-2050	Total
Coût en 10^6 DT	259	346	1 728	1 987	4 320

➔ **Les Impacts économiques, sociaux, environnementaux et territoriaux**

- ❖ Rationalisation de l'usage de la ressource
- ❖ Evolution raisonnable du coût de l'eau dans la mesure où tout m^3 économisé est in fine, un m3 d'eau de mer dessalée pour toute la zone Est du pays, de Bizerte à Tataouine.
- ❖ Réduction des dépenses d'exploitation
- ❖ Amélioration du service par la réduction des coupures d'eau induites par les interventions fréquentes sur les réseaux (meilleure configuration des réseaux).
- ❖ Meilleure information de l'usager sur le service et la facture d'eau

➔ **L'Analyse Sommaire « Coûts/Avantages »**

Les avantages ont été calculés sur la base des hypothèses suivantes :

- ❖ Volumes économisés : différence entre volume distribué avec projet et volume distribué sans projet
- ❖ Coût d'opportunité : 3DT/m^3 d'eau pour 80% des économies d'eau obtenues (Tout m^3 d'eau économisé sur la côte Est de Bizerte à Médenine + Tataouine est un m3 d'eau de mer dessalé évité) et 0,5DT/m^3 pour les 20% restants (ressources conventionnelles).

Sur cette base, le TRI calculé sur 50 ans est de 12%.

➔ **L'analyse des risques**

Les risques portent essentiellement sur la faisabilité d'un renouvellement des 2/3 des réseaux de distribution en zone urbaine, où l'occupation du sous-sol est réalisée d'une manière désordonnée. La

difficulté réside dans la nécessité de poser les nouvelles canalisations dans un sous-sol encombré, avant de pouvoir abandonner les canalisations existantes.

Une réflexion approfondie sur les méthodes de travail doit être engagée au cas par cas en vue de limiter les gênes qui seront occasionnées à la population et surtout les écourter.

➔ Le Mode de financement

Le secteur doit dégager un autofinancement de 25% au moins (amortissement + résultat net). La réalisation de l'ensemble du programme d'investissement nécessitera dans ces conditions le recours aux emprunts à hauteur de 75%.

➔ La Consistance par Gouvernorat

Tableau 21 : La Consistance par Gouvernorat (PAP-Distribution)

Gouvernorat	Population 2050 (1000 hab.)	Réseaux 2020 (Km)	Rendements des réseaux (%)				Réseaux à renouveler (km)		
			2020	2030	2040	2050	Avant 2030	Avant 2040	Avant 2050
Tataouine	178,7	931	55,7	70	80	85	295	501	604
Gafsa	368,0	1 454	57,1	70	80	85	513	910	1109
Gabès	478,3	2 147	58,6	70	81	85	648	1273	1500
Médenine	603,9	2 407	66,3	70	82	85	292	1238	1475
Kairouan	422,2	2 213	67,7	70	80	85	179	958	1347
Kébili	209,4	497	74,7	78	80	85	100	151	293
Tozeur	141,5	534	75,0	75	80	85	0	155	309
Sfax	1 092,7	4148	75,9	80	80	85	1 419	1 419	3 149
Sidi Bouzid	289,0	1 263	69,2	75	80	85	314	585	856
Djerba	(Médenine)	1 490	75,0	80	85	85	587	1 173	1 173
Bizerte	637,0	2 251	77,8	80	82	85	477	911	1 562
Grand Tunis	3 560,6	8 370	78,1	78	80	85	0	1 885	6 844
Jendouba	307,3	1 638	79,1	79	83	85	0	678	1 025
Kasserine	297,9	931	79,6	80	85	85	0	617	617
Sousse	897,1	2 892	82,6	83	84	85	0	808	2 156
Monastir	756,1	2 376	82,8	83	84	85	0	577	1 812
Nabeul	944,2	3 099	82,9	83	83	85	0	0	2 334
Zaghouan	170,9	1 248	83,1	83	83	85	0	0	972
Mahdia	476,8	2 697	83,5	83	85	85	0	1 923	1 923
Le Kef	218,5	1 155	84,5	84	85	85	0	726	726
Siliana	192,9	1 087	84,6	84	85	85	0	668	668
Béja	268,16	1 135	88,3	88	85	85	0	832	832
Total	12 510,0	45 963	76,3	79	82	85	4823	17 986	33 286
Total à 90%							4 200	16 200	30 000
Total décade							4 200	12 000	13 800

IV.2.3 Programme d'Amélioration des Performances des Adductions (PAP Adductions)

➔ Conditions Initiales

Les ressources en eau conventionnelle sont limitées et font l'objet d'une compétition de plus en plus difficile à gérer entre les divers usages.

D'autre part, le recours au dessalement d'eau de mer pour la satisfaction des besoins en eau, bien qu'engagé d'une manière résolue dans le Centre et le Sud-Est du pays, reste une action coûteuse et impactera de plus en plus la facture d'eau.

Les rendements des systèmes d'adduction d'eau potable sont faibles (87,5% en 2020) et connaissent une dégradation continue due à la nature (Béton précontraint) et à la vétusté des canalisations dont les plus importantes ont été posées dans les années 80 du siècle dernier.

Dans ces conditions, les actions conduisant à la réduction des pertes physiques d'eau dans la production et l'adduction d'eau, deviennent des impératifs incontournables et urgents à mettre en œuvre.

➔ Actions en cours et/ou Planifiées

Dans le cadre de son activité courante, la SONEDE a programmé des actions de réhabilitation de certaines sections d'adduction d'eau notamment à Médenine, Gabès et le Nord-Ouest.

Ces actions restent cependant timides par rapport aux objectifs.

➔ Les Attentes

- Amélioration progressive des rendements des adductions pour atteindre en moyenne 95% en 2040.

Tableau 22 : Rendements des adductions d'eau à l'horizon 2050 (PAP Adductions)

Adduction d'eau	2020	2030	2040	2050
Rendement	87,5 %	90 %	95 %	95 %

➔ Contenu en Actions » en Rapport avec les Attentes (Evaluation de la Pertinence)

- Mesures non structurelles :
  - ✓ Digitalisation des réseaux d'adduction et intégration dans le SIG métier.
  - ✓ Promotion et développement de technologies innovantes adaptées aux conditions du pays, en particulier dans le domaine de l'acquisition des données à distance.
- Mesures structurelles :
  - ✓ Renouvellement des réseaux d'adduction d'eau (sections de vétusté caractérisée) et réhabilitation/ modernisation du reste.
  - ✓ Généralisation des systèmes d'acquisition de données à distance pour suivre en temps réel ou différé les adductions d'eau.
  - ✓ Généralisation des épaississeurs des boues et du recyclage des eaux de lavage des filtres dans les stations de traitement des eaux de surface.

➔ Acteurs de la Réalisation et de la Mise en Œuvre

- La SONEDE et ses partenaires financiers
- Les Bureaux d'ingénieurs Conseils
- Les fournisseurs et entreprises de travaux spécialisées

➔ Les Bénéficiaires

L'ensemble de la population tunisienne, les entreprises économiques et les écosystèmes.

➔ Programmation Spatio-Temporelle

Les travaux seront engagés sur tout le territoire en instaurant des règles de priorité basées sur l'efficacité économique des actions.

Tableau 23 : Programmation Spatio-Temporelle à l'horizon 2050 (PAP Adductions)

	2024-2030	2031-2040	2041-2050	Total
PAPa 1 (en km)	300		-	300
PAPa 2 (en km)		900	-	9 000
PAPa 3 (en km)			1 000	1 000

➔ **Coûts d'Investissement et d'Exploitation**

Les coûts d'investissement sont estimés sur la base de 1200 DT le ml de conduite tout diamètre :

Tableau 24 : Coûts d'Investissement et d'Exploitation à l'horizon 2050 (PAP Adductions)

	2024-2030	2031-2040	2041-2050	Total
Coût en 10^6 DT	360	1 080	1 200	2 640

➔ **Effets Economiques, Sociaux, Environnementaux et Territoriaux**

- Evolution raisonnable du coût de l'eau dans la mesure où tout m3 économisé est in fine, un m3 d'eau de mer dessalée pour toute la zone Est du pays, de Bizerte à Tataouine.
- Réduction des dépenses d'exploitation
- Amélioration du service par la réduction des coupures d'eau induites par les interventions fréquentes et particulièrement longues sur les adductions.

➔ **Coûts/avantages Indicatif**

Les avantages ont été calculés sur la base des hypothèses suivantes :

- Volume économisé : volume économisé total-volume économisé dans la distribution
- Coût d'opportunité : 3DT/m^3 d'eau pour 80% du volume économisé (Tout m3 d'eau économisé sur la côte Est de Bizerte à Médenine + Tataouine est un m3 d'eau de mer dessalé évité) et 0,5DT/m^3 pour les 20% restants (ressources conventionnelles).

Sous ces conditions, le TRI calculé sur 50 ans est de 28%.

➔ **Le financement**

Le secteur doit dégager un autofinancement de 25% au moins comme c'était le cas dans les 20 premières années de la création de la SONEDE. La réalisation de l'ensemble du programme d'investissement nécessitera dans ces conditions le recours aux emprunts à hauteur de 75%.

IV.2.4 Mise à Niveau des Réseaux Gérés par les GDA et prise en charge de l'AEP rural de l'habitat dispersé [20]

➔ Conditions Initiales (Situation 2020)

Les réseaux d'eau potable gérés par les quelques 1460 GDA opérant dans le service d'eau potable ne répondent pas tous aux objectifs retenus dans la vision Eau 2050, à savoir service sécurisé, équitable, efficace/efficient et durable.

Dans ces conditions, et de manière à permettre d'intégrer ces systèmes dans tout schéma futur d'organisation institutionnelle, une mise à niveau des équipements et des réseaux de distribution en eau est nécessaire.

Le Schéma futur d'organisation institutionnelle peut être une simple prise en charge par la SONEDE qui elle-même pourra connaître une réforme plus ou moins profonde et/ou par la création d'EPNA au niveau de chaque gouvernorat chargée de l'eau et de l'assainissement.

Tableau 25 : Population en milliers d'habitants (2020)

	Population en milliers d'habitants (2020)		
	Urbaine	Rurale	Totale
SONEDE	8 000	2 000	10 000
GDA		1 500	1 500
Pas de desserte		300	300
Totale	8 000	3 800	11 800

➔ Actions en Cours et/ou Planifiées

Les actions de réhabilitation/mise à niveau des réseaux concernés n'ont jamais cessé et les plus pertinentes ont été réalisées en vue d'une prise en charge par SONEDE.

Toutefois, actuellement, un projet financé par la BAD portant initialement sur la réhabilitation de 110 systèmes connaît des problèmes et n'avance pas comme prévu.

➔ Attentes et Objectifs

- Mise à niveau et sécurisation des équipements de production d'eau en 15 ans
- Mise à niveau des réseaux de distribution en 15 ans
- Généralisation des branchements individuels en 15 ans

➔ Contenu en Actions » en Rapport avec les Attentes (Evaluation de la Pertinence)

La population rurale sera de 1,32 millions d'habitants en 2050. La mise à niveau des infrastructures, supposée nécessaire pour cette population, s'élèverait à 1500 millions de DT sur la base d'un investissement de 1300 DT par habitant pour l'habitat aggloméré (Coût projet Axes Béja-KFW).

Pour l'habitat dispersé un coût unitaire de 650 DT par habitant est considéré afin de solutionner durablement l'accès à l'eau potable des populations dispersées (soit 50% du coût du projet des axes dont le coût est déjà relativement élevé dans les régions rurales montagneuses des gouvernorats de Jendouba, Béja et Bizerte)

Il est proposé de considérer que la migration du service d'eau vers le même standard que celui fourni en ville sera totalement réalisée durant la période 2025 – 2035.

➔ Acteurs de la Réalisation et de la Mise en Œuvre

- DGGREE et les partenaires financiers
- Le ou les organismes qui prendront le relai des GDA
- Les Bureaux d'ingénieurs Conseils
- Les fournisseurs et entreprises de travaux spécialisées

- [20] Le ou les organismes qui prendront le relai des GDA

➔ Les bénéficiaires

L'ensemble de la population tunisienne concernée par le système GDA et les entreprises économiques.

➔ Programmation Spatio-Temporelle des Actions

Les travaux seront engagés sur tout le territoire en instaurant des règles de priorité basées sur l'efficacité économique des actions et l'avancement de la réforme institutionnelle.

Tableau 26 : Programmation Spatio-Temporelle des Actions (Population rurale)

	2025-2030	2031-2035	Total (hab.)
1er Groupe de Population rurale « dispersée »	189 867	130 133	320 000
2ème Groupe de Population rurale « agglomérée »	593 333	406 667	1 000 000
Total	783 200	536 800	1 320 000

➔ Coûts d'Investissement (en MD)

Tableau 27 : Coûts d'Investissement (en MD)

Action	2025-2030	2030-2035	Total
1er Groupe de Population rurale « dispersée »	890 000		890 000
2ème Groupe de Population rurale « agglomérée »		610 000	610 000
Total			1 500 000

➔ Effets Economiques, Sociaux, Environnementaux et Territoriaux

- Instauration du même standard qualité du service d'eau potable sur tout le territoire.
- Respect du principe d'équité
- Attractivité réinventée de l'habitat en milieu rural et arrêt du dépeuplement.

IV.2.6 Renforcement de la Conduite Saida- Belli et Liaison directe entre OM3 et Ghdir El Golla

➔ Conditions Initiales et Objectifs à Terme

Les gouvernorats de Nabeul, Sousse, Monastir, Mahdia et Sfax sont alimentés principalement à partir du transfert des eaux du Nord via le pôle de production de Belli.

Ce pôle prélève les eaux dans le canal MCB et les renvoie après traitement vers les zones de consommation.

Le Canal MCB dessert aussi des périmètres irrigués situés dans les gouvernorats de Ben Arous et de Nabeul et sa capacité est devenue insuffisante pour satisfaire tous les besoins.

Le MARHP exécute actuellement un projet de transfert d'eau direct par conduite entre le barrage Saida et le site de Belli de capacité 4,6 m^3/s, qui sera doublée à l'horizon 2035. La capacité du système est en cohérence avec la stratégie de réserver les ressources de l'extrême nord au service d'AEP en séparant les deux systèmes de transfert d'eau (AEP et irrigation).

En cohérence avec la stratégie de réserver les ressources de l'extrême nord au service d'AEP et de séparer les 2 systèmes de transfert d'eau (AEP et irrigation), il apparaît nécessaire de doubler à terme la conduite Saida-Belli et de réaliser la liaison directe entre l'extrémité aval des adductions de l'extrême Nord (OM3) et le centre de production de la SONEDE à Ghdir El Golla.

➔ Actions en Cours et/ou Planifiées

Le MARH exécute actuellement le projet de transfert d'eau direct par conduite entre le barrage de Saida et le site de Belli de capacité estimée à 4,6 m^3/s.

➔ Les Attentes

- Réserver le transfert des eaux de l'extrême Nord exclusivement à l'usage Eau Potable, après satisfaction des besoins locaux : AEP et Irrigation.
- Séparer physiquement les systèmes de transfert des eaux destinées à l'AEP et ceux de l'irrigation

➔ Contenu en Actions en Rapport avec les Attentes (Evaluation de la Pertinence)

Renforcement de l'axe Saida- Belli en cours d'exécution pour porter sa capacité de 4,6 m^3/s au double en 2035. Ce renforcement n'implique pas forcément un doublement de la canalisation. Il peut être réalisé en intervenant sur les équipements de pompage et en intercalant une station de surpression en cours de route.

Pour la liaison OM3- Ghdur El Golla, il est proposé de poser 8 km deux conduites en parallèle de diamètre 2000 mm sous la piste d'exploitation du Canal Mejerda-Cap Bon

➔ Acteurs de la Réalisation et de la Mise en Œuvre

- DGBGTH/SONEDE et leurs partenaires financiers
- Les Bureaux d'ingénieurs Conseils
- Les fournisseurs et entreprises de travaux spécialisés

➔ Les Bénéficiaires

L'ensemble de la population des gouvernorats du Grand Tunis, Nabeul, Sousse, Monastir, Mahdia et SFAX qui représente plus de 60% de la population du pays.

➔ Programmation Spatio-Temporelle des Actions » et Coûts en MD

Tableau 28 : Coût du projet en milliers de DT (Transfert Saida- Belli)

	2026-2030	2031-2035	2036-2040	2041-2050
Renforcement du transfert Saida-Belli	-	300		
Liaison OM3- Ghdir El Golla			50	

➔ Effets Economiques, Sociaux, Environnementaux et Territoriaux

- Garantir une eau de qualité et constante dans l'année pour tous les usagers

- Eviter les conflits d'usage de l'eau qui conduisent toujours à un arbitrage défavorable pour l'irrigation.
- Améliorer la qualité des eaux usées traitées et accroître l'attractivité de la REUSE

IV.2.7 Le Dessalement d'Eau de Mer

➔ Conditions Initiales

La SONEDE a réalisé une première station de dessalement d'eau de mer (SDEM) à Djerba de capacité 50000 m³/j d'eau dessalée, extensible à 75 000 m³/j. Elle est entrée en service en 2019.

3 autres SDEM sont en cours d'exécution et qui sont :

- ✓ La SDEM de Zarat destinée à l'alimentation en eau des gouvernorats de Gabes, Médenine et Tataouine. Sa capacité est de 50 000 m³/j, extensible à 100 000 m³/j et est en voie d'achèvement
- ✓ La SDEM de Sousse d'une capacité de 50 000 M³/j, extensible à 100 000 m³/j et est en voie d'achèvement
- ✓ La SDEM de Sfax d'une capacité de 100 000 m³/j extensible à 200 000 m³/j et sa mise en service est prévue fin 2024.

La présente fiche concerne le projet d'extension de ces stations, prévu entre 2026 et 2035 et la nouvelle SDEM de Zarzis, projetée par SONEDE.

➔ Les Attentes

- ❖ Poursuivre les actions actuelles de façon à garantir l'AEP des régions côtières du pays à partir des eaux non conventionnelles
- ❖ Diminuer la pression sur les ressources souterraines

➔ Contenu en Actions en Rapport avec les Attentes (Evaluation de la Pertinence)

Mobilisation d'eau de mer dessalée, seule alternative envisageable actuellement pour faire face à la demande et faire baisser la pression sur les ressources souterraines fortement sollicitées.

➔ Acteurs de la Mise en Œuvre

- ❖ SONEDE et ses partenaires financiers
- ❖ Les Bureaux d'ingénieurs Conseils
- ❖ Les fournisseurs et entreprises de travaux spécialisés

➔ Bénéficiaires de la Composante

L'ensemble de la population des gouvernorats de Sousse, Monastir, Mahdia, SFAX, Gabes, Médenine et Tataouine qui représente 31% de la population du pays.

➔ Programmation Spatio-Temporelle des Actions et des Investissements

Tableau 29 : Programmation Spatio-Temporelle des Actions et des Investissements (Dessalement Eau de Mer)

	Coût total en milliers DT	2025-2030	2030-2035
SDEM JERBA (25 000 m³/j)	38 000	38 000	
SDEM SOUSSE (50 000 m³/j)	75 000	75 000	
SDEM SFAX (100 000 m³/j)	150 000		150 000
SDEM ZARAT (50 000 m³/j)	75 000		75 000
Nouvelle SDEM ZARZIS (50 000 m³/j)	150 000	150 000	
Total	**488 000**	**263 000**	**225 000**

➔ Effets Economiques, Sociaux, Environnementaux et Territoriaux

- ❖ Garantir une eau de qualité et en quantité suffisante dans l'année pour tous les usagers
- ❖ Baisse de la pression sur les ressources souterraines
- ❖ Améliorer la qualité des eaux usées traitées et accroître l'attractivité de la REUSE

➔ Financement

Les partenaires financiers de la SONEDE et en particulier ceux qui ont financé les premières phases à savoir la KFW et JICA.

IV.2.8 Promotion des Technologies Numériques au service du Bloc Eau Potable

➔ Conditions Initiales

La SONEDE procède au comptage des volumes d'eau à tous les niveaux de ses activités depuis le prélèvement d'eau dans le milieu naturel jusque chez l'abonné.

Chez l'abonné, le compteur est mécanique. Il est relevé une fois tous les 3 mois pour les usagers domestiques et apparentés et exceptionnellement une fois par mois pour les gros abonnés.

La majorité des compteurs « abonnés » sont prééquipés pour recevoir une sonde à contact sec pour un relevé à distance.

D'autre part, les réseaux ne sont pas suffisamment sectorisés et équipés de capteurs de débits et de pression connectés.

A l'ère du numérique et du besoin d'information en temps réel de l'usager d'une part et du distributeur d'eau d'autre part, l'information n'est donc disponible souvent que trop tard (fuite d'eau ou excès de consommation côté abonné, compteur bloqué).

Les réseaux d'eau potable, vieillissants, enregistrent des pertes importantes.

Le renouvellement ne s'est pas fait à temps et il est difficile voire impossible de rattraper rapidement le retard cumulé. Aussi, La solution pour un meilleur rendement passe-t-elle par l'accélération de la digitalisation des réseaux, la généralisation de l'acquisition des données à distance par des compteurs communicants et l'utilisation de l'intelligence artificielle, qui permettront de renouveler le réseau de façon plus ciblée.

En combinant l'ensemble des informations provenant de compteurs communicants et autres capteurs (pression, hydrophones), des applications « métier » permettent de détecter les fuites et de réagir en temps réel.

La mutualisation du réseau de communication avec celui de la STEG permettra de rationaliser le déploiement d'infrastructures de communication

➔ Actions en Cours et/ou Planifiées

La SONEDE, avec le concours financier de l'AFD, s'est lancée dans la mise en place d'un système d'information géographique (SIG) depuis 2018. La mise en place du SIG permet d'initier la transformation digitale de l'entreprise, et de répondre aux principales problématiques liées à la gestion de ses services.

Aujourd'hui, l'acquisition de matériel, le déploiement de la solution et la formation des utilisateurs sont bien avancés et plus de 75% du réseau est digitalisé.

Il convient également de rappeler aussi qu'à l'initiative de la SONEDE, un mastère en « Géomatique et gestion des systèmes d'AEP » a été créé et qui est à sa 4ème génération.

Les conditions de base requises pour le passage aux applications métier et à l'utilisation de l'IA sont donc en bonne voie d'être réunies.

➔ Les Attentes

- ❖ Digitaliser la totalité des réseaux d'eau.
- ❖ Généraliser l'équipement des réseaux par des compteurs et autres capteurs communicants (compteurs d'eau, capteur de pression, hydrophones, etc.)
- ❖ Equiper les compteurs « abonnés » de transmetteurs ou les remplacer par des compteurs nativement communicants.
- ❖ Développer de l'IA pour traiter l'information reçue et la convertir en actions priorisées pour la recherche et la réparation des fuites et le ciblage des investissements de renouvellement (intervenir au bon endroit et au bon moment, et éviter les interventions non nécessaires).
- ❖ Facturation en temps réel, suivi de la consommation, information en temps réel des abonnés et alerte en cas de fuite ou surconsommation.

➔ Le Contenu en Actions » en Rapport avec les Attentes (Evaluation de la Pertinence)

- Etendre le SIG à l'ensemble du pays (connaissance précise des réseaux et des équipements et géolocalisation)
- Equiper progressivement les abonnés de compteurs communicants, en commençant par des opérations pilote dans chaque District.
- Démarcher la STEG pour une mutualisation des réseaux de communication
- Etendre la sectorisation des réseaux de distribution et les équiper des capteurs nécessaires
- Développer les applications relevant de l'IA pour améliorer l'identification des fuites

➔ **Acteurs de la Réalisation et de la Mise en Œuvre**

- SONEDE et ses partenaires financiers
- Les Bureaux d'ingénieurs Conseils
- Les fournisseurs et entreprises de travaux spécialisés

➔ **Les Bénéficiaires**

Le Distributeur d'eau et l'ensemble de la population du pays.

➔ **Programmation Spatio-Temporelle des Actions**

Tableau 30 : Programmation Spatio-Temporelle des Actions (Technologies Numériques AEP)

Actions	Unité	Objectifs à l'échéance		
		2030	2040	2050
Compteurs communicants ou transmetteurs sur existants	% abonnés équipés	2%	62%	100%
SIG	% réseaux	70%	100%	

➔ **Échéancier des investissements**

Tableau 31 : Echéancier des investissements (Technologies Numériques AEP)

Actions	Coût Total (Millions DT)	Réalisation par phase		
		2025-2030	2031-2040	2041-2050
Compteurs communicants	660	13	396	251
SIG	20	14	6	-

➔ **Effets Economiques, Sociaux, Environnementaux et Territoriaux**

- Meilleure information des usagers et incitation à l'économie d'eau
- Ciblage des actions de renouvellement des réseaux et rationalisation des investissements
- Amélioration des rendements des réseaux

➔ **Le « Coût/Avantage » Indicatif**

Une étude réalisée dans les pays de l'UE en 2014 sur le comptage intelligent en électricité a montré que les avantages de la solution dépassent les coûts dans la plupart des pays membres.

(Voir : www.encyclopedie-energie.org/compteur-communicant)

➔ **Le Financement**

Les partenaires financiers de la SONEDE et en particulier la Banque mondiale et la KFW.

IV.2.9 Renforcement des Réserves de Sécurité

➔ Conditions initiales

Les réservoirs de distribution ont des capacités se situant de 25 à 50% de la demande journalière et n'ont pas de rôle de sécurisation du service face à une interruption des systèmes de production d'eau de plus de quelques heures par jour.

Pour les grands centres de demande, il est courant de constituer des réserves de sécurité d'eau brute de quelques jours de consommation pour palier à des cas de crise.

Avec le Changement Climatique, il faut s'attendre à ce que les aléas sur les ressources de surface augmentent et les cas d'interruption de la production deviennent fréquents, d'où l'importance de doter les grands centres urbains de réserves d'eau de quelques jours de consommation.

En Tunisie et en l'état actuel, seuls les 4 gouvernorats du Grand Tunis possèdent en commun des réserves de sécurité de plus de 2 semaines de consommation, constituées des retenues d'eau de Ghdir El Golla (2,8 millions de m^3) et de Mornaguia (12 millions de m^3).

➔ Actions en Cours et/ou Planifiées

Le Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche (Direction Générale des Barrages et des Grands Travaux Hydrauliques, avec le concours financier du FADES, réalise actuellement une retenue d'eau à Kalaa Kebira dans le gouvernorat de Sousse, ayant pour but de :

- Optimiser le fonctionnement des adductions de transfert des eaux du Nord Belli-Sahel-Sfax (remplissage de la retenue à débit constant sur l'année avec des eaux brutes).
- Sécuriser le service d'AEP pour l'ensemble des gouvernorats de Sousse, Monastir, Mahdia et Sfax (réserves de sécurité en cas de rupture des conduites de transfert et complément de ressources durant les pointes de l'été).

D'autres ouvrages associés sont également en cours de construction, parmi lesquels on cite une station de traitement de 4 m^3/s et un réseau d'interconnexion.

➔ Attentes et Objectifs

- Identifier les risques d'interruption du service de quelques jours d'une manière récurrente pour les grands centres urbains (aléas sur les ressources principalement).
- Etudier les solutions de constitution de réserves d'eau de plusieurs jours de consommations pour les centres les plus vulnérables et les programmer.

➔ Contenu en Actions » et Rapport avec les Attentes (Evaluation de la Pertinence)

- Etudes des risques et des solutions envisageables
- Construction de réserves d'eau traitée ou d'eau prétraitée avec station de filtration

➔ Acteurs de la Réalisation et de la Mise en Œuvre

- La SONEDE et ses partenaires financiers
- Les Bureaux d'ingénieurs Conseils
- Les fournisseurs et entreprises de travaux spécialisés

➔ Les Bénéficiaires

L'ensemble de la population des zones risquant des ruptures d'alimentation en eau potable.

➔ La Programmation Spatio-Temporelle des Actions

Il est difficile dans le présent cadre de planification à très long terme d'identifier la programmation spatio-temporelle des composantes d'une telle action. Aussi, seule une enveloppe budgétaire globale décomposée en deux « tranches » est proposée dans ce qui suit.

➔ **Echéancier des Investissements**

Tableau 32 : Echéancier des investissements (Réserves de Sécurité AEP)

Actions	Coût Total (Millions DT)	Réalisation par phase	
		2031-2040	2041-2050
Réserves d'eau et stations de filtration	500	250	250

➔ **Effets Economique, Sociaux, Environnementaux et Territoriaux**

❖ Sécurisation du service d'eau

➔ **Le financement**

Les partenaires financiers de la SONEDE.

IV.2.10 Mobilisation « Amont » des Ressources en Eaux Douces

IV.2.10.1. Identification de Nouveaux Sites de Barrages Potentiels

Traditionnellement, le choix des sites de barrages se basait en Tunisie sur les avantages technico-économiques offerts par chaque site. La stratégie Eau 2050 a adopté une orientation se référant une « approche intégrée », qui prend en compte la mobilisation de l'ensemble des ressources en eaux : de surface et souterraines.

Cette orientation est en cohérence avec le programme de nouveaux barrages tels que Douimis (fin d'exécution prévue en 2023), Kebir Gafsa (achevé en 2020), Mellègue Amont (fin d'exécution prévue en 2024), Saida (fin d'exécution prévue en 2024) et Kalaa Kebira (fin d'exécution prévue 2024) .

Ces ouvrages sont appelés à renforcer la mobilisation des ressources nouvelles et permettront de sécuriser l'alimentation en eau pour répondre aux différents segments de la demande.

Dans le cadre d'Eau 2050, trente et un (31) sites de barrages potentiels ont été identifiés, en préfaisabilité, de capacités additionnelles de 1 514 Mm^3, réparties sur les unités hydrauliques de la Tunisie comme suit :

Tableau 33 : Répartition des barrages potentiels par unité hydraulique

Unité hydrauliques	Nombre de barrages potentiels	Potentiel mobilisable
L'extrême Nord et l'Ichkeul-Bizerte	9	325
La haute vallée de la Medjerda	12	913
La basse vallée de la Medjerda et le Cap Bon	5	36
La Tunisie Centrale	5	240

Le Tableau ci-dessous présente les caractéristiques de ces barrages.

Il est à noter que l'estimation des coûts des barrages a été basé sur la référence des coûts estimés à l'année 2022 du barrage de Melah Amont soit 5.2 DT/m^3

IV.2.10.2. Planification de la Réalisation des Barrages

La planification des barrages par horizon tient compte des facteurs suivants.

➔ **Fin de Vie de Barrages Existants par Envasement**

Les barrages ayant une durée de vie qui ne dépasse pas 2050 (tels que Mellègue, Siliana , Sidi Saad…) seront prioritaires.

L'action consiste dans la mesure du possible à rehausser ces barrages, le cas échéant de programmer leur remplacement.

Sur cette base il y aura les remplacements suivants :

- Mellègue Amont, dont les travaux sont en cours de finalisation, remplace Mellègue à l'horizon 2025.
- Siliana 1, un projet en cours d'études, remplacera les ouvrages existants Siliana et Rmil. Le barrage entra en service alors entre 2030 et 2035 ;
- Boudoukhane et Ouediene sont proposés par le Consultant pour remplacer Lebna qui sera en fin de vie vers 2072.
- Pont Trajan et Oued Zarga peuvent jouer le rôle de bassin relais sur le circuit hydraulique et seront programmés dans la décennie en cours : mise en eau (2030-2035).

➔ **Exigence de la Satisfaction Prioritaire de la Demande en Eau potable**

Les efforts de mobilisation viseront en priorité les barrages qui se situent dans le bassin de l'extrême nord et Ichkeul et sur les affluents rive gauche de la Mejerdah.

Ces barrages seront planifiés pour rentrer en service entre 2030 et 2035.

➔ **Prise en compte de la Proximité des Réseaux de Transfert Existants**

La proximité aux réseaux de transfert existants ou projetés est présentée comme critère pour la planification. Les barrages facilement connectables sur les axes de transferts seront planifiés en priorité.

➔ **Etat Récapitulatif de l'Ensemble des 54 Actions « Barrages »**

Le tableau suivant récapitule la planification de cinquante-quatre (54) barrages par horizon : 2023-2025 ; 2026-2030 ; 2031-2040 et 2041-2050.

Le rehaussement des barrages existants est proposé en vue d'augmenter les volumes d'eau de surface mobilisable d'une part et de compenser la perte de stockage induite par l'envasement d'autre part. Bien entendu cette opération devrait être accompagné par une maitrise des rejets en amont des retenues d'eau.

L'étude stratégique pour le développement du gouvernorat de Zaghouan à l'horizon 2030 a proposé un programme de dépollution du bassin de l'Oued Méliane dont les composantes sont :

Aménagement du complexe d'épuration au sud de l'oued ;

- ✓ Assainissement de la zone d'habitat de Bir Mchergua et installation d'une station d'épuration ;
- ✓ Assainissement de Bir Mchergua Gare et installation d'une station de pompage ;
- ✓ Mise en place d'une station d'épuration et trois stations de pompage à Jebel El Ouest ;
- ✓ Aménagement de la station de traitement au sein de l'usine de marbre bord du lac et installation de bassins de stockage d'eau ;
- ✓ Doter la société Golden Krispi d'une station de traitement des eaux usées ;
- ✓ Aménagement de la station de traitement au sein de la société tuniso-italienne de conditionnement des huiles ;
- ✓ Assainissement des eaux usées dans les zones industrielles 1 et 2 de Jebel El Ouest.

Le coût de ce programme est estimé à 100 millions de DT et sa réalisation est programmée durant le quinquennat 2016-2021. Certaines composantes sont déjà engagées en particulier les travaux d'exécution de la station d'épuration de la ville de Djebel El Oust.

Cette action de contrôle des rejets en particulier industriel est développée d'avantage en bloc IV du présent rapport.

Tableau 34 : Barrages Horizon 2023-2025

Barrage	Type	Gouvernorat	Unités hydrauliques	Capacité (Mm3)	Coût de base 2022 (MDT)	Réhaussée potentielle (Mm3)	Coût estimatif rehaussement potentiel à 2022 (MDT)	Commentaires	Horizon du projet
Saida	En cours	Manouba	La basse vallée de la Medjerda et le Cap Bon	45	166	6.8	14	Projet en cours fin des travaux prévu 2024	2023-2025
Kalaa kebira	En cours	Sousse	La Tunisie centrale	33	110			Projet en cours fin des travaux prévu 2024	2023-2025
Mellègue amont	En cours	El Kef	La haute vallée de la Medjerda	195	277		-	Projet en cours fin des travaux prévu 2024	2023-2025
Douimis	En cours	Bizerte	L'extrême Nord et l'Ichkeul-Bizerte	45	60			Projet en cours fin des travaux prévu 2023	2023-2025
Bou Heurtma	A rehausser	Jendouba	La haute vallée de la Medjerda	112		33	70	Projet de surélévation en cours-fin des travaux prévue 2025- avec la possibilité de programmer Ghezala et Magroun aval pour le remplacer par la suite	2023-2025
Sidi Saad	A rehausser	Kairouan	La Tunisie centrale	209	-	132	45	APD en cours et les résultats montre que le rehaussement est possible mais il faut étudier l'impact de la salinité élevée de sebkhet naguadha	2023-2025

Tableau 35 : Barrages Horizon 2026-2030

Barrage	Type	Gouvernorat	Unités hydrauliques	Capacité (Mm3)	Coût de base 2022 (MDT)	Réhaussée potentielle (Mm3)	Coût estimatif rehaussement potentiel à 2022 (MDT)	Commentaires	Horizon du projet	Mise en eau recommandée (Sécurisation AEP)
Khalled	Programmé	Béja	La haute vallée de la Medjerda	27	160	14.9	32	APD achevées -Travaux prévus 2023	2026-2030	
Eddir	Programmé	Jendouba	La haute vallée de la Medjerda	12	80	4.3	9	Site prioritaire pour la sécurité AEP. Etudes achevées.	2026-2030	D'ici 2035
Tessa	Programmé	Siliana/Kef	La haute vallée de la Medjerda	44	256	42	89	En cours d'exécution (étude et supervision ISL ingénierie).La future rehausse proposée est difficile à mettre en œuvre pour des problèmes fonciers selon la DGBGTH.	2026-2030	
Raghai(Sidi Meskine)	Programmé	Jendouba	La haute vallée de la Medjerda	29	232			Le site de Sidi Meskine est le même que le barrage programmé Raghai qui est en phase d'APD. Fin des études prévus en 2023. Son financement par KfW est accordé et les travaux commence début 2025.	2026-2030	D'ici 2035
Melah Amont	Programmé	Jendouba	L'extrême Nord et l'Ichkeul-Bizerte	70	300		-	Site prioritaire pour la sécurité AEP. Révision des études en cours (ISL ingénierie)	2026-2030	D'ici 2035

Barrage	Type	Gouvernorat	Unités hydrauliques	Capacité (Mm3)	Coût de base 2022 (MDT)	Réhaussée potentielle (Mm3)	Coût estimatif rehaussement potentiel à 2022 (MDT)	Commentaires	Horizon du projet	Mise en eau recommandée (Sécurisation AEP)
Siliana 4	A rehausser	Siliana	La haute vallée de la Medjerda	70	-	11	15.5	APD rehaussement achevées	2026-2030	
Nebhana	A rehausser	Kairouan	La Tunisie centrale	86		10	20	d'APD montre la possibilité de rehausser le niveau de retenue normale de 2m. La surélévation est à avancer à l'horizon 2026/2030 vu que ce barrage sera une composante du projet de transfert de l'excédent des eaux du nord vers le centre.	2026-2030	

Tableau 36 : Barrages Horizon 2031-2040

Barrage	Type	Gouvernorat	Unités hydrauliques	Capacité (Mm3)	Coût de base 2022 (MDT)	Réhaussée potentielle (Mm3)	Coût estimatif rehaussement potentiel à 2022 (MDT)	Commentaires	Horizon du projet	Lancement des études recommandé	Mise en eau recommandée (Sécurisation AEP)
Oued Zarga	Potentiel	Béja	La haute vallée de la Medjerda	380	1 986			Site prioritaire pour la sécurité AEP. Etudes prévues en 2028 selon DGBGTH	2031-2040	2023	D'ici 2035
Pont Trajan	Potentiel	Béja	La haute vallée de la Medjerda	199	1040			Le site de Pont Trajan est remplacé par celui de Béja.			
Béja (remplace Pont Trajan)	Potentiel	Béja	La haute vallée de la Medjerda	50	100	-	-	Site prioritaire pour la sécurité AEP. Etudes Achevées. La DGBGTH a proposé le site de barrage Béja au lieu de celui de Pont Trajan. **Une APD faite par la DGBGTH** montre la possibilité d'exécution de barrage Béja •Localisation : à environ 5 km au Nord de la ville de Béja • Cote crête : 230 • Hauteur : 47m • Longueur en crête : 224m • Apport annuel moyen : 18 million de m3	2031-2040	2023	D'ici 2035
Sidi Amor	Potentiel	Jendouba	L'extrême Nord et l'Ichkeul-Bizerte	122	638			Site prioritaire pour la sécurité AEP. Etudes prévues en 2030 selon DGBGTH	2031-2040	2023	D'ici 2035
Hammam	Potentiel	Jendouba	La haute vallée de la Medjerda	82	429			Site prioritaire pour la sécurité AEP. Etudes prévues en 2034 selon DGBGTH	2031-2040	2023	D'ici 2035

Barrage	Type	Gouvernorat	Unités hydrauliques	Capacité (Mm3)	Coût de base 2022 (MDT)	Réhaussée potentielle (Mm3)	Coût estimatif rehaussement potentiel à 2022 (MDT)	Commentaires	Horizon du projet	Lancement des études recommandé	Mise en eau recommandée (Sécurisation AEP)
Bellif	Potentiel	Béja	L'extrême Nord et l'Ichkeul-Bizerte	75	392			Le site de Bellif est remplacé par celui de Bouzenna	-		
Bouzenna (remplace Bellif)	Potentiel	Béja	L'extrême Nord et l'Ichkeul-Bizerte	39	150			Site prioritaire pour la sécurité AEP. Etudes prévues en 2027 selon DGBGTH. La DGBGTH a proposé le site de Bouzenna au lieu de celui de Bellif . **Une étude APS élaborée par le bureau SELKHOZPROMEXPORT** • Localisation : (107424.2,63055.1) ;(108049.5 ;62286.4) • Cote crête : 136 • Hauteur : 45m • Longueur en crête : 775m	2031-2040	2023	D'ici 2035
Mliz	Potentiel	Jendouba	La haute vallée de la Medjerda	32	167			Site prioritaire pour la sécurité AEP. Etudes prévues en 2037 selon DGBGTH. Le site est à confirmer vu la présence du Trias dans la région.	2031-2040	2023	D'ici 2035
Joumine amont site3	Potentiel	Bizerte	L'extrême Nord et l'Ichkeul-Bizerte	25	131			Site prioritaire pour la sécurité AEP. Etudes prévues en 2041 selon DGBGTH.	2031-2040	2023	D'ici 2035
Mechriaa مشرية	Potentiel	Bizerte	L'extrême Nord et l'Ichkeul-Bizerte	22	115			Site prioritaire pour la sécurité AEP. Etudes prévues en 2039 selon DGBGTH.	2031-2040	2023	D'ici 2035

Barrage	Type	Gouvernorat	Unités hydrauliques	Capacité (Mm3)	Coût de base 2022 (MDT)	Réhaussée potentielle (Mm3)	Coût estimatif rehaussement potentiel à 2022 (MDT)	Commentaires	Horizon du projet	Lancement des études recommandé	Mise en eau recommandée (Sécurisation AEP)
Tsiren ثيران	Potentiel	Bizerte	L'extrême Nord et l'Ichkeul-Bizerte	22	115			Site prioritaire pour la sécurité AEP. Sa retenue se situe probablement dans un champ de tir Militaire selon la DGBGTH (A vérifier dans les études ultérieures)	2031-2040	2023	D'ici 2035
Zerga amont	Potentiel	Jendouba	L'extrême Nord et l'Ichkeul-Bizerte	21	110			Site prioritaire pour la sécurité AEP. Etudes prévues en 2040 selon DGBGTH.	2031-2040	2023	D'ici 2035
Maaden amont	Potentiel	Béja	L'extrême Nord et l'Ichkeul-Bizerte	21	110			Site prioritaire pour la sécurité AEP. Etudes prévues en 2041 selon DGBGTH.	2031-2040	2023	D'ici 2035
Magroun Aval	Potentiel	Jendouba	La haute vallée de la Medjerda	19	99			Site prioritaire pour la sécurité AEP. Etudes prévues en 2030 selon DGBGTH	2031-2040	2023	D'ici 2035
Soufi	Potentiel	Jendouba	La haute vallée de la Medjerda	18	94			Site prioritaire pour la sécurité AEP. Etudes prévues en 2027 selon DGBGTH	2031-2040	2023	D'ici 2035
Maaden aval	Potentiel	Béja	L'extrême Nord et l'Ichkeul-Bizerte	13	68			Site prioritaire pour la sécurité AEP. Ce site a un impact sur la route d'accès à la ville de Nefza.	2031-2040	2023	D'ici 2035
Oudiene (Abida)	Potentiel	Nabeul	La basse vallée de la Medjerda et le Cap Bon	5	20			Etudes prévues en 2030 selon DGBGTH.	2031-2040		

Barrage	Type	Gouvernorat	Unités hydrauliques	Capacité (Mm3)	Coût de base 2022 (MDT)	Réhaussée potentielle (Mm3)	Coût estimatif rehaussement potentiel à 2022 (MDT)	Commentaires	Horizon du projet	Lancement des études recommandé	Mise en eau recommandée (Sécurisation AEP)
Boudokhane	Potentiel	Nabeul	La basse vallée de la Medjerda et le Cap Bon	5	10			Etudes prévues en 2031 selon DGBGTH.	2031-2040		
Masri amont	Potentiel	Nabeul	La basse vallée de la Medjerda et le Cap Bon	3	16			Le site de Masri Amont est remplacé par celui de Masri aval.	-		
Masri aval (remplace Masri Amont)	Potentiel	Nabeul	La basse vallée de la Medjerda et le Cap Bon	3	73			Ce site a fait l'objet d'une l'étude réalisée dans le cadre du partenariat SECADENORD/ SCP, **le site de Masri Amont a été considéré non intéressant. Par contre, le site de Masri Aval est reconnu intéressant** au même titre que la surélévation du barrage Masri existant. Ces deux actions permettront de sécuriser l'approvisionnement en eau du CMCB. Etudes prévues en 2027 selon DGBGTH.	2031-2040		
Charfou شافرو	Programmé	Manouba	La basse vallée de la Medjerda et le Cap Bon	8	14		-	Etudes achevées. il faut au préalable réaliser l'étude d'impact environnemental et social (problème foncier) selon la DGBGTH.	2031-2040		
Ouzafa I	Programmé	Siliana	La haute vallée de la Medjerda	33	100		-	Etudes APD achevées. Suite des études prévue en 2025 selon DGBGTH	2031-2040		

Barrage	Type	Gouvernorat	Unités hydrauliques	Capacité (Mm3)	Coût de base 2022 (MDT)	Réhaussée potentielle (Mm3)	Coût estimatif rehaussement potentiel à 2022 (MDT)	Commentaires	Horizon du projet	Lancement des études recommandé	Mise en eau recommandée (Sécurisation AEP)
Siliana I	Programmé	Siliana	La haute vallée de la Medjerda	8.7			-	Etudes achevées. ce projet est à reporter à l'échéance 2031/2040 après une simulation du rendement hydraulique des retenues de Siliana4 après sa rehausse et du futur barrage Ouzafa	2031-2040		
Rmel Bouficha	A rehausser	Sousse/ Zaghouan	La basse vallée de la Medjerda et le Cap Bon	23	-	17	35	Une étude d'APD montre la possibilité de rehausser le niveau de retenue normale de 2.5m, ce qui correspond à un volume en plus d'environ 17 Mm3, à un cout de 35MDT.La surélévation est à programmer à l'horizon 2031/2040 selon la DGBGTH.	2031-2040		
Barbara	A rehausser	Jendouba	La haute vallée de la Medjerda	74		9	20	Le rehaussement servira pour le renforcement de l'alimentation en eau des gouvernorats de Siliana et Kef. De même, pour la programmation de Sidi Soltane et Melilla (potentiel). Etudes de rehaussement prévues en 2031 selon DGBGTH. Programmer Sidi Soltane et Melilla (potentiels) pour le remplacer .	2031-2040		

Tableau 37 : Barrages Horizon 2041-2050

Barrage	Type	Gouvernorat	Unités hydrauliques	Capacité (Mm3)	Coût de base 2022 (MDT)	Réhaussée potentielle (Mm3)	Coût estimatif rehaussement potentiel à 2022 (MDT)	Commentaires	Horizon du projet
Om larayes	Potentiel	Gafsa	La Tunisie Centrale	95	496			Etudes prévus en 2033 selon la DGBGTH	2041-2050
Zegallas	Potentiel	Siliana / kairouan	La Tunisie Centrale	53	277			Etudes prévus en 2035 selon la DGBGTH	2041-2050
Rmal	Potentiel	El Kef	La haute vallée de la Medjerda	35	183			Etudes prévues en 2036 selon DGBGTH	2041-2050
Kessra Amont	Potentiel	Siliana / kairouan	La Tunisie Centrale	29	152			Etudes prévues en 2038 selon DGBGTH	2041-2050
Thelja amont	Potentiel	Gafsa	La Tunisie Centrale	25	131				2041-2050
Siliana 2	Potentiel	Siliana	La haute vallée de la Medjerda	23	120			Selon la DGBGTH, ce site ne peut pas être projeté avant l'échéance 2050 compte tenu des projets projetés dans ce bassin versant (surélévation du barrage existant siliana, barrage Ouzafa, barrage siliana 1)	2041-2050
Morra	Potentiel	Siliana / kairouan	La Tunisie Centrale	21	110				2041-2050
Thelja aval	Potentiel	Touzeur	La Tunisie Centrale	17	89				2041-2050
Khol	Potentiel	El Kef	La haute vallée de la Medjerda	15	78			La DGBGTH a prévu la construction d'un barrage collinaire sur ce cours d'eau.	2041-2050
Lahmar	Potentiel	Béja	La basse vallée de la Medjerda et le Cap Bon	7	37			La DGBGTH a prévu la construction d'un barrage collinaire sur ce cours d'eau	2041-2050

Barrage	Type	Gouvernorat	Unités hydrauliques	Capacité (Mm3)	Coût de base 2022 (MDT)	Réhaussée potentielle (Mm3)	Coût estimatif rehaussement potentiel à 2022 (MDT)	Commentaires	Horizon du projet
Boulaaba	Potentiel	Kasserine	La Tunisie centrale	58	110			Etudes prévues en 2025 selon la DGBGTH.A réaliser en cas de l'abandon de projet Khanguet zazia vu le problème environnemental causé par le rejet de l'usine de la Société Nationale de Cellulose et de Papier.	2041-2050
Khanguet Zazia	Programmé	Kasserine	La Tunisie centrale	74	130	54.9	116	Etudes achevées. Il faut au préalable résoudre le problème environnemental causé par le rejet de l'usine de la Société Nationale de Cellulose et de Papier. Vu ce problème, la DGBGTH est en train d'étudier un autre site en amont : Barrage Boulaaba capacité retenue 58Mm3, coût 110MDT.	2041-2050
El Zerga	A rehausser	Jendouba	L'extrême Nord et l'Ichkeul-Bizerte	24		8.8	19	Rehaussement possible-à étudier	2041-2050
Kebir	A rehausser	Jendouba	La haute vallée de la Medjerda	64		9.4	20	Rehaussement possible-à étudier	2041-2050
Gamgoum	A rehausser	Bizerte	L'extrême Nord et l'Ichkeul-Bizerte	18		2.9	6	Rehaussement possible-à étudier	2041-2050
Sarrat	A rehausser	El Kef	La haute vallée de la Medjerda	24		17.8	38	Rehaussement possible-à étudier	2041-2050
Bir Mcherga	A rehausser	Zaghouan	La basse vallée de la Medjerda et le Cap Bon	42		10.7	23	Rehaussement possible avec recommandation de revoir le problème des rejets polluants déversés dans la retenue de ce barrage et de trouver des solutions pour les salinités élevées.	2041-2050
El Harka	A rehausser	Bizerte	L'extrême Nord et l'Ichkeul-Bizerte	35		22.5	48	Rehaussement possible-à étudier	2041-2050

Barrage	Type	Gouvernorat	Unités hydrauliques	Capacité (Mm3)	Coût de base 2022 (MDT)	Réhaussée potentielle (Mm3)	Coût estimatif rehaussement potentiel à 2022 (MDT)	Commentaires	Horizon du projet
Ziatine	A rehausser	Bizerte	L'extrême Nord et l'Ichkeul-Bizerte	33		9	19	Rehaussement possible-à étudier	2041-2050
Sejnene	A rehausser	Bizerte	L'extrême Nord et l'Ichkeul-Bizerte	134	-	20	45	Rehaussement possible après la résolution du problème de l'évacuateur vanné.	2041-2050

IV.2.11 Les Equipements Nouveaux de Transfert et Transport d'Eau Potable - Cadre Eau 2050 -

IV.2.11.1. Circuit hydraulique

➔ Contexte et position du problème

Les Eaux de l'Extrême Nord de la Tunisie, abondantes, régulières et de qualité, constituent le « château d'eau potable », du pays avec un apport moyen de 1 180 Mm^3 par an.

La difficulté principale de l'exploitation des Eaux de l'Extrême Nord provient du fait que les principaux barrages sont sur la façade maritime, aux piémonts des versants des reliefs du Nord-Ouest et, pour certains, en bord de mer tel que Sidi El Barraq.

Ainsi, le pompage devient inévitable. Pour la période 2000-2018, les coûts élevés de la facture énergétique ont conduit les décideurs à la réduction du pompage et par conséquent à des pertes cumulées d'eau par évaporation et déversement représentant 83% des apports.

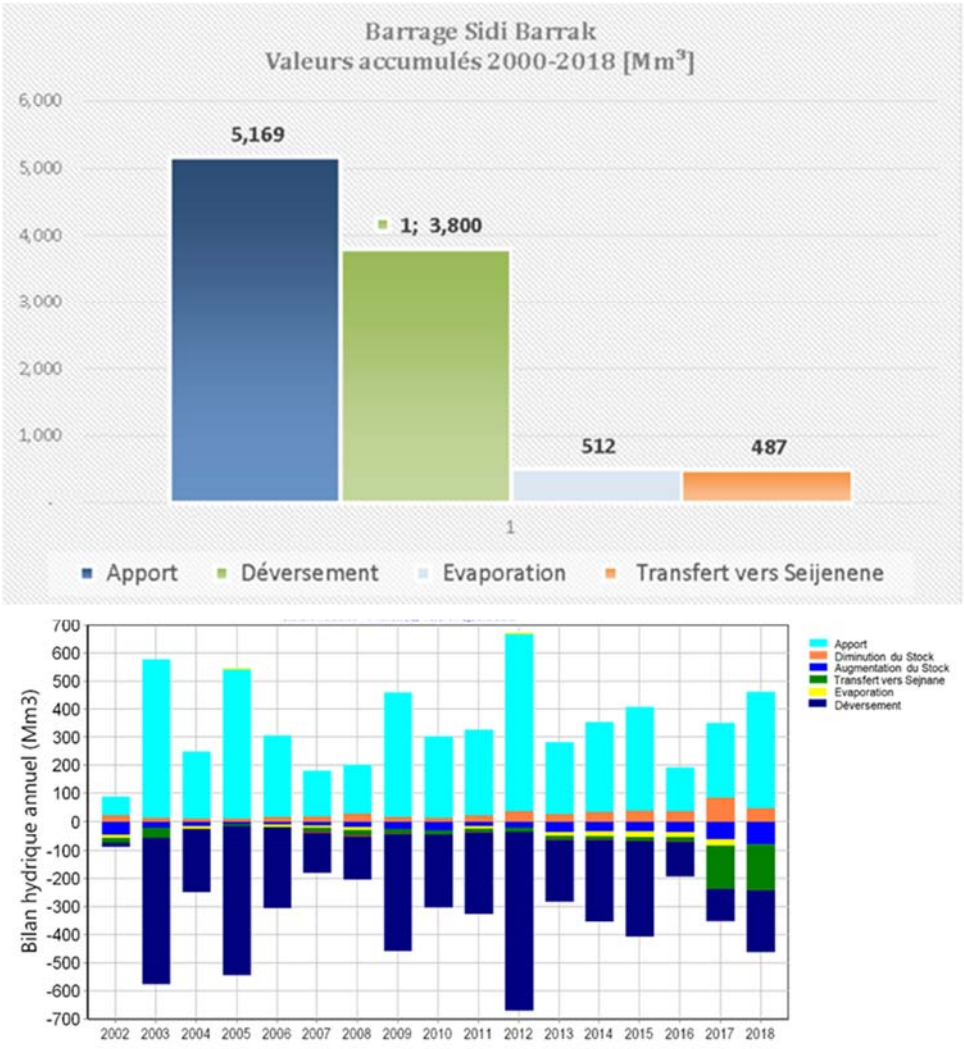


Figure 5 : Bilan hydrique cumulé 2000 à 2018 de Sidi Barraq

Le paradoxe est que le contexte naturel de relief et forêt, favorable à l'abondance et la régularité des ressources en eaux du Nord-Ouest, se transforme en contrainte pour le transfert : Le gravitaire étant pratiquement exclu car nécessitant d'ouvrir de très grandes tranchées avec la contrainte géologique et l'impact écologique, alors que le transfert sous conduite en charge est complexe du fait de l'escarpement, vallonnement et discontinuités (HMT trop importantes). Pour assurer le transfert, la ligne de charge doit être maitrisée par des pompages successifs, ce qui se traduit par une demande en énergie énorme et des coûts trop importants.

➔ Transfert Nord-Centre

Dans le cadre de l'étude de faisabilité de transfert d'eau du Nord au Centre de la Tunisie, le consultant a cherché l'analyse de l'opportunité du transfert des eaux de la zone nord vers la région du Centre, pour répondre au déséquilibre hydrologique qui caractérise la gestion des ressources en eaux entre les bassins du Nord, plutôt humide et les bassins du Centre de la Tunisie à caractère sec.

La première phase du projet « Analyse de la Situation Actuelle et l'Etude Préliminaire du Projet » est achevée. La phase 2a, appelée phase « APS », a porté sur l'étude approfondie du diagnostic des infrastructures de transferts existantes et le développement de différents scénarios de transfert.

Le Diagnostic du système de transfert d'eau existant entre le barrage Sidi El Barrak et le Canal Medjerda – Cap Bon (CMCB) en passant par le barrage Sejnene a abouti à des recommandations dont des mesures appelées « Mesures de Non-Regret ». La zone et les infrastructures concernées par le Diagnostic sont présentés dans la figure qui suit.

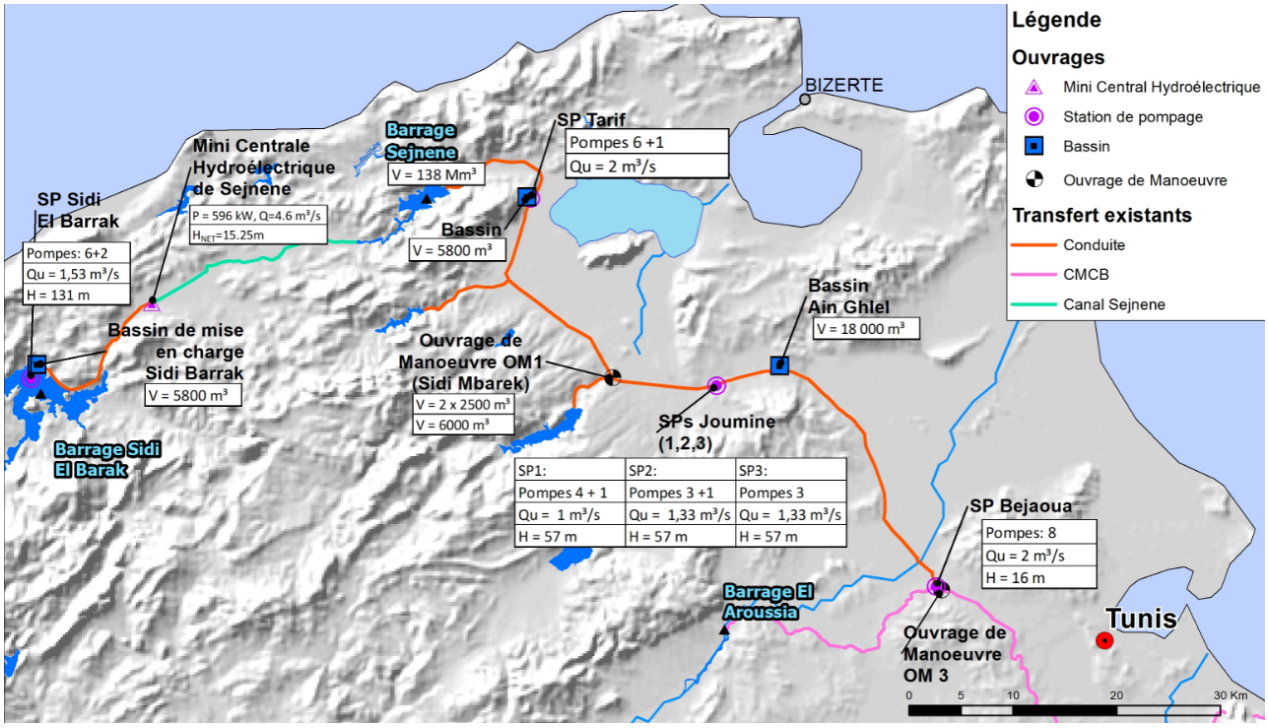


Figure 6 : Diagnostic, système de transfert existant de Sidi El Barrak à Sejnene et OM 3

Quant aux variantes de transfert, trois variantes de transfert ont été établies et analysées du Nord au centre de la Tunisie vers les barrages de Nebhana puis Sidi Saad.

- Variante 1 :

  a) Barrage Sidi El Barrak – Barrage Sejnene – Canal de la Medjerda/Cap Bon (CMCB) –Barrages Nebhana / Sidi Saad

  b) similaire à la Variante 1 avec la prise en compte du Barrage Melah Amont prévu en amont du barrage Sidi El Barrak

- Variante 2 Barrage Sidi El Barrak – Barrage Sidi Salem – Barrage Nebhana / Sidi Saad
- Variante 3 Barrages Melilla/Barbara – Barrage collinaire Slama – Barrage Sidi Saad

Les Variantes et sous-Variantes sont présentées sur la figure suivante :

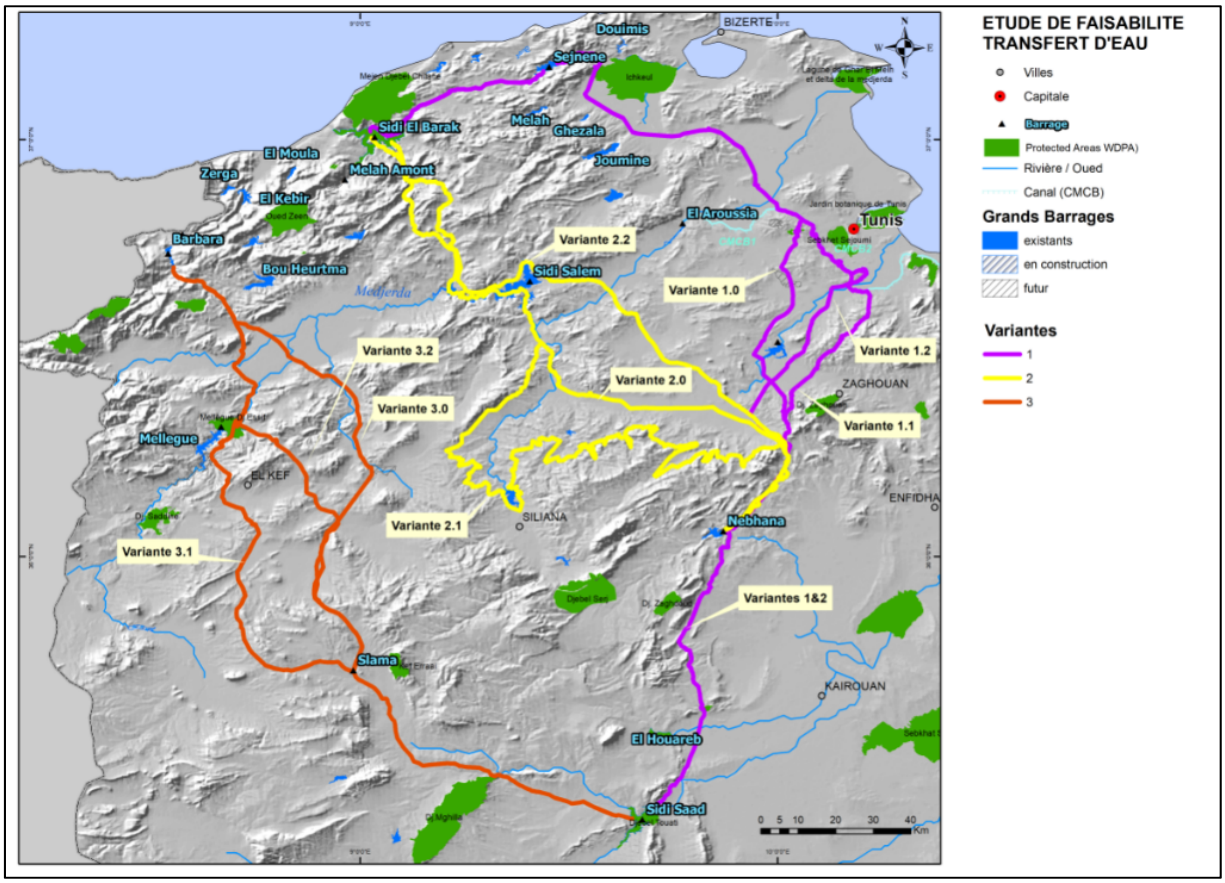


Figure 7 : Routes principales des variantes de transfert du nord au centre de la Tunisie

Différentes simulations et modélisations ont été réalisées en ce qui concerne les quantités des eaux à transférer et les infrastructures techniques correspondantes.

Sur la base des résultats de l'AMC, il a été recommandé d'analyser en détail dans la Phase 2b, appelée phase « APD » du projet :

La Variante 1a, capacité de transfert 10 m³/s, avec :

- La sous-variante 1.2 : Barrage Sidi El Barrak – Barrage Sejnene – Canal de la Medjerda/Cap Bon (CMCB) – Barrages Nebhana / Sidi Saad ainsi que.
- La sous-variante 1.0 étant donné que la différence entre la Varianta 1.2 avec moins que 2% est relativement petite.

Comme il a été souhaité par la DGBGTH, de prendre en considération le projet en cours d'étude du barrage Melah Amont.

Les résultats de l'étude de transfert de l'excédent des eaux du Nord vers le centre de la Tunisie à fait ressortir cinq (05) projets d'un coût total de 2533 Millions dinars à savoir :

- Projet 1 : Les mesures non-regret du système de transfert existant (SEB – BEJAOUA), pour un coût de 104MDT. La planification des travaux est prévue pour 2024/2026 ;
- Projet 2 : Construction barrage MELAH AMONT et transfert gravitaire de 4 m3/s vers Canal SEJNENE avec un coût 465MDT. La planification des travaux est prévue pour 2025/2031
  - Sous-Composante : Construction barrage MELAH AMONT
  - Sous-Composante : Transfert gravitaire MELAH AMONT vers Canal SEJNANE de 4 m3/s
- Projet 3 : Augmentation des capacités de transfert du barrage SIDI EL BARREK à BEJAOUA , le coût est de 918MDT. La planification des travaux est prévue pour 2024/2030
  - Sous-Composante : SEB - SEJNENE : augmentation de 4 m3/s
  - Sous-Composante : SEJNENE - BEJAOUA : augmentation de 10 m3/s ;
- Projet 4 : Transfert de BEJAOUA vers barrage NEBHANA avec une capacité de 4 m3/s, pour un coût de 493MDT. La planification des travaux est prévue pour 2024/2029 ;
- Projet 5 : Transfert du barrage NEBHANA vers SIDI SAAD avec une capacité de 4 m3/s, le coût est de 553MDT. La planification des travaux est prévue pour 2026/2032.

Selon la phase APD en cours, le transfert à partir du barrage Melah amont vers Sejnene sera assuré gravitairement. Une 3ème file est prévue à partir de Barrage Sajnène et une 4ème file qui s'ajouterait au 3 déjà existants à partir de la station de pompage Ettaref.

➔ Un Projet Pilote de Type « Nexus Eau - Energie » à l'Extrême-Nord

La stratégie « EAU 2050 », depuis son démarrage, s'est résolument placée dans le cadre général d'un « Nexus Eau-Alimentation-Energie ». C'est en conformité avec cette orientation que le Consultant propose un projet pilote de minimiser le coût énergétique du Transfert des eaux de l'Extrême Nord vers le barrage Saida, en se référant, au potentiel significatif en énergie renouvelable.

Divers scénarios et variantes de scénarios ont été identifiés par le Consultant pour l'analyse de préfaisabilité des itinéraires possibles du circuit hydraulique permettant d'aboutir à un renforcement de la sécurité en eau potable des grands axes de transfert vers les gros pôles de consommation (Nord-Est et Centre-Est).

La préfaisabilité s'est basée sur une « approche intégrée », qui tient compte de la synergie entre les différents projets, principalement l'« Etude de faisabilité de transfert d'eau du Nord au Centre de la Tunisie », l' « Etude du barrage Melah Amont » et l'« Etude de Station de Transfert d'Energie de Pompage (STEP) » de la STEG.

➔ Les Scénarios de Transfert et les Variantes

Le système de transfert existant (Figure ci-dessous) fonctionne comme suit : la Station de Pompage Sidi El Baraq (SP-SEB) refoule les eaux depuis la cote d'aspiration de 17m NGT vers un Bassin de Mise en Charge (BMC-SEB) d'une capacité de 5 800 m3 à la cote 144m NGT.

Les eaux sont ensuite transférées gravitairement par conduite vers la mini centrale hydroélectrique (MCH) de Sejnene située à l'amont du canal Sejnene avant de se jeter dans l'oued Sejnene et se retrouver dans la retenue de Sejnene.

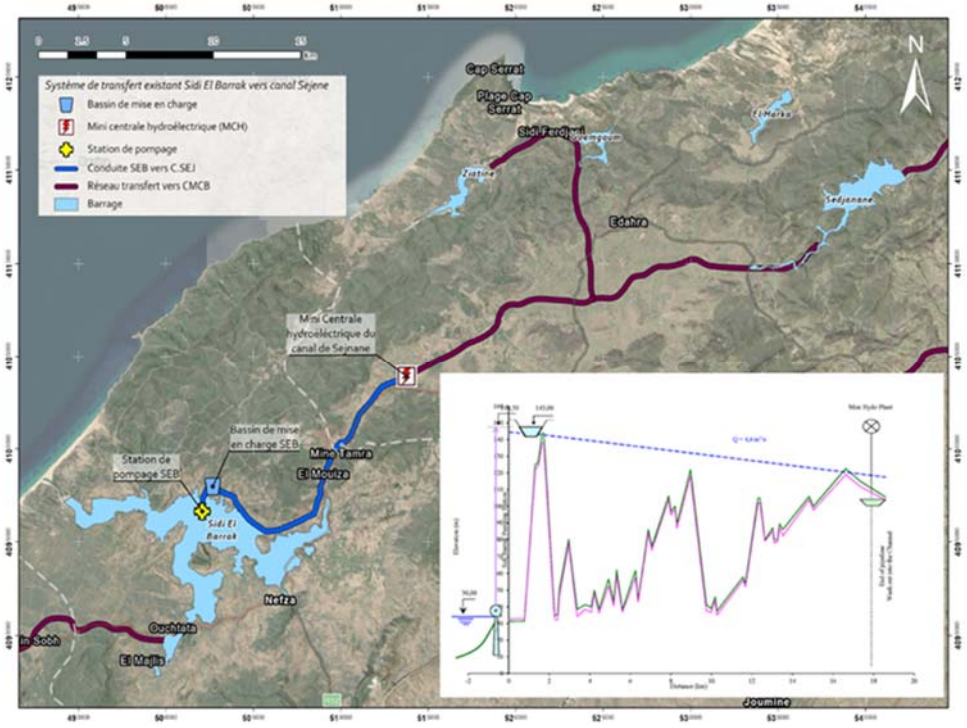


Figure 8 : Système de transfert existant d Barrage Sidi El Barraq jusqu'au Canal Sejnene

L'itinéraire du circuit hydraulique est délimité à l'amont par le barrage Sidi El Barraq comme pièce maitresse pour la mobilisation des ressources en eaux de l'extrême Nord et par le barrage Sejnane à l'aval, comme ouvrage clé pour le transfert des eaux de l'extrême Nord vers le Nord-Est et le Centre-Est.

Trois (03) scénario et treize (13) variantes sont analysés pour évaluer la préfaisabilité du projet.

✓ Scénario « Sc1 » : Branchement sur le réseau de transfert de Melah Amont

Ce scénario se base sur le projet de transfert entre le barrage Melah amont et la MCH de Sejnene étant donné que le site Gué 1 est retenu.

Pour ce scénario il est proposé deux variantes pour l'implantation d'une nouvelle station de pompage :

- Sc1-1 : Refoulement depuis SP1 jusqu'au branchement B1 connecté sur la conduite de transfert Melah amont (P1-MCH Sejnene)
- Sc1-2 : Refoulement depuis SP2 jusqu'au branchement B2 connecté sur la conduite de transfert Melah amont (P1-MCH Sejnene)

L'augmentation de la capacité de transfert vers la MCH va être assurée par la conduite arrivant de Melah Amont. Cette conduite sera utilisée quand le transfert de Melah n'est pas assuré et ainsi le pompage supplémentaire depuis Sidi el Barrak va l'alimenter.

Les branchements peuvent être à l'origine d'un brise de charge de la conduite de transfert. Par conséquent, la pression de l'eau doit être maîtrisée pour assurer la continuité de la ligne de charge.

La faisabilité de branchement est vérifiée par la modélisation moyennant le logiciel CEBELMAIL (Annexe).

La figure ci-dessous présente les tracés des variantes. Le profil hydraulique de chaque variante est présenté en annexe.

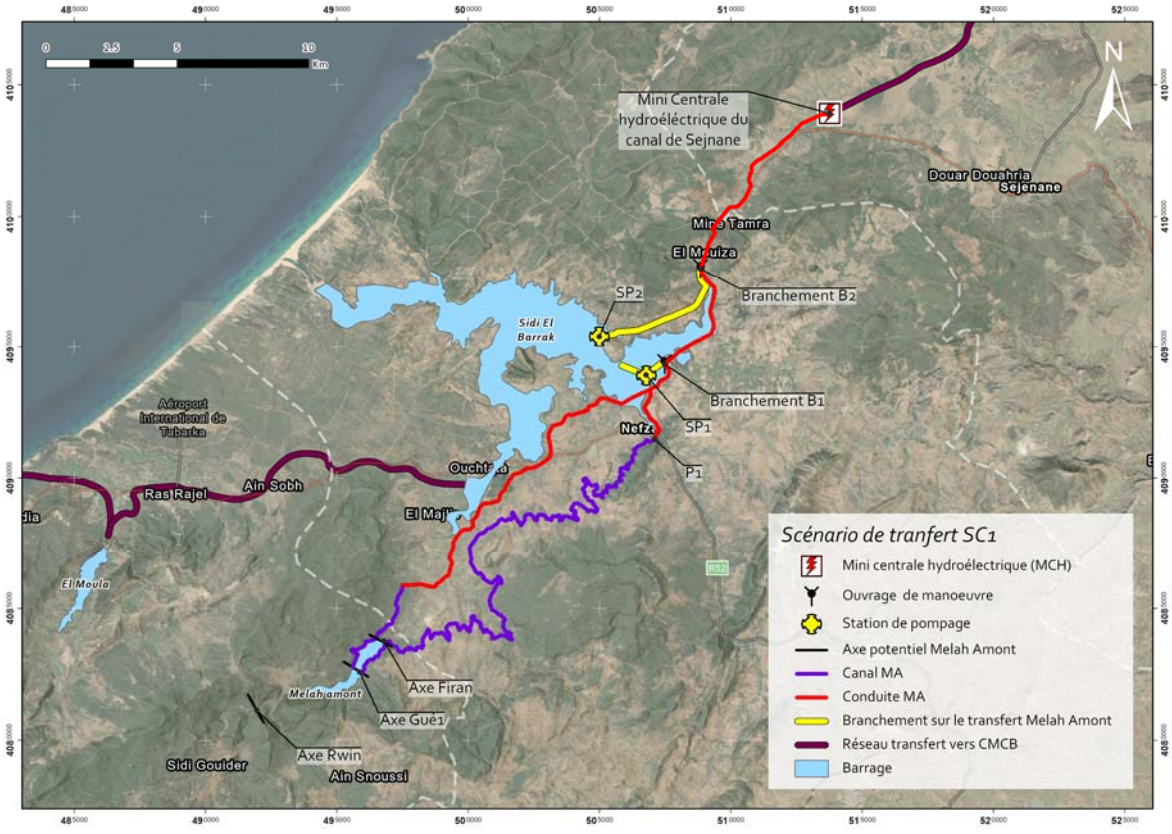


Figure 9 : Les variantes du scénario SC1

✓ Scénario « Sc2 » : Nouveau système de transfert vers la mini centrale hydroélectrique parallèle à l'existant passant par Tamra avec Huit (08) Variantes

Huit (08) variantes sont possibles pour renforcer le système de transfert existant entre Sidi el Barraq et Sejenene selon (i) le site du pompage (SP1ou SP2 ou SP-SEB), (ii) les ouvrages à retenir (conduite ou canal), et (iii) les aménagements possibles pour passer la colline de Tamra (Tunnel/Tranchée).

Ces variantes permettent de réduire la hauteur de pompage (initialement 132 m HMT) de 11 m à 30 m.

Les variantes se présentent comme suit :

- Sc2-1 : Refoulement depuis SP1 jusqu'au brise charge BC au point haut de 123m puis une conduite gravitaire jusqu'à la MCH de Sejnene,
- Sc2-2 : Refoulement depuis SP1 jusqu'à l'entrée du tunnel puis une conduite gravitaire jusqu'à la MCH de Sejnene
- Sc2-3 : Refoulement depuis SP1 jusqu'à l'entrée du tunnel puis un canal gravitaire jusqu'à la MCH de Sejnene,

- Sc2-4 : Refoulement depuis SP1 jusqu'à la tranchée puis une conduite gravitaire jusqu'à la MCH de Sejnene,
- Sc2-5 : Refoulement depuis SP2 jusqu'à l'entrée du tunnel puis une conduite gravitaire jusqu'à la MCH de Sejnene,
- Sc2-6 : Refoulement depuis SP2 jusqu'à l'entrée du tunnel puis un canal gravitaire jusqu'à la MCH de Sejnene,
- Sc2-7 : Refoulement depuis SP2 jusqu'à le début de la tranchée puis une conduite gravitaire jusqu'à la MCH de Sejnene,
- Sc2-8 : Refoulement depuis SP SEB jusqu'au nouveau bassin de mise en charge (BMC) situé à une côte 131 NGT soit 13m au-dessous de l'ancien BMC SEB situé à 144NGT puis la même conduite gravitaire existante jusqu'à la MCH de Sejnene.

Le graphique suivant présente les tracés des huit variantes.

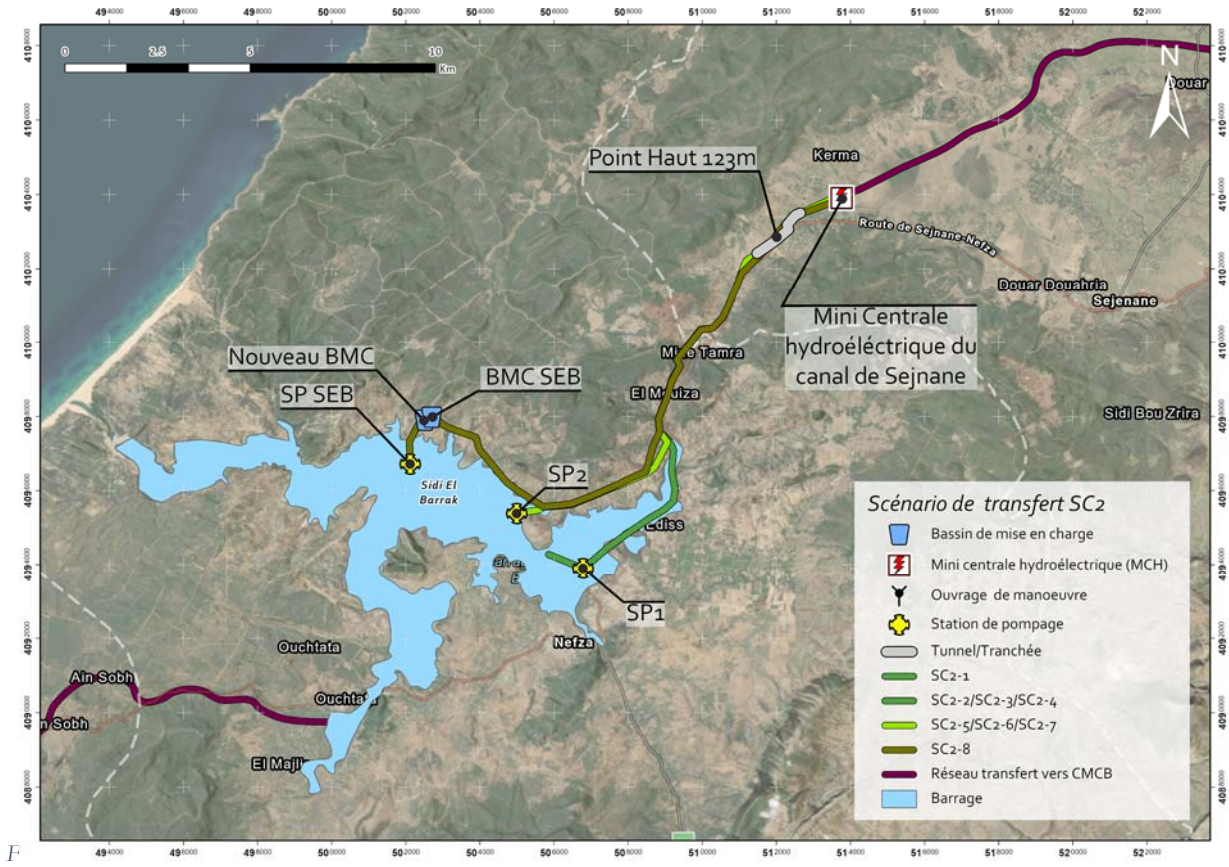


Figure 10 : Scénario SC2 et ses variantes

✓ Scénario « Sc3 » : Nouveau système de transfert longeant le littoral vers les barrages de Ziatine et Gamgoum avec Trois (03) Variantes

Dans ce scénario, les barrages de Ziatine et Guemgoum serviront comme des ouvrages tampons afin d'augmenter les volumes transférés depuis barrage Sidi El Barraq.

Le transfert sera assuré gravitairement depuis SEB jusqu'aux stations de pompage SP3 ou SP4 pour refouler vers les deux barrages Ziatine et Guemgoum.

Trois variantes sont proposées sous ce scénario :

- Sc3-1 : Transfert gravitaire suivant le littoral depuis la retenue de SEB jusqu'à la SP3 qui refoule vers Ziatine.
- Sc3-2 : Transfert gravitaire suivant le littoral depuis la retenue de SEB jusqu'à la SP4 qui refoule vers Gamgoum.
- Sc3-3 : Transfert gravitaire suivant le littoral depuis la retenue de SEB jusqu'à la SP4 qui refoule vers Ziatine et Gamgoum.

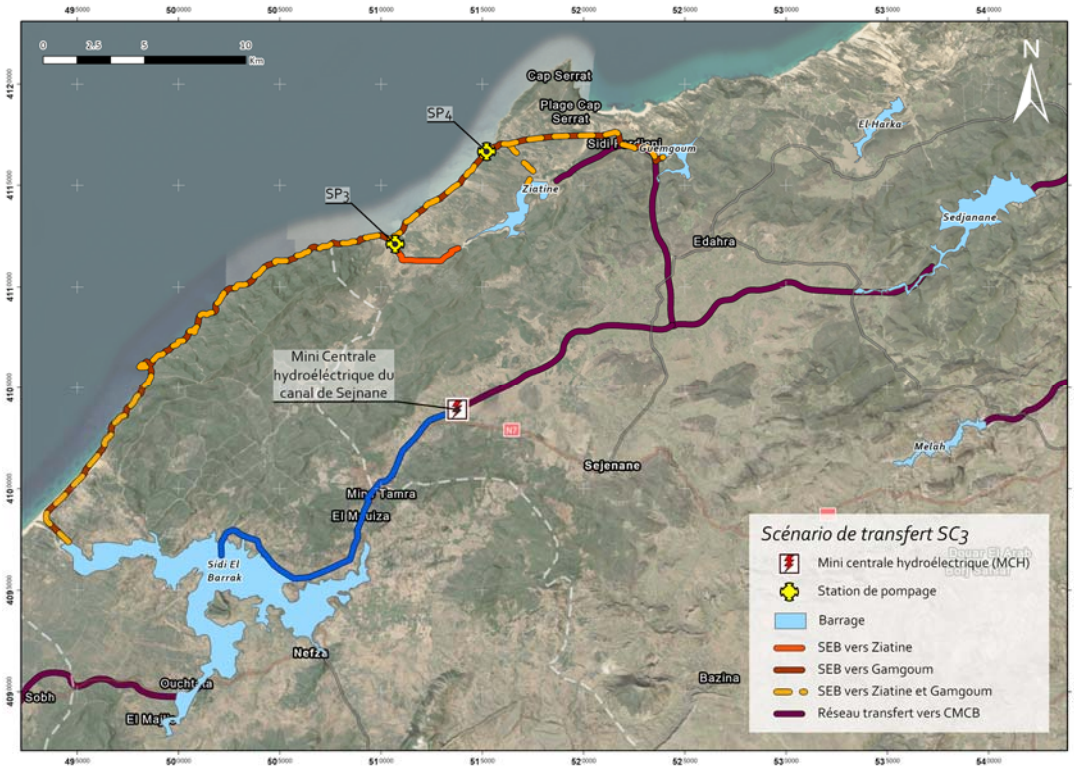


Figure 11 : Scénario SC3 et ses variantes

✓ Estimation des Coûts des Variantes

L'estimation des coûts de chaque variante se fait à partir de la « décomposition en coûts » suivante :

- Coût des stations de pompage : c'est le coût d'une station de pompage équivalente à la puissance demandée pour refouler la HMT nécessaire de chaque variante en se référant aux coûts actualisés (2022) de la station de pompage de Sidi El Barrak (SP SEB) ;
- Coût des réseaux de conduites /canaux : Les linéaires des conduites sont relevés directement des tracés des variantes. Les prix unitaires actualisés pour différentes dimensions ont été collectés.
- Coût des travaux génie civil : Ces coûts regroupent le tunnel, la tranchée et le Bassin de Mise Charge.
- Coût des énergies renouvelables : l'estimation est détaillée en annexe (Annexe4) ;
- Coût de la protection du canal : Afin d'assurer la fonction de protection physique des individus des accidents au niveau du canal, une clôture de protection a été prise en compte. Quant aux piquages illicites, une surveillance continue par les équipes de la garde forestière sera la solution optimale pour affronter les piquages illicites.
- Coûts évités : Ce sont les coûts qu'on évitera si on active le potentiel du circuit hydraulique du Nord à savoir le dessalement estimé en 2020 à 42.7 Mm^3 pour la SONEDE avec un coût moyen de dessalement de 3DT/m^3 les coûts dépensés en énergie conventionnelle (Facture de la STEG)

Le tableau sen Annexe présente les coûts des investissements détaillés élaborés pour l'ensemble des treize variantes.

➔ Analyse Multi Critère (AMC) du transfert

✓ Les Critères de Classification

Le résultat attendu de l'Analyse-Multi-Critère (AMC) est d'avoir un classement des variantes selon des critères d'analyse préalablement définis, afin de dégager les solutions les plus avantageuses et en identifier celle qui est la plus optimale.

L'objectif est de trouver la meilleure solution pour le transfert des eaux depuis le barrage Sidi El Barrak jusqu'au canal Sejnene qui doit être énergétiquement la plus durable, la moins impactante négativement sur le plan socio-environnemental, la plus rentable en termes de coûts évités ou réduits et la moins couteuse en termes d'investissement.

L'analyse s'est basée sur les critères suivants :

- Des critères économiques (ECO) :
  - Coûts des investissements
  - Coûts évités en dessalement
  - Coûts évités en énergie conventionnelle (STEG)
- Des critères environnementaux (ENV) :
  - Impacts sur le domaine forestier : les forêts constituent un facteur important influant la pluviométrie et sa régularité.
  - Impacts sur le littoral
- Des critères sociaux[21] (SOC) :
  - Impacts sur le domaine agricole
  - Impacts sur le domaine public (routes, lignes de HT/BT…)

Quant au poids de pondération de ces critères, deux sets de ratios ont été testés tel que décrit ci-dessous :

- Test 1 : ECO 1/3 – ENV 1/3 – SOC1/3
- Test 2 : ECO 1/2 – ENV 1/4 – SOC1/4

Et ce afin de tester la sensibilité du modèle d'analyse.

✓ Les Résultats de l'AMC

Pour chaque critère, un classement ascendant des variantes a été fait : le moins couteux sera classé premier. De même pour les impacts sociaux et environnementaux : le moins impactant passera en premier devant le plus impactant. Les scénarios pourraient avoir le même classement s'ils ont le même coût ou bien le même impact.

Un score pour chaque groupe de critères donnera une moyenne arithmétique à part égale entre les critères du même groupe. Ainsi, trois critères économiques auront un part d'influence d'un tier (1/3). Alors que deux critères environnementaux auront chacun une part égale à la moitié (1/2) et ce de même pour les critères sociaux (1/2).

Une fois les scores calculés, une moyenne de ces scores permettra d'avoir un score total final pour chaque variante.

Un test de sensibilité du modèle d'analyse a été effectué pour vérifier sa robustesse. Les deux ratios cités dans le paragraphe précèdent, ont été alors appliqués.

- Test1 : Les trois groupes de critères à influence égale : ratios d'un tier (1/3) partout.
- Test2 : Le groupe critères économiques aura une influence double par rapport aux deux autres groupes : ratios (1/2) - (1/4) - (1/4) .

Les tableaux ci-dessous résume l'analyse multicritère effectuée.

21 Ces critères ont été évalués subjectivement dans le cadre d'une étude de préfaisabilité.

Tableau 38 : Notes attribuées aux variantes pour les différents critères

			I. Critères économiques					II. Critères environnementaux		III. Critères sociaux	
			1			2	3	4	5	6	7
			Coûts des investissements (MDT)			Coûts évités en dessal (MDT)	Couts évités en Eng Conv - STEG (MDT)	Domaine forestier	littoral	Domaine public	Domaine agricole
ID	Variante	Description	Coût total - PV	Coût total - EO	Coût total - PV/OE						
1	Ex	SP SEB-2 files-BMC-C.SEJ	25.6	17.7	20	0	0	0	0	0	0
2	SC1-1	SEB SP1-B1-MAC.SEJ	45.7	39.4	41	128.1	1.6	0	0	0	0
3	SC1-2	SEB SP2-B2-MAC.SEJ	90.3	79.7	77	128.1	-1.9	0	0	1	1
4	SC2-1	SEB SP1-BC-C.SEJ	99.0	93.1	96	128.1	0.5	0	0	1	2
5	SC2-2	SEB SP1-Tunnel (conduite)-C.SEJ	105.6	98.1	100	128.1	1.3	0	0	1	2
6	SC2-3	SEB SP1-Tunnel (Canal)-C.SEJ	97.1	90.8	92	128.1	1.4	0	0	1	2
7	SC2-4	SEB SP1-Tranchée (conduite)-C.SEJ	102.7	95.2	97	128.1	1.3	0	0	1	2
8	SC2-5	SEB SP2-Tunnel (conduite)-C.SEJ	97.1	90.8	92	128.1	1.4	0	0	1	2
9	SC2-6	SEB SP2-Tunnel (Canal)-C.SEJ	105.8	98.3	100	128.1	1.3	0	0	1	2
10	SC2-7	SEB SP2-Tranchée (conduite)-C.SEJ	103.0	95.4	97	128.1	1.3	0	0	1	2
11	SC2-8	SP SEB-Nv BMC-C.SEJ	73.1	67.2	70	128.1	0.7	0	0	0	0
12	SC3-1	SEB-SP3-Ziatine	151.2	145.7	147	128.1	2.3	0	1	3	1
13	SC3-2	SEB-SP3-Gamgoum	194.7	189.2	191	128.1	2.1	1	1	1	2
14	SC3-3	SEB-SP3-Ziatine & Gamgoum	204.5	199.0	200	128.1	2.1	1	1	2	2

Tableau 39 : Classements et scores des variantes

			Classements critères économiques			Score ECO	Classements critères environnementaux		Score ENV	Classement critères sociaux		Score SOC	Moyenne des scores (Score total final)		Classement des variantes	
			1	2	3	I.	4	5	II.	6	7	III.	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2
N°	Var	Description	Classement Couts Investissement	Classement Cout évités Dessalement	Classement Cout évités Eng. Conv. (STEG)	Score ECO (1/3 partout)	Classement IE1	Classement IE2	Score IE (1/2 partout)	Classement IS1	Classement IS2	Score IS (1/2 partout)	Ratios 1/3-1/3-1/3	Ratios 1/2-1/4-1/4	1/3-1/3-1/3	1/2-1/4-1/4
1	Ext	SP SEB-2 files-BMC-C.SEJ	1	2	9	4	1	1	1	1	1	1	1.6	2.2	3	3
2	SC1-1	SEB SP1-B1-MAC.SEJ	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1.2	1.5	1	1
3	SC1-2	SEB SP2-B2-MAC.SEJ	4	1	10	5	1	1	1	2	2	2	2.2	2.9	6	7
4	SC2-1	SEB SP1-BC-C.SEJ	5	1	8	5	1	1	1	2	3	3	2.4	3.0	8	8
5	SC2-2	SEB SP1-Tunnel (conduite)-C.SEJ	11	1	4	5	1	1	1	2	3	3	2.6	3.4	10	11
6	SC2-3	SEB SP1-Tunnel (Canal)-C.SEJ	7	1	3	4	1	1	1	2	3	3	2.1	2.5	4	4
7	SC2-4	SEB SP1-Tranchée (conduite)-C.SEJ	9	1	4	5	1	1	1	2	3	3	2.3	2.9	7	6
8	SC2-5	SEB SP2-Tunnel (conduite)-C.SEJ	6	1	3	3	1	1	1	2	3	3	2.1	2.5	5	5

Tableau 39 : Classements et scores des variantes

			Classements critères économiques			Score ECO	Classements critères environnementaux		Score ENV	Classement critères sociaux		Score SOC	Moyenne des scores (Score total final)		Classement des variantes	
			1	2	3	I.	4	5	II.	6	7	III.	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2
N°	Var	Description	Classement Couts Investissement	Classement Cout évités Dessalement	Classement Cout évités Eng. Conv. (STEG)	Score ECO (1/3 partout)	Classement IE1	Classement IE2	Score IE (1/2 partout)	Classement IS1	Classement IS2	Score IS (1/2 partout)	Ratios 1/3-1/3-1/3	Ratios 1/2-1/4-1/4	1/3-1/3-1/3	1/2-1/4-1/4
9	SC2-6	SEB SP2-Tunnel (Canal)-C.SEJ	10	1	6	6	1	1	1	2	3	3	2.7	3.5	12	12
10	SC2-7	SEB SP2-Tranchée (conduite) -C.SEJ	8	1	6	5	1	1	1	2	3	3	2.5	3.2	9	9
11	SC2-8	SP SEB-Nv BMC-C.SEJ	3	1	7	4	1	1	1	1	1	1	1.5	2.0	2	2
12	SC3-1	SEB-SP3-Ziatine	12	1	1	5	1	2	2	4	2	3	2.7	3.3	11	10
13	SC3-2	SEB-SP3-Gamgoum	13	1	5	6	2	2	2	2	3	3	2.9	3.6	13	13
14	SC3-3	SEB-SP3-Ziatine & Gamgoum	14	1	5	7	2	2	2	3	3	3	3.1	3.9	14	14

Tableau 40 : Tableau Récapitulatif de Scénarisation

			I. Critères économiques					II. Critères environnementaux		III. Critères sociaux		Classements critères économiques			Score ECO	Classements critère environnementaux		Score ENV	Classement critères sociaux		Score SOC	Moyenne des scores (Score total final)		Classement des variantes	
			1			2	3	4	5	6	7	1	2	3	I.	4	5	II.	6	7	III.	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2
			Coûts des investissements (MDT)			Coûts évités en dessal (MDT)	Couts évités en Eng Conv - STEG (MDT)	Domaine forestier	littoral	Domaine public	Domaine agricole	Classement Couts Invest	Classement Cout évités Dessal	Classement Cout évités Eng Conv	score eco (1/3 partout)	Classement IE1	Classement IE2	score IE (1/2 partout)	Classement IS1	Classement IS2	score IS(1/2 partout)	ratios	ratios		
ID	Variante	Description	Coût total - PV	Coût total - EO	Coût total - PV/OE																	1/3-1/3-1/3	1/2-1/4-1/4	1/3-1/3-1/3	1/2-1/4-1/4
1	Ex	SP SEB-2 files-BMC-C.SEJ	25.6	17.7	20	0	0	0	0	0	0	1	2	7	3	1	1	1	1	1	1	1.6	2.2	3	3
2	SC1-1	SEB SP1-B1-MAC.SEJ	45.7	39.4	41	128.1	1.6	0	0	0	0	2	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1.2	1.5	1	1
3	SC1-2	SEB SP2-B2-MAC.SEJ	90.3	79.7	77	128.1	-1.9	0	0	1	1	4	1	8	4	1	1	1	2	2	2	2.2	2.9	6	7
4	SC2-1	SEB SP1-BC-C.SEJ	99.0	93.1	96	128.1	0.5	0	0	1	2	6	1	6	4	1	1	1	2	3	3	2.4	3.0	8	8
5	SC2-2	SEB SP1-Tunnel (conduite)-C.SEJ	105.6	98.1	100	128.1	1.3	0	0	1	2	9	1	5	5	1	1	1	2	3	3	2.6	3.4	10	11
6	SC2-3	SEB SP1-Tunnel (Canal)-C.SEJ	97.1	90.8	92	128.1	1.4	0	0	1	2	5	1	4	3	1	1	1	2	3	3	2.1	2.5	4	4
7	SC2-4	SEB SP1-Tranchée (conduite)-C.SEJ	102.7	95.2	97	128.1	1.3	0	0	1	2	7	1	4	4	1	1	1	2	3	3	2.3	2.9	7	6
8	SC2-5	SEB SP2-Tunnel (conduite)-C.SEJ	97.1	90.8	92	128.1	1.4	0	0	1	2	5	1	4	3	1	1	1	2	3	3	2.1	2.5	5	5
9	SC2-6	SEB SP2-Tunnel (Canal)-C.SEJ	105.8	98.3	100	128.1	1.3	0	0	1	2	10	1	5	5	1	1	1	2	3	3	2.7	3.5	12	12
10	SC2-7	SEB SP2-Tranchée (conduite)-C.SEJ	103.0	95.4	97	128.1	1.3	0	0	1	2	8	1	5	5	1	1	1	2	3	3	2.5	3.2	9	9
11	SC2-8	SP SEB-Nv BMC-C.SEJ	73.1	67.2	70	128.1	0.7	0	0	0	0	3	1	5	3	1	1	1	1	1	1	1.5	2.0	2	2
12	SC3-1	SEB-SP3-Ziatine	151.2	145.7	147	128.1	2.3	0	1	3	1	11	1	1	4	1	2	2	4	2	3	2.7	3.3	11	10
13	SC3-2	SEB-SP3-Gamgoum	194.7	189.2	191	128.1	2.1	1	1	1	2	12	1	2	5	2	2	2	2	3	3	2.9	3.6	13	13
14	SC3-3	SEB-SP3-Ziatine & Gamgoum	204.5	199.0	200	128.1	2.1	1	1	2	2	13	1	2	5	2	2	2	3	3	3	3.1	3.9	14	14

			I. Critères économiques					II. Critères environnementaux		III. Critères sociaux		Classements critères économiques			Score ECO	Classements critère environnementaux		Score ENV	Classement critères sociaux		Score SOC	Moyenne des scores (Score total final)		Classement des variantes	
			1			2	3	4	5	6	7	1	2	3	I.	4	5	II.	6	7	III.	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2
			Coûts des investissements (MDT)			Coûts évités en dessal (MDT)	Couts évités en Eng Conv - STEG (MDT)															ratios	ratios		
ID	Variante	Description	Coût total - PV	Coût total - EO	Coût total - PV/OE			Domaine forestier	littoral	Domaine public	Domaine agricole	Classement Couts Invest	Classement Cout évités Dessal	Classement Cout évités Eng Conv	score eco (1/3 partout)	Classement IE1	Classement IE2	score IE (1/2 partout)	Classement IS1	Classement IS2	score IS(1/2 partout)	1/3-1/3-1/3	1/2-1/4-1/4	1/3 - 1/3 - 1/3	1/2 - 1/4 - 1/4
1	Ex	SP SEB-2 files-BMC-C.SEJ	25,6	17,7	20	0	0	0	0	0	0	1	2	7	3	1	1	1	1	1	1	1,6	2,2	3	3
2	SC1-1	SEB SP1-B1-MAC.SEJ	45,7	39,4	41	128,1	1,6	0	0	0	0	2	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1,2	1,5	1	1
3	SC1-2	SEB SP2-B2-MAC.SEJ	90,3	79,7	77	128,1	-1,9	0	0	1	1	4	1	8	4	1	1	1	2	2	2	2,2	2,9	6	7
4	SC2-1	SEB SP1-BC-C.SEJ	99,0	93,1	96	128,1	0,5	0	0	1	2	6	1	6	4	1	1	1	2	3	3	2,4	3,0	8	8
5	SC2-2	SEB SP1-Tunnel (conduite)-C.SEJ	105,6	98,1	100	128,1	1,3	0	0	1	2	9	1	5	5	1	1	1	2	3	3	2,6	3,4	10	11
6	SC2-3	SEB SP1-Tunnel (Canal)-C.SEJ	97,1	90,8	92	128,1	1,4	0	0	1	2	5	1	4	3	1	1	1	2	3	3	2,1	2,5	4	4
7	SC2-4	SEB SP1-Tranchée (conduite)-C.SEJ	102,7	95,2	97	128,1	1,3	0	0	1	2	7	1	4	4	1	1	1	2	3	3	2,3	2,9	7	6
8	SC2-5	SEB SP2-Tunnel (conduite)-C.SEJ	97,1	90,8	92	128,1	1,4	0	0	1	2	5	1	4	3	1	1	1	2	3	3	2,1	2,5	5	5
9	SC2-6	SEB SP2-Tunnel (Canal)-C.SEJ	105,8	98,3	100	128,1	1,3	0	0	1	2	10	1	5	5	1	1	1	2	3	3	2,7	3,5	12	12
10	SC2-7	SEB SP2-Tranchée (conduite)-C.SEJ	103,0	95,4	97	128,1	1,3	0	0	1	2	8	1	5	5	1	1	1	2	3	3	2,5	3,2	9	9
11	SC2-8	SP SEB-Nv BMC-C.SEJ	73,1	67,2	70	128,1	0,7	0	0	0	0	3	1	5	3	1	1	1	1	1	1	1,5	2,0	2	2
12	SC3-1	SEB-SP3-Ziatine	151,2	145,7	147	128,1	2,3	0	1	3	1	11	1	1	4	1	2	2	4	2	3	2,7	3,3	11	10
13	SC3-2	SEB-SP3-Gamgoum	194,7	189,2	191	128,1	2,1	1	1	1	2	12	1	2	5	2	2	2	2	3	3	2,9	3,6	13	13
14	SC3-3	SEB-SP3-Ziatine & Gamgoum	204,5	199,0	200	128,1	2,1	1	1	2	2	13	1	2	5	2	2	2	3	3	3	3,1	3,9	14	14

Les cinq meilleures solutions selon cette analyse se classent comme suit, par ordre de préférence :

1) Sc1-1(SEB SP1-B1-MAC.SEJ): La solution de branchement sur le transfert depuis Maleh Amont à partir du premier site de pompage SP1 ;
2) Sc2-8(SP SEB-Nv BMC-C.SEJ) : Le transfert depuis Sidi El Barraq avec le nouveau bassin de mise en charge ;
3) Ext (SP SEB-2 files-BMC-C.SEJ) ;
4) Sc2-3 (SEB SP1-Tunnel (Canal)-C.SEJ) ;
5) Sc2-5 (SEB SP2-Tunnel (conduite)-C.SEJ) ;

✓ **La solution optimale retenue**

La solution optimale est celle du branchement sur le réseau de transfert depuis Melah Amont.

Le transfert sera alors composé de deux tronçons hydrauliques :

- Un canal gravitaire Melah Amont allant de l'Axe Gué 1 (Altitude 121m) jusqu'au point P1(507124E, 4091780N) (Altitude 120m) sur une longueur de 31,829 Km.
- Une conduite gravitaire d'une longueur 16,996 Km du point P1 jusqu'à la mini centrale hydroélectrique du canal Sejnene (Altitude 104m). Sur cette conduite, un branchement au niveau du point B1 (507485E, 4094613N) d'une nouvelle conduite de refoulement depuis la retenue de Sidi El Barrak (nouvelle station SP1 - Altitude 22 m).

Cette solution permet de :

- ✓ Optimiser et améliorer les volumes transférés et donc répondre aux appels d'eau croissants ;
- ✓ Limiter les déversements vers la mer ;
- ✓ Réduire les volumes d'eau de mer dessalés dans les zones en besoin (Sfax, Sahel…) ;
- ✓ Minimiser les coûts de construction ;
- ✓ Créer des offres d'emploi et participer au développement de la région;

IV.2.11.2. Conclusion à propos de la Composante Transfert

L'étude de préfaisabilité tel que cela a été présenté précédemment offre une orientation pertinente pour contourner deux contraintes importantes :

- Le problème du relief du Tell, barrière difficilement franchissable qui a freiné pendant des années les transferts réguliers, suffisants et de bonne qualité des eaux du Nord vers le reste du pays.
- La nécessité urgente de développer le réseau d'infrastructure de stockage des eaux de surface afin de faire face aux prévisions de demande dans un contexte de raréfaction des ressources en eaux.

La solution proposée, reste néanmoins tributaire de mesures d'accompagnement pour assurer son succès et sa durabilité.

La bonne gouvernance de la part des acteurs de l'Etat (SECADENORD, DGBGTH, CRDA, SONEDE…) et du privé (agriculteurs, autres usagers…) est primordiale. Cela permettra d'assurer la gestion interactive à travers des plateformes et des modes de concertation et d'harmonisation appropriés ;

La protection renforcée et le contrôle surveillé des réseaux de transfert contre les prélèvements illicites est indispensable pour assurer leur bon fonctionnement (le système de transfert de Sidi El Barraq vers le canal d'Oued Sejnene a enregistré un taux de perte de 25.3 %, induisant une perte d'énergie de pompage de 10 645 MWh[22]).

Les solutions peuvent aller jusqu'au revêtir le canal ou assurer la surveillance par un organisme ou institution public : la Garde forestière pourrait endosser ce rôle par exemple. Car cette Eau ne doit en aucun cas, être détournée de son objectif ultime.

[22] Etude de faisabilité de transfert d'eau du nord au centre de la Tunisie, Rapport Définitif – Phase 2a Volume 1 de 2, Avril 2022

IV.2.12 Eléments Complémentaires Techniques et de Coûts relatifs au Dessalement

IV.2.12.1. Conditions Initiales et Réalisations

Les premières actions de dessalement ont concerné le Sud Tunisien, dont la population représente 15% du total national, répartie entre milieu communal 70% et non communal 30%.

Les volumes distribués provenaient totalement des eaux souterraines jusqu'à l'année 2018, date d'entrée en service de la station de dessalement d'eau de mer de Djerba.

Lorsque l'on considère l'ensemble des usages, notamment agricoles, les nappes profondes et phréatiques du Sud sont surexploitées.

Le rendement des réseaux de distribution dans le Sud est le plus faible de tout le pays, enregistrant une moyenne de l'ordre de 64 % (59 % à Gafsa, Gabès 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.

Pour faire face aux besoins de la Région en eau potable, 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).

La situation avait similairement évolué dans le reste du Sud Tunisien pour affecter presque tous les gouvernorats et toutes les délégations.

Afin de faire face à l'ensemble de ces défis, la puissance publique (Etat et SONEDE) a élaboré une stratégie dédiée au cours du XIème plan de développement (2007-2011) et qui a été incluse dans le Contrat-Programme signé entre l'Etat et la SONEDE, la société nationale s'engageant à fournir une eau dont la salinité ne dépasse pas les 1,5 g/l.

Toutefois, pour répondre aux exigences de qualité qu'elle s'était fixée, la SONEDE a procédé à des études de faisabilité pour choisir entre le transfert des eaux et le dessalement sur place.

La décision a été arrêtée sur la base de l'Etude d'un « schéma global » incluant les régions du Cap Bon, Sahel, Sfax, Gabès, Médenine et Tataouine, qui a abouti aux choix suivants :

- **Cap Bon, Sahel, Sfax :** Eaux du Nord + Dessalement Eaux de Mer
- **Gabès :** Dessalement Eaux de mer
- **Médenine, Tataouine :** Dessalement Eaux Saumâtres + Nappes
- **Djerba :** Dessalement Eaux de Mer

La solution retenue était justifiée à la fois par la nécessité de réduire la pression sur les nappes de la Tunisie Centrale, et par la mobilisation des eaux du Nord à un volume modéré qui prend en compte les aléas climatiques (occurrence d'années sèches successives), c'est-à-dire assurer la sécurité d'approvisionnement en eau potable.

La première Phase de ce programme réalisée et mise en service depuis Juin 2017 a concerné les régions où la salinité de l'eau distribuée dépasse 2 g/l, avec la réalisation de 10 stations de dessalement d'Eaux saumâtres. Les localités concernées par ce programme sont : Mareth, Matmata, Douz, Kébili, Souk Lahad, Bel Khir, Tozeur, Beni Khedach, Hazoua et Nefta.

Pour les régions côtières du Sud-Est et du Sahel, la SONEDE a réalisé la station de dessalement d'eau de mer (SDEM) par osmose inverse, à Jerba de capacité 50.000 m3/j (horizon 2035) extensible à 75.000 m3/j et mise en exploitation en 2018.

IV.2.12.2. Les Actions en Cours et/ou Planifiées

La 2ème Phase de ce programme a concerné les localités dont la salinité de l'eau distribuée est comprise entre 1,5 et 2,0 g/l ; cette phase a porté sur 20 localités, avec 6 stations de dessalement d'eaux saumâtres en cours de réalisation. Les localités concernées sont : Meknassy, Mazzouna, Menzel Bouzaïene, Gafsa,

Gtar, Mdhilla, Rdeyef, Metlaoui, Oum Laârayes, Degueche, Ben Guerdene, Bchelly, Blidet, Jersine, Nouayel.

Pour les régions côtières du Sud-Est et du Sahel, la SONEDE a entamé la réalisation des stations de dessalement d'eau de mer (SDEM) par osmose inverse, à :

- Sousse : capacité 50.000 m^3/j extensible à 100.000 m3/j.
- Zarrat : capacité 50.000 m^3/j (horizon 2025) extensible à 100.000 m3/j (horizon 2035).

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

- Sfax : capacité de 100.000 m^3/j (horizon 2018) extensible à 200.000 m^3/j (horizon 2028).
- Kerkennah : capacité 6.000 m3/j extensible à 9.000 m^3/j; le projet, en cours d'étude, a été transformé en SDES de capacité 4.000 m3/j.
- Zarzis : capacité 50.000 m^3/j (en requête de financement).

➔ **Le Dessalement par les Particuliers**

Le dessalement au niveau des foyers existe en Tunisie et est pratiqué en initiative privée par une fraction de la population pouvant disposer du savoir technique et des moyens financiers. Des revendeurs des équipements de dessalement sont implantés dans les grandes villes.

Il serait opportun de vulgariser l'usage de ces équipements à travers des campagnes de sensibilisation (Médias, réseaux sociaux, etc.), et de faciliter leur acquisition Le coût d'achat d'un kit est d'autour de 400 DT, si la pression dans le réseau est suffisante.

Quant à la production / distribution d'eau dessalée (livraison par citernes) par de petites et moyennes entreprises, elle existe dans plusieurs villes au Sud, mais n'est pas structurée, ce qui peut entrainer des risques sanitaires. Il est alors de l'obligation de l'état de réglementer/contrôler cette activité.

➔ **Modes de Montage de Projets de Dessalement**

Les modes de montage institutionnel et financier de projets de dessalement se présentent comme suit.

- Mode "clé en main", également appelée EPC (engineering, procurement, and construction : Ingénierie, acquisition et construction), par le biais duquel l'entrepreneur privé est responsable de la conception, la construction de l'installation ;
- Le mode DBO (Design, build, operate : conception, construction, exploitation), où l'entrepreneur est également responsable de l'exploitation, pendant un nombre limité d'années, généralement de deux à cinq ;
- La méthode BOOT (build, own, operate, transfer : construction, propriété, exploitation, transfert), par laquelle 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 ;
- La méthode traditionnelle d'acquisition, également connue sous le nom de DBB, rarement utilisée pour les projets de dessalement. Sous la DBB (Design, bid, build : Conception, offre, construction), le propriétaire conserve le contrôle total mais assume également tous les risques.

➔ **Perspectives de Maitrise Technique et Managériale du Dessalement par la SONEDE**

L'exploitation des stations de dessalement relève de la Direction Centrale de la Production, et l'exploitation au quotidien actuelle est assurée par des services de production de la région de Medenine pour les SD du Centre-Est et du Sud-Est, et des Services d'exploitation des Districts dans la Région du Sud-Ouest.

Quant aux études elles sont assurées par la Direction du Dessalement et de l'Environnement de la Direction Centrale des Etudes.

L'organisation de la SONEDE a été réexaminée pour l'adapter au nombre important du parc stations de dessalement (26), dans le cadre du Plan Stratégique Organisationnel de la SONEDE (2016).

La SONEDE est en possession d'un acquis important de savoir-faire en termes de maitrise 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, il s'agit de relever que les projets de dessalement ont pris du retard par rapport au délai contractuel des Marchés (études ou travaux).

Ces retards seraient en rapport avec le caractère limité en matière de ressources humaines par rapport au volume des travaux, et en partie à mettre en relation avec la complexité de l'exécution des projets vu les problèmes fonciers, sociaux, et de confirmation et appropriation des ressources d'approvisionnement de ces stations en eaux brutes (PNAQ1 et PNAQ2 et SDEM).

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.

Néanmoins, les retours d'expérience d'exploitation des SDEM restent encore limités pour tirer des conclusions définitives dans un sens ou l'autre.

Il reste fortement envisagé qu'à moyen terme le degré de maîtrise de l'exploitation des SDEM par le personnel de la SONEDE et le respect des coûts associés atteignent celui des 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 est appelé à être mis en place prochainement dans le cadre de la réalisation du PNAQ2 (financement KFW).

Dans la pratique, l'intégration du savoir-faire dans le domaine de l'exploitation, prendra du temps en raison de la contrainte embauche. 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). L'embauche et la formation de ce nouveau personnel prendra plus de temps que les délais de construction des futures SD. Le risque de ne pas trouver tout le personnel nécessaire existe également ce qui signifie qu'une partie de l'exploitation pourrait devoir être sous-traitée au secteur privé.

Le niveau de connaissance, de compétences et d'engagement du personnel intervenant dans le domaine des études et d'exploitation des stations de dessalement est encore très hétérogène et demande une 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.

➔ Evolution de la Technologie et des Coûts du Dessalement

La technologie de dessalement évolue rapidement et les coûts continuent de bisser. Entre 1980 et 2005, le coût de production de l'eau dessalée a diminué de plus de la moitié. Bien que le dessalement demeure coûteux par rapport 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. Ces progrès se feront dans 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, pour laquelle les coûts devraient diminuer des 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 l'OI 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 qui ont une consommation d'énergie plus faible et des moyens moins coûteux d'atténuer les impacts environnementaux de la saumure et des déchets associés du dessalement.

L'impact potentiel du développement technologique pourrait réduire les coûts de SWRO de moitié ou plus dans un avenir prévisible. Parmi ces 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 ces 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 sur le plan des coûts dans la plupart des situations.

À ce jour, les membranes polymères ont dominé le secteur du dessalement par RO. 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 sans aucun doute 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 sans aucun doute 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 le minimum 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.

En plus des progrès technologiques déjà attendus dans le cadre des technologies de dessalement couramment utilisées, un certain nombre de nouvelles technologies ou adaptations novatrices émergent qui peuvent offrir un potentiel de productivité encore plus élevée et des coûts plus bas :

- Les membranes nano-structurées ont jusqu'à 20 % plus de productivité que les membranes conventionnelles, ou elles peuvent fonctionner à la même productivité, mais consomment jusqu'à 15 % moins d'énergie.
- 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.
- 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).
- La distillation membranaire (MD) pourrait presque doubler le rapport de récupération de l'eau de mer (de 45 % à 50 %, à 80 %).
- 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.
- Les techniques d'adsorption peuvent réduire le colmatage et la corrosion dans les centrales thermiques, bien que la technologie soit encore coûteuse.
- Le dessalement électrochimique pourrait potentiellement réduire les coûts jusqu'à 15 % en profitant d'une consommation d'énergie plus efficace.
- 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.
- 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.

Les tendances actuelles à la réduction du coût du dessalement et à l'augmentation des coûts des alternatives devraient se poursuivre. La réduction constante des coûts de production d'eau dessalée, associée à l'augmentation des coûts des technologies alternatives, devrait faire du dessalement de l'eau de mer une source d'eau de plus en plus attrayante et compétitive, en particulier en tant qu'alternative fiable à l'épreuve de la sécheresse pour les communautés côtières.

Il est envisageable que des réductions de 60% soient obtenues pour le SWRO d'ici 2035.

Les évolutions suivantes sont potentiellement possibles pour le SWRO.

Tableau 41 : Evolutions potentiellement possibles pour le SWRO

Paramètre\ année	**2016**	**2021**	**2035**
Coût de revient (US$/m^3)	0.8 - 1.2	0.6 - 1.0	0.3 - 0.5
Coût 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.			

➔ **Infrastructures de Dessalement destinées à l'Irrigation Complémentaire Déficitaire (ICD)**

✓ **Conditions Initiales**

L'expérience tunisienne en matière de dessalement d'eau saumâtre à des fins d'irrigation est limitée à quelques initiatives de quelques agriculteurs à une échelle locale. Quelques dizaines de petits projets de dessalement sont en cours d'exploitation, utilisant pour certains 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 Kairouanais.

En termes de benchmarking il y a lieu de citer l'expérience Jordanienne en matière de dessalement d'eau saumâtre en irrigation, assez développée. En effet, 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. 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. 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.

En revanche, pour l'expérience Marocaine elle a été marquée depuis 2015 par une grande avancée 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. Le projet de la région Sousse Massa se distingue par une des plus grandes stations de dessalement de l'eau de mer. 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.

D'autres pays, dans des conditions climatiques et naturelles similaires à la Tunisie tel que l'Espagne, la Californie et l'Australie développent une agriculture irriguée dans un contexte de rareté de l'eau, et s'engagent de plus en plus dans le dessalement.

✓ **Objectifs Nouveaux de Dessalement pour l'Irrigation**

Face aux menaces du dérèglement climatique et considérant la viabilité des systèmes de l'agriculture pluviale en Tunisie, notamment ceux des plantations oléicoles situées en zones arides (au sud de la dorsale), le recours à une irrigation complémentaire déficitaire (ICD) devrait finir par s'imposer. Les eaux saumâtres et les eaux de mer sont considérées comme une ressource en eau non conventionnelle qui peut contribuer à la sauvegarde du système oléicole moyennant le recours au dessalement.

Un programme qui vise la sauvegarde les plantations oléicoles situées en zones arides (au sud de la dorsale), doit se baser sur des ressources 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 m^3 d'eau/ha/an. Le taux de conversion des eaux saumâtres en eaux dessalées est considéré égal à 80%.

Le dessalement d'eau de mer par ses facteurs coûts et impacts est restrictif. Toutefois il est préconisé d'y aller crescendo en démarrant les projets les plus proches de la côte (dessalement de l'eau de mer) et pour les nappes d'eaux saumâtres : à partir des nappes phréatiques, saumâtres, et non surexploitées.

Les champs oléicoles sud dorsale et exposés aux risques liés aux dérèglements climatiques couvrent 1,438 Millions Ha, répartis par gouvernorat comme suit :

Tableau 42 : Superficie des oliveraies au sud de la dorsale

Gouvernorat	Superficie (ha)
Sousse	67 981
Monastir	59 758
Mahdia	156 734
Sfax	356 027
Kairouan	205 599
Kasserine	53 426
Sidi BouZid	264 308
Gabés	56 053
Médenine	175 762
Tataouine	23 081
Gafsa	19 649
Tozeur	4
Kébili	51
TOTAL	**1 438 434**

Les zones disposant encore de ressources saumâtres (Salinité >= 3g/l, nappe phréatique sous exploitée), couvrent une superficie totale d'oliveraies de 640 000 Ha, disposant de ressource mobilisable d'environ 23,1 M m^3/an. Ces zones, se trouvant toutes dans la région Centre Est, sont données ci-après.

Tableau 43 : Ressources en eau saumâtre disponibles et superficies correspondantes des oliveraies

Gouvernorat	Ressource (Mm^3/an)	Superficie totale olivier (Ha)
Sfax	11.4	356 027
Mahdia	2.5	156 734
Sousse	2.8	67 981
Monastir	6.4	59 758
TOTAL	**23.1**	**640 501**

Le potentiel d'oliveraies irrigables à partir des eaux saumâtres est de 72 800 Ha, répartis comme suit :

Tableau 44 : Ressources en eau saumâtre retenues et superficies irrigables des oliveraies

Gouvernorat	Ressource (Mm3/an)	Superficie à irriguer (Ha)
Sfax	5.6	28 000
Mahdia	2.0	8 000
Sousse	2.8	11 200
Monastir	6.4	25 600
TOTAL	**16.8**	**72 800**

L'action de dessalement des eaux saumâtres à des fins d'irrigation ainsi identifiée vise à contribuer à la sauvegarde du système oléicole pluvial en zones arides. L'objectif est d'apporter une irrigation complémentaire déficitaire (ICD) pour 72 800 ha à l'horizon 2050 par le dessalement d'environ 16.8 millions de m3/an à partir de 23.1 Mm3/an des nappes saumâtres dans les gouvernorats de Mahdia, Sousse et Monastir.

Les valeurs cibles des superficies par gouvernorat et par horizon, « par période » en « cumul » sont présentées dans les 2 Tableaux suivants.

Tableau 45 : Superficie des Oliveraies à Irriguer « par Période de Planification » et par Gouvernorat

Gouvernorat	2026-2030	2030-2040	2040-2050
Mahdia	2 000	3 000	3 000
Sousse	3 000	4 000	4 200
Monastir	5 000	10 000	10 600
Sfax	5 000	13 000	10 000
Total	**15 000**	**30 000**	**27 800**

Tableau 46 : Superficies Irriguées d'Oliveraie et Volumes d'Eaux Dessalées « Cumulés » par Gouvernorat et par Horizon

Gouvernorat		2030	2040	2050
Mahdia	Superficie (ha)	2 000	5 000	8 000
	Volume (Mm3/an)	0.4	1.0	1.6
Sousse	Superficie (ha)	3 000	7 000	11 200
	Volume (Mm3/an)	0.6	1.4	2.24
Monastir	Superficie (ha)	5 000	15 000	25 600
	Volume (Mm3/an)	1	3.0	5.12
Sfax	Superficie (ha)	5 000	18 000	28 000
	Volume (Mm3/an)	1.0	3.6	5.6
Total	Superficie (ha)	**15 000**	**45 000**	**72 800**
	Volume (Mm3/an)	**3,0**	**9,0**	**13,6**

✓ Coûts d'Investissement et Coût de Revient du Mètre Cube d'Eau Dessalée

En partant de l'expérience de Jordanie, les capacités des stations varient de 360 à 2.400 m³/j, 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).

Ainsi le coût moyen d'investissement en Jordanie est équivalent à 6,6 DT/m3/j.

Le coût « moyen » de dessalement est de 0,38 $ par mètre cube. Les grandes stations de dessalement ont un coût de dessalement inférieur à 0,33 $/ m³, comparées aux petites qui ont un coût moyen de dessalement de 0,48 $ / m³, soit l'équivalent de 1,200 DT/m^3.

En considérant la tendance à la baisse des coûts de la technologie de dessalement suite aux développements récents, le coût d'investissement pour le dessalement des eaux saumâtres retenu est de 5000 DT/(m^3/j).

Le tableau suivant récapitule les coûts d'investissement en DT par gouvernorat et par période de planification.

Tableau 47 : Coût d'investissement pour le dessalement des eaux saumâtres destinées à l'irrigation ICD par gouvernorat et par période de planification (MDT)

Gouvernorat	2026-2030	2030-2040	2040-2050
Mahdia	22	33	33

Tableau 47 : Coût d'investissement pour le dessalement des eaux saumâtres destinées à l'irrigation ICD par gouvernorat et par période de planification (MDT)

Gouvernorat	2026-2030	2030-2040	2040-2050
Sousse	33	44	47
Monastir	56	111	118
Sfax	56	144	111
Total	**167**	**333**	**309**

Tableau 48 : Matrice des Actions de Dessalement

Action	Sous action	Objectifs	Acteurs	Consistance et budget			
				2021 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
Programme d'alimentation en eau potable à partir des eaux dessalées	Dessalement d'eau saumâtre	Amélioration de la qualité dans les régions dont la salinité est comprise entre 1.5 et 2 g/l	SONEDE	Construction de 6 stations de dessalement totalisant une capacité de 31 000 m3/j. Cout : 284 M DT.	Construction de la nouvelle station de Kerkenna de 4 000 m3/j. Cout : 6 M DT.		
	Dessalement d'eau de mer	Renforcement des capacités et sécurisation	SONEDE	Construction de 3 stations (Sousse, Zarat, Sfax) totalisant une capacité de 200 000 m3/j. Cout : 1 376 M DT	Extension des stations de Jerba, Sousse, Zarat, Sfax, et construction d'une nouvelle station à Zarzis, soit une capacité totale de 275 000 m3/j. Cout : 465 M DT		
Programme de dessalement alternatif d'eaux saumâtres au niveau des foyers ou à travers de petites et moyennes entreprises		Satisfaction des besoins additionnels en eau de boisson des populations qui n'ont pas encore bénéficié des projets réalisés par la SONEDE	Privés SONEDE		Installation d'environ 25 000 kits de dessalement domestique. Cout : 10 M DT	Installation d'environ 25 000 kits de dessalement domestique. Cout : 10 M DT	Installation d'environ 25 000 kits de dessalement domestique. Cout : 10 M DT
Programme de dessalement des eaux saumâtres pour l'irrigation complémentaire déficitaire (ICD) des oliveraies en zones arides		Lutte contre les impacts du changement climatique pour la sauvegarde des oliveraies au sud de la dorsale	CRDA PRIVE BNA		Dessalement des eaux saumâtres destinées à l'irrigation ICD de 25 000 ha. Cout : 167 MDT	Dessalement des eaux saumâtres destinées à l'irrigation ICD de 30 000 ha. Cout : 333 MDT	Dessalement des eaux saumâtres destinées à l'irrigation ICD de 27 800 ha. Cout : 309 MDT

IV.3.Bloc III : la Gestion Intégrée des Ressources en Eau et la Sécurité Alimentaire

IV.3.1 Le Passage Incontournable par la Recharge Artificielle des Nappes pour la Mise en Cohérence Durable du Système Hydrique

IV.3.1.1.Rappel des Eléments Conceptuels de la Recharge Artificielle des Nappes

La recharge artificielle des nappes est une pratique qui vise à augmenter les volumes des stocks souterrains par des moyens artificiels favorisant l'infiltration des eaux dans les aquifères.

La mise œuvre de cette pratique constitue une mesure de résilience pour un climat semi-aride, en plus du contexte de dérèglement climatique, pour mettre les ressources en eaux à l'abri des pertes par évaporation[23].

La recharge artificielle contribue aussi à l'amélioration de la qualité des nappes avec une baisse des concentrations en certains éléments chimiques par dilution.

Les cinq (5) objectifs de la recharge artificielle sont présentés ci-après[24] :

- La restauration des nappes surexploitées (rabattement significatif) ;
- La protection des aquifères côtiers contre l'intrusion d'eau marine ;
- Le stockage des eaux à l'abri des pertes par évaporation, déversement ou sédimentation ;
- L'amélioration du niveau de traitement des eaux grâce au pouvoir auto-épuratoire du sol ;
- La facilitation de l'acceptation de la réutilisation des eaux usées traitées.

La recharge artificielle est un des outils pour une gestion intégrée des ressources en eau de surface et souterraine.

La faisabilité des projets de recharge dépend de la disponibilité de l'eau de recharge à proximité des sites d'injection pour assurer une alimentation régulière. Ainsi, un aquifère peut être alimenté à partir de diverses sources :

- Des ressources conventionnelles : à partir des lâchers des barrages, ou à partir des berges des cours d'eau grâce aux ouvrages CES
- Des ressources non conventionnelles tel que les eaux usées traitées.

La recharge artificielle des nappes se fait ainsi par infiltration assistée à partir des lâchers des barrages ou par injection des eaux usées traitées.

Trois (3) principales techniques de recharge sont les plus couramment utilisées :

- Les bassins d'infiltration : Les méthodes d'infiltration consistent à faciliter l'infiltration de l'eau vers la nappe dans des bassins. Cette méthode présente le double avantage d'être peu couteuse et relativement facile à mettre en œuvre et à entretenir[25][26]. Cette technique est souvent utilisée dans les régions caractérisées par des pénuries récurrentes en ressources en eaux. Selon Detay et al. (1997). Deux principaux critères sont à considérer pour la conception du bassin d'infiltration : (i) les propriétés physiques intrinsèques du bassin (forme et structure du fond, surface du bassin, nature et forme des berges d'infiltration) et (ii) les propriétés physiques, chimiques et microbiologiques de l'eau infiltrée (épaisseur de la tranche d'eau, température des eaux infiltrées et qualité chimique).

  La figure suivante présente une schématisation de la technique de la recharge par bassin d'infiltration ;

23 Casanova J., Cagnimel M., Devau N., Pettenati M., Stollsteiner Ph. (2012) : Recharge artificielle des eaux souterraines : état de l'art et prespectives. Rapport final. BRGM/RP-61821-FR.99p.,16iII.,18ann.
24 Bower H. (2002): Artificial recharge of groundwater: hydrogeology and engineering hydrogeol. J.10: 121-142.
25 Bouwer (2002): Artificial recharge of groundwater. Hydrogeology and engineering hydrogeol. J.10: 121-142.
26 Casanova J., Béchu E., Bouzit M., Leroy P., Maton L., Pettenati M., (2008): Appui au projet de recharge artificielle et gestion active des nappes littorales (REGAL). Rapport intermédiaires BRGM/RP-56836-FR, décembre 2008, 63 pages, 20 illustrations.

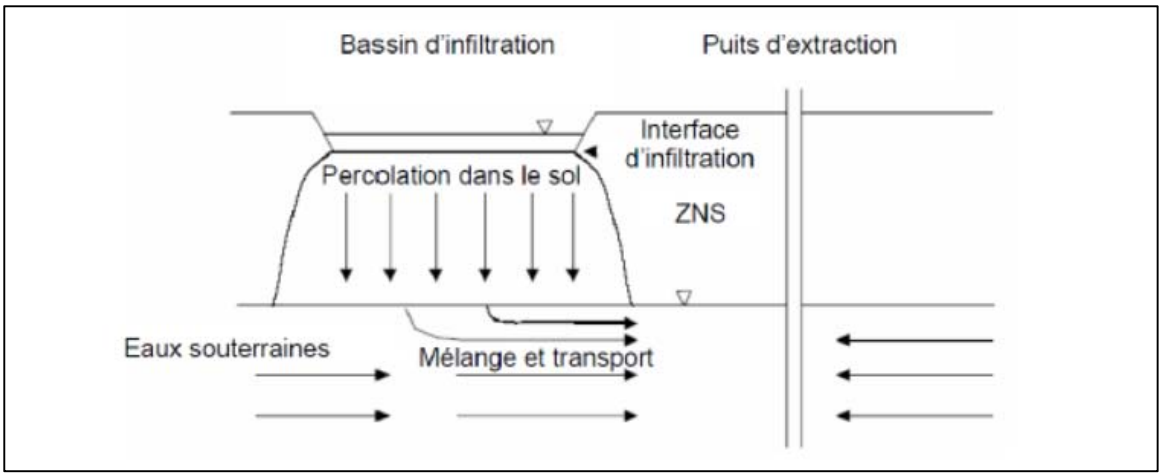
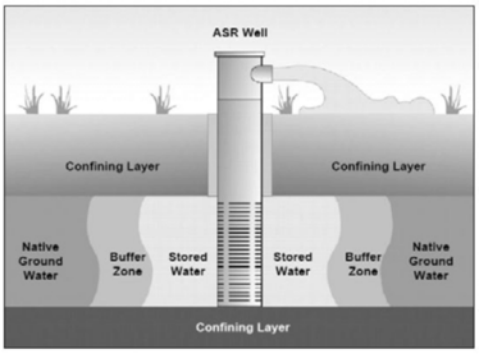


Figure 12 : Schéma de la technique de recharge par bassin d'infiltration[27]

- Les méthodes d'injection directe : Les forages constituent aussi des méthodes de recharges dites « directes ». Ce dispositif est le plus utilisé à travers le monde. Cela nécessite une maîtrise de la qualité des eaux injectées. Deux techniques d'injection directes sont actuellement préconisées : (i) le stockage et reprise différée dans le temps dont le principe se base sur l'injection de l'eau dans un aquifère puis sa récupération par pompage à partir du même forage à une date ultérieure. Cette méthode est généralement utilisée pour un stockage saisonnier de l'eau. Techniquement, cette méthode présente un double intérêt comme elle réduit le risque de colmatage des crépines du forage du fait de l'alternance entre injection et pompage sur le même ouvrage et l'optimisation des coûts d'investissement en utilisant le même ouvrage (ii) le stockage et reprise différée dans le temps et l'espace. Cette technique est principalement utilisée pour une eau destinée à la consommation humaine. Parmi les sites connus dans le monde qui figurent dans la littérature on cite celui de « Factory1 » en Californie et celui de Greenfields en Australie. Ces deux sites sont utilisés pour l'alimentation en eau potable. La figure suivante présente une schématisation des techniques de la recharge par injection directe

1-



2-

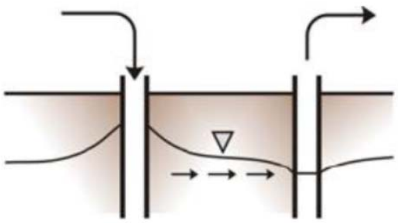


Figure 13 : Schéma de la technique de recharge directe : 1- technique d'injection différée dans le temps[28], 2- technique d'injection différée dans le temps et dans l'espace[29]

- La recharge artificielle indirecte : appelée aussi « réalimentation induite) consiste à augmenter le transfert d'eau du cours d'eau vers la nappe en mettant en place des sites de pompage à proximité des berges des cours d'eau. L'eau est ainsi filtrée grâce au pouvoir épurateur des berges. Les pompages favorisent le rabattement de la nappe et donc crée un écart de pression entre le cours d'eau et la nappe ce qui favorise une infiltration par les berges du cours d'eau dans la mesure où ces berges ne sont pas colmatées et le débit de pompage est suffisant. De préférence, pour garantir la réussite de cette technique, il faut maintenir un débit d'infiltration relativement faible et assurer un entretien régulier des berges. Cette technique est largement pratiquée en France. La figure suivante présente une schématisation de
- La technique de recharge indirecte.

27 Eusseuf M.M., Lansey K.E. (2004) : Optimale operation of artificial groundwater recharge systems considering water quality transformations. Water Resur. Manag. 18, 379-405.
28 Saint jones river water management district 2004
29 Department water affairs and forestry republic of south africa

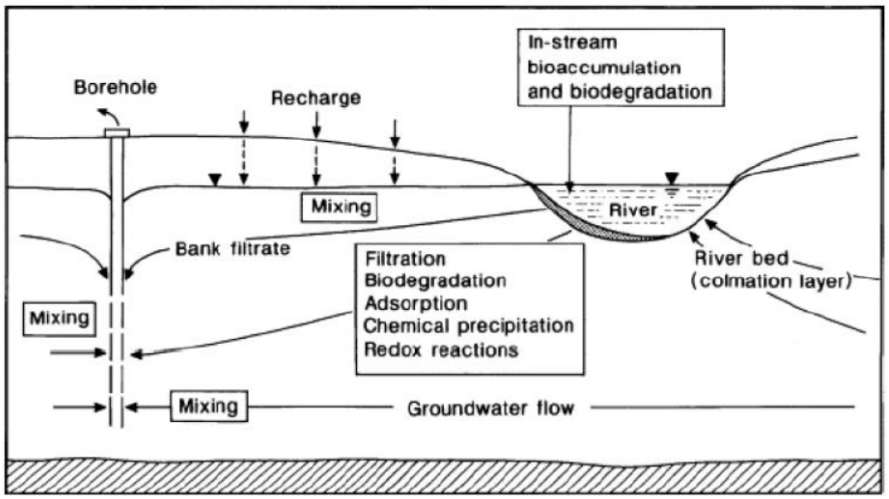


Figure 14 : Schéma de la technique de recharge indirecte[30]

La figure ci-dessous illustre les techniques de recharge artificielle décrites ci-dessus.

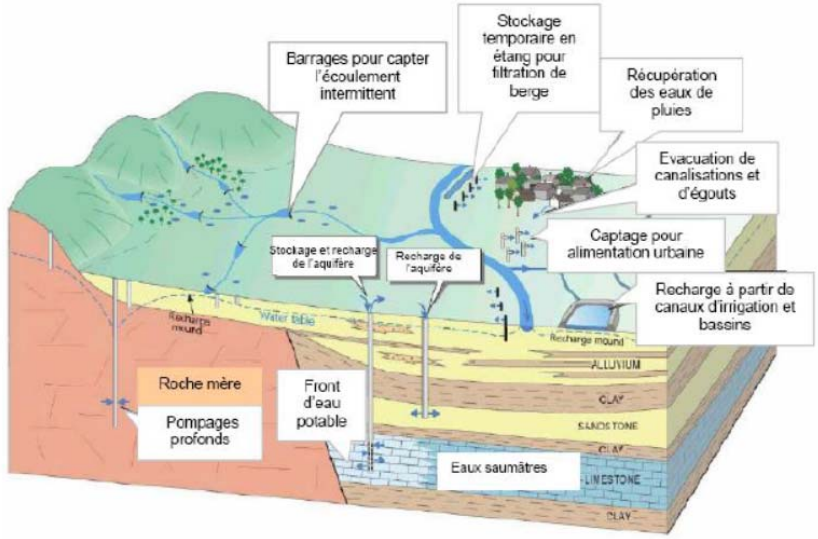


Figure 15 : Schéma présentant une partie des différents types de recharges artificielle dans différents environnements hydrogéologiques[31]

Chaque méthode et technique de recharge artificielle présente un ensemble d'avantage et de désavantages, le tableau suivant récapitule les avantages et les inconvénients de chaque méthode de recharge.

Tableau 49 : Tableau récapitule des avantages et inconvénients pour chaque méthode de recharge

Technique de recharge	Avantage (+)	Inconvénient (-)
Bassin d'infiltration	+ Divers type d'eau de recharge utilisée + Quantité importante infiltrée + Epuration des eaux de recharge à travers la zone non saturée + Amélioration de la qualité si on rajoute des couches de sable et/ou géotextile	- Colmatage de la zone d'infiltration - Taux d'infiltration sensible à la technique adoptée - Besoin d'une emprise - Infiltration réduite en fonction du temps

30 Pyne D. (2005): Aquifer storage recovery. A guide to groundwater recharge through wells. Ed. CRC Press, Boca Raton. 620p.
31 Casanova J., Cagnimel M., Devau N., Pettenati M., Stollsteiner Ph. (2012) : Recharge artificielle des eaux souterraines : état de l'art et prespectives. Rapport final. BRGM/RP-61821-FR.99p.,16ill.,18ann.

Tableau 49 : Tableau récapitule des avantages et inconvénients pour chaque méthode de recharge

Technique de recharge	Avantage (+)	Inconvénient (-)
	+ Amélioration de la perméabilité et de la qualité en rajoutant de la végétation + Coût maitrisé + Entretien facile + Diversité des sites d'installation + Applicable pour l'EP	
Injection directe	+ Colmatage ralenti grâce à l'alternance entre injection / pompage + Site de taille réduit + Possibilité d'utiliser des nappes profondes et/ou contaminés + Contrôle du temps de séjours dans la nappe (stockage saisonnier)	- Assurer une eau de recharge peu dégradé - Risque de contamination de la nappe - Débits d'injection peu maitrisés - Contraste de salinité entre eau rechargée et eau dans la nappe - Temps de stockage limité - Risque de colmatage des puits dans le cas de l'injection différée dans le temps et l'espace
Recharge indirecte	+ Divers type d'eau de recharge utilisée + Quantité importante infiltrée + Epuration des eaux de recharge à travers la zone non saturée + Coût maitrisé + Entretien facile	- Colmatage rapide et important des berges - Taux d'infiltration limité et temporaire

Toutefois, quel que soit la méthode de recharge, les conditions hydrogéologiques suivantes doivent être assurées pour garantir la faisabilité de la recharge et donc pour le choix des sites de recharge :

i- Une perméabilité relativement élevée pour assurer l'écoulement de l'eau rechargée ;

ii- Un coefficient d'emmagasinement important pour garantir une capacité de stockage conséquente ;

iii- Un temps de résidence de l'eau suffisamment long (diffusivité réduite) ;

iv- Le transfert de la masse d'eau injectée ;

v- Le transfert de pressions à partir du point d'injection

A cause des coûts relativement élevés, la recharge artificielle a été mise en œuvre depuis une vingtaine d'année surtout dans les pays développés. Elle est largement pratiquée aux Etats Unis et commence à se développer en Europe.

Dans les climats méditerranéens semi-arides et arides, les dispositifs les plus développées correspondent à la méthode d'injection directe différée dans le temps. En effet, ce climat est marqué par un régime temporaire des eaux de surface, un cycle hydrologique aléatoire où la disponibilité de l'eau dépend fortement d'évènements climatiques très localisés dans le temps (quelques jours ou semaines dans l'année), dont la durée varie fortement selon l'année hydrologique (sèche ou humide). Ce qui explique le recours modeste historiquement à la recharge artificielle dans les zones soumises à ce type de climat.

➔ Infiltration assistée à partir des barrages

Dans le cadre de la gestion intégrée des ressources en eaux, la stratégie EAU 2050 préconise une action de changement qualitatif dans le rapport (eaux de surface) / (eaux souterraines), qui adopte l'infiltration assistée à partir des lâchers contrôlés en provenance des barrages.

Le principe de base consiste dans la maitrise des crues, captées par les barrages dans un premier temps et lâchées à un débit maitrisé par la suite, pour favoriser l'infiltration dans les systèmes aquifères situés en aval, moyennant des dispositifs de recharge directe tel que décrit ci-haut.

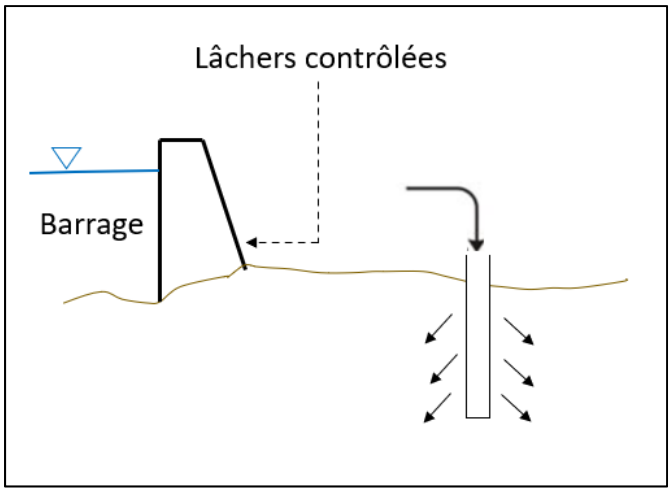


Figure 16 : *Schéma d'infiltration assistée à partir des barrages*

Les aquifères ciblés pour la recharge artificielle à partir des barrages sont situés dans la moyenne et basse vallée de la Medjerda et dans le Kairouanais (alimenté par le Zeroud).

Dans le cas de Medjerda, il s'agit des nappes peu développées située dans des zones alluvionnaires de formation sédimentaire, qui seront alimentées des lâchers contrôlés des barrages situés dans le bassin (Bouheurtma, Mellegue, Sidi Salem, etc.). L'infiltration assistée des eaux de crues au niveau des nappes permet de renforcer la résilience des ressources en eaux vis-à-vis des épisodes de sécheresse.

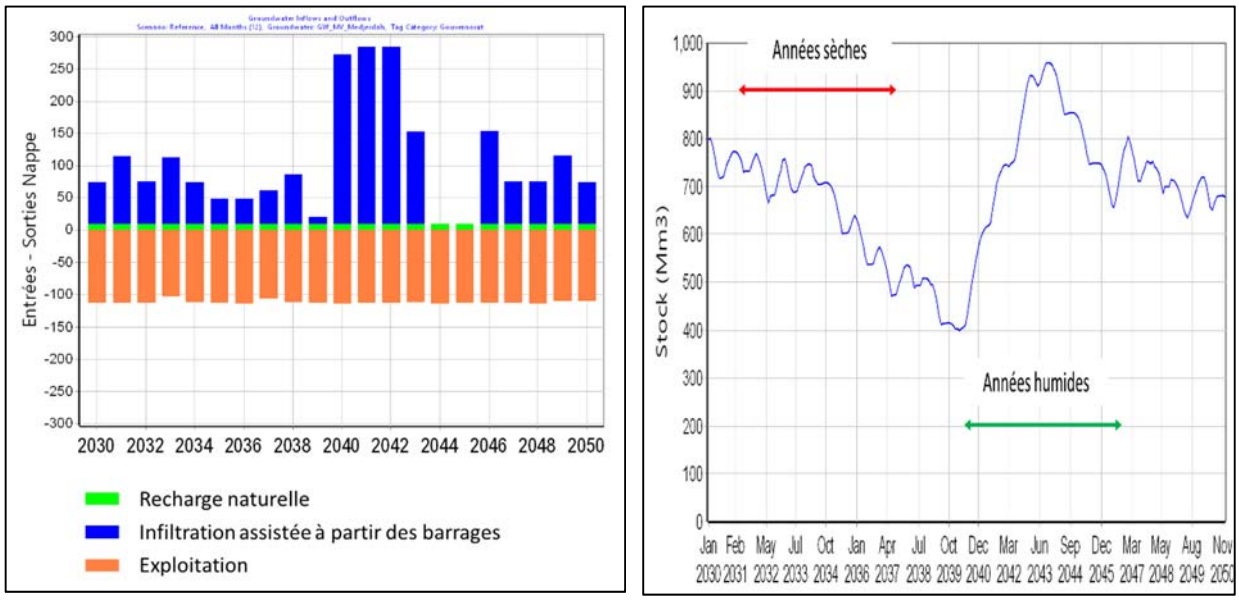


Figure 17 : *Infiltration assistée dans la nappe de moyenne vallée de la Mejerdah*

Dans le cas du Kairouanais, l'infiltration assistée des eaux des crues vise à restaurer le niveau piézométrique des nappes fortement surexploitées et dont le rabattement est sans précédent. Le projet pilote du système aquifère du Kairouanias est décrit en détail dans le chapitre IV.3.3 (SAK).

A titre de comparaison, l'infiltration assistée à partir des barrages est pratiquée dans le cas du barrage Granite Reef Diversion à l'Arizona aux Etats Unis.

IV.3.1.2. Recharge Artificielle par les Ouvrages de CES & Résilience climatique

Les eaux souterraines présentent l'immense avantage d'être une ressource « distribuée », qui permet des prélèvements diffus sans qu'il y ait besoin d'un réseau de transport de l'eau. De plus, cela constitue un stockage d'eau important non écologiquement contesté comme le sont les barrages. Par ailleurs, ces stockages permettent de lisser la variabilité des recharges annuelles, et ce, parfois sur plusieurs décennies (Exemple ci-après de la nappe Mornag)[32].

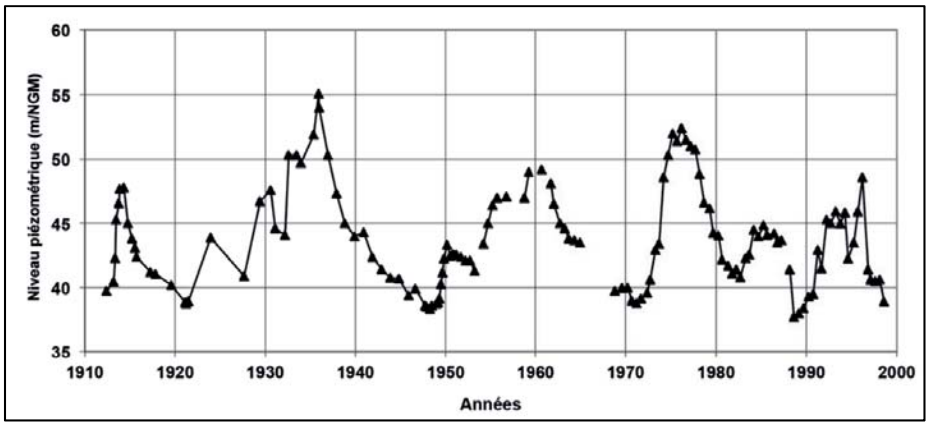


Figure 18 : *Niveau piézométrique de la nappe phréatique de Mornag (Tunisie) de 1910 à 2000 (ENNABLI, 1980 ; HORRICHE, 2004)*

Le dérèglement climatique entraîne une modification du régime de recharge des nappes dont il résulte un appel accru aux ressources souterraines en raison de leur forte résilience, une fragilisation des aquifères côtiers suite à l'élévation du niveau marin et un accroissement général de la demande en eau dû au réchauffement climatique. (Voir pour plus ample information P. Döll (2009)[33] qui a simulé l'impact du changement climatique en 2050 sur la recharge pour plusieurs scénarios et modèles climatiques identifiant des zones de plus forte vulnérabilité en Afrique du Nord, dans le sud-ouest de l'Afrique, le nord-est du Brésil et le centre de la région andine[34]).

En Tunisie, des banquettes antiérosives (qui limitent le ruissellement et augmentent l'infiltration) recouvrent plus d'un million d'hectares de terres arables : elles ont permis une spectaculaire régénération des terres de parcours pour le pâturage de troupeaux. Mais leur impact sur le bilan hydrique (notamment sur la recharge des nappes) n'est pas encore établi. Ces ouvrages d'art sont en tous les cas reconnus pour augmenter un peu plus l'évapotranspiration favorisant l'accumulation des ressources en eau du sol que l'on appelle l'eau « verte ». La recharge des nappes renforcée par les travaux de CES sur les affluents contribue à amélioration des stocks en eau souterraine dans le contexte climatique aride.

La carte suivante présente la superposition des sites de recharge identifiés par la DGRE en 2017[35] avec le réseau hydrographique, les nappes potentiellement rechargeables et les aménagements existants.

32 De Marsily, G., Besbes,M. (2017) : Les eaux soutteraines. FFE. Annales des Mines- Responsabilité e environnement. 2017/2N°86. Page 25 à30. ISSN 1268-4783. DOI : 10.3917/re1.086.0025
33 Petra Döll 2009 Environ. Res. Lett. 4 035006
34 De Marsily, G., Besbes,M. (2017) : Les eaux soutteraines. FFE. Annales des Mines- Responsabilité e environnement. 2017/2N°86. Page 25 à30. ISSN 1268-4783. DOI : 10.3917/re1.086.0025
35 DGRE (2017) : Etude d'évaluation des expériences de la recharge artificielle de la Tunisie.

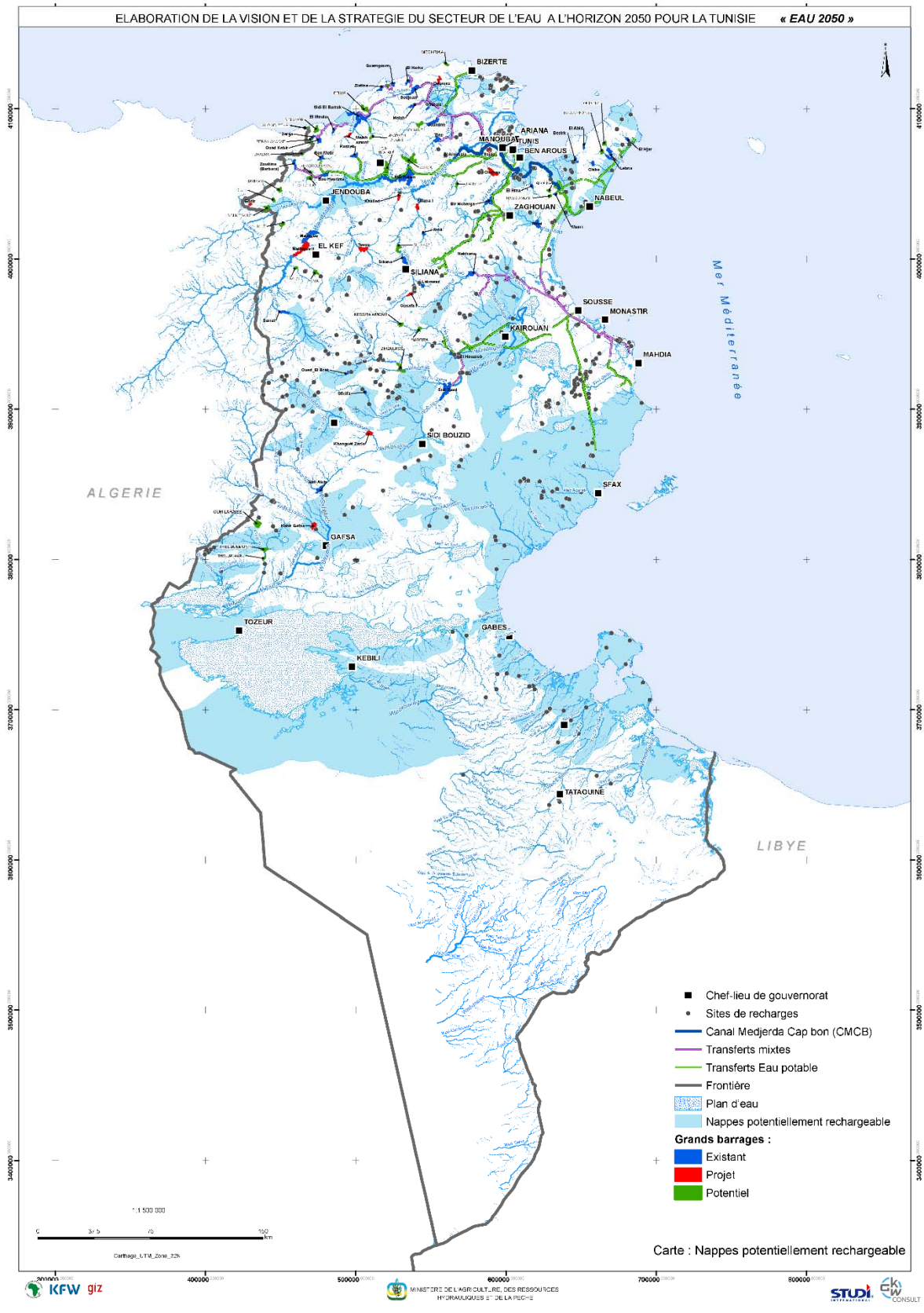


Figure 19 : *Sites de recharge artificielle*

IV.3.1.3.Recharge Artificielle par la REUT

La recharge artificielle par les eaux usées traitées est une pratique très répandue dans les pays où les ressources en eaux sont rares. Les aquifères côtiers sont ciblés par l'injection des eaux usées traitées du fait qu'ils sont fortement sollicités pour divers usages à cause de la concentration de la population dans ces zones et du fait de la dégradation de la qualité surtout par l'intrusion de l'eau marine. Cette action permet de renforcer la résilience des nappes côtières face au risque d'élévation de niveau de mer comme conséquence du réchauffement climatique.

La recharge artificielle par les eaux usées traitée a été pratiquée avec succès en Tunisie, en particulier sur la nappe Korba-Mida. Cette expérience est à généraliser sur les nappes côtières identifiées dans le cadre de la stratégie EAU 2050 (figure ci-après). De manière générale, la stratégie EAU 2050 est en en cohérence avec l'étude stratégique REUT 2050 : les EUT seront utilisées où le contexte hydrogéologique est favorable.

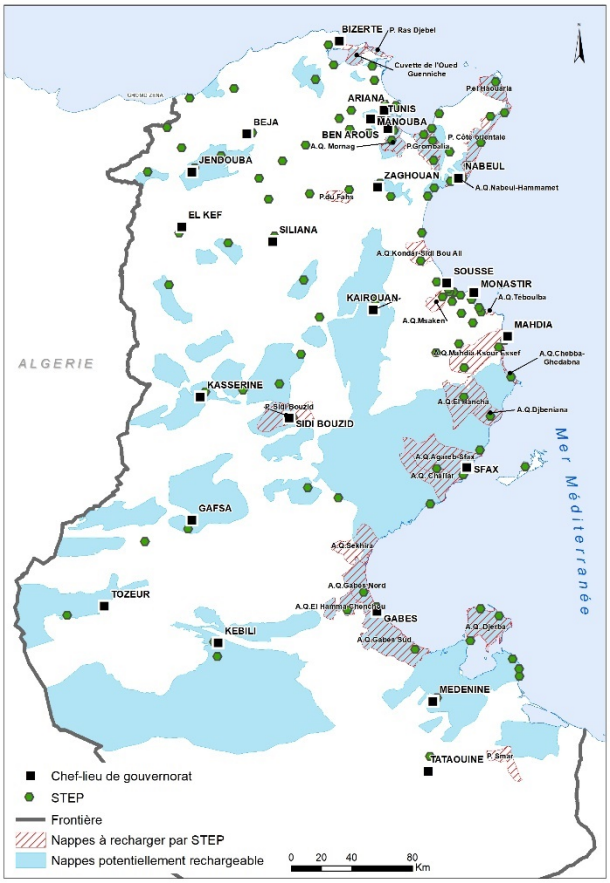


Figure 20 : Nappes rechargeables par les eaux usées traitées

IV.3.1.4.Résilience des PI par l'« Alimentation Alternante Eaux de surface/Eaux souterraine »

Il s'agit de se placer encore une fois dans le cadre du « nouveau paradigme de la résilience », cette fois par le développement de l'« Irrigation dans un contexte d'Aridité, de Stress Hydrique et de Dérèglement Climatique », au moyen des nouveaux fondamentaux suivants :

1. 1.Une irrigation efficiente et productive, intelligente vis-à-vis du dérèglement climatique et durable ;
2. 2.Une flexibilité d'adaptation en toutes situations climatiques et hydrologiques qui se présentent ;
3. 3.Un pilotage de l'irrigation tenant compte des données climatiques, du cycle végétatif et de l'état d'humidité du sol ;
4. 4.Une alimentation en « eau d'alternance » (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).

Le dernier point étant tributaire de la réalisation des précédents. La vocation d'ensemble étant d'assurer une alimentation en eau des périmètres irrigués malgré les aléas pluviométriques et les irrégularités climatiques.

La gestion « en alternance » 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 en alternance » est résiliente au climat ; cela 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 « alternante » 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.

Grace à sa topographie et géologie, la Tunisie est dotée d'un système hydraulique assez diversifié du Nord au Sud. Le Nord étant le repère en matière d'abondance des ressources en eaux de surface alors que la Tunisie méridionale et centrale, en particulier, qui profite de grands aquifères pour ce qui est des ressources souterraines.

Visant l'objectif de maximisation de la mobilisation des ressources, l'optimisation du stockage en surface et souterrain est une nécessité incontournable. Et ceci en l'appliquant dans un cadre de gestion intégrée interactive globale et optimisée.

Cette gestion intégrée respectera la complémentarité entre les différentes composantes du système hydrique et veillera à l'équilibrer dans ce contexte de dérèglement climatique.

L'équilibre à assurer est entre la mobilisation des ressources et la maitrise optimisée des usages.

Les eaux souterraines nécessiteront une attention particulière afin d'assurer leur pérennité et leur qualité car face à l'irrégularité des apports de surface, les nappes sont en train de subir, dans certaines zones, une surexploitation qui pourra altérer leur fonctionnement.

La gestion durable des eaux souterraines fait ainsi l'objet d'une attention croissante où le développement et l'usage de ces ressources devrait être maintenu à travers le temps sans entrainer des conséquences environnementales, économiques ou sociales inacceptables.

Parmi les moyens de mobilisation des ressources en eaux souterraines, les « barrages souterrains » représentent un très bon moyen qui conjugue à la fois l'efficacité et la rentabilité.

Particulièrement adaptés aux régions arides et semi-arides, ce sont des dispositifs dont l'implémentation était parmi les principaux objectifs de l'Agenda de la Conférence de Rio[36] de 1992.

En ce qui suit, nous est présenté à la fois les éléments conceptuels de barrage souterrain, les conditions d'implémentation ainsi que l'identification des sites potentiels pour le Plan d'action « Eau 2050 ».

[36] Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement, du 3 au 14 juin 1992, Rio de Janeiro

IV.3.2 La Mise en Œuvre de l'Option « Barrages Souterrains »

IV.3.2.1. Typologie par la Vocation des Barrages Souterrains

Les barrages souterrains sont des structures qui interceptent ou entravent l'écoulement naturel des eaux souterraines par un écran étanche (parafouille) permettant de stocker l'eau dans le sous-sol (Figure1).

Ils sont très utilisés dans plusieurs régions du monde, notamment en Inde, en Afrique et au Brésil.

Leur utilisation est assez diversifiée, pour :

- Protéger la nappe contre l'intrusion d'eau salée (ou de la pollution)
- Elever le niveau piézométrique de la nappe ou le stabiliser
- Etancher une parcelle
- Accroitre et régulariser les ressources souterraines
- Protéger l'eau de l'évaporation

Les barrages souterrains sont des dispositifs à avantages multiples, car :

- Peu couteux et relativement simples de conception et d'exécution, totalement envisageable par la main d'œuvre locale ;
- N'impliquent pas la submersion des surfaces
- Evitent l'évaporation et la pollution
- Offrent des ressources renouvelables de qualité.

Les conditions nécessaires à la création d'un barrage souterrain sont :

- La présence d'un écoulement souterrain significatif
- La porosité de l'acquière : le volume augmente avec la porosité de la formation
- L'étanchéité du substratum.

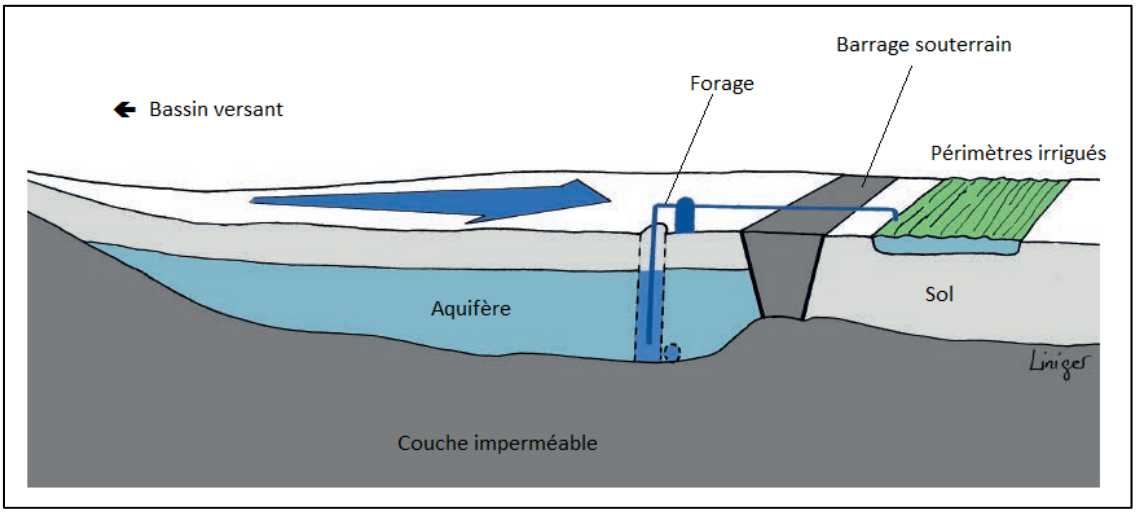


Figure 21 : Croquis type d'un barrage souterrain

Source : *Traitement STUDI /Mekdaschi & Liniger (2013)*

Les petits barrages typiques ont une capacité de stockage[37] d'environ 10 000 m3 (profondeur moyenne de 4 m, 50 m de largeur et 500 m de longueur). Les barrages plus importants peuvent avoir une profondeur de 5 à 10 m, une largeur de 200 à 500 m ou plus, et être capables de stocker 100 000 à 1000 000 m3. Plusieurs barrages construits en cascade augmentent le volume total des eaux souterraines stockées et limitent les effets des fuites.

Les techniques de construction diffèrent selon les spécificités du site. La barrage peur être ainsi un simple écran d'argile, des palplanches en béton, bois ou métal, des caissons havés, une paroi moulée, un voile d'injection ou même des pieux jointifs.

37 Water Harvesting : Guidelines to Good practice, Mekdaschi & Liniger (CDE),2013.

L'étude d'un barrage souterrain nécessite une collaboration de plusieurs domaines à savoir l'hydrogéologie, l'hydrologie, la géologie, le génie civil, la mécanique des sols.

IV.3.2.2.Etudes Préalables de Barrages Souterrains

L'élaboration d'un projet de barrage souterrain nécessite la collecte de données topographiques, de bilan hydrologique (précipitations, évapotranspiration, ruissellement de surface, infiltrations…) et de caractéristiques hydrogéologiques du site (granulométrie, porosité, perméabilité, transmissivité…).

Les étapes d'une étude d'un barrage souterrain se résument comme suit :

a) Choix du site : L'analyse des cartes topographiques et des images satellitaires et les reconnaissances du terrain orientent l'importance de l'ouvrage et son type.

b) Etude topographique : Etude détaillée avec l'emplacement du barrage, la zone du bassin, la zone à alimenter et le tracé de canal de dérivation éventuel

c) Etude géotechnique : Détermination du profil géologique à travers la reconnaissance directe sur le terrain et la prospection géophysique (la sismique réfraction et la résistivité en courant continu).

d) Etude hydrologique et hydrogéologique : Evaluation de la capacité d'emmagasinement du site.

e) Etude technique : Dimensionnement du l'écran du barrage et de ses ouvrages annexes (prise et adduction si parmi les objectifs était le captage des eaux).

f) Etude économique : Détermination des coûts de construction, d'entretien et de fonctionnement avec sa rentabilité.

IV.3.2.3.Exemples-pays de Barrages Souterrains

Les exemples de barrages souterrains, on en trouve dans de nombreux pays. Nous citons par la suite quelques projets réalisés dans le monde.

➔ Japon

La figure ci-dessous présente quelques cas de barrages souterrains construits au Japon sur la période de 1973-2005.

Name of Dam	Location/ Prefecture	Completion Year	Length (L, m)	Height (H, m)	Width (W, m)	Freeboard (Fb, m)	Catchment Area (CA, km²)	Total Capacity (m³)	Geology	Construction Method
Kabashima[1] (Nomozaki)	Nagasaki	1973 (Rehabilitated in 1980)	58.5 (66)	21 (26)	1.0	0	0.584	20,000	Top layer of clay , peat and weathered crystal schist sit on bedrock	Cement and bentonite grout, double injection
Ayasatogawa[2]	Iwate	1984	120	4.5	1.5	2	0.64	30,000	Sandy gravel	In-situ soil mixing
Tsunegami[3]	Fukui	1985	203.8	20	0.5	0	0.45	73,500	Humic clayey gravel and gravel sit on Paleozoic slates, cherts and tuffaceous sandstones	
Tsushima[4]	Nagasaki	1988	53.55	9.3	0.5	1.8	0.18	13,100	Alluvial formation of gravel, sand, silt, clay and volcanic ash sitting on andesite, ryolite and granite	Jet grouting and in-situ soil mixing
Nakajima[5]	Ehime	1992	88	24.8	0.55	1.3	0.62	27,000		In-situ soil mixing
Minafuku[6]	Miyakojima (Okinawa)	1978	500	16.5	5.0	8	1.2	700,000	Upper Ryuku limestone covering lower Shimajiri mudstone	Cement grout and in-situ soil mixing
Sunagawa[7]		1993	1,677	50	0.5	13	7.2	9,500,000		
Fukuzato Main[8]		1998	1,790	27	0.5	5	2.4	10,500,000		
Fukuzato[9] (Auxiliary A)			786	21	0.5	41				
Fukuzato[10] (Auxiliary B)			332	6	8.0	26				Cement grout
Kikaijima[11]	Kagoshima	1999	2,435	35.5	0.6	6	3.9	173,000		In-situ soil mixing
Komesu[12]	Okinawa	2001	2,489	69.4	0.5	5	3.86	2,062,000		
Keiza[13]		2004*	995	53	0.5	11	1.21	390,000		
Kumejima[14]		2005*	700	17	0.5	-	0.84	200,000		

(L, H, W, Fb and CA are as shown in Fig. 1).

Sources: [1] Tanabashi et al (1996); Japan Min. Construction (Unpublished [a]) [2] Japan Min. Construction (1987) [3] Kamon and Aoki (1987) [4] Katsuki and Mizokami (2002) [5] Nagata et al (1994) [6] Okinawa Island Agric. Bureau (Unpublished [a,b]); Tomoyiki et al (1987 [a,b]) [7,8,9,10] JGRC (2001, 2003) [11] Japan Min. Construction (Unpublished [d]) [12] Imaizumi et al., 2003; Japan Min. Construction (Unpublished [b]); Okinawa Island Agric. Bureau (Unpublished [a,b]) [13] Japan Min. Construction (Unpublished [c]) [14] Miyagi (1991) * Expected year of completion (Imaizumi, Pers. comm.)

Figure 22 : *Exemples de barrages souterrains au Japon*[38]

***Source** : Kwabena & Komatsu (2004)*

Le barrage de Kabashima fournissait 300 000 m³/jour. Sa construction a couté 32 Millions de Yen.

38 Underground dam technology in some parts of the world, Kwabena & Komatsu, Mitsuru (2004).

➔ Corée du Sud

Quelques cas de barrages souterrains construits à la Corée de Sud sur la période de 1983-1998 sont présentés dans la figure suivante.

Name of Dam	Ssangcheon	Namsong	Okseong	Gocheon	U-il	I-an
Completion Year	1998	1986	1986	1986	1986	1983
Length (m)	800	89	482	192	778	230
Water Usage	Drinking	Agricultural	Agricultural	Agricultural	Agricultural	Agricultural
Abstraction Rate (m^3/day)	33,000	23,600	27,900	25,110	16,200	24,000
Alluvial Thickness (m)	8.43	10~15	10	6~7	6.5	4.5~7
Coefficient of Transmissivity	315 m^2/day	300 m^2/day	113~183 m^2/day	78 m^2/day	133 m^2/day	268~403 m^2/day
Storage Capacity (m^3)	13,000,000	4,017,000	2,850,000	1,534,000	2,457,000	4,143,000
Watershed Area	6,533 (ha)	15,300 (ha)	27,500 (ha)	2,700 (ha)	2,200 (ha)	2,130 (ha)
Geology	Banded gneiss	Unconsolidated sedimentary rocks	Banded gneiss	Schistose granite	Gneissose granite	Granitic gneiss

Figure 23 : *Exemples de barrages souterrains à la Corée de Sud*[39]

Source *: Kwabena & Komatsu (2004)*

➔ Inde

Le barrage souterrain d'Ananganadi de 150m de long, avec une largeur de crête de 1m a couté 7500 USD.

➔ Burkina Faso

En 2004, un projet expérimental de lutte contre la désertification a été élaboré au Naré (province du Namentenga) au Burkina Faso. La construction du barrage souterrain a couté environ 108 Millions Yen. Cela était d'une longueur de 216.3 m, d'une épaisseur variable de 3 à 8.6 m et d'une hauteur de 8.6 m, ayant une capacité estimative de stockage de 1 800 000 m^3.

➔ Kenya

Selon l'étude de Nissen-Petersen[40], douze barrages souterrains, essentiellement en argile, ont été construits au Kenya, avec une capacité variable de 425 à 1342 m3 et un coût de 900 à 1600 USD.

➔ France

Quelques projets de barrages réalisés en France sont présentés dans ce qui suit selon leurs techniques et leurs objectifs.

Technique / Objectif	Paroi moulée	Ecrans associés à ouvrages superficiels			Mur d'argile	Mur Béton	Palplanches		Non précisée
		Pieux forés jointifs	Pieux semi-jointifs	Rideau d'injection			Caissons Haves		
Etanchéité	Chantiers CNR Ecluse du Havre								
Enceintes de protection	Ouvrages région Parisienne								
Barrage anti-pollution	Raffinerie de Hauconcourt								
Parafouilles		. Echelles d'Annibal St-Martory . Ouvrages en Espagne . Ifli	Tifounassine						
Séparation eau douce-eau salée				Morinj					
Relèvement de nappes et réservoirs en terrains poreux					Chennitz Francfort (Oder)				. Serignan . Oued Charouly . Westerwald
Captage d'inféroflux		. Tazzarine . Setrou				Tadjemout		Tadjemout	
Captage simultané eau surface souterraines		. Tidri (Draa)					Massa		

Figure 24 : *Exemples de barrages souterrains en France*[41]

Source *: BCEOM (1978)*

[39] Underground dam technology in some parts of the world, Kwabena & Komatsu, Mitsuru (2004).
[40] SubSurface Dams: a simple, safe and affordable Technology for Pastoralists. A manual on SubSurface Dams Construction based on an Experience of Vétérinaires sans Frontières in Turkana District (Kenya). Brussels: Vétérinaires sans Frontières (VSF)
[41] Les barrages souterrains, Bureau Central d'Etudes pour les Equipements d'Outre-Mer (BCEOM), 1978

➔ **Tunisie**

Le barrage souterrain d'Oum Laksab à Sidi Boubaker/Gafsa (Annexe1) est un barrage réalisé en 1995 en une durée de 6 mois. Il s'agit d'un barrage en Argile de 2 m d'épaisseur environ, de 8 m de hauteur et d'une largeur de 500m, avec un coût de 230 000 DT.

IV.3.2.4.Identification de 105 Sites Potentiels de Barrages Souterrains pour le Plan d'action d'Eau 2050

Une étude d'identification en préfaisabilité des sites potentiels d'implantation des barrages souterrains potentiels a été élaborée dans le cadre de

Les données de base utilisées pour cette identification sont les suivantes :

- Etude de la Carte des Ressources en Eau de la Tunisie (CRET)
- Etude d'inventaire des sites de recharge (INSR)
- Étude d'évaluation des expériences de la recharge artificielle de la Tunisie
- Base de données des systèmes aquifères
- Base de données SIG du réseau hydrographique (cours d'eau, sebkhas, lacs, garaas…), des ouvrages de stockage d'eau en surface (barrages, barrages et lacs collinaires, barrages en cours de construction et ceux potentiels), des périmètres irrigués, des points de recharge artificielle
- Base cartographique géoréférencée : carte topographique, carte hydrogéologique
- Base d'images satellitaires.

L'objectif est de déterminer les points d'insertion potentiels de barrages souterrains appelés à permettre de :

- Remontrer les niveaux piézométriques des nappes surexploitées et les stabiliser
- Réduire les pertes des eaux souterraines vers la mer et les sebkhas
- Créer des stockages d'eau mobilisables accessibles pour faire redévelopper les activités agricoles en zones arides et semi arides
- Faire face aux conséquences du déréglément climatique par la mobilisation additionnelle de ressources d'eau souterraine et répondre au stress hydrique.

Les diverses bases de données ont été superposées sur la même plateforme SIG afin d'être étudiées conjointement. Des sites potentiels pour insérer des barrages souterrains ont été dégagés dans cette première approche de préfaisabilité.

Les sites qui ont été identifiés serviront comme une base de départ pour d'ultérieures études approfondies pour l'implémentation de ces barrages.

Au total, quarante (40) nappes phréatiques ont été concernées par cette identification avec cent et cinq (105) sites potentiels de barrages souterrains.

L'annexe 2 résume les résultats de travail d'identification présentés par système acquière.

Sur la même nappe, plusieurs sites peuvent être en cascade sur le même cours d'eau ou éloignées chacun sur un cours d'eau différent.

Pour chaque nappe phréatique, prise en compte de piézométrie, de géologie et des connaissances du terrain (géotechniques et hydrologiques) par les experts a permis de choisir les emplacements de ces barrages.

Dans l'objectif de la mobilisation de nouvelles ressources d'eau dans un cadre équilibré, les zones les plus défavorisés en matière de ressources de surface, notamment en milieu aride et semi-aride seront prioritaires en termes de développement des barrages souterrains.

La programmation de ces sites potentiels devrait selon de genre de rationalité d'aménagement aller du Sud au Nord.

Le tableau qui suit présente la liste et les caractéristiques des ouvrages potentiels projetés.

Tableau 50 : Sites des Barrages Souterrains Potentiels

N°	X	Y	Gouvernorat	Délégation	Oued	Code aquifère	Système Aquifère	Stock aquifère (Mm3)	Code nappe	Nappe	Type	Etat d'exploitation	Destination d'exploitation	Intrusion marine	Recharge artificielle	Perte vers mer ou sebkha
1	534250.1707	4122863.998	Bizerte	Sejnane	El Birka	302	Kef Abbed	44	302010	Sables du Quaternaire de la Plaine de Kef Abbed	Phréatique	Nappe sous-exploitée	Irrigation	non	non	oui
2	535726.4372	4121083.249	Bizerte	Sejnane	El Birka	302	Kef Abbed	44	302010	Sables du Quaternaire de la Plaine de Kef Abbed	Phréatique	Nappe sous-exploitée	Irrigation	non	non	oui
3	603020.599	4119132.775	Bizerte	Ras Djebel	Kantra	304	Plaine de Ras Djebel	47	304010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Ras Djebel	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	oui	oui	oui
4	603259.0034	4118962.955	Bizerte	Ras Djebel	El Aouinet	304	Plaine de Ras Djebel	47	304010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Ras Djebel	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	oui	oui	oui
5	603448.1341	4118791.471	Bizerte	Ras Djebel	El Ma	304	Plaine de Ras Djebel	47	304010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Ras Djebel	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	oui	oui	oui
6	595709.2881	4122086.752	Bizerte	Ras Djebel	Beni Ata	304	Plaine de Ras Djebel	47	304010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Ras Djebel	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	oui	oui	oui
7	563020.3773	4121509.813	Bizerte	Bizerte Sud	El Graa	306	Ichkeul Bizerte	572	306010	Alluvions du Quaternaire d'Oued el Graa	Phréatique	Nappe en équilibre	Irrigation	oui	non	oui
8	583867.3485	4116118.16	Bizerte	Menzel Jmil	Jaddara	306	Ichkeul Bizerte	572	306020	Alluvions du Quaternaire de la Cuvette d'Oued Guenniche	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	oui	oui	oui
9	583182.1247	4114734.999	Bizerte	Menzel Jmil	Gueniche	306	Ichkeul Bizerte	572	306020	Alluvions du Quaternaire de la Cuvette d'Oued Guenniche	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	oui	oui	oui
10	582864.4369	4113135.498	Bizerte	Menzel Jmil	El Galaa	306	Ichkeul Bizerte	572	306020	Alluvions du Quaternaire de la Cuvette de l'Oued Guenniche	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	oui	oui	oui
11	479086.5345	4088999.982	Jendouba	Tabarka	Al Kbir	311	Cuvette de Tabarka	42	311010	Alluvions du Quaternaire de la Cuvette de Tabarka	Phréatique	Nappe sous-exploitée	Irrigation	oui	non	oui
12	479004.2552	4088545.069	Jendouba	Tabarka	Al Kbir	311	Cuvette de Tabarka	42	311010	Alluvions du Quaternaire de la Cuvette de Tabarka	Phréatique	Nappe sous-exploitée	Irrigation	oui	non	oui
13	478991.2185	4085818.999	Jendouba	Tabarka	Al kbir	311	Cuvette de Tabarka	42	311010	Alluvions du Quaternaire de la Cuvette de Tabarka	Phréatique	Nappe sous-exploitée	Irrigation	oui	non	oui
14	606753.3665	4056428.779	Ben Arous	Mornag	Meliane	404	Mornag	709	404040	Grès de l'Oligocène de Khelidia	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	oui	non
15	677885.6872	4100890.249	Nabeul	Houaria	Damous	407	Plaine El Haouaria	486	407010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine d'el Haouaria	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	oui	oui
16	672828.8747	4097271.749	Nabeul	Houaria	Sayadin	407	Plaine de Houaria	486	407010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine d'el Haouaria	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	oui	oui
17	665673.9083	4091605.323	Nabeul	Houaria	Maggayiz	408	Plaine de Tozghane	482	408010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Tazhoghrane	Phréatique	Nappe sous-exploitée	irrigation	oui	oui	oui
18	658174.0006	4085772.783	Nabeul	Houaria	Zggag	408	Plaine de Tozghane	482	408010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Tazhoghrane	Phréatique	Nappe sous-exploitée	irrigation	oui	oui	oui
19	632238.3566	4061325.736	Nabeul	Soliman	El Bay	409	Plaine de Grombalia	868	409010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Grombalia	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	oui	oui
20	630398.3119	4060819.026	Nabeul	Soliman	Aj Jorf	409	Plaine de Grombalia	868	409010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Grombalia	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	oui	oui
21	638825.7915	4066769.162	Nabeul	Soliman	Bzikh	409	Plaine de Grombalia	868	409020	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Takelsa	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	oui	oui	oui

Tableau 50 : Sites des Barrages Souterrains Potentiels

N°	X	Y	Gouvernorat	Délégation	Oued	Code aquifère	Système Aquifère	Stock aquifère (Mm3)	Code nappe	Nappe	Type	Etat d'exploitation	Destination d'exploitation	Intrusion marine	Recharge artificielle	Perte vers mer ou sebkha
22	638701.6738	4054320.417	Nabeul	Grombalia	El Gobba	409	Plaine de Grombalia	868	409010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Grombalia	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	oui	oui
23	638827.972	4048133.495	Nabeul	Grombalia	Al Malah	409	Plaine de Grombalia	868	409010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Grombalia	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	oui	oui
24	635222.6232	4053679.232	Nabeul	Grombalia	Tahouna	409	Plaine de Grombalia	868	409010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Grombalia	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	oui	oui
25	669734.1436	4058088.842	Nabeul	El Mida	Sidi Othman	410	Côte Orientale	332	410010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de la côte orientale	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	oui	oui	oui
26	665355.2148	4049657.608	Nabeul	Korba	Karba	410	Côte Orientale	332	410010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de la côte orientale	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	oui	oui	oui
27	663374.6154	4042079.139	Nabeul	Korba	Doroufa	410	Côte Orientale	332	410010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de la côte orientale	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	oui	oui	oui
28	634514.8122	4021738.749	Sousse	Bouficha	Ash shikh	416	Bouficha	100	416010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Bouficha	Phréatique	Nappe en équilibre	irrigation	oui	oui	oui
29	633060.2056	4019662.728	Sousse	Bouficha	Hchaychiya	416	Bouficha	100	416010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Bouficha	Phréatique	Nappe en équilibre	irrigation	oui	oui	oui
30	631258.1328	4018154.298	Sousse	Bouficha	Sad	416	Bouficha	100	416010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Bouficha	Phréatique	Nappe en équilibre	irrigation	oui	oui	oui
31	629587.5984	4012834.922	Sousse	Bouficha	Al Malah	416	Bouficha	100	416010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Bouficha	Phréatique	Nappe en équilibre	irrigation	oui	oui	oui
32	572502.3501	4026329.097	Zaghouan	El Fahs	Al Khil	419	Plaine de Fahs	193	419010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine du Fahs	Phréatique	Nappe sous-exploitée	irrigation	non	non	oui
33	572921.9372	4025295.499	Zaghouan	El Fahs	Al Khil	419	Plaine de Fahs	193	419010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine du Fahs	Phréatique	Nappe sous-exploitée	irrigation	non	non	oui
34	574339.1874	4023438.333	Zaghouan	El Fahs	Al Khil	419	Plaine de Fahs	193	419010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine du Fahs	Phréatique	Nappe sous-exploitée	irrigation	non	non	oui
35	580814.3747	4024148.249	Zaghouan	El Fahs	Bou Dhébbén	419	Plaine de Fahs	193	419010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine du Fahs	Phréatique	Nappe sous-exploitée	irrigation	non	non	oui
36	578301.4997	4025957.999	Zaghouan	El Fahs	Al Kbir	419	Plaine de Fahs	193	419010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine du Fahs	Phréatique	Nappe sous-exploitée	irrigation	non	non	oui
37	599913.3119	4111805.998	Bizerte	Ghar el Melh	Saadane	501	Medjerda Inférieure	833	501010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine d'Ousja-Ghar el Melh	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	oui	oui
38	599783.8674	4111633.611	Bizerte	Ghar el Melh	Saadane	501	Medjerda Inférieure	833	501010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine d'Ousja-Ghar el Melh	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	oui	oui
39	596277.6381	4109051.083	Bizerte	Ghar el Melh	Saadane	501	Medjerda Inférieure	833	501010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine d'Ousja-Ghar el Melh	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	oui	oui
40	566770.5043	4046745.636	Béja	Goubellat	Lahmar	509	Plaine de Goubellat	418	509010	Alluvions du Quaternaire de Goubellat	Phréatique	Nappe en équilibre	irrigation	non	non	non
41	562938.5861	4042425.886	Béja	Goubellat	Lahmar	509	Plaine de Goubellat	418	509010	Alluvions du Quaternaire de Goubellat	Phréatique	Nappe en équilibre	irrigation	non	non	non
42	525877.1245	4035499.498	Béja	Teboursouk	Khallad	518	Plaine de Teboursouk	333	518010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Teboursouk	Phréatique	Nappe sous-exploitée	irrigation	non	non	non

Tableau 50 : Sites des Barrages Souterrains Potentiels

N°	X	Y	Gouvernorat	Délégation	Oued	Code aquifère	Système Aquifère	Stock aquifère (Mm3)	Code nappe	Nappe	Type	Etat d'exploitation	Destination d'exploitation	Intrusion marine	Recharge artificielle	Perte vers mer ou sebkha
43	521859.6577	4024610.514	Siliana	Krib	Khallad	522	Plaine de Krib	150	522010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine du Krib	Phréatique	Nappe sous-exploitée	irrigation	non	non	non
44	484541.4181	4026389.917	Kef	Nebeur	El Maleh	524	Sidi Khiar	149	524010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Sidi Khiar	Phréatique	Nappe sous-exploitée	Irrigation	non	non	non
45	490607.906	4010102.999	Kef	Nebeur	Al Gdim	530	Plaine de Bordj El Aifa	94	530010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Bordj El Aïfa	Phréatique	Nappe sous-exploitée Nappe sous-exploitée	irrigation	non	non	non
46	467652.1271	3996219.002	Kef	Kef Ouest	Rmal	533	Plaine du Kef	503	533010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine du Kef	Phréatique	Nappe en équilibre	irrigation	non	non	non
47	536106.8951	3991054.923	Siliana	Siliana Sud	Ousafa	535	Oued Siliana-Ras el Ma	357	535010	Alluvions du Quaternaire de Siliana	Phréatique	Nappe sous-exploitée	irrigation	non	oui	non
48	537855.9351	3988425.648	Siliana	Siliana Sud	Ousafa	535	Oued Siliana-Ras el Ma	357	535010	Alluvions du Quaternaire de Siliana	Phréatique	Nappe sous-exploitée	irrigation	non	oui	non
49	506363.1791	3994038.632	Kef	Sers	Tasa	538	Plaine du Sers	184	538010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Sers	Phréatique	Nappe sous-exploitée	irrigation	non	non	non
50	484668.7131	3978305.185	Kef	Dahmani	Izid	539	Plaine de Zouarines	692	539010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine des Zouarines - Ebba Ksour	Phréatique	Nappe sous-exploitée	Irrigation	non	oui	non
51	488310.8748	3984311.499	Kef	Dahmani	Tasa	539	Plaine de Zouarines	692	539010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine des Zouarines - Ebba Ksour	Phréatique	Nappe sous-exploitée	Irrigation	non	oui	non
52	490361.7678	3982853.462	Kef	Dahmani	Zellez	539	Plaine de Zouarines	692	539010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine des Zouarines - Ebba Ksour	Phréatique	Nappe sous-exploitée	Irrigation	non	oui	non
53	491400.8122	3986722.499	Kef	Dahmani	Tasa	539	Plaine de Zouarines	692	539010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine des Zouarines - Ebba Ksour	Phréatique	Nappe sous-exploitée	Irrigation	non	oui	non
54	476823.8807	3988348.605	Kef	Dahmani	Mlis	540	El Houdh Bled Abida	282	540010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Bled Abida	Phréatique	Nappe surexploitée	Irrigation	non	non	non
55	475578.6419	3981261.153	Kef	Dahmani	Mlis	540	El Houdh Bled Abida	282	540010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Bled Abida	Phréatique	Nappe surexploitée	Irrigation	non	non	non
56	477635.0935	3985217.249	Kef	Dahmani	Mlis	540	El Houdh Bled Abida	282	540010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Bled Abida	Phréatique	Nappe surexploitée	Irrigation	non	non	non
57	461237.4711	3992123.172	Kef	Tajerouin	Ras El Ogla	541	Bled Charene	291	541010	Alluvions du Quaternaire de Bled Charene	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	oui	non
58	586021.7588	3955267.807	Kairouan	Chbika	Segui	601	Ain Djelloula-Chougaffia-Bou Mourra	994	601020	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Chougafia	Phréatique	Nappe en équilibre	irrigation	non	oui	oui

Tableau 50 : Sites des Barrages Souterrains Potentiels

N°	X	Y	Gouvernorat	Délégation	Oued	Code aquifère	Système Aquifère	Stock aquifère (Mm3)	Code nappe	Nappe	Type	Etat d'exploitation	Destination d'exploitation	Intrusion marine	Recharge artificielle	Perte vers mer ou sebkha
59	585223.0296	3956623.37	Kairouan	Chbika	Hosshass	601	Ain Djelloula-Chougaffia-Bou Mourra	994	601020	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Chougafia	Phréatique	Nappe en équilibre	irrigation	non	oui	oui
60	589995.4384	3960886.223	Kairouan	Sbikha	El Terech	601	Ain Djelloula-Chougaffia-Bou Mourra	994	601020	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Chougafia	Phréatique	Nappe en équilibre	irrigation	non	oui	oui
61	560359.4667	3977288.892	Kairouan	Oueslatia	Marouf	603	Cuvette d'El Oussletia	360	603010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine d'El Oussletia	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	oui	non
62	557674.5046	3975269.389	Kairouan	Oueslatia	Marouf	603	Cuvette d'El Oussletia	360	603010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine d'El Oussletia	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	oui	non
63	554640.792	3969742.725	Kairouan	Oueslatia	Amor	603	Cuvette d'El Oussletia	360	603010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine d'El Oussletia	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	oui	non
64	501999.3485	3957490.324	Kef	El Ksour	Az Zaguifa	606	Plaine El Jouf	144	606010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine d'El Jouf	Phréatique	Nappe en équilibre	irrigation	non	non	non
65	547532.1752	3926443.556	Kairouan	Hajeb El Ayoun	Hattab	608	Bou Hafna-Serdja-Ech chouachi	1172	608020	Alluvions du Quaternaire de Serdja - Ech Chaouachi	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	non	non
66	507146.1247	3945415.249	Siliana	Rouhia	Ar Rouhiya	610	Rohia Jedaliane	293	610010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Rohia-Jedeliane-Kontra	Phréatique	Nappe en équilibre	irrigation	non	oui	non
67	510079.281	3934668.749	Siliana	Rouhia	Ar Rouhiya	610	Rohia Jedaliane	293	610010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Rohia-Jedeliane-Kontra	Phréatique	Nappe en équilibre	irrigation	non	oui	non
68	507455.4997	3931919.249	Kasserine	Sbiba	Sbiba	614	Sbiba	251	614010	Alluvions du Quaternaire de Sbiba	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	oui	non
69	545419.1872	3898874.999	Sidi Bouzid	Jelma	Al Hjal	616	Oued El Hjal	1602	616010	Alluvions du Quaternaire d'Oued el Hajel	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	oui	non
70	542794.7497	3880739.499	Sidi Bouzid	Sidi Bouzid Ouest	Al Fakka	622	Plaine de Sidi Bouzid	935	622010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Sidi Bouzid	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	oui	oui
71	530193.056	3875548.164	Sidi Bouzid	Sidi Bouzid Ouest	Al Fakka	622	Plaine de Sidi Bouzid	935	622010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Sidi Bouzid	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	oui	oui
72	529979.3128	3870990.54	Sidi Bouzid	Bir El Hafey	Sarig Adhiba	622	Plaine de Sidi Bouzid	935	622010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Sidi Bouzid	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	oui	oui
73	532617.5276	3873837.692	Sidi Bouzid	Sidi Bouzid Ouest	Sarig Adhiba	622	Plaine de Sidi Bouzid	935	622010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Sidi Bouzid	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	oui	oui
74	543501.2871	3861009.335	Sidi Bouzid	Sidi Bouzid Est	Om Et Tboul	703	Cuvette de Horchene-Braga	1149	703010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Braga	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	non	oui
75	545671.4933	3861487.414	Sidi Bouzid	Sidi Bouzid Est	El Whishi	703	Cuvette de Horchene-Braga	1149	703010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Braga	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	non	oui
76	455052.6637	3832833.479	Gafsa	Oum Laarais/Maj el Belabes	El Kbir	802	Oum El Kasseb-Ouled Merzoug-Oued Safsaf	158	802010	Underflow d'Oued Oum El Kasseb	Phréatique	Nappe sous-exploitée	irrigation	non	oui	non
77	481178.174	3815749.935	Gafsa	Gafsa Nord	Sidi Aich	803	Plaine de Gafsa-Nord	7020	803030	Alluvions du Quaternaire de Gafsa - Nord	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	oui	non
78	477348.6873	3822571.999	Gafsa	Gafsa Nord	Elaalenda	803	Plaine de Gafsa-Nord	7020	803030	Alluvions du Quaternaire de Gafsa - Nord	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	oui	non

Tableau 50 : Sites des Barrages Souterrains Potentiels

N°	X	Y	Gouvernorat	Délégation	Oued	Code aquifère	Système Aquifère	Stock aquifère (Mm3)	Code nappe	Nappe	Type	Etat d'exploitation	Destination d'exploitation	Intrusion marine	Recharge artificielle	Perte vers mer ou sebkha
79	481892.3123	3821862.749	Gafsa	Gafsa Nord	El Kmall	803	Plaine de Gafsa-Nord	7020	803030	Alluvions du Quaternaire de Gafsa - Nord	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	oui	non
80	478779.8748	3798967.999	Gafsa	Ksar	Bayech	806	Gafsa Sud - El Guettar	2331	806010	Alluvions du Quaternaire de Gafsa Sud	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	oui	oui
81	485350.9998	3800199.624	Gafsa	Ksar	Maleh	806	Gafsa Sud - El Guettar	2331	806010	Alluvions du Quaternaire de Gafsa Sud	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	oui	oui
82	473268.2186	3809685.999	Gafsa	Gafsa Sud	Eddakhla	806	Gafsa Sud - El Guettar	2331	806010	Alluvions du Quaternaire de Gafsa Sud	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	oui	oui
83	613771.9866	3736185.889	Gabès	Mareth	Beni Zelten	901	Plaine de la Djeffara	36109	901030	Alluvions du Quaternaire de Gabès Sud	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	oui	oui	oui
84	608458.0623	3732628.249	Gabès	Mareth	Beni Khil	901	Plaine de la Djeffara	36109	901030	Alluvions du Quaternaire de Gabès Sud	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	oui	oui	oui
85	605990.7727	3744048.946	Gabès	Gabès Sud	Hajjej	901	Plaine de la Djeffara	36109	901030	Alluvions du Quaternaire de Gabès Sud	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	oui	oui	oui
86	652448.5623	3701044.749	Medenine	Mednine Nord	Essmara	901	Plaine de la Djeffara	36109	901080	Alluvions du Quaternaire de Smar Medenine	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	oui	oui
87	627025.5623	3722976.749	Gabès	Mareth	Zegzaou	901	Plaine de la Djeffara	36109	901030	Alluvions du Quaternaire de Gabès Sud	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	oui	oui	oui
88	622316.6249	3719420.499	Gabès	Mareth	Zegzaou	901	Plaine de la Djeffara	36109	901030	Alluvions du Quaternaire de Gabès Sud	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	oui	oui	oui
89	628364.9998	3716803.999	Gabès	Mareth	Zarkine	901	Plaine de la Djeffara	36109	901030	Alluvions du Quaternaire de Gabès Sud	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	oui	oui	oui
90	614802.1248	3724021.249	Gabès	Mareth	Zarkine	901	Plaine de la Djeffara	36109	901030	Alluvions du Quaternaire de Gabès Sud	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	oui	oui	oui
91	603012.7498	3738336.749	Gabès	Gabès Sud	Souareg	901	Plaine de la Djeffara	36109	901030	Alluvions du Quaternaire de Gabès Sud	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	oui	oui	oui
92	603166.294	3749044.382	Gabès	Gabès Medina	Gabès	901	Plaine de la Djeffara	36109	901030	Alluvions du Quaternaire de Gabès Sud	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	oui	oui	oui
93	626747.3239	3999399.525	Sousse	Enfidha	El Brek	4620	Plaine d'Enfidha	815	4620010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine d'Enfida	Phréatique	Nappe sous-exploitée	irrigation	non	non	oui
94	606204.3122	3974557.749	Kairouan	Sbikha	El Ketifa	6423	Plaine de Kairouan	6914	6423020	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Sisseb - el Alem	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	oui	oui
95	608388.1955	3973871.694	Kairouan	Sbikha	Zahzem	6423	Plaine de Kairouan	6914	6423020	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Sisseb - el Alem	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	oui	oui
96	608484.9372	3973541.999	Kairouan	Sbikha	Alam	6423	Plaine de Kairouan	6914	6423020	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Sisseb - el Alem	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	oui	oui
97	600124.0702	3940780.406	Kairouan	Kairouan Sud	Zroud	6423	Plaine de Kairouan	6914	6423030	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Kairouan	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	oui	oui
98	595678.84	3941672.747	Kairouan	Kairouan Sud	Margillil	6423	Plaine de Kairouan	6914	6423030	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Kairouan	Phréatique	Nappe surexploitée	irrigation	non	oui	oui
99	617116.5877	3961551.352	Sousse	Sidi El Hani	Bou Ghorbal	6723	Sahel de Sousse	1177	6723010	Alluvions du Quaternaire de Sabkha Kalbia - Kroussia	Phréatique	Nappe en équilibre	irrigation	non	non	oui

Tableau 50 : Sites des Barrages Souterrains Potentiels

N°	X	Y	Gouvernorat	Délégation	Oued	Code aquifère	Système Aquifère	Stock aquifère (Mm3)	Code nappe	Nappe	Type	Etat d'exploitation	Destination d'exploitation	Intrusion marine	Recharge artificielle	Perte vers mer ou sebkha
100	619278.996	3963797.621	Sousse	Kalaa Kbira	Lahmar	6723	Sahel de Sousse	1177	6723010	Alluvions du Quaternaire de Sabkha Kalbia - Kroussia	Phréatique	Nappe en équilibre	irrigation	non	non	oui
101	620612.653	3966525.677	Sousse	Kalaa Kbira	Gharig	6723	Sahel de Sousse	1177	6723010	Alluvions du Quaternaire de Sabkha Kalbia - Kroussia	Phréatique	Nappe en équilibre	irrigation	non	non	oui
102	611130.8747	3955873.749	Sousse	Kairouan Nord	Al Ataf	6723	Sahel de Sousse	1177	6723010	Alluvions du Quaternaire de la Plaine de Kairouan	Phréatique	Nappe en équilibre	irrigation	non	non	oui
103	684281.2867	3909790.85	Mahdia	Ksour Essaf	Inconnu	7902	Sahel de Sfax	8322	7902160	Alluvions du Quaternaire de Mellouleche	Phréatique	Nappe sous-exploitée	irrigation	non	non	oui
104	682927.8571	3911122.062	Mahdia	Ksour Essaf	Zouai	7902	Sahel de Sfax	8322	7902160	Alluvions du Quaternaire de Mellouleche	Phréatique	Nappe sous-exploitée	irrigation	non	non	oui
105	682896.0499	3910739.694	Mahdia	Ksour Essaf	Inconnu	7902	Sahel de Sfax	8322	7902160	Alluvions du Quaternaire de Mellouleche	Phréatique	Nappe sous-exploitée	irrigation	non	non	oui

IV.3.3 Actions de Régulation Hydrique du Système Aquifère du Kairouanais (SAK)

La plaine de Kairouan (3 000 km²) occupe la partie sud du bassin Djbiniana-El-Alem-Kairouan-Nasrallah. Elle s'étend entre la ville de Kairouan jusqu'aux ondulations pontiques des Djebels Khordj et Bouthadi [42]. La plaine Kairouan se trouve limitée à l'ouest par une série de reliefs à formations secondaires (Djebels Baten, Cherichira, El Houareb, Draa Affane, Djebel Cherachine) et à l'est par les Sebkhas (lacs salés) El Kelbia, El Hani et Cherita.

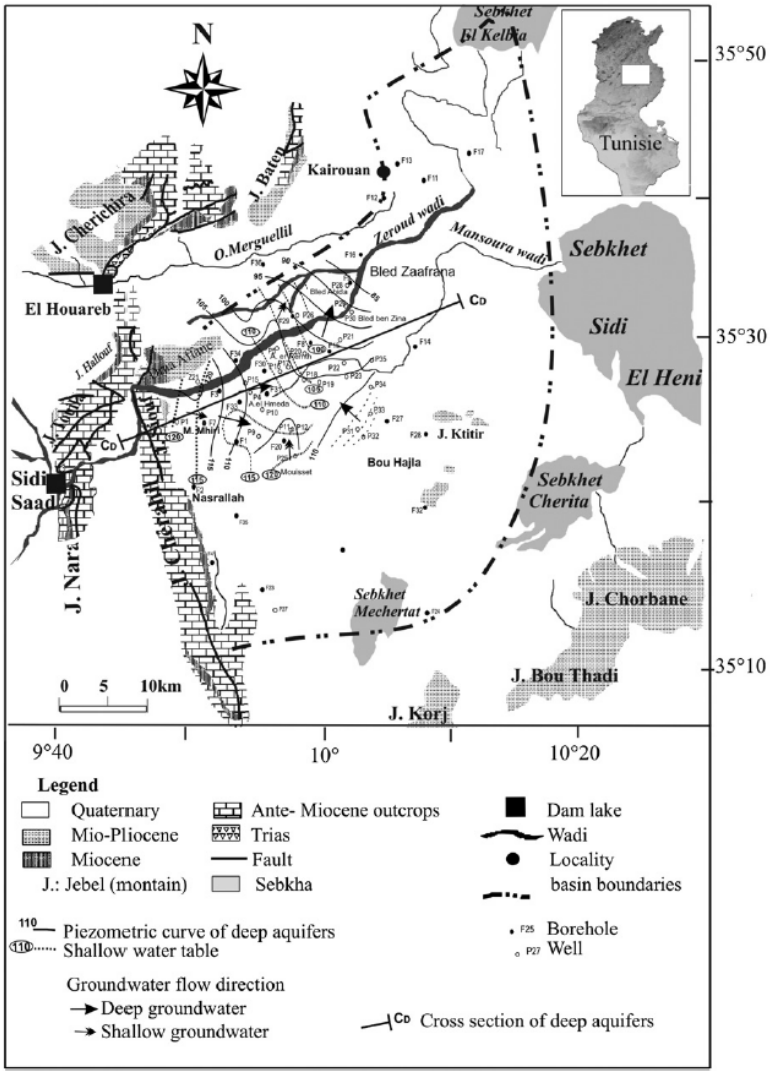


Figure 25 : *Carte de situation*[43]

Alimentée par le Zeroud et le Merguellil (figure ci-dessus) et abritant un des plus importants réservoirs souterrains de la Tunisie centrale (profondeur allant jusqu'à 700 m), la plaine alluviale a fait l'objet de plusieurs recherches et études[44].

42 Nazoumou, Y. Impact des Barrages sur la Recharge des Nappes en Zone Aride: Etude par Modélisation Numérique sur le cas de Kairouan (Tunisie centrale). Ph.D Thesis, University of Tunis II, National Engineering School of Tunisia, Tunis, Tunisia, 2012.
43
44 Besbes, M. Estimation des Apports aux Nappes Souterraines. Un Modèle D'infiltration Efficace. Ph.D. Thesis, University of South Carolina, Paris, France, 1978

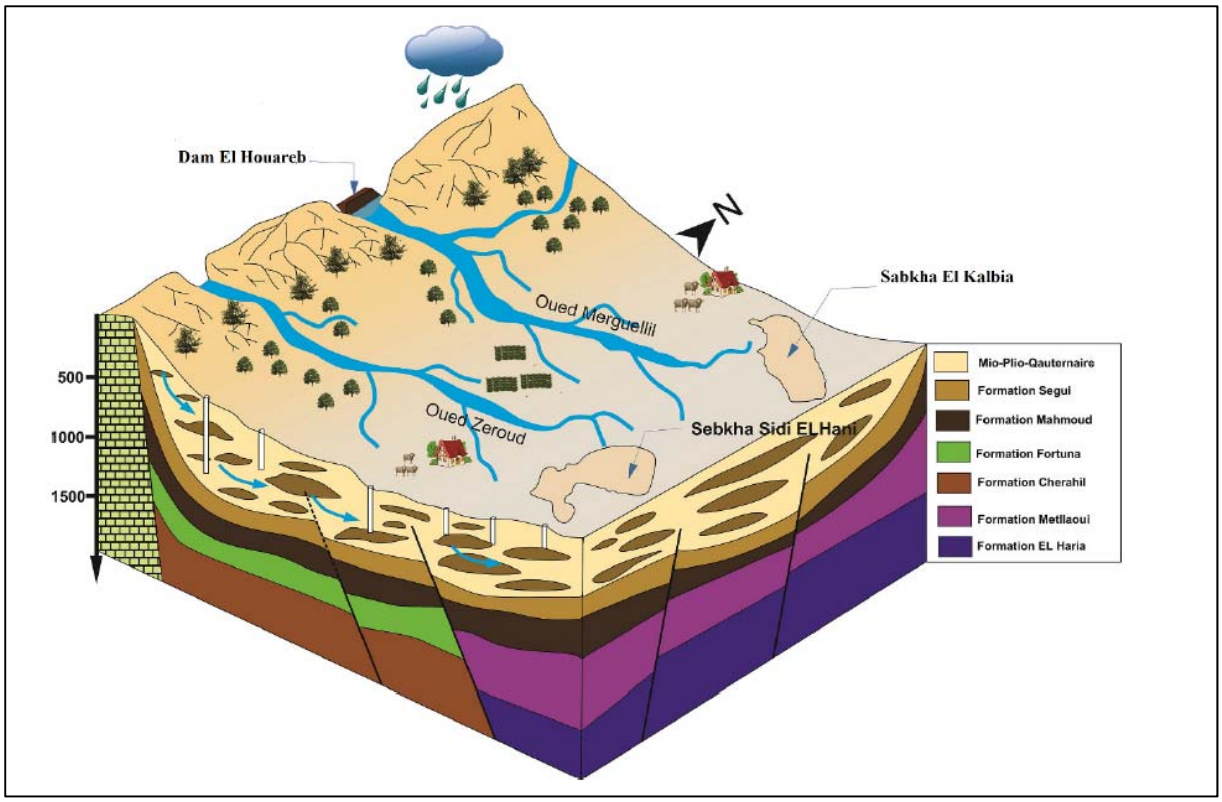


Figure 26 : *Coupe géologique 3D*[45]

Au cours des dernières décennies, le bassin de la plaine de Kairouan (Tunisie centrale) a fait face à une grave dégradation des ressources en eaux souterraines avec une importante baisse de la nappe phréatique de 30 m en 40 ans[46] [47] [48].

La croissance économique de la plaine, qui repose entièrement sur l'exploitation des eaux souterraines pour l'agriculture irriguée et l'approvisionnement en eau potable, explique l'état de surexploitation des nappes de la région[49].

La surexploitation des aquifères s'est accompagnée d'une augmentation, allant de l'amont à l'aval, de la salinité des eaux souterraines ainsi que celle des sols.

Suite aux inondations de 1969, deux barrages Sidi Saad (1982) et El Houareb (1989) ont été construits afin de protéger la ville de Kairouan contre les inondations et renforcer la mobilisation des ressources en eaux souterraines essentiellement à des fins d'irrigation.

Avant la construction de ces grands barrages, la plaine de Kairouan était rechargée par infiltration directe à travers les lits des oueds principaux Zeroud et Marguellil, notamment lors des crues[50] (figure 2).

[45] Snoussi, M.; Jerbi, H.; Tarhouni, J. Integrated Groundwater Flow Modeling for Managing a Complex Alluvial Aquifer Case of Study Mio-Plio-Quaternary Plain of Kairouan (Central Tunisia). Water 2022, 14, 668. https://doi.org/ 10.3390/w14040668

[46] Leduc C, Ben Ammar S, Favreau G, Béji R, Virrion R, Lacombe G,Tarhouni J, Aouadi C, Zenati Chelli B, Jebnoun N, Oi M, Michelot JL, Zaoauri K (2007) Impacts of hydrological changes inthe Mediterranean zone: environmental modifications and rural development in theMerguellil catchment, central Tunisia. Hydrol Sci J 52(6):1162–1178

[47] Le Goulven P, Leduc C, Bachta MS, Poussin JC (2009) Sharing scarce resources in a Mediterranean River Basin,Wadi Merguellil in central Tunisia. In: Molle F, Wester P (eds) River basin trajectories: societies. Environments and Development,Wallingford,UK, pp 147–170

[48] BesbesM, Chahed J, Hamdane A (2014) Sécurité hydrique de la Tunisie: gérer l'eau en condition de pénurie [Water security in Tunisia: managing water in shortage condition]. L'Harmattan, Paris, 358 pp

[49] Snoussi, M.; Jerbi, H.; Tarhouni, J. Integrated Groundwater Flow Modeling for Managing a Complex Alluvial Aquifer Case of Study Mio-Plio-Quaternary Plain of Kairouan (Central Tunisia). Water 2022, 14, 668. https://doi.org/ 10.3390/w14040668

[50] Besbes, M. Estimation des Apports aux Nappes Souterraines. Un Modèle D'infiltration Efficace. Ph.D. Thesis, University of South Carolina, Paris, France, 1978.

Depuis leur construction, ces barrages ont profondément modifié la recharge de la nappe phréatique[51] et les eaux de crue atteignent à peine l'aquifère[52]. Le processus de recharge s'est limité à la fuite du barrage d'El Houareb et à l'infiltration du flux de la nappe Ain El Beitha à travers la formation karstique[53] et, en conséquence, l'aquifère de la plaine de Kairouan (en aval des barrages) a commencé à connaître une baisse piézométrique nette[54].

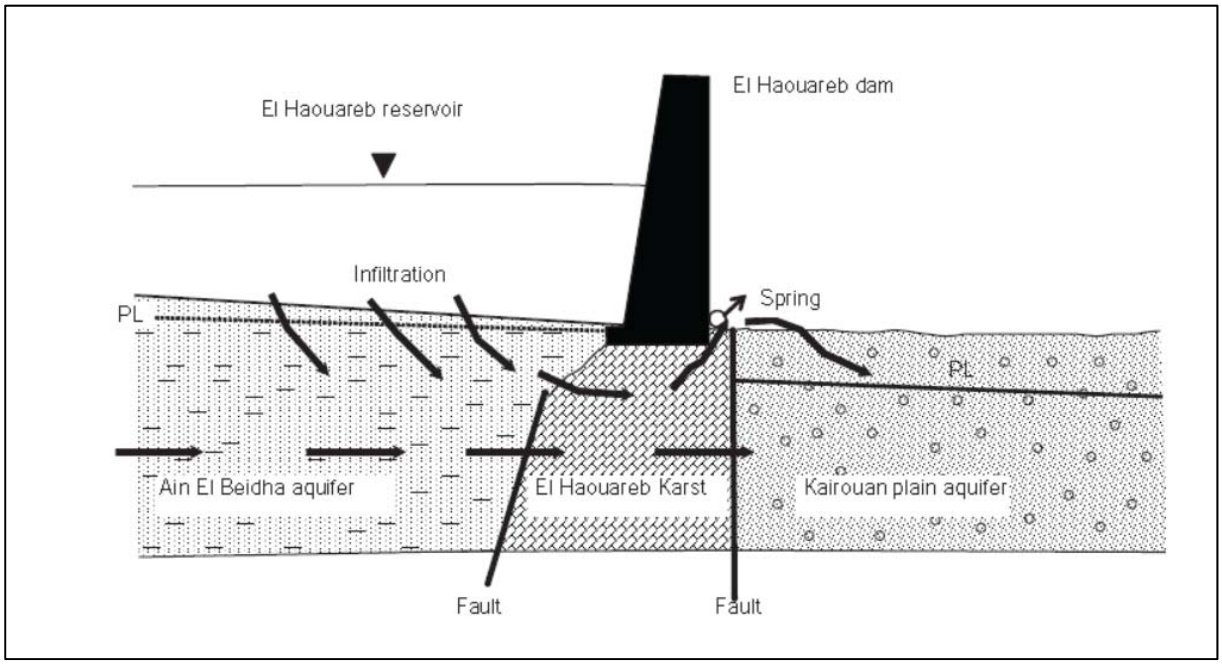


Figure 27 : *Coupe simplifiée du système karstique d'el Houareb*[55]

Des études récentes ont mis l'accent sur la surexploitation et les problèmes liés à la gouvernance comme principaux facteurs de dégradation des réserves d'eau : Une situation de dysfonctionnement et de déséquilibre entre l'offre et la demande en eau est constatée (Figure ci-dessous) dans l'hydrosystème du SAK.

En l'absence de changements fondamentaux dans la conception et la pratique, permettant d'instaurer une gestion rationnelle et durable des ressources en eau de Kairouan, ce déséquilibre ne peut que s'accentuer dans l'avenir.

51 Ben Ammar, S.; Leila, J.; Favreau, G.; Zouari, K.; Leduc, C.; Oi, M.; Mbarek, J.; Beji, R. Evolution de la recharge de la nappe phréatique de la plaine de Kairouan (Tunisie centrale) déduite de l'analyse géochimique. J. Secheress 2009, 20, 87–95.
52 Cudennec, C.; Leduc, C.; Koutsoyannis, D. Dryland hydrology in Mediterranean regions—A review. J. Hydrol. Sci. 2007, 53,1019–1038.
53 Lacombe, G.; Cappelaere, B.; Leduc, C. Hydrological impact of water and soil conservation works in the Merguellil catchment of central Tunisia. J. Hydrol. 2008, 359, 210–224
54 Leduc, C.; Ben Ammar, S.; Favreau, G.; Beji, R.; Virrion, R.; Lacombe, G.; Tarhouni, J.; Aouadi, C.; Chelli, B.Z.; Jebnoun, N.; et al. Impacts of hydrological changes in the Mediterranean zone: Environmental modifications and rural development in the Merguellil catchment, central Tunisia. Hydrol. Sci. J. Sci. Hydrol. 2007, 52, 1162–1178
55 Ben Ammar, S., Zouari, K., & Leduc, C. (2007). Interaction between groundwater and surface water through El Haoureb dam (Kairouan plain, Central Tunisia). International Atomic Energy Agency (IAEA): IAEA.

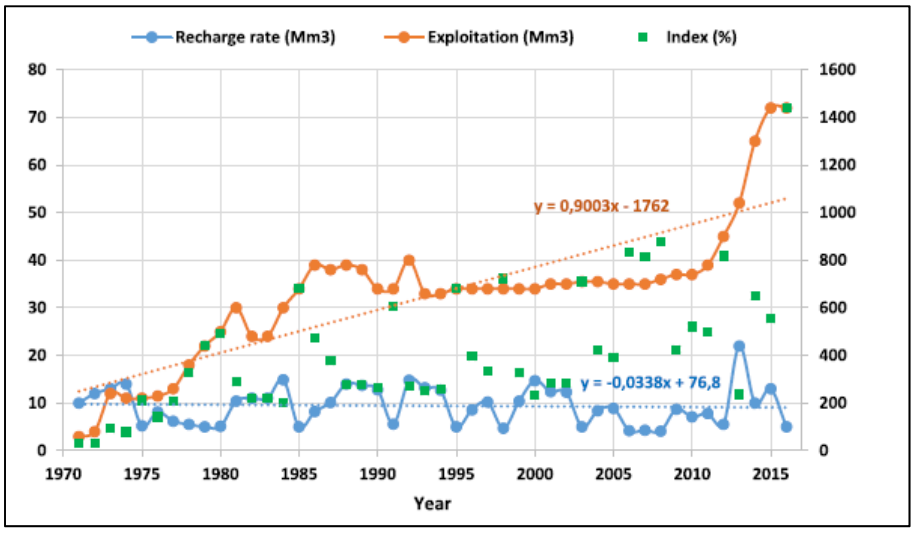


Figure 28 : *Evolution de la recharge et de l'exploitation des ressources en eaux dans la plaine Kairouan*[56]

Ainsi, le système SAK, en plus d'être de plus en plus exposé au dérèglement climatique, est vulnérabilisé à triple titre :

i. Par l'accroissement des besoins en eau à la parcelle

L'élévation des températures et les déficits pluviométriques sévères accroissent le déficit du bilan hydrique avec pour conséquence l'accroissement des besoins en eau des cultures.

ii. Par l'accroissement de la demande en eau dans les périmètres irrigués

L'augmentation des besoins en eau, engendrera une demande plus élevée en eau d'irrigation dans les périmètres irrigués.

iii. Par la surexploitation des ressources en eau souterraines.

L'accroissement des besoins en eau à la parcelle et de la demande en eau d'irrigation auront pour conséquence un appel d'eau plus important pour la viabilisation du système hydro-agricole, qui impactera les ressources en eau, maintenues sous pression, des aquifères.

L'équilibre entre ressources et emplois des eaux souterraines n'est atteint que lorsque les apports (par recharge) sont équivalent aux sorties : un niveau constant de ressource est maintenu[57]. Les niveaux piézométriques peuvent fluctuer autour d'un niveau interannuel constant suivant le cycle saisonnier naturel de recharge et de décharge, mais ces fluctuations font partie de la fonction régulatrice que jouent les aquifères, en particulier leur rôle crucial dans les zones semi-arides où ils peuvent réduire les impacts des périodes de sécheresse sur la disponibilité en eau[58].

La maitrise des prélèvements suppose simultanément :

i) Les barrages fonctionnant à 100% pour la recharge,

ii) Des prélèvements réduits au niveau des apports naturels.

Les résultats obtenus de la simulation hydrique (Figure ci-dessous) montrent une quasi stabilisation des niveaux des deux nappes de Kairouan et Sisseb, condition nécessaire à la durabilité du système.

56 Hamdi, M., Goïta, K., Jerbi, H. et al. Modeling of the natural groundwater recharge under climate change: Sisseb El Alem Nadhour Saouaf basin (Central Tunisia) case study. Environ Earth Sci 79, 285 (2020). https://doi.org/10.1007/s12665-020-09010-6
57 AlleyWM, Healy RW, La Baugh JW, Reilly TE (2002) Flow and storage in groundwater systems. Science 296(5575): 1985–1990
58 Massuel, S., Riaux, J. Groundwater overexploitation: why is the red flag waved? Case study on the Kairouan plain aquifer (central Tunisia). Hydrogeol J 25, 1607–1620 (2017). https://doi.org/10.1007/s10040-017-1568-2

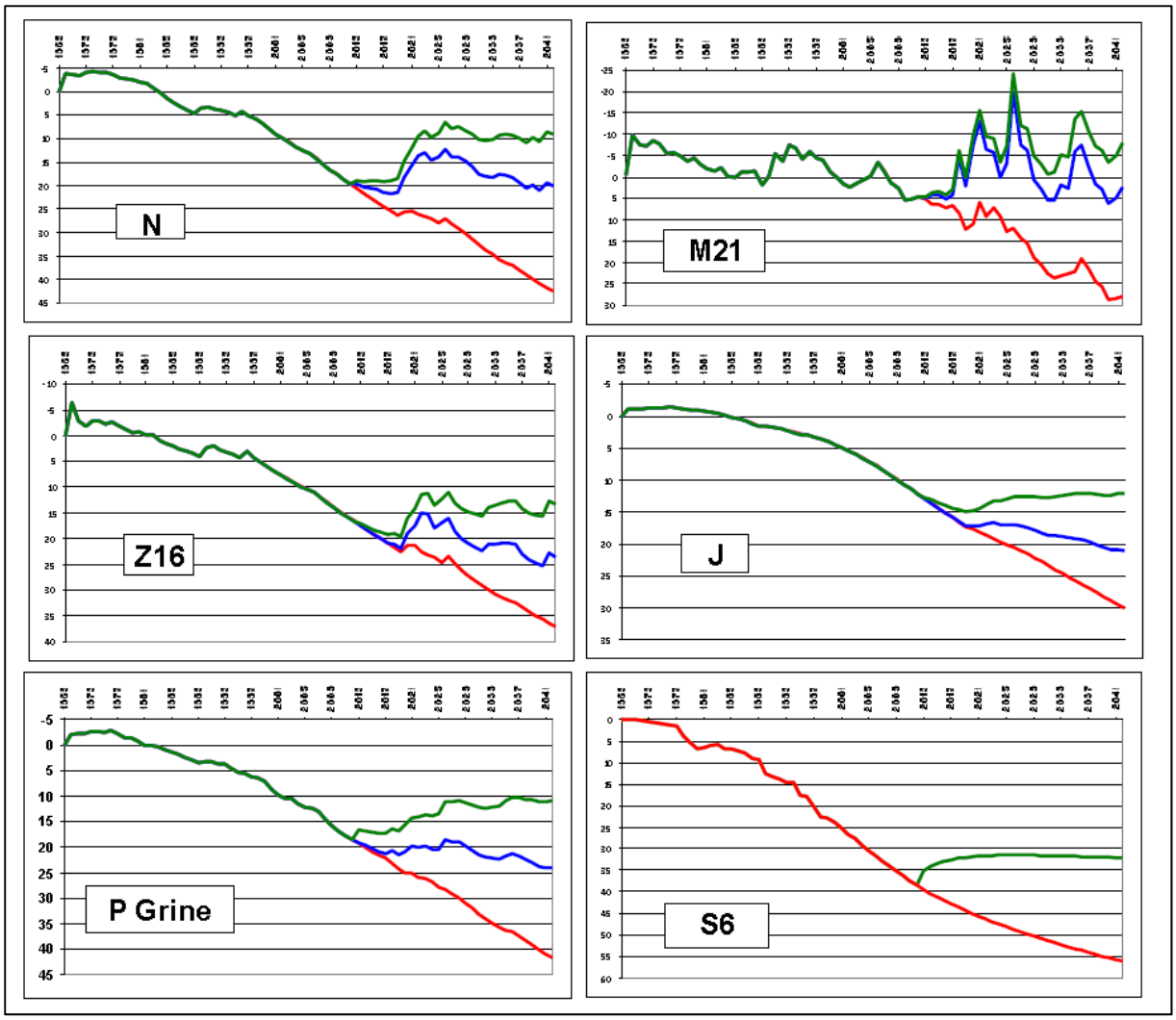


Figure 29 : *Evolution des rabattements pour les Scénarios zéro (rouge), 100% Recharge (en bleu) et 100% recharge conjuguer à la réduction des prélèvements à l'équivalent recharge (en vert)*[59]

La gestion durable et efficace des ressources en eau exige une approche globale liant le développement économique et social à la protection des écosystèmes naturels et instituant des rapports de gestion appropriés entre l'exploitation des sols et de l'eau.

Les phénomènes d'inondations et de sécheresses ayant tendance à être considérés comme exceptionnels doivent être intégrés dans la gestion des ressources en eau en tant que phénomènes naturellement inhérents à un climat tel que celui de la Tunisie et dans une zone telle que celle de Kairouan, qu'il s'agit de prendre en compte en intégralité en tant que condition de la maitrise durable de l'hydrique. Car, gérer les crues en tant que problèmes isolés conduit presque toujours à une approche fragmentaire et localisée.

59 STUDI International (2015) : établissement d'un diagnostic concerte et bilans actualises des trois barrages de Kairouan dans un contexte de changement climatique

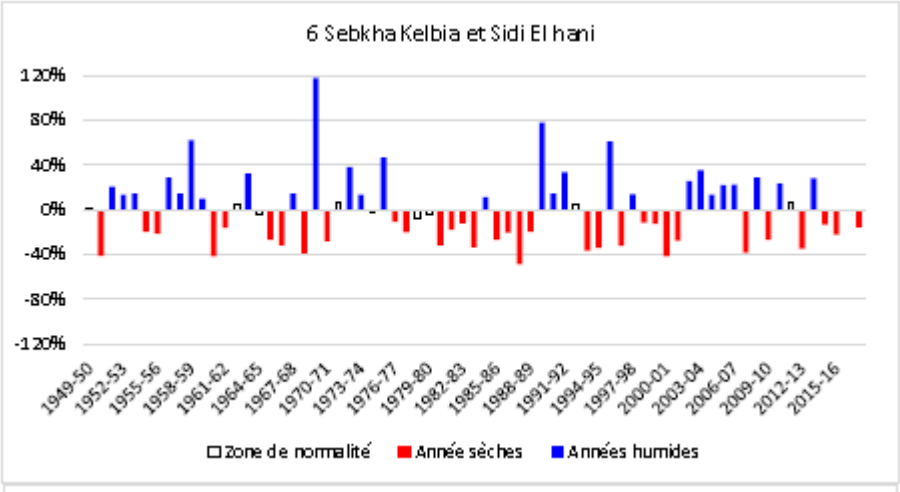


Figure 30 : *Index des pluies annuelles*

Les événements de l'automne 1969 avaient un trait naturel à l'époque peu influencé par l'intervention publique[60] avant l'aménagement des oueds de Zeroud et de Merguellil.

Ces événements ont fait l'objet d'une documentation très riche en termes descriptifs, quantitatifs et réflexifs. L'analyse rétrospective de ces événements dans une perspective de gestion intégrée des ressources en eaux permet d'élaborer un modèle de gestion durable du l'hydrosystème du SAK[61] .

Lors des évènements de 1969, l'écoulement de l'oued Zeroud à la station de Sidi Saad a été particulièrement étudié par les hydrologues de l'ORSTOM (France) et de la DRH (Tunisie)[62].

Des évènements exceptionnels du genre de ceux 1969 permettront d'avoir des remontées importantes dans l'aquifère (allant jusqu'à 10 m[63]).

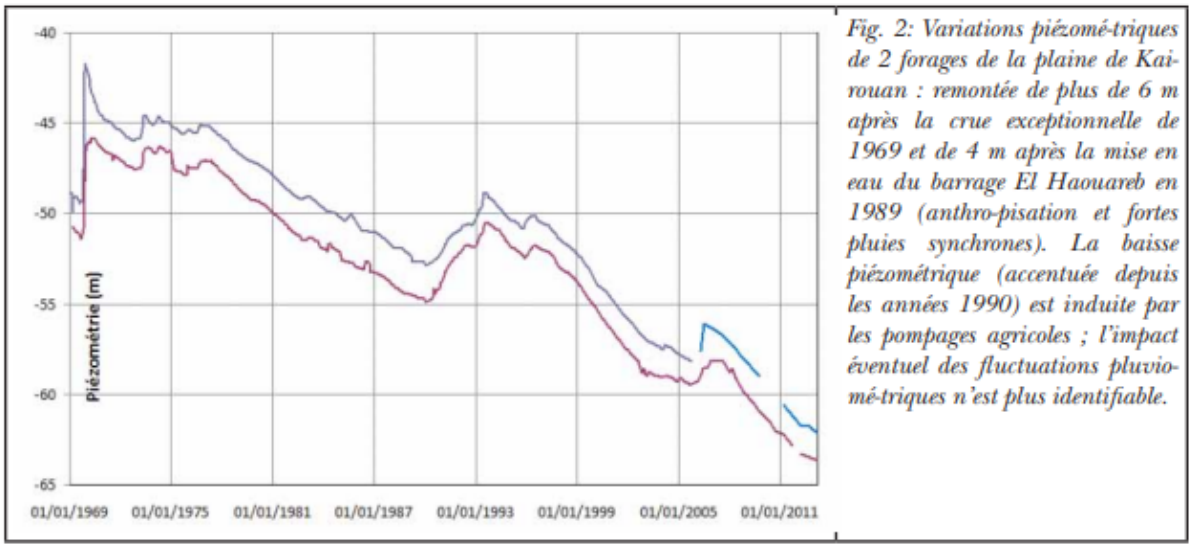


Fig. 2: Variations piézométriques de 2 forages de la plaine de Kairouan : remontée de plus de 6 m après la crue exceptionnelle de 1969 et de 4 m après la mise en eau du barrage El Haouareb en 1989 (anthropisation et fortes pluies synchrones). La baisse piézométrique (accentuée depuis les années 1990) est induite par les pompages agricoles ; l'impact éventuel des fluctuations pluviométriques n'est plus identifiable.

Figure 31 : Variation piézométrique de 2 forages de la plaine Kairouan[64]

60 H. Boudhraâ and C. Cudennec (2015): Autopsie des événements hydrométéorologiques extrêmes de 1969 en Tunisie. Extreme Hydrological Events (JH01 – IUGG2015).Proc. IAHS, 369, 169–173, 2015,doi:10.5194/piahs-369-169-2015
61 Cudennec, C.; Leduc, C.; Koutsoyannis, D. Dryland hydrology in Mediterranean regions—A review. J. Hydrol. Sci. 2007, 53,1019–1038.
62 Cruette, J., Rodier, J. A., Dubée, G., and Gualde, R.: L'Oued Zeroud, mesures de débits pendant les crues exceptionnelles de l'automne 1969, Avril 1971, Rapport du service hydrologique de l'ORSTOM et de la DRH, Service hydrologique, Tunis, p. 42, 1971.
63 C Leduc , S. Ben Ammar , G Favreau , R Beji , R Virrion , G Lacombe , J Tarhouni , C Aouadi , B. Zenati Chelli , N Jebnoun , M Oi , J. L Michelot & K Zouari (2007) : Impacts of hydrological changes in the Mediterranean zone: environmental modifications and rural development in the Merguellil catchment, central Tunisia / Un exemple d'évolution hydrologique en Méditerranée: impacts des modifications environnementales et du développement agricole dans le bassin-versant du Merguellil (Tunisie centrale) , Hydrological Sciences Journal/Journal des Sciences Hydrologiques, 52:6, 1162-1178, DOI: 10.1623/hysj.52.6.1162
64 C.Leduc, S.Massuel, J.Riaux, R.Calvez, A.Oglivie, N. Ben I, F. Lachaal, Z.Jenhaouissa (2017) : Changement global et ressources en eau souterraines dans la région de Kairouan (tunisie centrale): évolutions rapides et à long terme

Dès que la remontée du niveau piézométrique est obtenue, il s'agit de basculer dans une gestion durable de l'hydrosystème : au moyen de l'infiltration assistée à partir des barrages situés dans la sous-région (El Houareb et Sidi Saad et moyennant l'interconnexion entre les deux).

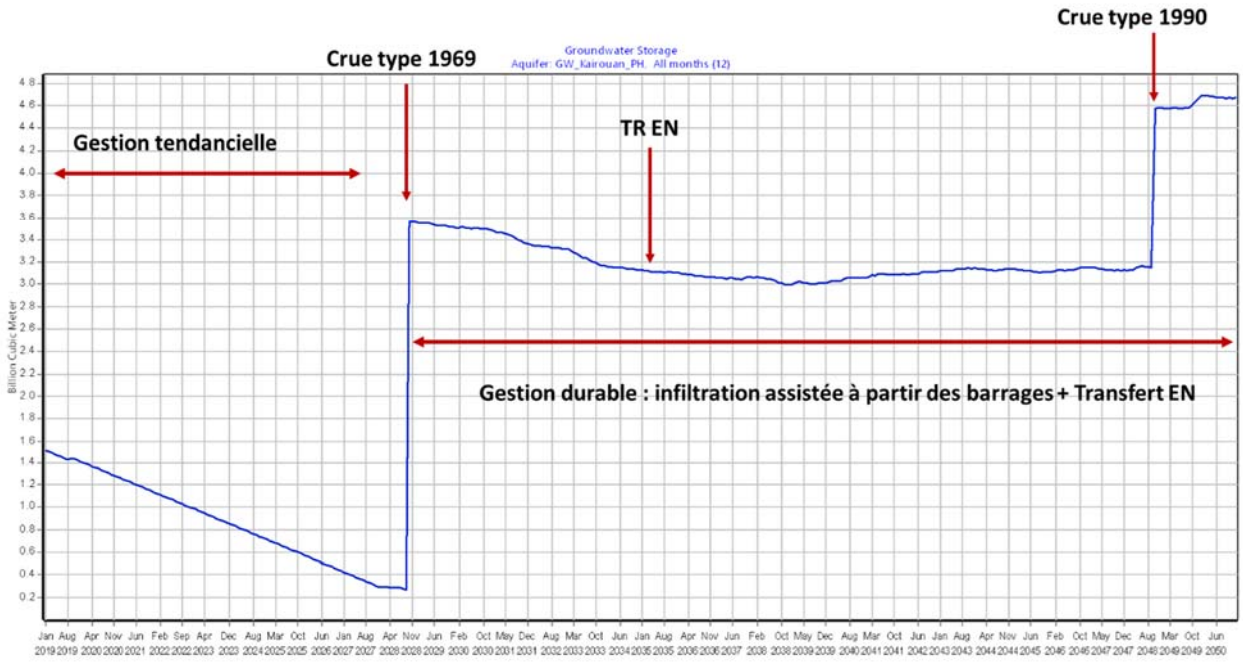


Figure 32 : Additionalité des solutions pour une gestion durable du SAK

La faisabilité pratique de ce mode de gestion devrait inciter les acteurs de l'eau au cours des années à venir à parvenir à diminuer les prélèvements dans les nappes de ~ 40%, équivalent à leur niveau de recharge naturelle que l'on retrouvera avec le changement de vocation des barrages.

La concrétisation de cette orientation est liée à la mise en œuvre de bonnes pratiques d'irrigation, l'amélioration des efficiences des réseaux, la rationalisation des usages y compris par une tarification adéquate et le recouvrement des redevances de prélèvements, le choix de cultures plus économes.

La réhabilitation de l'offre peut exiger l'arbitrage objectivé entre des usages contradictoires de la même ressource. Le cas de Jej Rouissat est édifiant à cet égard. On doit préciser que Rouissat est une Imada de la Délégation de Chbika du Gouvernorat de Kairouan. Du point de vue hydrologique Rouissat fait partie du bassin de la Chougafia.

Dans cette Imada, les eaux mobilisées par une série de petits barrages se trouvent convoitées par trois usages contradictoires qui se sont traduits sur le terrain par des conflits. Les premiers usagers se trouvant à côté des barrages et irrigant leurs cultures maraichères à partir de sources alimentées directement par les eaux mobilisées. Toute baisse des volumes de ces eaux se traduit par des chutes des débits des sources exploitées. Cette catégorie s'est trouvée ainsi objectivement opposée aux lâchers d'eau. La deuxième catégorie d'usagers s'adonnant aux cultures fourragères et aux céréales irrigants à partir de puits de surface est favorable à une alimentation de la nappe par des lâchers fréquents et en quantités favorisant l'infiltration. La troisième et dernière catégorie utilise les eaux d'épandage et se trouve donc favorable à des lâchers de volume importants.

Pour éviter la surexploitation de la nappe et les conflits entre les divers usagers, une objectivation par le calcul économique permettant l'estimation des diverses valorisations de la ressource pourrait amener les gestionnaires de l'eau à arbitrer entre les décisions prises par les divers producteurs agricoles. La technique de simulation des jeux de rôle peut aider à éclairer cet arbitrage.

Cette technique pourrait être généralisée pour gérer l'ensemble des ressources du gouvernorat que les diverses études portant sur la vulnérabilité de la Tunisie aux changements climatiques classent comme « Hot Spot ». Dans cette perspective, une attention particulière doit être portée à la gestion de la nappe de Kairouan dont la principale source de vulnérabilité provient de la forte sensibilité de sa piézométrie à son exhaure.

IV.3.4 Actions de Maitrise de l'Empreinte Eau dans les Oasis

IV.3.4.1.Contextualisation

La production agricole dans les écosystèmes oasiens tunisiens est, actuellement, confrontée à plusieurs contraintes qui menacent sa durabilité, en raison notamment d'une eau de plus en plus rare, une salinisation accrue des sols, le tout associé à la tendance au dérèglement climatique.

Dans le Sud tunisien, le déficit hydrique climatique est tel que le recours à l'irrigation est une nécessité vitale pour la production agricole. L'eau souterraine est la seule ressource permettant de faire face aux besoins de l'irrigation et des différents usages domestiques. L'utilisation non rationalisée de l'eau en irrigation a entraîné une dégradation des sols dans les terres basses et la remontée de la nappe phréatique. Les oasis se trouvent ainsi confrontées à des contraintes qui entravent leur développement et leur valorisation, avec une menace sur la durabilité.

L'oasis se trouve aussi menacée par les multiples facteurs de l'abandon et du morcellement des exploitations, en plus de la mauvaise gestion de l'eau et la mauvaise efficience du système de drainage. Ces facteurs réunis ont conduit à l'épuisement des sols, la dégradation de l'écosystème oasien et, en conséquence, l'aggravation des problèmes socio-économiques.

En termes de ressources de nappes phréatiques, les régions oasiennes disposent de 13 % des ressources de la Tunisie, soit près de 96,1 Mm3/an (nappes d'oasis et alluviales). Néanmoins, les nappes d'oasis les plus sollicitées dans le Jérid sont alimentées essentiellement par les eaux de drainage et du surplus des eaux d'irrigation, avec une salinité élevée (3 à 10 g/l). Pour les régions oasiennes dotées de ressources en eaux profondes, elles totalisent 651,5 Mm3 sur les 1 429 Mm3/an disponibles pour toute la Tunisie, soit plus de 45%. 63 % de ces ressources sont situées au Jérid et Nefzaoua.

A partir de 1990, les politiques publiques se sont orientées vers une gestion de la demande en eau. Cette politique est basée sur la décentralisation de la gestion de l'eau à travers la création d'associations d'usagers d'eau, la gestion participative de l'eau et le renforcement des techniques d'économie d'eau. Malgré ces dispositions le déficit en eau persiste, à cause du développement continu de nouvelles extensions et l'augmentation du nombre de forages.

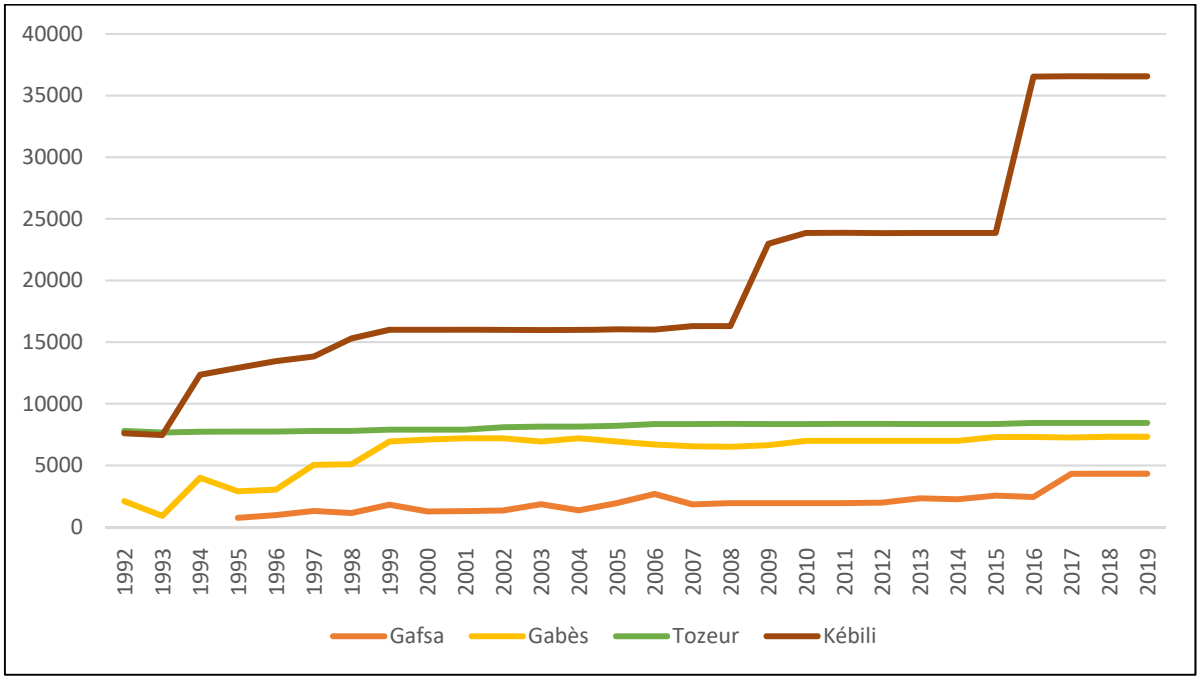


Figure 33 : Evolution des superficies des oasis (ha) de 1992 à 2019

L'irrigation telle que pratiquée dans les oasis n'est pas conduite en fonction des besoins réels des cultures, induisant de la sorte un balancement continu entre soit des états de stress hydriques et chutes de rendement, soit des mobilisations d'eau supérieures aux besoins et un gaspillage de la ressource.

Le tableau ci-dessous montre que les programmes d'économie d'eau d'irrigation au niveau de Kébili connaissent beaucoup de retard par rapport aux autres gouvernorats. Ceci est lié à l'importante extension des superficies des oasis dans ce gouvernorat (figure précédente)

Tableau 51 : Suivi des réalisations nouvelles en économie d'eau d'irrigation au niveau de la parcelle jusqu'au 31-12-2021

	Superf. totale	S. Amél.		Total (ha)	Asp.		Total (ha)	Loc.		Total (ha)	Total Général des Réalisations	(%)
		PPI (ha)	Privés (ha)		PPI (ha)	Privés (ha)		PPI (ha)	Privés (ha)			
GAFSA	20 317	2433	5172	7605	5	1089	1094	397	10197	10594	19 293	95,0
GABES	19 236	8396,78	2066,5	10463,28	140	56,3	196,3	1646,72	3862,4	5509,12	16 169	84,1
TOZEUR	9 150	7544,75	1320	8864,75			0	26,45	43	69,45	8 934	97,6
KEBILI	36 559	10342,5	131,7	10474,2			0	103,37		103,37	10 578	28,9

Source : *MARHP / 2022*

IV.3.4.2.Focus sur Kébili

Afin de mieux comprendre les dynamiques de ces extensions, le CIRAD a réalisé en 2021 une étude sur « *l'Analyse de l'extension des palmeraies oasiennes et de son impact sur les ressources en eau souterraine dans la région de Kébili* » : Des informations relatives à l'évolution du nombre de forages, de l'exploitation et de la salinité des eaux des deux aquifères CI et CT durant la période entre 1998 et 2018 ont été obtenues auprès de l'arrondissement « Ressources en eau » du CRDA.

Il en ressort que la plantation de palmiers est devenue le meilleur moyen d'« appropriation individuelle » de la terre, car même si les agriculteurs bénéficient d'un titre d'attribution foncière du « conseil de gestion », ils arrivent difficilement à avoir le titre de propriété individuelle.

Les inventaires d'oasis réalisés par l'administration depuis 2008 ont permis une meilleure connaissance de l'évolution des nouvelles zones d'extensions.

Selon le CRDA, les extensions illicites qui couvraient 12 499 ha en 2 010 ont plus que doublé en 6 ans en passant à 26 060 en 2016.

Encore plus rétrospectivement, en se référant à l'année 1996, l'évolution des extensions illicites au gouvernorat de Kébili a augmenté de + 108% en 2010 et de + 272% en 2020.

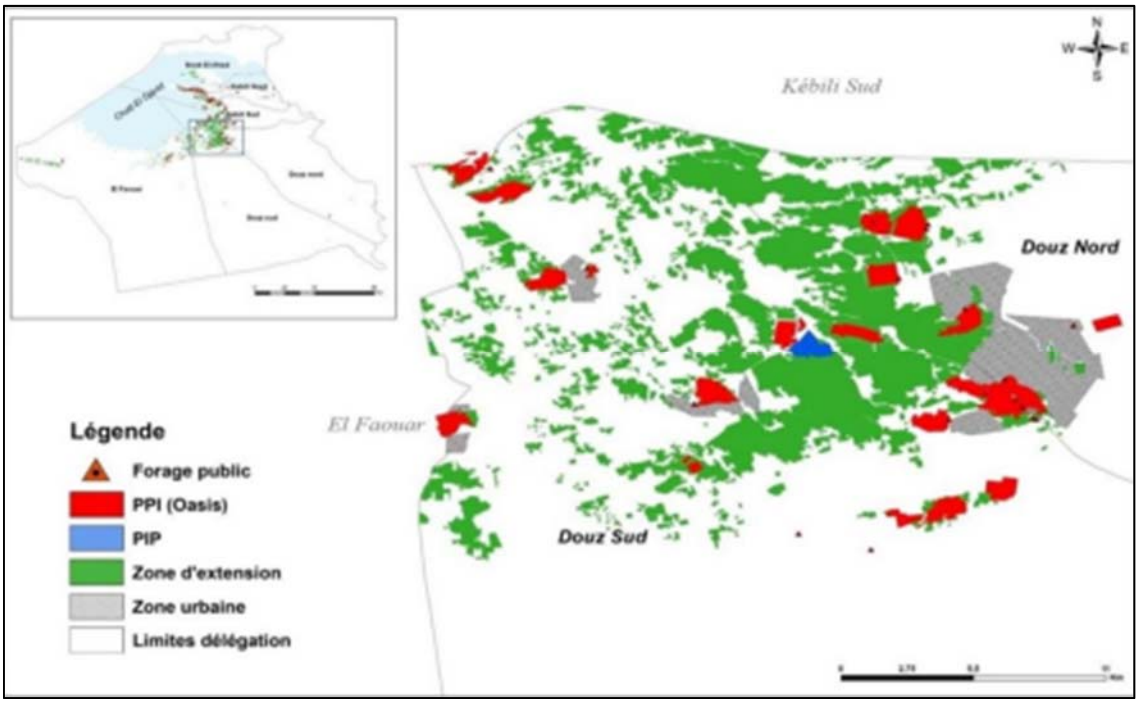


Figure 34 : *Les oasis et les extensions dans la région de Kébili (Zoom sur Douz, 2020)*

Les ressources disponibles dans le gouvernorat de Kébili sont de l'ordre de 236,70 Mm^3 /an (CRDA, 2018). La région de Kébili puise la quasi-totalité de ses besoins en eau dans les deux nappes souterraines profondes : le Continental Intercalaire CI (1000 à 3000 m de profondeur, température de l'eau supérieure à 55°C) et le Complexe Terminal CT (100 à 300 m de profondeur). Selon l'étude CIRAD, la quantité d'eau pompée de la nappe est passée de 393,1 Mm3 en 2010 à 407,3 Mm3 en 2017[65].

En 2018, la salinité de l'aquifère du CI Nefzaoua varie entre 2 g/l et 4,65 g/l. Pour la nappe du complexe terminal (CT), la salinité a atteint 7,7 g/l dans certaines régions. Les gestionnaires du CRDA ont lié la dégradation de la qualité des eaux souterraines et la baisse du niveau des eaux souterraines et à l'augmentation de la quantité d'eau pompée par les extensions. On compte 278 « forages publics » à Kébili mais le nombre de forages illicites est passé de 3 733 à 7 878 entre 2010 et 2017 (CRDA), soit entre 13 et 14 forages illicites par semaine, ou encore près de 2 forages illicites par jour.

En 2018, on a dénombré 8 830 forages illicites (estimation CRDA).

IV.3.4.3.Présentation du Nouveau Système d'Economie d'Eau en Oasis : La Bubbler Irrigation (Expérience Pilote du CRRAO[66])

L'amélioration de l'irrigation sous palmier dattier a fait l'objet de plusieurs études récentes, mais la plupart se sont focalisées sur les besoins en eau des palmiers, l'effet des techniques d'irrigation sur la production et le développement végétatif de la culture. Les travaux abordant la relation de la technique d'irrigation sous palmier dattier avec la dynamique de l'eau dans le sol et dans la zone racinaire sont par contre, restées rares.

Les systèmes d'irrigations localisées pourraient être une solution plus rustique. Dans ce contexte, l'étude d'un essai d'irrigation par une technique spécifique a été faite par le Centre Régional de Recherche en Agriculture Oasienne (CRRAO).

Il s'agit de tester la technique du barboteur - le « Bubbler » - dans le but de minimiser le gaspillage d'eau d'irrigation, en collant au mieux aux besoins du palmier.

Les essais ont été menés dans une parcelle de superficie de 2 025 m2, ayant une forme carrée de coté 45 m plantée par des palmiers dattiers espacés de 8 x 8m.

Trois techniques d'irrigation localisée ont été testées dans cette parcelle : l'irrigation souterraine, l'irrigation par les mini-diffuseurs et l'irrigation par barboteurs.

La parcelle est irriguée à partir d'une borne sous pression, alimentée à partir d'un forage profond. Deux rampes sont installées de part et d'autre de la ligne de palmier, espacées de 1,2 m qui alimentent les distributeurs.

Les caractéristiques techniques des 3 types d'irrigation ont été :

1. Irrigation par Barboteurs : Des barboteurs de débit 360 l/h, espacés de 1,5 m, installés sur deux rampes, espacées de 1,2 m, soit deux barboteurs par palmier.
2. Irrigation Souterraine : Les émetteurs sont installés à une profondeur de 30 cm, de débit 324 l/h. Quatre émetteurs alimentent en eau un palmier, soit deux émetteurs par rampe espacées de 1,2 m.
3. Irrigation par Mini-Diffuseurs : Le débit d'un mini-diffuseur est de 252 l/h, quatre mini-diffuseurs par palmier ont été installés.

L'étude de ces différentes techniques a été effectuée en appliquant le même volume d'eau, soit 3600 l d'eau d'irrigation. Les durées d'arrosage ont été de 2.7 h, 3 h et 5 h respectivement pour l'irrigation souterraine, l'irrigation par mini-diffuseurs et l'irrigation par barboteurs.

La comparaison entre ces techniques a été effectuée sur la base plusieurs de paramètres, tel que la dynamique de l'eau dans le sol, l'uniformité de distribution, l'efficience d'application et la productivité de l'eau.

Les mesures des humidités des sols après l'essai d'irrigation par les trois techniques d'irrigation révèlent que l'efficience d'application de l'eau par barboteur est de 57% tandis qu'elle est de 36% et de 30% respectivement pour la technique souterraine et celle par mini diffuseurs.

65 CIRAD, 2021. Analyse de l'extension des palmeraies oasiennes et de son impact sur les ressources en eau souterraine dans la région de Kébili.
66 CRRAO : Centre Régional de Recherches en Agriculture Oasienne

Pendant les années 2014 et 2015, la technique d'irrigation par barboteur a donné le meilleur rendement, soit une moyenne de 62 kg/palmier.

Au cours de l'année 2015, l'efficience de l'utilisation de l'eau la plus faible a été enregistrée au niveau de l'irrigation souterraine, soit 0,34 kg/m3, alors que l'effet le plus élevé a été obtenu par le mode « barboteur », soit une efficience de 0,66 kg/m3.

Suite à cet essai et dans le cadre d'une expérience pilote de vulgarisation, un programme a été mené par USAID Tunisia JOBS pour faire bénéficier une vingtaine d'agriculteurs de Hazoua, dans la région de Tozeur d'un financement innovant, leur permettant d'acquérir le système d'irrigation Bubblers pour un nouveau modèle de développement durable du secteur des dattes en Tunisie, avec la perspective de partager l'adoption de la méthode.

IV.3.4.4. Utilisation de la Modélisation WEAP pour Simuler l'Effet de la Généralisation de l'Irrigation par barboteurs

En se référant aux résultats du CRRAO, cette technologie permet de passer à une dose d'irrigation de 9.000 m^3/ha. En appliquant cette dose d'irrigation de 9000 m3/ha et sur la base des hypothèses du Modèle Hydro Economique d'Eau 2050, le prélèvement d'eau pour les oasis se stabilise à un niveau de d'environ **400** millions de m3 sur la période **2040 -2050**.

Sur cette base, même si on intègre les prélèvements par les forages illicites, qui correspondent à une superficie de **30 000** ha, cela se traduit par une consommation annuelle de **270** millions de m3 (pour une dose d'irrigation de 9000 m3/ha) et ainsi un prélèvement global de **670** millions, soit un volume sensiblement le même que celui de l'ensemble des prélèvements actuels (licite e+ illicite) de la Tunisie, qui est de **690** millions.

Ainsi, les travaux de recherche appliquée dans le Jérid ont établi que la capacité de résilience des palmiers dattiers est importante. Avec une dose de 9 000 m^3/ha et avec une technique d'irrigation économe en eau, on peut à la fois atteindre de meilleurs rendements et en même temps diminuer la pression sur les eaux fossiles.

En procédant à une nouvelle simulation du Modèle sur la base des nouveaux paramètres d'efficience, il en ressort des résultats probants d'équilibre du SASS avec prise en compte des extensions illicites.

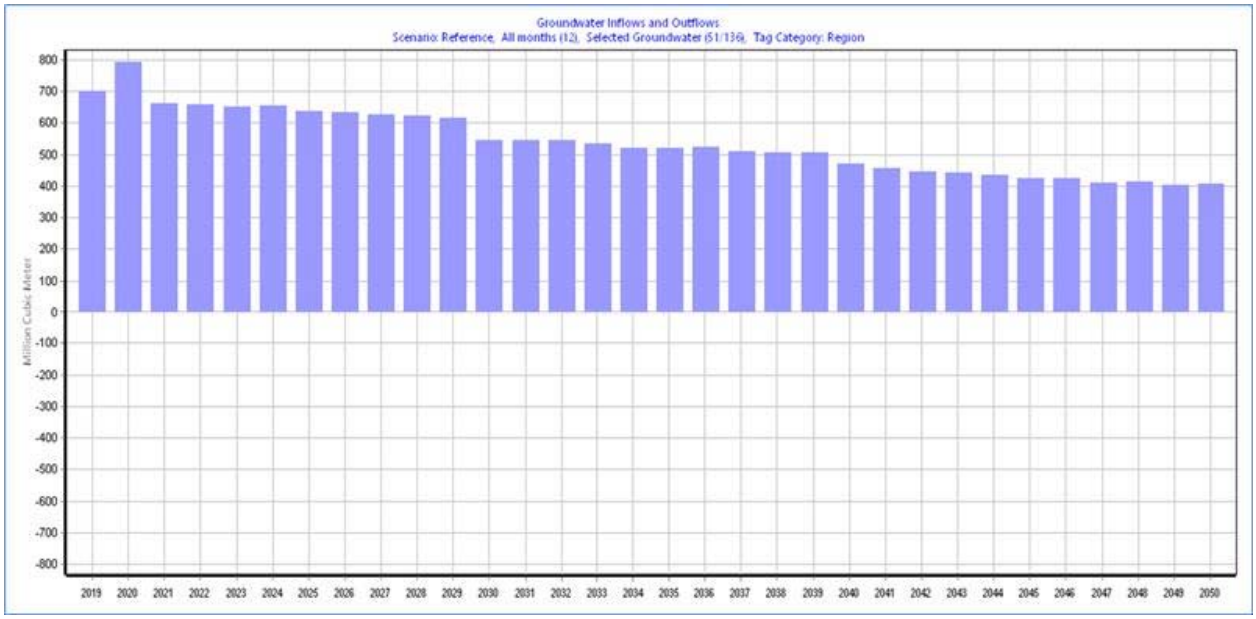


Figure 35 : *Simulation des prélèvements licites du SASS à l'horizon 2050*

Si la tendance de l'illicite se poursuit en projection linéaire, les prélèvements du SASS atteindraient 2000 Mm^3/an à l'horizon 2050, soit un Scénario de « Crash hydrique ». Pour le scénario « BAU », les prélèvements seraient de 1 1000 Mm^3/an au même horizon. Dans le scénario « Eau &Développement durable» retenu, avec la stabilisation des superficies au niveau atteint aujourd'hui, et en généralisant l'usage de l'irrigation par barboteurs, les prélèvements (licites et illicites) se stabiliseront à 670 Mm^3, soit le quota oasis actuel de la Tunisie.

Sur la base de ce qui précède, il s'agira d'engager le Plan d'action suivant de modernisation de l'irrigation oasienne.

Tableau 52 : Programme de Modernisation-Optimisation de l'Irrigation Oasienne

Gouvernorat	Superficie des PPI (ha)	Programme de Modernisation 2023-2030	A équiper en Bubbler Irrigation 2031-2040	A équiper en Bubbler Irrigation 2041-2050
Gafsa	6 977	0	4 535	2 442
Tozeur	9 921	5 055	1 959,5	2 906,5
Gabès	16 626	3 124	4 103	9 025
Kébili	10 674	2 872	6 038	1 764

L'équipement des oasis par des technologies innovatrices en économie d'eau, couplés aux systèmes de « smart irrigation » proposés également dans le cadre des plans d'action EAU 2050, doit également être accompagné par un renforcement des capacités des CRDAs, notamment celui de Kébili, pour l'accès à la ressource, le suivi et recensement des superficies irriguées et l'arrêt des extensions.

IV.3.4.5.Promotion de la Filière Dattes en tant que Complément Socioéconomique à l'Optimisation Hydrique

La promotion de la filière datte constitue un levier important dans la valorisation de la productivité de l'eau d'irrigation destinée au palmier-dattier.

Ci-dessous une fiche récapitulative de la filière dattes, établie par l'ONAGRI en 2022.

Tableau 53 : Principaux Indicateurs de la Filière Dattes en Tunisie

Indicateur	**Valeur**	**Source**
Superficie palmiers dattiers	57.184 ha, dont : - Gafsa 2.950 ha (5%) - Tozeur 9.574 ha (17%) - Gabès 6.660 ha (12%) - Kébili 38000 ha (66%)	DGPA, 2020
Effectif palmiers dattiers	5,213 millions palmiers dattiers ainsi repartis, dont : - 21.9 % < 5 ans - % de 5 à 14 ans - 48.9 % de 15 à 49 ans - 17.2 % > 50 ans - 2.4 % âge non productif - 0.3% écimé	DGEDA, Enquête Oasis, 2018
Nombre de palmiers dattiers productifs	3,9 millions de pieds (74%) dont - 2,66 millions de pieds de Deglet Nour (69,08%) et - 0,44 millions de pieds (11,43%) de la variété Alig	DGEDA, Enquête Oasis, 2018
Répartition de la varieté Deglet Nour	2.667.798 pieds dont - Gafsa 134 201 (5,03%) - Tozeur 880 709 (33,01%) - Gabès 2 887 (0,1%) - Kébili 1 650 000 (61,84%)	DGEDA, Enquête Oasis, 2018
Type d'oasis	- Oasis traditionnelles 18 590 ha (33%)	DGEDA, Enquête Oasis, 2018

Tableau 53 : Principaux Indicateurs de la Filière Dattes en Tunisie

Indicateur	Valeur	Source
	- Oasis nouvelles privées 37 387 ha (66%) - Oasis nouvelles organisées 677 ha (1%)	
Nombre de jours de travail dans le secteur	9,612 millions jours	DGEDA, Enquête Oasis, 2018
Production	- 331,5 mille tonnes (2019 - 2020) - 400* mille tonnes (2020 /2021)	DGPDA, DGEDA, Budget économique 2021
Moyenne du la production de la dernière décennie (2010-2020)	239,1 Mille tonnes	Calculé à partir des données de DGPA 2021
TCAM de la production (2010-2020)	7,1%	Calculé à partir des données de DGPA 2021
La part de la production des dattes dans la valeur agricole totale (%)	2,85 % en 2020 3,091%* en 2021 (*prévision)	Calculs de l'ONAGRI à partir des données de DGEDA (Budget économique, 2021)
Exportations (en valeur)	732,4 millions de dinars en 2020	Calcul de l'ONAGRI d'après les données INS+ Douane
Exportation (en quantité)	109,2 mille tonnes en 2020	Calcul de l'ONAGRI d'après les données INS+ Douane
Moyenne des exportations (en valeur) sur 2010-2020	496,36 millions de dinars	Calcul de l'ONAGRI d'après les données INS+ Douane
TCAM de la valeur des exportations 2010-2020	10,8%	Calcul de l'ONAGRI d'après les données INS+ Douane
Part des dattes dans les exportations alimentaires	15,1% en 2020	Calcul de l'ONAGRI d'après les données INS+ Douane
Moyenne des efforts d'exportations sur la période (2011-2020)	45,28%	Calcul de l'ONAGRI d'après les données INS+Douane+DGPA
Part du marché mondial des dattes en 2019	18,3%	Calcul de l'ONAGRI d'après Trade map

L'analyse des chaines de valeurs peut apporter des éclairages utiles sur les méventes des dattes et le dysfonctionnement de la filière décriés par le maillon des producteurs.

Pour cela il s'agit de dépasser le cadre d'analyse de type « jeu à somme nulle », dans le cadre duquel le gain d'un opérateur ne peut se faire qu'au détriment des autres. Le choix serait pour des techniques de marketing consistant à des différenciations du produit datte, par la conception d'emballages appropriés et/ou par la création de produits dérivés à base de dattes. Ces pratiques pourraient augmenter la valeur ajoutée globale de cette filière,

Quant au traitement des risques de non-durabilité écologique, cela doit partir de la nature de bien commun des actifs naturels, le bien commun étant caractérisé par des difficultés d'exclusion de tout usager et par l'existence d'externalités négatives entre les divers usagers. Chacun de ces derniers fait face à un dilemme, dit du prisonnier : « Faut-il réaliser son propre intérêt ou penser à celui de la communauté des usagers ? ».

La gestion de ces biens ne peut être réussie par l'injonction juridique. Elle doit être confiée aux usagers eux-mêmes. Ceux-ci ont la tradition des biens communs, parcours, sources d'eau. L'instauration de GDA jouissant d'une autonomie et composés de personnes jouissant d'une légitimité sociale dans leurs zones respectives et bien informés sur la situation des aquifères pourrait aider à réduire les risques de non-durabilité.

La coordination et l'arbitrage entre les deux grandes régions utilisatrices de ces aquifères, Néfzaoua et le Jérid reste à assurer par l'Administration, en collaboration avec les responsables des plus importants GDA.

IV.3.5 Actions d'Amélioration de l'Efficience et Economie de l'Eau dans les Périmètres Irrigués

IV.3.5.1. Introduction et Objectifs Eau 2050 d'Optimisation de l'Irrigué

L'agriculture irriguée utilise actuellement 2 280 Mm^3 /an soit, en moyenne, 80% des ressources hydriques prélevées annuellement.

Les économies d'eau dans l'agriculture concernent particulièrement la réduction de la quantité d'eau utilisée dans ce secteur, mais il ne s'agit pas de l'unique moyen pour réduire la pression sur les ressources en eau.

Depuis la mise en œuvre de sa politique hydraulique des années 1950, la Tunisie s'est orientée vers la construction de systèmes de transport et de distribution dans les PI qui soient étanches et à forte efficacité potentielle. La superficie actuellement aménagée est de 441 000 ha, dont 249 000 ha de PPI.

Les périmètres publics irrigués sont équipés de divers types de réseaux collectifs dont la conception dépend, plus particulièrement, de la technologie prévalant à l'époque de leur création :

- Les réseaux datant d'avant les années 1970 sont généralement équipés de canaux à ciel ouvert, en béton armé ou béton précontraint, avec un système de régulation hydraulique par lequel la rotation est le mode de distribution privilégié, au moins en période de pointe (Oasis, Tunisie Centrale, Basse Vallée de la Medjerda). L'étanchéisation des canaux était presque une option généralisée pour réduire les pertes d'eau.
- Les réseaux mis en place au cours des quatre dernières décennies sont généralement soit des systèmes en conduites à basse pression (1 bar à la parcelle) avec distribution par rotation, destinés à l'irrigation gravitaire (les zones côtières Est), soit des systèmes de moyenne pression (3 bars à parcelle) adaptés à l'irrigation par aspersion par rampe mobile (grands périmètres dans le Nord et le Kairouannais).

Les acquis sont importants mais restent à consolider et valoriser dans le futur grâce à des améliorations technologiques et/ou de gestion, capables d'atteindre des niveaux d'efficacité élevés tout en assurant une meilleure qualité de service aux irrigants pour assurer une efficacité aval de l'eau, au niveau de la parcelle.

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 l'adoption de technologies visant à accroître la productivité de l'eau 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. 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.

En tout état de cause, une politique systématique de préservation des infrastructures est à mettre en place. En effet, dans la situation actuelle, l'efficience ou le rendement des réseaux collectifs est en train de se réduire à des valeurs descendant jusqu'à 40 % pour les réseaux les plus dégradés (fuites d'eau, approvisionnements illicites par les usagers, etc.). A défaut d'un suivi bien établi, on peut considérer que l'efficience moyenne des systèmes d'irrigation qui était de 70% en 2000 se situe désormais à 50-60%, en raison des retards accumulés en matière de maintenance.

Pour s'adapter au changement climatique et économiser l'eau, l'agriculture aura à s'appuyer au niveau de la parcelle irriguée aussi bien sur un ensemble de solutions agronomiques alternatives que sur l'arsenal de nouvelles technologies d'irrigation, désormais à la disposition des exploitants. Cette action devrait être conduite complémentairement avec la réduction des pertes d'eau dans les ouvrages et les réseaux de transport d'eau d'irrigation.

Dans ce qui suit sont présentées les actions à engager en vue de réduire la quantité d'eau allouées au secteur agricole et augmenter sa productivité.

IV.3.5.2.L'Efficience par Economie de l'Eau

Le taux global de l'efficience dans les PI n'est que de 53 %, traduisant les grandes pertes d'eau que ce soit au niveau des réseaux ou de la parcelle irriguée. La réduction des pertes passe par la modernisation des infrastructures hydrauliques existantes et l'amélioration de leur gestion. Les actions de modernisation supposent une réhabilitation importante de la plupart des réseaux publics et privés et l'introduction de nouveaux outils de gestion pour garantir les performances des services d'approvisionnement de l'eau (passage en réseaux sous pression, automatisation, installation de compteurs…).

Les solutions en matière d'économie d'eau et d'amélioration de l'efficience se feront selon les 3 axes suivants :

- L'adoption de « choix technologiques et de gestion » de réduction des pertes d'eau,
- L'utilisation de l'eau provenant de sources alternatives (réutilisation, stockage, récolte),
- L'élaboration et la mise en œuvre de politiques d'accompagnement : sensibilisation, renforcement des capacités, tarification, etc.

L'intégration et la mise en cohérence de ces approches est primordiale pour atteindre les objectifs adoptés.

IV.3.5.3.Les Actions en Cours et/ou Planifiées

Le MAPRH a lancé plusieurs programmes de réhabilitation de divers PPI.

- Programme de modernisation des PPI de la basse vallée de la Medjerda (2006 - 2035) avec la KFW, sur une superficie totale de 25 000 ha. Une première phase est engagée sur une superficie de 2750 ha pour un montant de 91 millions de DT, dont une tranche est achevée (pour 1 125 ha) et une autre en cours pour 1 625 ha ;
- Programme de réhabilitation du canal Laaroussia, dont les travaux sont achevés sur 14 km et ceux en cours sur une longueur de 40 km ;
- Programme de gestion intégrée des ressources en eau de la plaine de Mornag couvrant 6 800 ha. Une des composantes de ce programme consiste en la recharge de la nappe de Mornag avec un volume de 5.5 à 7.5 millions de m3 à partir des EUT de la STEP Sud Méliane. Le montant d'investissement est de 65.8 millions de DT.
- Modernisation du PI de Sidi Thabet portant sur 3 200 ha, avec amélioration du drainage sur 1.700 ha. Le montant de l'investissement est de 90 millions de DT.
- Projet d'intensification de l'Agriculture Irriguée en Tunisie (PIAIT) pour un budget de 430 millions de DT. La superficie concernée est de 23 000 ha répartis entre 7 grands périmètres irrigués : Béja (6 197 ha), Jendouba (23 079 ha), Bizerte (1 930 ha), Siliana (4 420 ha) ; Nabeul (composante assainissement et drainage)
- Projet de valorisation des PI de Kairouan, Kasserine et Sidi Bouzid, portant sur la réhabilitation de 7 829 ha et l'extension sur une superficie de 1 560 ha. Le montant des investissements est de 158 millions de DT.

D'autres projets sont en cours de programmation :

- Projet de remplacement de forages profonds au profit des oasis du Sud Tunisien, pour un coût de 190 millions de DT. Ce projet intéressera une superficie irriguée de 3 640 ha, dont une composante d'assainissement et drainage de 2 491 ha et également la réhabilitation des réseaux d'irrigation ;
- Projet de réhabilitation des aménagements hydrauliques des oasis de Tozeur et Kebili et réaménagement des PI de Kairouan et Sidi Bouzid pour un montant de 300 millions de DT.

Des études sont en cours :

- Etude du schéma directeur de modernisation des PI de la basse vallée de la Medjerda
- Etude de normalisation des ouvrages de refroidissement des eaux thermales des oasis au Sud Tunisien.

Les programmes de réhabilitation et modernisation des périmètres irrigués impliquent ainsi une superficie globale de 100 138 ha, pour un investissement total de 1 041 millions de DT. Ce programme dont certains travaux ont commencé depuis 2011 devra s'achever vers 2035.

IV.3.5.4. Objectifs Eau 2050 de Réhabilitation et Modernisation des PI pour l'Amélioration de l'Efficience

En raison des évolutions technologiques et suite aux retards accumulés de la maintenance et à cause du vieillissement des équipements collectifs dans les PPI et pour certains PIP, de substantiels investissements de remise en état, de remplacement et de modernisation deviennent impératifs pour réduire les coûts d'exploitation et de production de l'eau et réaliser des gains d'efficacité.

Comme avancé précédemment, la modernisation des systèmes d'irrigation, en tant que modification profonde d'une ou de plusieurs composantes de l'aménagement, a démarré depuis le début des années 2000 et se poursuit avec un programme portant sur une superficie de plus que 100 000 ha.

Ce dont il s'agit dans le cadre d'Eau 2050 c'est la consolidation d cette orientation et l'accélération de sa mise en œuvre, étant donné l'accumulation des contraintes endogènes et exogènes, dont particulièrement le dérèglement climatique. La mise en place effective et à tempos des différentes actions ci-dessus préconisées aura un effet tangible sur l'amélioration de l'efficacité des systèmes d'eau collectifs et la réduction, en conséquence, des pertes d'eau.

Dans le cas de l'accélération et de l'effectivité des dispositions avancées précédemment, le tableau ci-après présente des valeurs à la fois ambitieuses et réalistes pouvant être atteintes, en moyenne et pour l'ensemble du pays, aussi bien pour les périmètres publics irrigués (PPI) que les périmètres irrigués privés (PIP).

Tableau 54 : Valeurs cibles des efficiences aux niveaux des réseaux collectifs et des parcelles dans les PPI et les PIP jusqu'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 %	81 %
PIP				
Efficience totale (parcelles)	60 %	70 %	75 %	85 %
Efficience Globale	**53 %**	**61%**	**70%**	**83%**

Les conceptions techniques de la modernisation doivent être innovantes, s'agissant de s'orienter vers de nouveaux réseaux collectifs, conçus en fonction de la demande, en mesure d'offrir une meilleure flexibilité parce que plus adaptés au contexte de variabilité climatique et à une agriculture diversifiée. Ces options auront à être, en outre, plus en adéquation avec les exigences des techniques modernes d'irrigation à la parcelle, tout en évitant des investissements lourds à consentir par les agriculteurs pour mettre en place les équipements individuels d'interface (mise en pression, réservoir de régulation, etc.) au niveau de l'exploitation agricole), dans le but de se libérer des contraintes du tour d'eau dans les systèmes de conception classique.

Les travaux de concrétisation de la stratégie de modernisation et de mise à niveau du système irrigué tunisien seront engagés sur tout le territoire, sur la base des règles de priorisation, relevant de l'efficacité économique des actions ainsi qu'en fonction la date de mise en service et de la durée de vie des infrastructures (30 à 40 ans pour les ouvrages et conduites et 20 ans pour les équipements).

Les nouveaux aménagements doivent être conçus en se basant sur la normalisation des équipements et ouvrages, en tenant compte des exigences locales en Tunisie, ainsi que sur des considérations économiques, fondées sur l'utilisation des énergies renouvelables, et technologiques tel que l'automatisation ou la télégestion des équipements d'irrigation.

En plus de ce qui précède et en appui à une plus grande consolidation de la réhabilitation et modernisation des périmètres irrigués, plusieurs actions sont à mettre en œuvre, dont :

a) L'extension du Projet National d'Economie d'Eau aux périmètres irrigués ou exploitations non encore équipés ou pour accéder à des technologies avancées ;

b) L'amélioration du drainage et de l'assainissement afin de lutter contre l'hydromorphie et l'excès de salinité dans les terres irriguées ;

c) La mise en place d'un CT2I (Centre de Technologie d'Irrigation Innovante) ;

d) Le lancement d'un Projet Pilote **d'Irrigation Intelligente** (Smart Irrigation).

En classant les périmètres irrigués selon la date de création et ou modernisation et en prenant en considération les travaux de modernisation engagés par l'Etat, il a été possible de classer les périmètres en 3 groupes par ordre de priorité :

a- Les Périmètres dont les programmes de modernisation sont déjà engagés et dont les travaux s'achèveront avant ou vers 2030.

b- Les périmètres à moderniser et réhabiliter entre 2031 et 2040

c- Les périmètres à moderniser et réhabiliter entre 2041 et 2050

Tableau 55 : Evolution des superficies à moderniser à l'horizon 2050 (ha)

Gouvernorat	Programme Modernisation Engagé (2022-2030)	A Moderniser 2031-2040	A Moderniser 2041-2050	Total Plan d'action Eau 2050
Tunis	0	140	0	140
Ariana	3 200	8 360		11 560
Ben Arous	6 800	380	0	7 180
Manouba	11 045	8 503	732	21 405
Nabeul	0	18 171	8 929	27 100
Bizerte	6 118	5 226	9 575	20 919
Zaghouen	0	827	3 449	4 276
Total Nord-Est	*28 288*	*41 942*	*22 350*	*92 580*
Beja	6 197	3 000	9 351	18 548
Jendouba	34 679	104	1 977	36 760
Kef	780	2 275	2 500	5 555
Siliana	4 420	2 147	4 762	11 329
Total Nord-Ouest	*46 076*	*7 526*	*18 590*	*72 192*
Sousse	6 733	586	1 733	9 052
Monastir	0	2 416	1 797	4 213
Mahdia	0	1 069	2 015	3 084
Sfax	0	715	2 951	3 666
Total Centre-Est	*6 733*	*4 786*	*8 496*	*20 015*
Kairouan	4 630	12 257	1 463	18 350
Kasserine	2 360	5 379	4 106	11 845
Sidi Bouzid	883	2 136	3 731	6 750
Total Centre-Ouest	*7 873*	*19 772*	*9 300*	*36 945*
Gafsa	0	4 535	2 442	6 977
Tozeur	5 055	1 959,5	2 906,5	9 921
Kébili	2 872	6 038	1 764	10 674
Total Sud-Ouest	*7 873*	*19 772*	*9 300*	*36 945*
Gabès	3 124	4 103	9 025	16 626
Medenine	0	252	291	543
Tataouine	0	1 126	3 275	4 401
Total Sud-Est	*3 124*	*5 481*	*12 591*	*21 570*
Total Tunisie	**100 021**	**92 040**	**78 439**	**270 874**

Le tableau suivant récapitule les coûts d'investissement nécessaires pour la réhabilitation et la modernisation des PPI en DT estimés sur la base d'un coût unitaire de 25 000 DT/ha.

Tableau 56 : les coûts d'investissement à l'horizon 2050 pour la réhabilitation et la modernisation des PPI en millions DT

Régions	2024-2030	2031-2040	2041-2050	Total
NE		1 049	559	1 607
NO		188	465	653
CE		120	212	332
CO		494	233	727
SE		137	15	452
SO		313	178	491
Totale		**2 301**	**1 661**	**4 262**

Ces actions de mise à niveau et de modernisation devront être supportées par des fonds publics et l'exploitation et la maintenance des infrastructures supportées impérativement par une politique adéquate de tarification des eaux d'irrigation.

IV.3.5.5.Effets Attendus

- Rationalisation de l'usage de l'eau dans le domaine agricole et réduction de la pression sur les ressources en eau
- Amélioration de la productivité de l'eau
- Amélioration de la gestion de l'eau et la libération des contraintes du mode d'irrigation (tour d'eau)
- Réduction des dépenses d'exploitation des infrastructures hydrauliques
- Amélioration du service d'irrigation par la réduction des coupures d'eau induites par les interventions fréquentes sur les infrastructures (meilleure configuration des réseaux), … etc.

Pour l'ensemble du secteur de l'irrigation, ce gain en efficience des systèmes d'adduction et de distribution de 23,5 %, conduirait à une économie de l'eau de l'ordre de 580 millions de m^3 en 2050. En plus, ce gain se traduira par des économies d'énergie générées au niveau des systèmes de transfert d'eau. Ces quantités épargnées de la RE serait dédiées à d'autres secteurs et/ou l'extension de PI.

IV.3.6 Extension Eau 2050 du Programme National d'Economie d'Eau en Irrigation (PNEE)

IV.3.6.1.Préambule

Le PNEE a permis, jusqu'à 2018, d'équiper par des moyens d'économie d'eau à la parcelle environ 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 PNEEI.

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. Le rapport Eau 2020 indique un taux de 94.5 % atteint en 2020 et la superficie totale équipée à cette date a été de 413 000 ha, avec 49 % pour l'irrigation localisée et 28 % en aspersion.

IV.3.6.2.Objectifs et Actions

Vu les contraintes du changement climatique, l'irrigation doit évoluer vers une irrigation « de résilience », qui se caractérise par les trois caractéristiques suivantes :

- Une irrigation plus avancée en termes d'économie d'eau, centrée sur la sécurisation de la production agricole, contribuant à une plus grande sobriété et résilience de l'agriculture et visant une stabilité des performances dans un contexte climatique plus fluctuant ;
- Une irrigation qui doit s'accompagner d'une évolution des assolements, des variétés et des pratiques culturales (travail du sol en particulier) pour rendre plus efficients les apports réduits en eaux et en fertilisants ;
- Une irrigation avec une conduite des cultures orientée non pas vers un objectif de maximisation de la production mais vers un type d'optimisation mettant en cohérence rentabilité agricole et économie de la ressource en eau.

L'« irrigation de résilience » pourrait revêtir différentes formes de mise en œuvre au sein d'une même exploitation avec le recours à une irrigation à pilotage technique approprié, visant l'apporter quantitatif d'eau nécessaire au bon moment et au bon endroit.

Cette optimisation nécessite le recours à des outils d'aide à la décision spécifiques (optimisation à la parcelle) et globaux (optimisation à l'échelle d'exploitation). Cela doit faire appel à l'appui fait en conseil et pilotage d'un CT2I (Centre de Technologie d'Irrigation Innovante), ainsi qu'à la mise en place de capteurs et de matériel d'irrigation innovant (micro-irrigation, …).

A l'avenir, il est fortement envisageable que l'adoption des techniques d'irrigation localisée, considérées comme étant plus performantes et répondant aux objectifs de la résilience, 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.

Ce genre d'évolution est appelée à se faire aux dépends de l'irrigation gravitaire, améliorée ou traditionnelle, et même de l'irrigation par aspersion, fortement consommatrice d'énergie.

Le renforcement et extension du programme d'économie d'eau vise à atteindre un taux de 99 % de superficie irrigable équipée par des équipements d'économie d'eau.

Tableau 57 : Valeurs cibles des taux de la superficie irriguée équipée en EE et les PIP jusqu'à l'horizon 2050

	Situation 2020	Cible 2025	Cible 2040 et 2050
Taux de la superficie irriguée équipée par des équipements d'économie d'eau	94.5%	97 %	99 %

Avec les acquis importants déjà atteints en termes d'équipements en matériels modernes d'irrigation largement diffusés sur les terres effectivement irriguées mis en place depuis les années 90, l'essentiel des investissements futurs dans le domaine de l'économie de l'eau sera plutôt consacré l'extension sur les superficies non encore équipées.

Tenant compte de la durée de vie des équipements mis en place, un renouvellement du matériel existant est à engager à partir de 2026 avec des taux d'incitations réduits par catégories d'exploitation agricole et également

L'aspersion sera maintenue pour les grandes cultures (céréales, fourragères, …) dont la superficie est actuellement de 120 000 ha.

La superficie supplémentaire à équiper en aspersion serait limitée à 6 000 ha à programmer durant la période 2022-2030.

Une superficie de 81 000 ha est à équiper en irrigation localisée basée sur les techniques d'irrigation innovantes telles que le goutte-à-goutte enterré, laquelle technique constitue en raison de son efficience élevée une des solutions la mieux indiquée pour un pays confronté aux problèmes de pénurie d'eau.

Une superficie de 81 000 ha est à équiper en irrigation localisée basée sur les techniques d'irrigation innovantes telles que le goutte-à-goutte enterré est la solution adoptée la mieux indiquée dans un pays confronté aux problèmes de pénurie d'eau en raison de sa très bonne efficience.

Le tableau suivant donne les nouvelles superficies à équiper par période de planification et selon la technique adoptée.

Tableau 58 : Les nouvelles superficies (Ha) à équiper par période de planification et selon la technique adoptée.

Action	Gravitaire amélioré	Aspersion	Irrigation localisée
Superficie équipée en ha 2020	*95 000 (23 %)*	*114 000 (28 %)*	*204 000 (49 %)*
Objectif Additionnel par Horizon de Planification			
Superficie à équiper (2022 – 2025)	-	3 000	10 000
Superficie à équiper (2026 – 2030)		3 000	35 000
Superficie à équiper (2030 – 2040)		-	30 000
Superficie à équiper (2040 – 2050)		-	6 000
Total de l'Additionnel		*6 000*	*81 000*
Objectif Global 2050	*45 000 (10 %) (*)*	*120 000 (27 %)*	*285 000 (63 %)*

(*) Pour le « gravitaire amélioré » il s'agit de le réduire de 40.000 ha (en ne laissant que l'oasien), transférés vers le « localisé »

Les superficies à équiper (extension et reconversion et également pour le renouvellement) et les coûts d'investissement estimés par période sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 59 : Les superficies à équiper (extension, reconversion et renouvellement) et les coûts d'investissement estimés par période

Désignations	**2023-2025**	**2026-2030**	**2031-2040**	**2041-2050**	**Total**
Superficie extension et reconversion en ha	13 000	35 000	30 000	6 000	84 000
Superficie renouvellement en ha		63 000	150 000	50 000	263 000
Investissements en 10^6 DT (extension et reconversion)	68,37	184,04	157,79	31,56	441,800
Investissements en 10^6 DT (renouvellement)	-	331,38	789.0	263.0	1 383.38

Les effets de cette action d'extension du PNEEI sont :

- La Rationalisation de l'usage et la réduction de la pression sur les ressources en eau
- L'Amélioration de la productivité de l'eau

L'étude d'évaluation du PNEE (PAP(s) Eau - Lot 2) a montré que les programmes d'économie d'eau d'irrigation dans les périmètres irrigués privés ont entrainé globalement ce qui suit :

1. Une Stabilisation des prélèvements d'eau depuis les nappes phréatiques ou réduction dans certains cas ;
2. Une baisse moyenne de la consommation en eau à l'hectare d'environ 24 %, avec des valeurs qui varient de 10 % pour l'orge e 35 % pour les vignobles ;
3. L'économie des volumes d'eau s'est accompagnée par des effets bénéfiques au niveau de l'exploitation, quel que soit le type de périmètre irrigué, à savoir :
    - L'allègement de la pénibilité du travail et l'économie du coût de travail ;
    - La maitrise de la fertilisation ;
    - Le gain de temps, et
    - L'augmentation des revenus pour les exploitants.

Les coûts d'optimisation-modernisation sont à supporter partiellement par l'Etat à hauteur de 50 % à 60 %, sous forme de subventions d'investissements en vue d'inciter les agriculteurs à l'adoption de systèmes d'économie d'eau au niveau des exploitations agricoles. Les agriculteurs supporteront le financement du reliquat. Ceci suppose que l'Etat va poursuivre sa politique d'aide à l'agriculture irriguée tout en simplifiant les procédures d'obtention des subventions au profit des agriculteurs.

La mise en œuvre de techniques d'irrigation innovantes telles que le goutte-à-goutte enterré (sub-irrigation) est la solution recommandée.

IV.3.7 Création d'un Centre National de Technologies Innovantes en Irrigation

IV.3.7.1.Opportunité et Justification du Centre National de Technologies Innovantes en Irrigation

Le diagnostic de la promotion de l'efficience dans l'agriculture irriguée a mis en évidence l'absence d'une structure spécialisée dans le domaine des technologies et procédés de l'irrigation moderne et du renforcement des capacités y relatives.

L'irrigation doit évoluer grâce aux innovations permises par la technologie et le numérique, l'objectif étant de :

- Favoriser l'accès des agriculteurs aux innovations en irrigation à travers la formation, le conseil et l'aide au financement ;
- Opérationnaliser le concept d'« irrigation de résilience » afin d'en permettre l'appropriation et la maitrise.

Les modalités de maîtrise de l'irrigation, dans ses dimensions technique et organisationnelle, varient de façon importante selon les régions concernées : quantité et qualité de l'eau disponible, type d'irrigation, type de sol, type de production, modalités de mise en marché, etc...

Une adaptation aux conditions du terrain des techniques d'irrigation, des pratiques agronomiques encouragées ou des mécanismes institutionnels de gestion de l'eau et de la production agricole reste nécessaire.

D'où l'opportunité de la création d'une structure en mesure de jouer le rôle de « point focal » pour tous les opérateurs concernés par l'utilisation de l'eau en irrigation », y compris, en cas de besoin, le drainage et 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 publics et privés et notamment dans les parcelles cultivées.

Des innovations dans les systèmes techniques (agronomie et techniques d'irrigation) sont également nécessaires pour permettre une meilleure rentabilisation de l'agriculture irriguée. L'efficience des systèmes irrigués requiert la mise au point de systèmes de production à la fois plus productifs et plus durables, revalorisant les revenus des producteurs.

Les missions principales du **Centre National de Technologies Innovantes en Irrigation** se présentent comme suit :

IV.3.7.2. Fonctions d'Analyses, Essais et Recherche Appliquée du Centre National de Technologies Innovantes en Irrigation

- Mise en place d'un système d'information pouvant permettre la planification et le pilotage de l'irrigation à la parcelle, ainsi qu'un système de communication avec les usagers de l'eau agricole,
- Tester des systèmes d'irrigation agricole innovants et efficaces à faible coût, destinés aux agriculteurs,
- Effectuer les essais des équipements d'irrigation pour le compte des fabricants locaux et tester les équipements importés pour vérifier leurs performances et leurs capacités d'adaptation aux conditions locales et aux normes nationales et internationales,
- Développement des audits hydrauliques et énergétiques des réseaux individuels et collectifs d'irrigation aux moyens de laboratoires mobiles,
- Œuvrer à la promotion et au développement de technologies innovantes adaptées aux conditions du pays, dont la numérisation et la robotisation, capables d'améliorer l'efficience agronomique et économique de l'eau et assurer la veille technologique dans ce domaine.

IV.3.7.3. Missions d'Etudes et d'Assistance Technique du Centre National de Technologies Innovantes en Irrigation

- Réalisation d'études à caractère technique et économique au profit de l'administration et de la profession pour la promotion de l'efficacité de l'irrigation,

  Fournir l'assistance technique pour accompagner les industriels et les fournisseurs dans leur démarche de développement et d'identification d'opportunités nouvelles pour l'activité.

IV.3.7.4.Missions Renforcement des Capacités du Centre National de Technologies Innovantes en Irrigation

- ❖ Réalisation de programmes de perfectionnement et de formation continue au profit de l'ensemble des opérateurs directs : GDA, industriels fournisseurs, bureau d'études, etc.
- ❖ Collaboration avec les partenaires concernés par le domaine de l'eau agricole pour l'organisation des campagnes de sensibilisation, d'encadrement technique et économique et de vulgarisation de masse au profit des irrigants dans les différents domaines relatifs à l'économie de l'eau et de l'énergie,
- ❖ Participation à la production de fiches techniques et de supports visuels en rapport avec la conception, la mise en place, la maintenance des équipements et le pilotage des arrosages.

La mise en place de cette structure nécessite :

- ✓ Une durée d'exécution de développement du projet de l'ordre de 10-12 années, s'étalant d'une manière progressive sur la période 2023-2030 et la décennale 2031-2040,
- ✓ Un coût total d'investissement de 5.000.000 DT destinés aux locaux et aux équipements, alors que les charges de fonctionnement sont estimées à 595.000 DT /an pendant les années de démarrage du projet pour atteindre 900.000 DT/an en phase de croisière.
- ✓ Les coûts des programmes de renforcement des capacités évolueront de 300.000 DT /an pendant la période initiale à 400.000 DT/an en phase de croisière du projet.

Les mesures d'accompagnement sont :

- Le développement de services spécialisés,
- Le pilotage de l'irrigation localisée.

IV.3.8 Les instruments d'amélioration de la productivité de l'eau

IV.3.8.1.L'Intensification Agricole dans les Périmètres Irrigués

➔ Préambule

Actuellement, le taux moyen d'intensification horizontale (rapport des terres effectivement irriguées aux terres irrigables) est de l'ordre de 90% au lieu de 120-130% prévu par les études de faisabilité des projets d'irrigation.

L'intensification verticale (rapport des rendements des cultures aux rendements potentiels) est d'environ 50 %.

Ceci explique, par ailleurs, le paradoxe du faible volume d'eau utilisé par rapport aux allocations d'eau d'irrigation, et la marge importante à combler dans le développement régional et local et dans la sécurité alimentaire du pays, vu le potentiel irrigable important réalisé grâce à de lourds investissements hydrauliques consentis pour l'aménagement hydroagricole au cours des dernières décennies, mais qui demeure insuffisamment valorisé.

Il devient ainsi impératif de repenser la politique agricole, en vue d'aboutir à une meilleure intensification des périmètres irrigués, à encourager les innovations en matière de diversification des cultures (produits alimentaires de base, produits de terroir, agro écologie, primeurs, etc.), à améliorer les revenus pour les petites exploitations agricoles, à assainir le fonctionnement des diverses filières agroalimentaires, des marchés agricoles, des circuits de commercialisation et d'exportation des productions irriguées.

Une politique hydroagricole est à mettre en œuvre intégrée dans le cadre d'Eau 2050 sur la base des Six (6) Objectifs Fondamentaux suivants :

1) L'augmentation de l'efficience des systèmes d'irrigation en vue de contribuer à l'économie de l'eau et d'en tirer le meilleur profit économique suite à l'amélioration de l'intensification des cultures,
2) La mise en valeur des terres agricoles, avec les deux composantes pluviale et irriguée,
3) La promotion des modèles d'exploitations dynamiques et viables offrant des revenus stables et suffisants aux exploitants,
4) La diversification et l'intensification de la production et la régularisation des rendements, l'amélioration des revenus des agriculteurs et leur stabilisation vis-à-vis des facteurs climatiques par le biais d'une agriculture durable qui contribue à la stabilisation du milieu rural et la protection de l'environnement,
5) Le développement des filières agroalimentaires et l'assainissement des circuits d'écoulement et de distribution des produits agricoles ainsi que l'orientation vers la contractualisation inter-acteurs de filières,
6) Le développement d'une approche rationnelle et efficace de gestion de l'eau permettant la participation et la responsabilisation des exploitants dans le processus de développement.

➔ Les Actions En cours et/ou Planifiées

Le MAPRH a engagé un Projet d'Intensification de l'Agriculture Irriguée en Tunisie (PIAIT). Ce projet est cofinancé par la Banque Mondiale pour un montant de 140 millions de dollars, avec pour objectif l'amélioration de la fiabilité et de l'efficacité des dispositifs d'irrigation et de drainage et le renforcement de la commercialisation des produits de l'agriculture irriguée dans des zones ciblées.

Le projet cible les grands PPI dans cinq (5) Gouvernorats du Nord : Béja, Bizerte, Jendouba, Nabeul et Siliana.

Le projet comprend quatre composantes essentielles :

- La première concerne la modernisation institutionnelle. Cela repose sur la création d'une nouvelle entité pour la gestion de l'eau d'irrigation dans les périmètres publics irrigués situés principalement dans la région du Nord- Ouest,
- La deuxième consiste en la remise en état et en l'amélioration des infrastructures d'irrigation ; cela s'appuie sur les sous-composantes suivantes : i) travaux de remise en état et d'amélioration et ii) services et biens collectifs.
- La troisième soutient le développement de l'agriculture irriguée dans les zones concernées et l'accès aux marchés, avec les sous-composantes suivantes : i) renforcement des capacités des

producteurs (et des organisations de producteurs) et de leur accès aux marchés et ii) amélioration de la commercialisation des produits et développement de chaînes de valeur compétitives.

- La quatrième composante, consacrée à la gestion de projet, couvrira i) le coût de l'équipement de l'unité de gestion par objectif (UGO) ; ii) la formation des personnels de l'UGO ; iii) les missions d'expertise de court terme ; iv) les études d'impact ; v) la formation, la communication et l'expertise relatives au cadre de gestion environnementale et sociale du projet et vi) les coûts de fonctionnement pour la mise en œuvre du projet aux échelons central et régional.

➔ Les Actions Proposées dans le Cadre d'Eau 2050

La productivité de l'eau agricole est multidimensionnelle englobant : l'irrigation, l'agronomie et l'économie,

Pour accroître la productivité de l'eau, l'un des leviers les plus efficaces se trouve au niveau du « amélioration des rendements », qui pourrait être obtenue par l'amélioration des pratiques agricoles et par une fertilisation raisonnée.

L'amélioration des rendements de l'agriculture irriguée cible l'atteinte d'un rendement moyen 75 % au lieu des 50 % actuels.

En plus, à production constante il s'agit d'atteindre une utilisation de l'eau plus réduite.

L'analyse de l'évolution des progrès technologiques 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.

Le concept d'intensification utilisé dans le cadre d'Eau 2050 recouvre à la fois l'augmentation du taux d'intensification culturale et l'amélioration des niveaux de productivité de l'irrigation.

Pour l'Intensification de l'Agriculture en Irrigué (IAI), des valeurs cibles de l'intensification horizontale ont été proposées dans l'Etape 4 de la « Vison & Stratégie », se présentant comme suit :

- 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 %

Les Actions Principales du Programme ayant pour objet les PPI (extensibles aux PIP) sont les suivantes.

➔ Réalisation d'Etudes de Caractérisation des Exploitations Irriguées

Il s'agir de mener des études sur la caractérisation des exploitations irriguées, leur fonctionnement et leur viabilité selon les systèmes de cultures, ainsi que sur les services se rapportant à l'activité d'irrigation en général au niveau local et régional.

Ces études sont à engager par périmètre ou ensemble de périmètres de mêmes caractéristiques. Elles sont à planifier durant le quinquennat 2026-2030 avec une période préparatoire d'évaluation des projets d'intensification engagés durant la période 2023-2025 et de sélection en concertation avec l'Administration des périmètres irrigués, par région et par quinquennat.

La superficie concernée est estimée à 120 000. Il s'agit d'établir une priorisation des PI à intensifier sur la base d'un diagnostic par périmètre des exploitations irriguées et des pratiques agricoles.

Le diagnostic d'un périmètre irrigué est une analyse qui permet d'identifier les causes du dysfonctionnement d'un système d'irrigation et proposer des solutions et actions contre les principales contraintes qui entravent les performances sur le plan technique, social, économique et environnemental, en identifiant les principaux facteurs limitants et les opportunités pour améliorer la productivité et la durabilité d'un système agricole irrigué.

➔ Réalisation des Etudes de Faisabilité et de Planification des Actions Proposées

Il s'agit de réaliser les études de faisabilités et de planification régionale et locale des diverses actions à mener, selon les systèmes de production valorisant les ressources en eau disponibles, en vue de relancer la production dans les périmètres irrigués, d'améliorer la qualité des produits, d'impliquer les filières agroindustrielles dans le cadre de contrats programmes et de partenariats, etc.

➔ Mise en Œuvre de Stratégies de Diversification et de Valorisation des Exportations

- Meilleur dimensionnement des programmes de recherche-développement, avec prise en compte du facteur économique,

- ❖ Repenser les Articulations Recherche-Vulgarisation et renforcement des Centres Techniques Agricoles orientés Agriculture Irriguée,
- ❖ Renforcement du caractère Participatif des Etudes ayant pour objet l'agro-irrigation et Accompagnement de la Mise en Œuvre des Orientations retenues,
- ❖ Amélioration du financement public et privé des exploitations agricoles par le biais des structures d'accompagnement (FOSDAP, APIA, BNA) et promotion de Nouvelles lignes de crédit.

Sur un autre plan, il est recommandé que tout projet futur de création de nouveaux périmètres ou de réhabilitation physique de PPI fasse l'objet d'une étude approfondie, basée sur des principes de mise en valeur agricole conforme aux recommandations précédemment présentées et tenant compte de la limite des Ressources en Eaux et de l'impact du dérèglement climatique.

➔ **Programmation du Plan d'Action de l'Intensification Agricole**

La Mise en Œuvre du Programme d'Intensification Agricole dans les PI est à engager selon Le processus d'avancement suivant.

- ➢ Période préliminaire de démarrage pour 2023-2024, consacrée à : i) L'évaluation de l'expérience en cours en matière de renforcement de l'intensification des PPI, ii) Fixer sur la base d'une concertation
- ➢ Élargir les objectifs du Programme, iii) Définir le rôle effectif des différents partenaires au niveau national, régional et local. A l'issue de cette période seront déterminés les périmètres prioritaires à traiter au cours de chaque quinquennat ainsi que les termes de références modèles pour la mise en place des étapes et composantes définies ci-avant.
- ➢ Le délai global pour l'exécution de l'ensemble du Programme sera fixé pour les 15 ans de 2025 à 2040, soit le quinquennat de la période 2026-2030 et la décennie 2031-2040. La tâche à mettre en œuvre par le Plan d'action est complexe, en raison de la nécessité de mettre en place une NPA (Nouvelle Politique Agricole) et au vu du nombre de périmètres devant être concernés par le Programme. Il s'agira de 120 000 ha de périmètres irrigués pour tout le Plan d'action, en dehors des périmètres du Nord-Ouest déjà engagés dans le projet PIAIT.

A la fin de chacun des 3 quinquennats allant de 2025 à 2040 quinquennat une évaluation ex-post des résultats obtenus par le Programme sera réalisée, en vue de tirer les « enseignements d'étape » et plus particulièrement pour apprécier l'intervention des différents acteurs impliqués : Administration, Organismes d'encadrement de financement, Structures de représentation des exploitants, Collectivités territoriales, Consultants et Entreprises, le but étant l'accumulation des « avantages » et la réduction des « coûts » au bénéfice du Plan d'action.

➔ **Estimation des investissements**

Le coût estimatif du Programme est de l'ordre de 12.000.000 DT, permettant pendant sa durée de 15 ans d'inclure entre 30 et 40 zones irriguées, considérées prioritaires à l'échelle de l'ensemble du pays, sur la base d'un coût moyen annuel est de 800.000 DT.

➔ **Les Effets attendus**

Les effets de l'amélioration des taux d'intensification agricole dans les périmètres concernent au moins les 5 résultats suivants :

a) Accroître la productivité agricole grâce à une meilleure utilisation des ressources en eau, sol et intrants,

b) Améliorer la productivité de l'eau

c) Réduire les volumes d'eau consommée

d) Améliorer les rendements

e) Améliorer les revenus des agriculteurs par la maîtrise des techniques de production et la facilitation de l'accès au financement et aux marchés.

IV.3.8.2.Promotion de la « Smart Irrigation »

Les stratégies mondiales d'utilisation de l'eau se concentrent sur la nécessité d'accroître l'efficacité de l'utilisation de l'eau et la réduction de son gaspillage. Dans ce cadre, l'amélioration de l'efficience de l'irrigation par l'utilisation des systèmes intelligents permet d'atteindre des économies d'eau et d'énergie

appréciables. Les progrès technologiques en jeu peuvent se révéler coûteux et nécessitent de la sorte un savoir-faire de maitrise des processus et des actions coordonnées à différents niveaux.

Le projet Smart Irrigation consiste en la promotion d'un modèle d'irrigation efficace et un service d'assistance technique (SAT) innovant, pour un type d'exploitations en mesure d'adopter un système automatique de pilotage de l'irrigation, muni de sondes d'enregistrement de l'humidité, en vue d'aboutir à une irrigation adaptée au contexte micro-local.

Pour cela le programme ainsi ciblé doit mettre en œuvre un dispositif de renforcement des capacités du personnel technique des institutions d'encadrement et de suivi des exploitants des agricultures afin qu'ils puissent disposer une bonne maitrise des solutions proposée.

C'est dans cette perspective qu'a été donné le signal de lancement du satellite tunisien « One Challenge », en mars 2022, aux fins de son utilisation dans l'agriculture intelligente de la céréaliculture et de la rationalisation de l'utilisation de l'eau d'irrigation.

Cette expérience, la première du genre en Afrique et dans le monde arabe, a été menée dans l'un des domaines agricoles de Bousalem du Gouvernorat de Jendouba, en coordination avec la société Telnet, spécialisée dans l'IT (Ingénierie et Technologie) et l'NGC (Institut National des Grandes Cultures).

Le système d'irrigation intelligent consiste en un dispositif de capteurs connectés à un réseau informatique qui mesure l'humidité du sol pour déterminer les besoins en eau, avec envoi des données sur ordinateur et téléphone portable de l'agriculteur pour contrôler à distance l'opération d'irrigation.

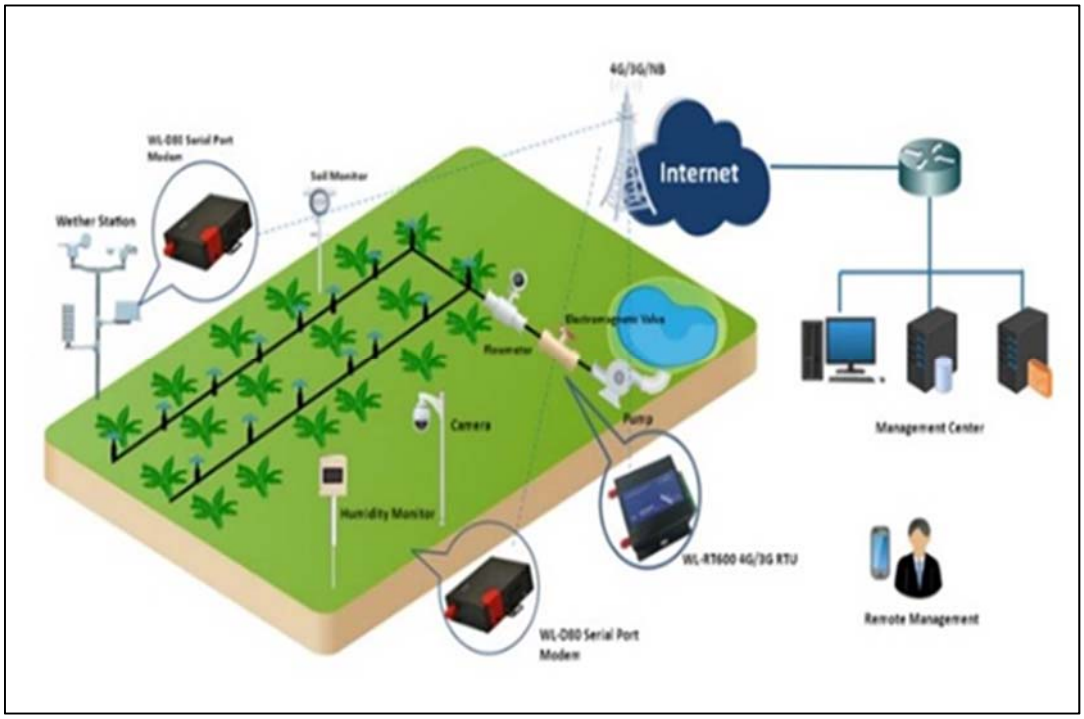


Figure 36 : Le système d'irrigation intelligent

La figure ci-après présente une illustration du cycle de fonctionnement d'un système contextuel adaptatif dédié à notre cas d'usage sur l'irrigation automatique à Montoldre, composé de 5 phases :

- Phase d'immersion informationnelle dans le contexte environnant : au cours de cette phase, le système acquiert des données brutes provenant de diverses sources. La principale source de données est le réseau de capteurs sans fils qui mesure, collecte et transmet des mesures brutes. De plus, des données collectées par les stations de météo locale (Roussey et al., 2014) sont aussi transmises au système.
- Phase de modélisation du contexte : les données brutes sont annotées pour pouvoir être intégrées. Ces données sont organisées dans un modèle pour devenir un contexte de bas niveau. Dans le cas d'usage de Montoldre, les ontologies SSN et SAREF sont choisies comme deux candidats pour modéliser le contexte.
- Phase de traitement du contexte : au cours de cette phase, un raisonnement est appliqué sur le contexte de bas niveau afin de déduire un contexte de haut niveau. Pour le raisonnement, un moteur à base de règles peut être utilisé.

- ❖ Phase de diffusion du contexte : le contexte de haut niveau est distribué aux composants du système ou à d'autres systèmes. Par exemple, le contexte de haut niveau est une entrée de l'OAD de pilotage de l'irrigation.
- ❖ Phase d'exploitation du contexte : dans cette phase, le système exploite le contexte pour prendre une décision et lancer une action comme lancer l'irrigation. Le système peut aussi modifier le comportement de ces composants afin qu'ils s'adaptent aux changements du contexte. Par exemple, pendant une forte pluie, le système demande aux nœuds du réseau de passer en mode veille car le système n'aura pas besoin de nouvelles mesures d'humidité du sol suite à la pluie.

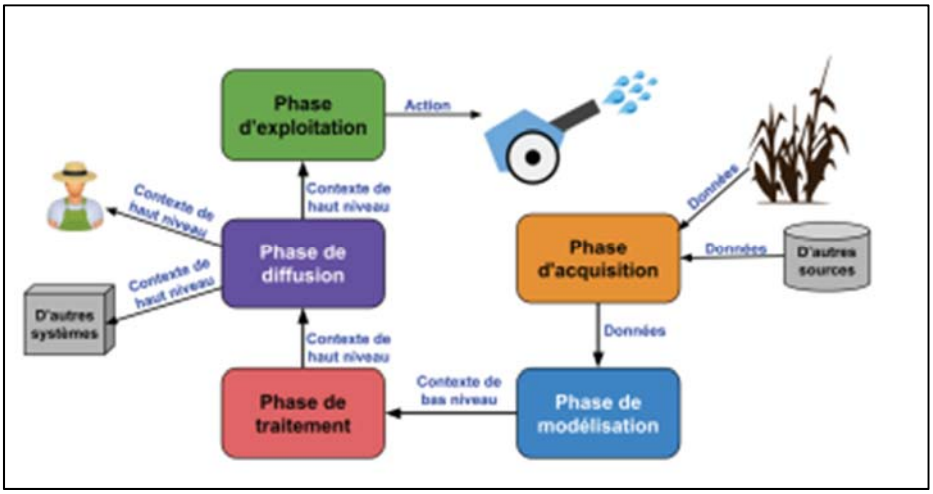


Figure 37 *:* Le cycle de fonctionnement d'un système d'irrigation intelligent

L'initiation-promotion de la Smart Irrigation devrait être pilotée par la DGGREE, avec la participation de la DGRE, DGACTA et la DGPA.

Les institutions de recherche auront également à être impliquées. L'ensemble du processus devra être accompagné par un projet de recherche développement à monter avec l'INRGREF, dans le cadre d'un protocole à conclure avec la DGGREE. Cela englobera les étapes suivantes :

a) Le recrutement d'une assistance technique qui assurera l'appui au projet,

b) L'identification de trois sites qui abriteront le projet,

c) La définition du dispositif d'irrigation ou arrosage intelligent qui peut être composé de :

1. Instrumentation connectée : capteurs (humidité du sol, compteurs d'eau…) ou actionneurs (commande d'électrovannes)
2. Arrosage centralisé pour exécuter les consignes d'arrosage
3. Une plateforme qui permet de piloter les changements de consigne d'arrosage.
4. Une application qui permet d'assurer la gestion et la supervision.
   Les dispositifs sans fil présentent l'avantage d'être, dans certains cas, faciles à installer sur des espaces verts existants, sous réserve de leur compatibilité avec les électrovannes ou les compteurs d'eau existants. La compatibilité du dispositif avec les électrovannes du marché, si elle est établie, permet d'éviter des coûts de remplacement de ces électrovannes lors de la mise en place.
5. La formation du personnel exploitant
6. L'acquisition et l'installation des équipements
7. La définition et la mise en œuvre d'un programme de suivi
8. L'élaboration d'un rapport d'évaluation et recommandations

Le coût d'investissement du pilote est estimé à 70 000 DT par site en considérant 3 stations en moyenne par site et 1 année de contrat de suivi y compris la formation pour un budget de 15 000 DT/an. La durée de mise en place des pilotes est de 7 ans avec 2 années pour le choix et l'installation du système et 5 ans pour le suivi. Le pilote est à planifier pour la période 2024 - 2030.

IV.3.9 Amélioration des Conditions d'Assainissement-Drainage dans les PPI

IV.3.9.1. *Préambule*

Comme c'est le cas de la majorité des pays du monde, l'agriculture tunisienne est le secteur de loin le plus grand consommateur d'eau de toutes les activités socioéconomiques. L'agriculture irriguée utilise actuellement environ 2.5 km^3 / an, soit 50 % environ de toutes les eaux de surface et souterraines mobilisables, ou encore une moyenne 80% des ressources hydriques prélevées annuellement.

Parmi les effets négatifs de l'irrigation il y a la salinisation des terres, qui s'est développée suite à une gestion inadéquate des eaux salées à la parcelle, laquelle gestion peut entrainer aussi l'hydromorphie des terres.

L'ensemble de ces dysfonctionnements a fini par se transformer en un mal endémique de l'irrigation Tunisienne.

La solution doit consister en un suivi régulier des terres irriguées et des nappes phréatiques artificielles créées par l'irrigation dans certains périmètres du Nord et du Sud.

La mise en place de réseaux d'assainissement et de drainage doit continuer dans les PPI à risque en tant que 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 à l'aval devrait mériter la même attention que les systèmes d'approvisionnement en eau en amont, en termes de maintenance et de tarification des services correspondants.

Un programme d'action devrait être mis en œuvre pour améliorer les conditions de maintenance des systèmes d'irrigation et de drainage, dans un objectif d'améliorer les rendements des réseaux et intensifier les modes d'exploitation agricole des PPI.

Sur un autre plan, l'assainissement des terres hydromorphes destiné à l'agriculture pluviale nécessite une approche similaire que précédemment, pour améliorer le rendement des cultures notamment dans certaines zones du Nord.

Les objectifs recherchés sont :

1. Amélioration de la productivité de l'eau
2. Amélioration de la productivité des sols
3. Réduction des risques de salinisation
4. Récupération de terres affectées se trouvant dans les périmètres irrigués ou dans leurs alentours.

IV.3.9.2.*Les Actions En cours et/ou Planifiées*

Le MAPRH a engagé plusieurs programmes de réhabilitation de plusieurs PPI, dont une de leurs composantes concerne le drainage et l'assainissement.

Dans le cadre du Programme d'Appui aux Politiques Publiques de gestion des ressources en eau pour le développement rural et agricole (PAPS-Eau), financé par l'Union européenne, le Bureau de Planification et des Equilibres Hydrauliques (BPEH), en collaboration avec la DGGREE, a réalisé l'étude de formulation de la Stratégie du Drainage des Terres Agricoles (Lot 3 du PAPS-Eau).

Cette étude a concerné 13 sites prioritaires d'une superficie globale de 63.500 ha constitués de PPI couvrant 30 000 ha, et de plaines en Mode pluvial, sur une étendue de 33 500 ha, situées dans les 5 Gouvernorats du Nord de la Tunisie (Siliana, Bizerte, Jendouba, Béja et El Kef). Elle a eu pour objectif de :

- Recenser et hiérarchiser les zones soumises aux problèmes d'hydromorphie et d'excès d'eau ;
- Proposer les orientations des actions préventives et curatives
- Définir une tranche prioritaire de 15 000 ha en vue de leur établir les études de faisabilité (APS).

Dans le cadre du « Projet PIAIT » le MARHP a lancé les projets suivants :

- En juillet 2022, Appel d'offre pour la réalisation des travaux de drainage et d'assainissement des PPI de Tobias, Ghezala et Teskraya,

- Engagement des Travaux de drainage et d'assainissement des PI de Grombalia, Menzel Bouzelfa, Béni Khalled et Soliman, pour un montant de 8 103 000 DT,
- Engagement des Travaux d'assainissement et drainage de 1 500 ha du PI de la plaine de Goubellat, pour un montant de 14 425 000 DT.
- Mise en Œuvre des Travaux d'assainissement et drainage du PIP El Rmil à Siliana.

La superficie totale concernée par les travaux d'assainissement et de drainage retenue par le projet PIAIT est de 6 300 ha

Le MARHP a programmé les travaux d'amélioration des réseaux d'assainissement et drainage de 2 490 ha des oasis existants dans le Sud Tunisien, dans le cadre du projet de renouvellement des puits profonds financé par la BERD.

IV.3.9.3.*Les Actions Proposées dans le cadre d'Eau 2050*

L'objectif de ces actions est de s'inscrire dans le « programme engagé », en vue de l'amélioration des conditions d'exploitation des terres atteintes d'hydromorphie dans les zones identifiées par la SDATA (Stratégie de Drainage et d'Assainissement des Terres Agricoles).

➔ **Actions d'Aménagement**

- ❖ Mise en place d'infrastructures d'assainissement dans les plaines et PI identifiés
- ❖ Mise en place d'infrastructures de drainage dans les plaines et PI identifiés

➔ **Mesures d'accompagnement**

- ❖ Définition et mise en œuvre d'un programme d'entretien et de maintenance
- ❖ Formation et encadrement des agriculteurs pour l'entretien des équipements de drainage.

L'effet attendu des actions d'amélioration des conditions de drainage et d'assainissement dans certains périmètres irrigués dans le Nord et les oasis est d'éviter la diminution des rendements ainsi que le risque de stérilisation des terres à moyen et long terme, mettant en péril les aménagements hydro-agricoles en place.

La répartition des superficies proposées pour l'amélioration de leurs infrastructures d'assainissement et drainage est indiquée dans le tableau suivant.

Tableau 60 : Valeurs cibles des superficies à équiper en infrastructures d'assainissement et drainage de périmètre irrigués jusqu'à l'horizon 2050

Nature des actions	Tranche prioritaire 2022-2025	2026-2030	2031- 2040	2041-2050	2022-2050
Assainissement et drainage	8 791	12 908	28 831	13 420	63 950

IV.3.9.4.Estimation des investissements

Le tableau suivant récapitule les coûts des investissements à engager par région et selon le phasage Eau 2050.

Tableau 61 : Les coûts des investissements à l'horizon 2050 en MDT

Régions	2026-2030	2031-2040	2041-2050	Total
NE	4 528	58 800	27 300	90 628
NO	49 686	62 290	29 064	141 040
CE	0	0	0	
CO	0	0	0	
SE	0	0	0	
SO	0	0	0	
Total	**54 214**	**121 090**	**56 64**	**231 668**

Source STUDI

IV.3.10 Gestion Participative des Nappes

IV.3.10.1. Les Constats de Dysfonctionnement et Orientations de Solution

La conduite du développement de certains périmètres irrigués privés en mode d'intensification peu maitrisé 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.

Les impacts les plus importants de cette situation consistent en : (i) l'approfondissement progressive des niveaux de nappes et en conséquence l'augmentation du coût énergétique de l'exhaure de l'eau ; (ii) la salinisation de l'eau, avec comme conséquence la dégradation des sols irrigués et la réduction des rendements des cultures en place.

Certaines nappes côtières ont vu leur qualité se dégrader sérieusement suite à l'introduction du biseau marin.

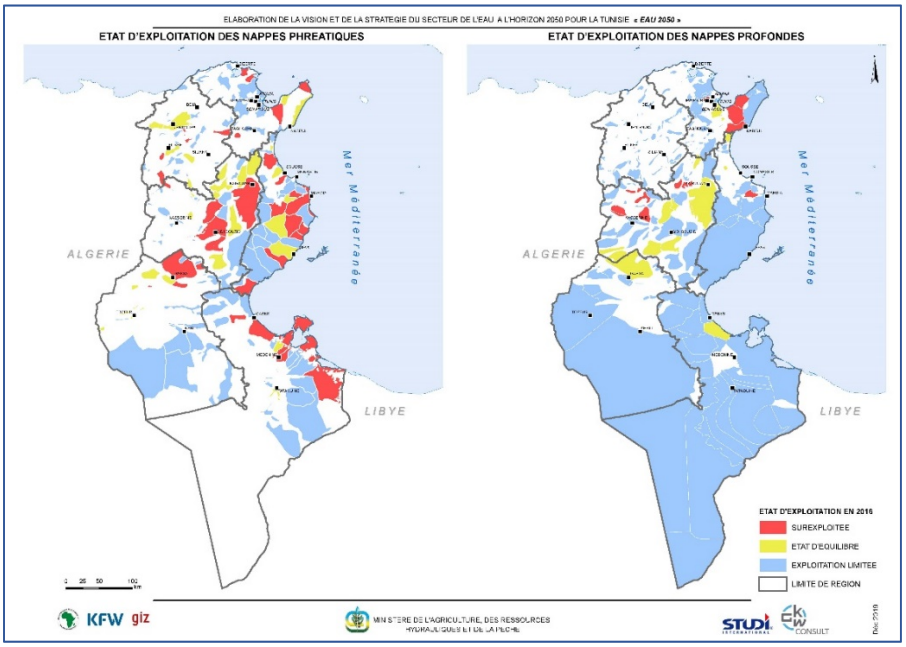


Figure 38 : Etat de l'exploitation des nappes souterraines en Tunisie

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 la majorité des nappes, avec un effet négatif sur les conditions socioéconomiques des régions concernées et la sécurité alimentaire du pays.

Les dispositions en question concernent en particulier :

1. Des instruments institutionnels et règlementaires de gestion des nappes en surexploitation
2. Des instruments techniques de mise en œuvre : gestion intégrée des eaux de surface et souterraines, recharge grâce à la recharge artificielle dans certains cas de disponibilité de ressources de surface.

Fort de l'expérience acquise en matière de gestion associative des eaux de surface et souterraines profondes dans le cadre de projets d'irrigation et d'eau potable rurale, et notamment dans la gestion participative de la nappe phréatique de Bsissi-Oued El Akarit dans le Gouvernorat de Gabes, le MARHP a envisagé, depuis quelques années, de mettre en œuvre plusieurs projets de gestion participative de nappe, devant s'orienter dans deux directions : la sensibilisation des exploitants concernant certaines nappes en état de surexploitation en vue de les inciter à réduire leurs prélèvements, d'une part, et le renforcement de la recharge artificielle des nappes surexploitées, d'autre part.

Concernant la gestion de la nappe de Bsissi Oued el Akarit dans les oasis de Gabès, cela constitue une expérience unique sur le plan national, de gestion participative d'une ressource commune.

En termes hydrogéologiques la zone du projet est composée de la nappe phréatique de Gabès Nord et la nappe profonde de Djefara. Pendant la décennie 80, les volumes d'eau utilisés ont été multipliés presque

par 10. Les réflexions autour de la mise en œuvre d'une gestion concertée dans la région se sont concrétisées en 2000 par la création d'un GDA spécifique, le « Groupement pour le Développement, la Surveillance et l'Exploitation de la Nappe de Bsissi-Oued El Akarit ». Cette association d'usagers a pour fonction, entre autres, de surveiller les consommations d'eau des usagers en contrôlant les débits de pompage alloués et de suivre le niveau piézométrique de la nappe.

Après création du GDA, des améliorations en termes de gestion de la ressource ont été observés : les puits illégaux sont rebouchés et la construction de nouveaux forages est gelée.

Les résultats obtenus sont positifs : les volumes prélevés pour l'irrigation diminuent et les surfaces irriguées se sont réduites.

En outre, les puits sont moins nombreux, à la fois sur le territoire de la nappe mais également dans l'ensemble de la région Gabès Nord.

Malgré ces avancées, le développement de l'association a stagné depuis quelques années et notamment depuis 2011.

Une étude de la « Gestion des ressources en eau souterraines comme bien communs » a préconisé ce qui suit :

- Réactualiser l'étude relative à la gestion des nappes phréatiques dont l'objectif était de développer les éléments d'une stratégie intégrée de gestion participative des nappes phréatiques en Tunisie. Cette reprise devra tenir compte de l'évolution actuelle de l'exploitation des nappes en surexploitation et des nouvelles conditions réglementaires qui seraient imposées par la rénovation du Code des Eaux.
- Développer un programme spécifique pour la gestion participative des nappes qui serait intégré à la politique nationale de promotion des GDA, tout en faisant adapter le cadre statuaire de manière à le rendre compatible avec les conditions de gestion des nappes.
- Définir clairement les missions et les activités de ces associations de nappe, en tenant compte d'un partage des rôles entre les différents acteurs locaux, régionaux et nationaux, ainsi que les moyens dont doivent disposer ces associations pour assurer leurs propres missions. Dans ce cadre, un modèle de « contrat de nappe » sera élaboré pour définir les relations contractuelles entre les différentes parties prenantes. En particulier, les associations de nappes pourront être dotées d'une délégation de pouvoir de police des eaux sur les nappes en vue de limiter les abus de certains usagers récalcitrants, de participer éventuellement aux charges nécessaires au suivi piézométrique et de la qualité physico chimique et bactériologique de l'eau.
- Concevoir des approches appropriées pour la participation effective des utilisateurs des nappes et des autres acteurs et élaborer des méthodes et des programmes de sensibilisation, d'animation et de formation au profit des représentants des élus locaux, des responsables des communautés de base, etc.
- Mettre au point des méthodes de suivi-évaluation des performances des associations de nappes. Réduire le rôle de ces associations à un tentacule de l'Administration ou à une simple « police des eaux » est de nature à compromettre leur existence sur le moyen et le long terme.

La mise en place d'un projet pilote à l'échelle nationale ou au niveau d'une région pour la promotion des associations de gestion participative de nappes est vivement recommandée pour la mise en pratique des orientations sus indiquées.

Extrait de l'étude Gestion des ressources en eaux souterraines comme biens communs Cas Tunisien

IV.3.10.2. Actions Envisagées par le MARHP pour la Gestion Participatives des Nappes

Le MARHP a envisagé, depuis quelques années, de mettre en œuvre plusieurs projets de gestion participative des nappes pour les sites suivants.

Tableau 62 : Sites pour la mise en œuvre des projets de gestion participative des nappes

Gouvernorats	Nappes
Gabès	Bssisi – Oued El Akrit et Gabès Sud
Kasserine	Sbiba, Thmed Lamej
Béja	Djeba
Zaghouan	Naddour/Sisseb
Kairouan	Chougaffia

Il s'agirait également de citer l'initiative de « Préparation d'une Stratégie de Gestion de l'Eau Souterraine dans les 4 Gouvernorats de Kairouan, Kasserine, Tozeur et Kébili », avec un démarrage en 2020 grâce à un financement de l'USAID, suivi d'un arrêt début de 2022 pour des raisons en rapport avec les difficultés institutionnelles dans les régions concernées.

Ainsi, à l'exception de l'expérience de la nappe de Bsissi à Gabés, aucun des autres projets n'a acquis la maturité nécessaire pour passer à de la réalisation effective.

IV.3.10.3. Actions à Planifier dans le cadre d'Eau 2050

Les recommandations d'Eau 2050 vont dans le sens d'accorder à la « gestion participative des eaux souterraines » une place de choix, pour remédier aux problèmes des nappes en surexploitation et éviter que cela arrive des nappes encore en équilibre.

Il y a ainsi lieu d'organiser la gestion des nappes de manière décentralisée, impliquant particulièrement les usagers de l'eau, selon les axes d'orientation suivants :

- Mise en place d'un « Cadre de Concertation des Acteurs de l'Irrigué Menacé », afin d'aider à trouver les solutions adéquates aux nappes en état d'exploitation non durable, plusieurs acteurs étant, en effet, concernés par la gestion de l'irrigation privée à partir des nappes, ces acteurs se situant à l'échelle centrale, régionale et locale,
- Mise en place, pour chaque nappe concernée, d'un Système de Suivi de l'Exploitation, en vue de disposer des données les plus vraisemblables sur les ressources réellement disponibles, d'évaluer la demande des différents secteurs d'usage, de définir les conditions d'équilibre ressources/emplois, des coûts qui en découlent, de la rentabilité financière des interventions, etc.
- Délimitation des périmètres privés avec une détermination des superficies irrigables/irriguées, actualisables en fonction de l'évolution des prélèvements et du niveau de la mise en valeur agricole des périmètres,
- Ancrer l'institutionnalisation de la « gestion participative » sur la base de la notion de « bien commun », avec la création de « GDA(s) de Nappes » et la mise en place d'un cadre contractuel entre les différents partenaires pour une gestion collective de la nappe.

Sur le plan institutionnel, il est suggéré qu'une structure particulière chargée de la gestion des nappes soit mise en place au sein des CRDA, capable de produire des approches régionales de gestion de nappes et notamment de la gestion participative et de coordonner entre les divers intervenants et acteurs locaux. La prise de conscience, la participation et la concertation sont à développer non uniquement au profit des utilisateurs des nappes mais aussi pour les différents acteurs, quelle qu'en soit la position. Cette structure pourrait être proposée au sein de l'arrondissement « Ressources en Eau ».

IV.3.10.4. Programmation des Actions

Le déroulement des activités relatives à la « gestion participative des nappes » sera comme suit :

a) Une période de démarrage préliminaire2023-2025 sera nécessaire, consacrée à fixer, en concertation, les objectifs du Programme de gestion participative des nappes, définir le rôle des différents partenaires, au niveau national, régional et local, assurer la après sensibilisation sur les

défis, les risques et les approches disponibles. La définition du cadre institutionnel aux niveaux national, régional et local sera précisée au cours de cette période.

A l'issue de cette période seront déterminés les nappes prioritaires à traiter ainsi que l'établissement des termes de références modèles pour la mise en place du transfert de la gestion de chaque nappe aux GDA.

b) Des consultants seront recrutés pour l'exécution des différentes composantes du Programme en question à savoir :

- L'identification des nappes concernées.
- Le diagnostic de la ressource et de la demande, en tenant compte des possibilités réelles de recharge des nappes.
- Définir les missions et les activités des nouveaux groupements chargés de la gestion des nappes
- Proposer des modèles de « contrat nappe » permettant de définir les relations contractuelles entre les différentes parties : administrations/GDA et usagers
- Identifier les règles de gestion et de contrôle
- Réaliser un programme de formation, d'encadrement et de sensibilisation
- Proposer les modalités de suivi-évaluation de performance des GDAs nappes à créer

Le délai d'exécution du Programme pouvait être fixé à 10 années : 2025-2035, soit les deux quinquennats 2026-2030 et 2031-2035.

c) A la fin du programme, une évaluation des résultats sera réalisée pour définir les dispositions futures de gestion des nappes et notamment les règles à fixer pour éviter la mise en surexploitation des nappes considérées jusqu'à maintenant en état d'équilibre favorable.

IV.3.10.5. Coût estimatif

Le coût estimatif du programme est de l'ordre de 10.000.000 DT, permettant pendant sa durée de 10 ans de prendre en charge entre 25 et 30 nappes considérées comme étant les plus prioritaires parmi les plus affectées par la surexploitation.

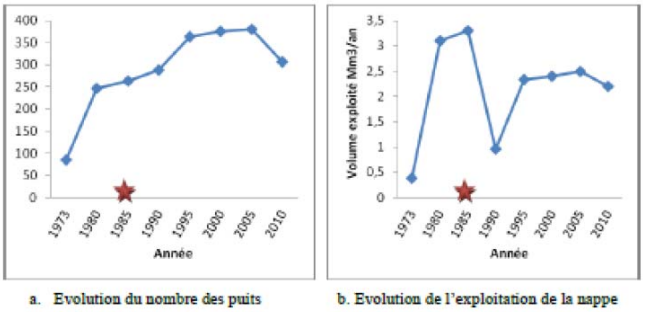
Le coût moyen du programme annuel est de 1.000.000 DT/an.

D'autre part, il est important, par ailleurs, que tout projet de recharge artificielle de nappe soit assorti d'un programme spécifique pour la gestion participative des eaux souterraines, ce qui permet de trouver un cadre pour faire participer les agriculteurs bénéficiaires aux frais des opérations de recharge.

IV.3.10.6. Effets Attendus

En conformité avec les résultats obtenus par la mise en place des mécanismes de gestion participative des nappes de Bsissi et El Akrit, les Attentes de l'ensemble du Programme sont les suivantes :

- Réduction des volumes prélevés
- Maitrise des superficies irriguées additionnelles
- Réduction de nombre de puits supplémentaires crées
- Contrôle de forage de puits illicites
- Amélioration de la productivité de l'eau par la mise en place de cultures moins consommatrices d'eau et plus rentables.



a. Evolution du nombre des puits b. Evolution de l'exploitation de la nappe

Figure 39 : *Effets mise en place des mécanismes de gestion participative des nappes de Bsissi et El Akrit* ***Source*** *: MARHP 2014*

Tableau 63 : Matrice des Actions d'Amélioration de l'Efficience et de la Productivité de l'Eau d'Irrigation et Economie d'Eau dans les PI

Action	Sous action	Objectifs	Acteurs	Consistance et budget			
				2023 - 2025	2026 - 2030	2031 – 2040	2041 - 2050
Amélioration de l'Efficience et économie de l'eau	Réhabilitation et modernisation	Améliorer les taux d'efficience infrastructure d'irrigation	MARHP et les CRDAs	Lacement des études de priorisation et de faisabilité	Etablissement des études techniques	S = 92 040 ha Montant : 2 300 millions de DT	S = 78 440 ha Montant = 4 262 millions de DT
	Extension du PNEE	Réduire la quantité consommée	MARHP et les CRDAs, agriculteurs, APIA et banques	S : 13 000 ha Montant : 68.37 millions de DT	S : 30 000 ha reconversion et extension 150 000 ha renouvellement Montant : 515,4 millions de DT	S : 35 000 ha reconversion et extension 63 000 ha renouvellement Montant : 746.75 millions de DT	S : 6 000 ha reconversion et extension 50 000 ha renouvellement Montant : 294,54 millions de DT
	Création d'un CNT2I	Développer des techniques innovantes en irrigation, formation et encadrement	MARHP, AVFA, centres techniques	Montant de mise en œuvre du projet : 5 millions de DT et 595 000 DT/an pour les charges de fonctionnement et 400 000 DT/an pour le programme de renforcement des capacités			
Amélioration de la productivité de l'eau d'irrigation	Intensification agricole de PI	Amélioration des taux d'intensification et revue des plans de mise en valeur	MARHP et les CRDAs, les agriculteurs	Concertation et évaluation du programme engagé et établir la priorisation des PI à intensifier	Lancement des études pour une trentaine de PI	Exécution du programme pour un budget de 800 000 DT/an pendant une quinzaine d'année	
	Projet SMART IRRIGATION		MARHP et les CRDAs, DGGREE, DGRE et CNT2I	Concertation et sélection de 3 sites	Equipement des parcelles et suivi Montant 425 000 DT	Suivi et évaluation 15 000 DT/an	
	Amélioration des aménagements d'assainissement et drainage	Amélioration de la productivité de l'eau et du sol	MARHP, DGGREE, DGACTA et CRDAs	Superficie : 8 791 ha	Superficie : 12 908 ha	Superficie : 28 831 ha	Superficie : 13 420 ha
	Gestion participative des nappes	Améliorations en termes de gestion de la ressource souterraine	MARHP, DGGREE, DGRE et CRDAs	Concertation des acteurs	Sélection des nappes prioritaires et diagnostic et mise en place des règles de gestion	Evaluation des résultats pour définir les dispositions futures de gestion des nappes	

IV.3.11 Plan d'Action de la Stratégie REUSE

IV.3.11.1. Projets d'Assainissement et d'Epuration des Eaux Usées

Introduction

Le service d'assainissement et Epuration des Eaux usées 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).

Le réseau d'assainissement totalise 18 000 km de longueur, permettant de raccorder 7,2 millions d'habitants. Le taux de raccordement au réseau d'assainissement en milieu urbain en 2018 était de 86,2%.

Le parc de l'ONAS comptait en 2018, 114 stations d´épuration urbaines, réparties sur l'ensemble du territoire du pays, destinées au traitement des eaux usées provenant du milieu urbain. La capacité de traitement est de 350 Mm3 d'eaux usées par an, alors que le volume traité, en 2018, a été de de 274 millions m3, soit 78% de la capacité.

Malgré les efforts entrepris en matière d'accès aux services d'eau et d'assainissement, l'assainissement en milieu rural est peu développé et constitue une menace pour les milieux récepteurs. L'espace rural tunisien regroupe 29% de la population nationale, soit 3,5 millions d'habitants, mais seulement 10% des logements dans le milieu rural sont connectés à un réseau d'assainissement et pour le reste 75% rejettent leurs eaux usées dans des puits perdus et 15% dans la nature.

Le parc des stations d'épuration en milieu rural se limite actuellement à neuf (9) stations, de capacité totale de traitement de 1700 m3/j. Ces stations d'épuration assurent seulement le traitement de 8% des eaux usées collectées.

Rappel des Objectifs Stratégiques

✓ Consolidation-Généralisation du Service Assainissement

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 par 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* (passer de 178 Communes 350, sachant que ce nombre va augmenter),

iv. La c*ouverture de l'ensemble du milieu rural :* par des systèmes d'assainissement collectif pour l'habitat aggloméré et par des systèmes individuels d'évacuation pour l'habitat dispersé.

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 aura ainsi à être assuré par le recours à des systèmes individuels d'évacuation et de collecte.

Le tableau suivant donne les principaux indicateurs relatifs à la collecte des eaux usées.

Tableau 64 : Année de Base 2020 et Objectifs Eau 2050 de Taux d'Accès à l'Assainissement

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

Tableau 64 : Année de Base 2020 et Objectifs Eau 2050 de Taux d'Accès à l'Assainissement

Horizon	2020	2025	2030	2040	2050
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)	311	366	432	549	681
Milieu Urbain (Mm3/an)	298	339	400	491	591
Milieu Rural (Mm3/an)	12	27	32	58	90

✓ Traitement des eaux usées

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 Mm^3/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.

Le tableau suivant donne les principaux indicateurs relatifs au traitement des eaux usées.

Tableau 65 : Année de Base 2020 et Objectifs 2050 de Traitement des Eaux Usées

Horizon	2020	2025	2030	2040	2050
Volume Eaux Usées Traitées (Mm3/an)	**296**	**342**	**410**	**530**	**681**
Milieu Urbain					
Taux de traitement (%)	99%	99%	99%	100%	100%
Volume Eaux Usées Traitées (Mm^3/an)	295	336	397	489	591
Milieu Rural					
Taux de traitement (%)	8%	12%	20%	60%	100%
Volume Eaux Usées Traitées (Mm^3/an)	1	6	13	41	90
Capacité de traitement (Mm3/an)	**370**	**428**	**512**	**662**	**851**
Milieu Urbain					
Taux de saturation (%)	80%	80%	80%	80%	80%
Capacité de traitement (Mm^3/an)	369	420	496	611	739
Milieu Rural					
Taux de saturation (%)	80%	80%	80%	80%	80%
Capacité de traitement (Mm^3/an)	1	8	16	51	113

Tableau 65 : Année de Base 2020 et Objectifs 2050 de Traitement des Eaux Usées

Horizon	2020	2025	2030	2040	2050
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*

✓ Amélioration de la Qualité du Traitement

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, qui sera atteinte par l'application des normes.

Pour atteindre cet objectif les dispositions suivantes auront à être tenues :

- ✓ Gestion planifiée et effective 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 afin que leurs rejets soient compatibles avec les modes de traitement des STEP communales
- ✓ Surveillance et éventuellement interdiction du raccordement de certaines activités pouvant être à l'origine de non-conformité des effluents à traiter,
- ✓ Pousser le traitement au niveau tertiaire visant la désinfection des effluents traités ;
- ✓ Traitement décentralisé pour l'habitat dispersé ou situé 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.

57 Plan d'action Eau 2050 de la Composante Assainissement-Epuration

Pour l'atteinte des objectifs stratégiques Eau 2050 retenus pour le volet « assainissement-épuration », la Mise en Œuvre des actions suivantes est proposée

✓ Poursuite de la Mise en Œuvre des Projets en Cours de l'ONAS

L'action de mise en œuvre des projets en cours d'assainissement des grands pôles urbains, petites et moyennes villes, quartiers périurbains, villes côtières et quartiers populaires sur le court terme, va contribuer à l'amélioration de l'accès aux services d'assainissement via l'augmentation du taux de raccordement et du taux d'épuration à l'horizon 2025 et 2030.

Les actions en question incluent :

- **La réalisation d'ouvrages d'assainissement dans 33 Communes de moins de 10 000 habitants dans le cadre du programme PAPC-I** : Le programme concerne les 19 Gouvernorats de : Ben Arous, Nabeul, Zaghouan, Le Kef, Siliana, Bizerte, Béja, Jendouba, Kasserine, Kairouan, Monastir, Sousse, Mahdia, Sfax, Gabes, Medenine, Tozeur, Tataouine, Kebili.
- **La réhabilitation et l'extension des réseaux d'assainissement existants et la construction des stations d'épuration (STEP) pour plusieurs villes de taille moyenne :** le programme comprend la construction de six nouvelles STEP, la réhabilitation et l'extension des réseaux d'assainissement, la construction de systèmes de transfert vers les STEP au niveau de la ville de Takelsa (Nabeul), Souassi (Mahdia), Gafsa Ksar, Mdhila, Moularès, et Redeyef (Gafsa), Souk Lahad (Kébili), Dahmani/Ksour et Tajerouine (Le Kef), Thala et Fériana (Kasserine).
- **L'extension et la réhabilitation de 19 STEP et de 130 stations de pompage au niveau des villes : de Menzel Bouzelfa, Grombalia, Nabeul SE4, Sahline, Sidi Bouzid et Gafsa :** le programme consiste en la réhabilitation des ouvrages d'assainissement et extension des installations devenus sous dimensionnées, l'amélioration des procédés épuratoires et l'optimisation du fonctionnement des ouvrages.
- **L'amélioration des systèmes d'assainissement dans les villes de : Béja, Jendouba, Siliana, El Kef, Bizerte, Zaghouan, Sidi Bouzid, Kasserine, Kébili et Sfax ;** le programme inclut la réhabilitation, la rénovation et l'extension des stations de traitement des eaux usées, la réhabilitation et l'extension de réseaux d'assainissement, l'acquisition d'équipements d'exploitation et de maintenance et des services de consultation.
- **La réhabilitation et l'extension des installations de traitement des eaux usées et des réseaux d'assainissement situés dans les zones côtières dans le cadre du Programme DEPOLMED ayant** a pour objectif la contribution à la dépollution de la Méditerranée.
- **L'extension et la réhabilitation du réseau d'assainissement, la réalisation et réhabilitation de stations de pompage et l'assainissement de 9 zones rurales dans le cadre du « Programme Intégré de Dépollution de la Région du Lac de Bizerte », avec** une composante infrastructurelle et une composante de soutien à la gestion du programme, de renforcement institutionnel et d'actions de pérennisation.
- **L'optimisation de la consommation d'énergie dans les STEP par l'utilisation des technologies et des équipements innovants dans le cadre du programme d'efficience énergétique :** Le programme concerne les stations d'épuration des villes de : Korba, Le Kef, M'Saken, Monastir Frina, Kairouan, Tataouine, El Fahs et Djerba Aghir.
- **La mise à niveau des stations d'épuration saturées ou proches de la saturation ;** il s'agit des STEP de Tebourba, Bousssalem, Bouargoub, Teboursouk, Jammel, Sbeitla, Medenine, Tozeur, Kebili et El Hamma. Le projet fait partie du Programme de la mer Méditerranée « MedProgramme ».
- **La réalisation du Pôle d'Epuration de Tunis-Nord en mode PPP :** Il s'agit de la réalisation de la station d'épuration El Hessiene à implanter à Tunis-Nord, pour desservir Raoued, Kalâat El Andalous et une partie d'El Mnihla. Le projet se propose de développer la synergie entre public et privé dans un objectif d'efficacité et d'efficience.

Le tableau suivant récapitule les coûts des différents projets engagés par période de planification en MDT.

Tableau 66 : Estimation des coûts d'investissement des projets engagés par période de planification (en MDT)

Programme	2020 - 2025	2026 - 2030
Programme d'assainissement des petites communes de moins de 10.000 habitants-PAPC-I	570	
Projet d'assainissement des eaux usées dans 10 villes de taille moyenne en Tunisie	120	120
Programme d'assainissement rural - Tranche 4	100	100
Projet « programme d'assainissement contribuant à la dépollution de la méditerranée (DEPOLMED)»	500	544

Tableau 66 : Estimation des coûts d'investissement des projets engagés par période de planification (en MDT)

Programme	2020 - 2025	2026 - 2030
Projet « programme intégré de dépollution de la région du lac de Bizerte »	130	
Programme de mise à niveau de dix stations d'épuration de l'intérieur		200
Projet d'amélioration de l'environnement des eaux dans les villes locales	280	
Programme d'extension et de réhabilitation de 19 STEP et de 130 stations de pompage	490	
Programme d'efficience énergétique	209	
Programme d'équipement des Zones Industrielles existantes en Stations d'Épuration grappées	50	200
Projet de réalisation du pôle d'épuration de Tunis nord en mode PPP	400	
TOTAL	**2 849**	**1 164**
TOTAL GENERAL	**4 013**	

✓ Extension du Réseau d'Assainissement en Milieu Urbain

L'action d'extension des réseaux d'assainissement vise l'amélioration de l'accès aux services d'assainissement par l'augmentation du taux de raccordement.

L'objectif est d'atteindre un taux de raccordement au réseau d'assainissement en milieu urbain de **98% en 2050**, permettant de collecter un volume d'eau usées de 590 millions de m3, pour une population raccordée de 10,3 millions d'habitants.

La priorité est donnée aux régions enregistrant des taux de raccordement faibles.

Les valeurs cibles des taux de raccordement par région et par horizon sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 67 : Taux de raccordement au réseau d'assainissement en milieu urbain ciblés par « Eau 2050 »

Région	2020	2025	2030	2040	2050
Nord Est	95%	96%	96%	97,0%	98%
Nord-Ouest	94%	95%	95%	96,6%	98%
Centre Ouest	80%	83%	86%	92,0%	98%
Centre Est	84%	87%	89%	93,6%	98%
Sud-Ouest	73%	77%	82%	89,7%	98%
Sud Est	57%	64%	70%	84,2%	98%
Total	**86%**	**88%**	**90,2%**	**94,2%**	**98,0%**

Les travaux seront engagés de façon à assurer l'équité régionale et sont priorisés selon des critères basés sur l'efficacité économique, l'équité sociale et l'urgence d'intervention sur le plan environnemental et sanitaire.

Le tableau suivant donne les linéaires des réseaux d'assainissement primaires et secondaires à poser par région et par période de planification.

Tableau 68 : Linéaire des réseaux en km (extension) à poser par région et par période de planification

Région	2020 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
Nord Est	1033	975	1859	2035
Nord-Ouest	91	72	98	69
Centre Ouest	164	158	306	324
Centre Est	636	622	1233	1357
Sud-Ouest	108	104	190	196
Sud Est	267	277	592	671
Total Tunisie	**2 299**	**2 208**	**4 278**	**4 652**

Les coûts d'investissement d'extension de réseau d'assainissement en milieu urbain sont estimés sur la base de 400 DT/ml. Le tableau suivant récapitule les coûts d'investissement nécessaires pour l'extension du réseau d'assainissement en DT, par région et par période de planification.

Tableau 69 : Coût d'investissement des réseaux par région et par période de planification (MDT)

Région	2020 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
Nord Est	413	390	744	814
Nord-Ouest	37	29	39	28
Centre Ouest	65	63	123	130
Centre Est	254	249	493	543
Sud-Ouest	43	42	76	78
Sud Est	107	111	237	268
Total Tunisie	**920**	**883**	**1 711**	**1 861**

✓ Réhabilitation du Réseau d'Assainissement en Milieu Urbain

Cette action de réhabilitation des réseaux d'assainissement vise à assurer la pérennité des infrastructures d'assainissement. L'objectif est d'atteindre un taux de renouvellement annuel des réseaux d'assainissement en milieu urbain de 2,5% en 2050.

La priorité est donnée aux réseaux les plus vétustes.

Les valeurs cibles des taux de renouvellement des réseaux d'assainissement par région et par horizon sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 70 : Taux annuel de renouvellement des réseaux d'assainissement en milieu urbain

2020	2025	2030	2040	2050
0,22%	0,60%	0,98%	1,74%	2,50%

La priorité est accordée aux réseaux les plus vétustes et l'urgence d'intervention sur le plan environnemental et sanitaire.

Le tableau suivant présente les linéaires des réseaux d'assainissement primaires et secondaires à renouveler, par région et par période de planification.

Tableau 71 : Linéaire des réseaux à réhabiliter en km par région et par période de planification

Région	2020 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 – 2050
Nord Est	198	416	1646	2962
Nord-Ouest	27	54	199	326
Centre Ouest	26	55	225	414
Centre Est	99	212	871	1621
Sud-Ouest	18	39	155	281
Sud Est	28	63	282	569
Total Tunisie	**395**	**840**	**3 377**	**6 173**

Les coûts d'investissement de la réhabilitation du réseau d'assainissement en milieu urbain sont estimés sur la base de 500 DT/ml. Le tableau suivant récapitule les coûts d'investissement nécessaires pour la réhabilitation du réseau d'assainissement en DT par région et par période de planification.

Tableau 72 : Coût d'investissement de la réhabilitation des réseaux par région et par période de planification (MDT)

Région	2020 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
Nord Est	99	208	823	1481
Nord-Ouest	13	27	99	163
Centre Ouest	13	28	112	207
Centre Est	49	106	435	810
Sud-Ouest	9	19	78	141
Sud Est	14	31	141	285
Total Tunisie	**198**	**420**	**1 689**	**3 086**

✓ Nouvelles Stations d'Epuration en Milieu Urbain

Cette action a pour objectif l'augmentation de la capacité épuratoire par la construction de nouvelles stations d'épuration. L'objectif est d'atteindre un taux d'épuration des eaux collectées en milieu urbain de 100% à partir de 2040, permettant d'atteindre un volume d'eaux épurée de 590 millions de m3 en 2050, tout en assurant la qualité requise.

La priorité est donnée aux régions enregistrant des taux d'épuration des eaux collectées faibles.

Les valeurs cibles des taux d'épuration par région et par horizon de planification sont présentées dans le tableau suivant :

Les travaux seront engagés de manière à assurer l'équité régionale et sont priorisés selon des règles basées sur l'efficacité économique, l'équité sociale et l'urgence d'intervention sur le plan environnemental et sanitaire.

Le tableau suivant présente la capacité épuratoire des nouvelles stations à réaliser, exprimée en Millions de m3/an, par région et par période de planification.

Tableau 73 : Capacités des Nouvelles Stations à Réaliser par Région et par Horizon (Mm^3/an)

Région	2020 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
Nord Est	13.3	23	27.6	1.3
Nord-Ouest	1.5	2.5	2.8	0.1
Centre Ouest	1.6	2.8	3.4	0.2
Centre Est	6.2	11.9	14	0.7
Sud-Ouest	1.1	1.9	2.2	0.1
Sud Est	2.4	4.4	5.9	0.3
TOTAL	**26,0**	**45,0**	**56,0**	**2,7**

Les coûts d'investissement pour la réalisation des nouvelles stations d'épuration sont estimés sur la base d'un ratio de 10.000 DT/(m3/j).

Le tableau suivant récapitule les coûts d'investissement nécessaires pour l'extension de la capacité épuratoire, en DT, par région et par période de planification.

Tableau 74 : Coût d'Investissement de l'Extension de la Capacité Epuratoire par Région et par Période de Planification (en MDT)

Région	2020 – 2025	2026 - 2030	2031 – 2040	2041 - 2050
Nord Est	363,7	630,8	756,5	34,5
Nord-Ouest	40,9	68,3	75,8	3,2
Centre Ouest	42,7	75,6	92,6	4,3
Centre Est	168,9	298,6	383,5	18,5
Sud-Ouest	30,2	52,8	60,6	2,6
Sud Est	65,9	120,3	162,6	8,1
Total	**712,3**	**1 246,6**	**1 531,5**	**71,2**

✓ Réhabilitation et Extension des Capacités des Stations d'Epuration Existantes en Milieu Urbain

L'action a pour objectif la mise à niveau des stations d'épuration vétustes et l'augmentation de leur capacité épuratoire par des travaux de réhabilitation et extension, avec un objectif spécifique d'application des normes en matière de qualité des eaux traitées.

La priorité est donnée aux régions enregistrant des taux d'épuration des eaux collectées faible aux stations d'épuration vétustes.

Le tableau suivant indique la capacité épuratoire des stations appelées à faire l'objet de travaux de réhabilitation et d'extension, exprimée en Millions de m3/an, par région et par période de planification.

Tableau 75 : Capacité des stations faisant l'objet des travaux de réhabilitation et d'extension

Région	2020 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
Nord Est	17,3	28,3	86,8	119,5
Nord-Ouest	2	3,1	9	11,4
Centre Ouest	2	3,4	10,5	14,7
Centre Est	7,9	13,3	42,8	62,5
Sud-Ouest	1,4	2,4	7,1	9,3
Sud Est	2,8	5,3	17,8	27,1
TOTAL	**33,5**	**55,8**	**174,1**	**244,5**

Les valeurs cibles des taux d'épuration par région et par horizon de planification et de l'état de conformité des eaux traitées à la norme sont présentées dans les tableaux suivants :

Tableau 76 : Effets Globaux en termes de Taux d'Epuration en Milieu Urbain par Région et par Horizon de Planification

Région	2020	2025	2030	2040	2050
Nord Est	100%	100%	100%	100%	100%
Nord-Ouest	87%	90%	92%	96%	100%
Centre Ouest	100%	100%	100%	100%	100%
Centre Est	100%	100%	100%	100%	100%
Sud-Ouest	84%	86%	89%	95%	100%
Sud Est	100%	100%	100%	100%	100%
Total	**98%**	**99%**	**99%**	**100%**	**100%**

Tableau 77 : Evolution de l'Etat de Conformité des Eaux Traitées à la Norme par Horizon de Planification

Horizon	2018	2025	2030	2040	2050
Pourcentage des STEPs non conformes	- DCO : 53% - Ntot[67] :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%

Les travaux seront engagés de manière à assurer l'équité régionale et sont priorisés selon des règles basées sur l'efficacité économique, l'équité sociale et l'urgence d'intervention sur le plan environnemental et sanitaire.

[67] Ntot : Azote total

L'amélioration de la qualité des eaux traitées sera atteinte par 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 peut également être mesurée par le gradient de réduction du pourcentage de la non-conformité et échelonnée pour les différents horizons, comme suit.

Tableau 78 : Réduction du pourcentage 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%
	N.tot	14%	20%	30%	15%	79%
	Coliformes fécaux	13%	20%	30%	30%	93%

Les coûts d'investissement de réalisation des travaux de réhabilitation et d'extension des stations d'épuration sont estimés sur la base de la capacité épuratoire et d'un ratio de 5.000 DT/(m3/j). Le tableau suivant récapitule les coûts d'investissement nécessaires pour la réhabilitation / extension de la capacité épuratoire en DT, par région et par période de planification.

Tableau 79 : Coût d'Investissement de Réhabilitation et d'Extension des Stations d'Epuration par Région et par Période de Planification (MDT)

Région	2020 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
Nord Est	237	388	1190	1636
Nord-Ouest	27	43	123	156
Centre Ouest	28	46	144	202
Centre Est	109	183	586	856
Sud-Ouest	20	32	97	128
Sud Est	38	73	244	371
Total	**458**	**765**	**2 384**	**3 349**

✓ Assainissement Collectif en Milieu Rural

L'action d'extension des réseaux d'assainissement vise à améliorer l'accès en milieu rural aux services d'assainissement via l'augmentation du taux de raccordement. Cette action concerne les abonnés SONEDE/habitat aggloméré.

L'objectif est d'atteindre un taux de raccordement au réseau d'assainissement en milieu rural de 90% en 2050, permettant de collecter un volume d'eau usées de 90 millions de m3, pour une population raccordée de 2,4 millions d'habitants.

La priorité est donnée aux régions enregistrant des taux de raccordement les plus faibles.

Les valeurs cibles des taux de raccordement en milieu rural par horizon sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 80 : Taux de Raccordement Ciblés par Eau 2050 au Réseau d'Assainissement en Milieu Rural

	2018	2025	2030	2040	2050
Taux de raccordement	11%	24%	38 %	64%	90%

Pour assurer la pérennité des infrastructures d'assainissement, un renouvellement des réseaux est nécessaire. L'objectif est d'atteindre un taux de renouvellement annuel des réseaux d'assainissement en milieu rural de 2,5% en 2050.

Les valeurs cibles des taux de renouvellement des réseaux d'assainissement par région et par horizon sont indiquées dans le tableau suivant :

Tableau 81 : Taux de Renouvellement Eau 2050 des Réseaux d'Assainissement en Milieu Rural

2025	2030	2040	2050
0,50%	1,0%	2,0 %	2,50%

Les travaux seront engagés de façon à assurer l'équité régionale et sont priorisés selon des règles basées sur l'efficacité économique, l'équité sociale et l'urgence d'intervention sur le plan environnemental et sanitaire.

Le tableau suivant donne les linéaires des réseaux d'assainissement à poser par région et par période de planification.

Tableau 82 : Linéaire de l'Extension des Réseaux (en km) par Région et par Période de Planification

Région	2020 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
Nord Est	388	260	1 013	1 193
Nord-Ouest	292	114	360	341
Centre Ouest	432	186	722	823
Centre Est	373	283	1 122	1 331
Sud-Ouest	99	59	223	261
Sud Est	121	85	292	286
Total Tunisie	**1 705**	**987**	**3 732**	**4 235**

Tableau 83 : Linéaire du Renouvellement des Réseaux (en km) par Région et par Période de Planification

Région	2020 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
Nord Est	8	33	256	621
Nord-Ouest	6	17	95	192
Centre Ouest	9	27	183	433
Centre Est	8	35	283	692
Sud-Ouest	2	8	57	136

Tableau 83 : Linéaire du Renouvellement des Réseaux (en km) par Région et par Période de Planification

Région	2020 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
Sud Est	3	11	76	159
Total Tunisie	**36**	**132**	**949**	**2 233**

Les coûts d'investissement d'extension et de renouvellement de réseau d'assainissement en milieu rural sont estimés respectivement sur la base de 300 DT/ml et 350 DT/ml.

Le tableau suivant récapitule les coûts d'investissement nécessaires pour l'extension et le renouvellement du réseau d'assainissement en DT par région et par période de planification.

Tableau 84 : Coût d'Investissement d'Extension des Réseaux en Milieu Rural par région et par période de planification (MDT)

Région	2020 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
Nord Est	116	78	304	358
Nord-Ouest	88	34	108	102
Centre Ouest	130	56	217	247
Centre Est	112	85	337	399
Sud-Ouest	30	18	67	78
Sud Est	36	26	88	86
Total Tunisie	**512**	**296**	**1 120**	**1 271**

Tableau 85 : Coût d'Investissement de Renouvellement des Réseaux en Milieu Rural par région et par période de planification (MDT)

Région	2020 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
Nord Est	3	12	90	217
Nord-Ouest	2	6	33	67
Centre Ouest	3	9	64	152
Centre Est	3	12	99	242
Sud-Ouest	1	3	20	48
Sud Est	1	4	27	56
Total Tunisie	**13**	**46**	**333**	**782**

✓ Traitement des Eaux Usées en Milieu Rural Habitat Aggloméré

Cette action a pour objectif l'augmentation de la capacité épuratoire en milieu rural, par la création de nouvelles stations d'épuration et l'extension et la réhabilitation de stations lorsque leur capacité sera saturée ou leur état le nécessite.

L'objectif est d'atteindre un taux d'épuration des eaux collectées en milieu rural de 100% en 2050, permettant de traiter un volume d'eau usées de 69 millions de m^3 à cet horizon, tout en assurant la qualité requise.

La priorité est donnée aux régions enregistrant des taux d'épuration des eaux collectées faible.

Les valeurs cibles des taux d'épuration par horizon de planification sont données dans le tableau suivant :

Tableau 86 : Taux Global d'Epuration en Milieu Rural « Habitat aggloméré » par Horizon de Planification

	2018	2025	2030	2040	2050
Taux d'épuration	8%	23%	39%	69%	100%

Les travaux seront engagés de façon à assurer l'équité régionale et sont priorisés selon des règles basées sur l'efficacité économique, l'équité sociale et l'urgence d'intervention sur le plan environnemental et sanitaire.

Dans le tableau suivant figure la capacité épuratoire des nouvelles stations à réaliser en milieu rural, exprimé en Millions de m^3/an à réaliser par région et par période de planification.

Tableau 87 : Capacité des Nouvelles Stations d'Epuration en Milieu Rural par Région et Horizon

Région	2020 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
Nord Est	1,5	1	7,1	10,3
Nord-Ouest	1	0,4	2,5	2,9
Centre Ouest	1,8	0,7	5	7,1
Centre Est	1,5	1,1	7,8	11,4
Sud-Ouest	0,4	0,2	1,6	2,2
Sud Est	0,5	0,3	2	2,5
TOTAL	**6,6**	**3,9**	**26**	**36,4**

Le tableau suivant indique la capacité épuratoire des stations faisant l'objet des travaux de réhabilitation et d'extension, exprimé en Millions de m^3/an à réaliser par région et par période de planification.

Tableau 88 : Capacité des Stations d'Epuration Réhabilitées en Milieu Rural

Région	2020 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
Nord Est	0	1,6	5,6	16,5
Nord-Ouest	0	0,2	1,7	4
Centre Ouest	0	0,4	4	11,1
Centre Est	0	2	6,3	18,4
Sud-Ouest	0	0,3	1,2	3,6
Sud Est	0	0,6	1,5	3,4
TOTAL	**0**	**5**	**20,2**	**56,9**

Les coûts d'investissement de réalisation des travaux de réalisation et de réhabilitation et d'extension des stations d'épuration sont estimés sur la base de la capacité et d'un ratio de 10.000 DT/(m^3/j).

Le tableau suivant récapitule les coûts d'investissement nécessaires pour les travaux relatifs au traitement des eaux usées en milieu rural en DT par région et par période de planification.

Tableau 89 : Coût Global d'Investissement des Stations de Traitement en Milieu Rural par région et par période de planification (MDT)

Région	2020 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 – 2050
Nord Est	41,5	71,9	346,4	732,1
Nord-Ouest	26,3	17,7	114,8	191
Centre Ouest	48,1	30,9	247,1	496,7
Centre Est	41,6	84,7	386,5	817,7
Sud-Ouest	11	14,7	75,7	159,9
Sud Est	13,3	24,5	96,2	159,6
Total Tunisie	**182**	**244**	**1 267**	**2 557**

✓ L'Assainissement Individuel en Milieu Rural

On estime qu'environ 20% de la population rurale habitent dans des logements dispersés et ne pourraient pas en conséquence être raccordés à 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.

L'étude stratégique d'assainissement rural réalisée par l'ONAS a abouti à la nécessité d'assainir 600 zones rurales.

Le programme de l'ONAS a démarré en 2001, avec la programmation de 79 zones rurales, comptant 227 000 habitants et répartie en quatre tranches jusqu'à 2050.

Actuellement des projets ont été engagés au niveau de 36 localités.

L'objectif ultime de l'opération reste la couverture du milieu rural dispersé par le service d'assainissement via la généralisation des systèmes de traitement individuel et semi-collectif, sur la base de la projection démographique suivante de la population rurale dispersée :

Tableau 90 : Projection de la Population Rurale en Habitat Dispersée jusqu'à l'Horizon 2050

Régions	2030	2040	2050
Nord Est	93 000	90 000	79 000
Nord Ouest	255 000	247 000	219 000
Centre Ouest	385 000	372000	329 000
Centre Est	0	0	0
Sud Ouest	41 000	39 000	35 000
Sud Est	0	0	0
Total	**774 000**	**748 000**	**662 000**

Le contenu de l'action consiste en la mise en œuvre d'un programme **d'assainissement « autonome »** ou « **semi-collectif »,** pour des zones rurales à peuplement dispersé de moins de 1000 habitants, ou situées dans des zones difficilement accessibles.

Les systèmes de traitement **semi-collectifs** consistent en de « petites STEP », avec une capacité comprise entre 50 et 3 000 équivalents habitants. Les procédés adoptés sont peu énergivores et s'inspirent de l'effet épurateur de la nature (la phyto-épuration, les filtres plantés à macrophyte, le lagunage, etc.).

L'assainissement autonome est l'option la plus adaptée. Il s'agit d'ouvrages individuels situés à l'intérieur des limites de chaque lot, qui assurent un traitement physique (décantation/ sédimentation, filtration, etc.) et biologique. Le dispositif de traitement et d'évacuation des eaux usées se compose d'une fosse septique (traitement primaire) et d'un système d'épuration (traitement secondaire). Pour ces systèmes décentralisés, les coûts de collecte sont réduits mais deviennent plus importants lorsqu'il s'agit d'exploitation et d'entretien.

Parmi les options innovantes pour les systèmes individuels et le semi-collectif et collectif, il s'agit de citer les systèmes **Enviro-Septic**, adoptant de nouvelles technologies de durabilité pour le traitement associé à l'assainissement des petites localités. La chaine complète de traitement d'un tel système comprend une fosse septique, un dispositif de répartition et le système Enviro-Septic proprement dit qui comporte deux composantes : les rangées de conduites Enviro-Septic et une couche de sable filtrant. Les rangées de conduites Enviro-Septic et le sable filtrant permettent de traiter les eaux usées et de les distribuer sur un champ de polissage. Les conduites favorisent, dans un premier temps, une séparation des particules par flottation et par décantation. Les eaux s'évacuent par la suite au travers des perforations situées sur le pourtour de la conduite et sont filtrées par deux membranes de type textile faites d'un matériau synthétique recouvrant la conduite. Ces membranes facilitent la fixation d'une culture microbienne qui favorise le traitement biologique des eaux usées ainsi que la distribution longitudinale. La couche de sable filtrant poursuit le traitement et facilite la dispersion des eaux avant leur infiltration dans le sol naturel.

Ainsi, le système Enviro-Septic intègre à la fois les fonctions de traitement et de répartition de l'effluent sur le terrain récepteur. Ce système ne nécessite ni entretien, ni électricité, ni pièce mécanique à changer, ni contrat de maintenance.

Les travaux relatifs à l'assainissement individuel et semi-collectif en milieu rural seront engagés de façon à assurer l'équité régionale et seront priorisés selon des règles basées sur l'efficacité économique, l'équité sociale et l'urgence d'intervention sur le plan environnemental et sanitaire.

Le tableau suivant indique le nombre des logements bénéficiant de système d'assainissement rural et de traitement individuel ou semi collectif par région et par période de planification.

Tableau 91 : Objectif de Nombre de Logements Dotés de Système d'Assainissement et de Traitement Individuel ou Semi-Collectif par région et par période de planification

Région	2026-2030	2030-2040	2040-2050
Nord Est	1 860	5 400	9 480
Nord Ouest	5 100	14 820	26 280
Centre Ouest	7 700	22 320	39 480
Centre Est	0	0	0
Sud Ouest	820	2 340	4 200
Sud Est	0	0	0
Total	**15 480**	**44 880**	**79 440**

Les coûts d'investissement de réalisation de système d'assainissement rural et de traitement individuel ou semi collectif sont estimés sur la base d'un prix unitaire de 15 000 DT par logement.

Le tableau suivant récapitule les coûts d'investissement du service d'assainissement et de traitement en milieu rural dispersé par région et période de planification.

Tableau 92 : Coût d'Investissement d'Assainissement en Milieu Rural à Habitat Dispersé par région et période de planification (MDT)

Région	2026-2030	2030-2040	2040-2050
Nord Est	28	81	142
Nord Ouest	77	222	394
Centre Ouest	116	335	592
Centre Est	0	0	0
Sud Ouest	12	35	63
Sud Est	0	0	0
Total	**232**	**673**	**1 192**

Le programme d'investissement de l'assainissement rural est à financer par les ménages avec des subventions de l'Etat.

✓ Généralisation du Traitement Tertiaire

Cette action a pour objectif l'amélioration de la qualité des eaux traitées par le recours au traitement complémentaire et la généralisation du traitement tertiaire dans les STEP, de façon à produire une eau épurée de qualité. L'objectif est d'atteindre 100% du volume des eaux usées traitées jusqu'au niveau tertiaire à l'horizon 2050.

Les valeurs cibles des % des STEP et des volumes traitées jusqu'au niveau tertiaire par horizon de planification sont données dans le tableau suivant :

Tableau 93 : Objectifs de Traitement Tertiaire par Horizon de Planification

	2020	2025	2030	2040	2050
Nombre total de STEP	114	132	156	164	165
Nombre de STEP dotées de traitement Tertiaire	25	46	94	131	165
% STEP dotées de TT	22%	35%	60%	80%	100%
Volume total traité (Mm3/an)	296	342	410	530	681
Volume total traité au niveau tertiaire (Mm3/an)	30	51	205	371	681
% Volume traité au niveau tertiaire	10%	15%	50%	70%	100%

Le tableau suivant présente les capacités additionnelles des stations d'épuration (nouvelles et faisant l'objet des travaux de réhabilitation et d'extension) ainsi que les capacités de traitement tertiaire, exprimé en Millions de m3/an à par période de planification.

Tableau 94 : Objectifs de Capacités des Stations d'Epuration / Traitement Tertiaire (Mm^3/an)

	2020 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
Capacité additionnelle de traitement (Mm3/an)	59,5	101,3	230,0	247,1
Traitement tertiaire réalisé (Mm3/an)	24,3	184,3	200,2	375,6

Les coûts d'investissement de réalisation du traitement tertiaire sont estimés en fonction de la capacité et sur la base d'un ratio de 1.000 DT/(m3/j).

Le tableau suivant récapitule les coûts d'investissement nécessaires pour le traitement tertiaire en DT par période de planification.

Tableau 95 : Coût d'investissement de traitement tertiaire par période de planification (MDT)

2020 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 – 2050
67	505	548	1 029

✓ Gestion en Cycle Fermé pour « Villes Résilientes » ou « Smart Cities »

Ce programme doit faire partie d'une vision globale de type « smart-living » à l'échelle de l'habitat et de « smart environnement » à l'échelle de la ville.

Cela s'inscrirait dans une conception du territoire à l'horizon 2050 qui prend en compte les enjeux relatifs à l'aménagement intelligent et durable, englobant les nouvelles technologies facilitant la vie des citoyens et mettant en harmonie la ville et son environnement.

La résilience urbaine écologique se traduit par une production d'énergie propre et l'exploitation du concept d'adaptation et de récupération des ressources, notamment les ressources en eau, via un mode de gestion en cycle fermé et la séparation à la source.

Une telle perspective est initiée à Bizerte, par le biais du Programme « Bizerte Smart City » lancé en 2017 et se proposant à faire de Bizerte une aire à énergie positive, pour une croissance verte et économie responsable.

La prise en compte de la place de l'eau doit être au centre des futurs projets urbains innovants. Une gestion en cycle fermé est à engager dans le cadre des nouvelles opérations d'aménagement urbain et de promotion immobilière tels qu'à : Smart City, Eco-city, Tunis Sports City ainsi qu'au niveau de lotissements AFH, AFI, etc.

Un tel mode de gestion, testé avec succès à l'échelle de projets pilotes dans des pays du pourtour méditerranéen, est appelé à se généraliser auprès de plusieurs collectivités (résidences, foyers, nouveaux lotissements, centres commerciaux, pôles sportifs, zones industrielles, etc.), dans différentes régions du pays (ex. Grand-Tunis, Sahel), 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.

L'objectif d'un tel choix vise l'avènement de villes résilientes, ouvertes à une gestion des ressources en cycle fermé, autour d'axes prometteurs tel que :

- Une meilleure gestion de l'eau dans les espaces urbains,
- Reconstituer la nature dans la ville,
- Réduction de la consommation en eau domestique et les frais de potabilisation,
- La collecte et le traitement d'eaux usées séparément, selon leurs origines et natures (eaux grises, eaux de pluie,…), afin de développer le traitement adapté et appuyer le développement de la REUSE à l'échelle des collectivités locale avec des applications appropriées : arrosage de jardins, espaces verts, lavage des sols, etc.

Le potentiel d'économie en eau domestique et le pourcentage de réduction de rejet des eaux usées sont variables selon le système mis en place :

- Réutilisation des eaux grises : jusqu'à 48% d'économie d'eau et 60% de réduction du rejet,
- Réutilisation des eaux de pluie : jusqu'à 93% d'économie d'eau et 0% de rejet,

L'utilisation des toilettes à double chasse d'eau permet d'atteindre une économie d'eau allant de 11% jusqu'à 75%, et une réduction du rejet entre 6% et 49%.

Les taux les plus élevés pourraient être atteints si les eaux de pluie et les eaux grises sont réaffectées de manière différenciée : Eaux grises pour les chasses d'eau, la lessive le lavage de voitures et l'irrigation de jardins, eaux de pluie affectées à l'alimentation des douches et éviers et les opérations de nettoyage, le tout contribuant à une économie d'eau jusqu'à 93% et une réduction du rejet pouvant atteindre 60%.

D'une manière générale, si on considère l'augmentation du parc de logements dans tout le pays, estimé à environ 500 milles d'ici 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 serait par ailleurs à déduire de la consommation en eau.

Le programme inclut :

- La mise en place d'un système incitatif au profit des clients résidentiels voulant réduire leur consommation en eau domestique par l'installation d'un système de récupération de l'eau de pluie pouvant être destinée aux usages domestiques et non alimentaires (chasse d'eau, nettoyage, lavage et arrosage complémentaire) : la Tunisie dispose d'une grande tradition en la matière (Majel, Fesquia). L'**eau de pluie** peut être recueillie au niveau des citernes de stockage ou au moyen de techniques de collecte modernes, alimentées directement et/ou à partir des toitures des ménages selon le cas. Les eaux collectées sont par la suite pompées et filtrées pour alimenter les douches et éviers ou servir au nettoyage et la lessive,
- L'obligation d'installer un système de collecte individuel des eaux pluviales pour les nouvelles autorisations de bâtir et l'inclusion de la valorisation des eaux usées à la stratégie urbaine lors de la conception des bâtiments (ex. Décret gouvernemental n° 2018-171 du 19 février 2018),
- Recyclage des eaux de pluie récoltées à partir des toitures,
- La collecte et le traitement des **eaux grises** (issues des douches et lave-linges) pour être réutilisées dans les chasses d'eau, lavage des voitures ou l'arrosage des jardins,
- La collecte des **eaux vannes** (WC et éviers de cuisine) et traitement à un niveau secondaire, soit dans les STEP communales, soit localement par des procédés biologiques adaptés comme les filtres plantés de roseaux, le lit bactérien, afin de les rendre appropriées à l'arrosage des espaces verts et des jardins,
- La réalisation d'un réseau d'assainissement dual (eau vanne, eau grise) pour intégrer la séparation à la source des eaux usées et la valorisation des eaux usées,
- Installation de capteurs intelligents sur le réseau pour suivre la qualité de l'eau et les fuites.

Le programme sera engagé à partir de 2026 après la mise en place de certaines mesures préalables au niveau de la réglementation environnementale, hydrique et de l'urbanisation.

Près de 100 000 « nouveaux logements » se mettront en mode « cycle fermé » à l'horizon 2050, auquel il s'agira d'ajouter 300 000 logements parmi le parc existant type villa et duplexe, avec installation de systèmes de collecte et de recyclage des eaux de pluies pour 70% et avec équipement en réseau d'assainissement dual (eau de vanne, eau grise) pour la totalité.

Le tableau suivant présente les infrastructures à mettre en place par horizon de planification.

Tableau 96 : Les infrastructures à mettre en place par horizon de planification.

	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 – 2050
Système de collecte / recyclage eaux de pluie	42 000	164 500	73 500
Réseau d'assainissement dual (eau vanne, eau grise)	60 000	235 000	105 000

Les coûts d'investissement sont estimés sur la base des prix unitaires des infrastructures et du nombre de logements bénéficiaires.

Le tableau suivant récapitule les coûts d'investissement nécessaires pour la réalisation de l'objectif « Gestion Eau Domestique en Cycle Fermé (GED-CF) » en DT par période de planification.

Tableau 97 : Coût d'Investissement de l'Aménagement Hydraulique « Cycle fermé » par Période de Planification (MDT)

	2026 – 2030	2031 – 2040	2041 - 2050
Système de Collecte / Recyclage Eaux de Pluie	420	1 645	735
Réseau d'Assainissement Dual (Eau vanne, Eau grise)	300	1 175	525

✓ Récapitulatif Global du Plan d'action relatif à la Composante « Assainissement et Epuration »

Tableau 98 : Récapitulatif Global du Plan d'action relatif à la Composante « Assainissement et Epuration »

	2023 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050	2023 - 2050
Action - Assain-1 : Programme de mise en œuvre des projets d'assainissement en cours					
Objectifs attendus :					
Taux de raccordement au réseau d'assainissement	86% ---> 88%	88% ---> 90,2%			
Taux d'épuration	98,8% ---> 99%	99% ---> 99%			
Consistance :					
Extension du réseau (km)	990	250			1 240
Renouvellement du réseau (km)	1240	350			1 590
Création de nouvelles STEP	39	3			42
Réhabilitation et extension des STEP existantes	19	16			35
Coûts d'investissement et d'exploitation					
Coût d'investissement (MDT)	2 849	1 164			4 013
Action Assain-2 : Programme d'extension du réseau d'assainissement en milieu urbain					
Objectifs attendus :					
Taux de raccordement au réseau d'assainissement	86% ---> 88%	88% ---> 90,2%	90,2% ---> 94,2%	94,2% ---> 98%	86% ---> 98%
Consistance :					
Extension du réseau (km)	2 299	2 208	4 278	4 652	13 437
Coûts d'investissement et d'exploitation					
Coût d'investissement (MDT)	920	883	1 711	1 861	5 375
Action Assain-3 : Programme de réhabilitation du réseau d'assainissement en milieu urbain					
Objectifs attendus :					
Taux de renouvellement des réseaux d'assainissement en milieu urbain	0,22% ---> 0,60%	0,60% ---> 0,98%	0,98% ---> 1,74%	1,74% ---> 2,5%	0,22% ---> 2,5%
Consistance :					
Renouvellement / réhabilitation du réseau (km)	395	840	3 377	6 173	10 785
Coûts d'investissement et d'exploitation					
Coût d'investissement (MDT)	198	420	1 689	3 086	5 393
Action Assain-4 : Programme de réalisation des stations d'épuration en milieu urbain					
Objectifs attendus :					
Taux d'épuration	98% ---> 99%	99% ---> 99%	99% ---> 100%	100% ---> 100%	98% ---> 100%
Consistance :					
Construction de nouvelles capacités d'épuration (Mm3/an)	26	46	56	3	130
Coûts d'investissement et d'exploitation					
Coût d'investissement (MDT)	712	1 247	1 532	71	3 562

Tableau 98 : Récapitulatif Global du Plan d'action relatif à la Composante « Assainissement et Epuration »

	2023 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050	2023 - 2050
Action Assain-5 : Programme de réhabilitation et extension des stations d'épuration en milieu urbain					
Objectifs attendus :					
Taux d'épuration	98% ---> 99%	99% ---> 99%	99% ---> 100%	100% ---> 100%	98% ---> 100%
Réduction de non-conformité des eaux traitées					
DCO (% nbre STEP non conformes)	13%	10%	10%	20%	53%
Ntot (% nbre STEP non conformes)	18%	10%	30%	40%	98%
CF (% nbre STEP non conformes)	32%	10%	20%	30%	92%
DCO (% VT non conforme)	3%	10%	15%	15%	43%
Ntot (% VT non conforme)	14%	20%	30%	15%	79%
CF (% VT non conforme)	13%	20%	30%	30%	93%
Consistance :					
Réhabilitation et extension des STEP - Capacité d'épuration (Mm3/an)	33	56	174	244	508
Coûts d'investissement et d'exploitation					
Coût d'investissement (MDT)	458	765	2 384	3 349	6 957
Action Assain-6 : Programme d'assainissement collectif en milieu rural					
Objectifs attendus :					
Taux de raccordement au réseau d'assainissement	11% ---> 24%	24% ---> 38%	38% ---> 64%	64% ---> 90%	86% ---> 98%
Taux de renouvellement des réseaux d'assainissement en milieu urbain	0% ---> 0,5%	0,5% ---> 1,0%	1,0% ---> 2,0%	2,0% ---> 2,5%	0% ---> 2,5%
Consistance :					
Extension du réseau d'assainissement (km)	1 705	987	3 732	4 235	10 659
Renouvellement / réhabilitation du réseau (km)	36	132	949	2 233	3 350
Coûts d'investissement et d'exploitation					
Coût d'investissement extension réseau (MDT)	512	296	1 120	1 271	3 199
Coût d'investissement et renouvellement de réseau (MDT)	13	46	333	782	1 174
Coût d'investissement de réseau (MDT)	525	342	1 453	2 053	4 373
Action Assain-7 : Programme de traitement des eaux usées en milieu rural aggloméré					
Objectifs attendus :					
Taux d'épuration	8% ---> 23%	23% ---> 39%	39% --->69%	69% ---> 100%	8% ---> 100%
Consistance :					
Construction de nouvelles capacités d'épuration (Mm3/an)	6,6	3,9	26	36,4	72,9

Tableau 98 : Récapitulatif Global du Plan d'action relatif à la Composante « Assainissement et Epuration »

	2023 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050	2023 - 2050
Réhabilitation et extension des STEP - Capacité d'épuration (Mm3/an)	0	5	20,2	56,9	82,2
Coûts d'investissement et d'exploitation					
Coût d'investissement (MDT)	182	244	1 267	2 557	4 250
Action Assain-8 : Programme d'assainissement rural dispersé					
Objectifs attendus :					
Service d'assainissement rural	0% ---> 0%	0% ---> 10%	10% ---> 40%	40% ---> 100%	0% ---> 100%
Système de traitement individuel et semi collectif	0% ---> 0%	0% ---> 10%	10% ---> 40%	40% ---> 100%	0% ---> 100%
Consistance :					
Système de traitement individuel et semi collectif	0	15 480	44 880	79 440	139 800
Coûts d'investissement et d'exploitation					
Coût d'investissement (MDT)	0	232	673	1 192	2 097
Action Assain-9 : Programme de généralisation du traitement tertiaire					
Objectifs attendus :					
% STEP avec traitement	22% ---> 30%	30% ---> 60%	60% --->80%	80% ---> 100%	22% ---> 100%
% Volume traité au niveau tertiaire	10% ---> 15%	15% ---> 50%	50% --->70%	70% ---> 100%	10% ---> 100%
Consistance :					
Capacité Traitement tertiaire (Mm3/an)	24	184	200	376	784
Coûts d'investissement et d'exploitation					
Coût d'investissement (MDT)	67	505	548	1 029	2 149
Action Assain-10 : Programme de gestion des ressources en cycle fermé pour des villes résilientes ou « SMART CITIES »					
Objectifs attendus :					
Logements avec concept "cycle fermé"	0	60 000	235 000	105 000	400 000
Consistance :					
Système de collecte / recyclage eaux de pluie	0	42 000	164 500	73 500	280 000
Réseau d'assainissement dual (eau vanne, eau grise)	0	60 000	235 000	105 000	400 000
Coûts d'investissement et d'exploitation					
Coût d'investissement (MDT)	0	720	2820	1260	4 800

Tableau 99 : Matrice des actions de mise en œuvre des projets d'assainissement et d'épuration des eaux usées

Action	Sous action	Objectifs	Acteurs	Consistance et budget			
				2023 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
Programme de mise en œuvre des projets d'assainissement en cours au niveau des grands pôles urbains, petites et moyennes villes, quartiers périurbains et villes côtières	Le développement et le renforcement des infrastructures d'assainissement	- La généralisation des services d'assainissement et la lutte contre la pollution hydrique, • -L'amélioration des conditions de vie des citoyens et la réduction des inégalités régionales, • - La protection des milieux récepteurs et des écosystèmes	- L'Office National de l'Assainissement (ONAS), - Les Bureaux d'ingénieurs Conseils, - Les fournisseurs et entreprises de travaux spécialisées.	- Extension du réseau : 990 km -Renouvellement du réseau : 1240 km - Création de nouvelles STEP : 39 STEP - Réhabilitation et extension des STEP existantes : 19 STEP Montant total : 3093 MDT	- Extension du réseau : 250 km - Renouvellement du réseau : 350 km - Création de nouvelles STEP : 3 STEP - Réhabilitation et extension des STEP existantes : 16 STEP Montant total : 920 MDT		
	Le renforcement des capacités de l'ONAS et l'appui institutionnel			- Assistance technique - Renforcement des capacités techniques -Développement institutionnel, formation et amélioration de l'exploitation			
	La gestion des programmes						

Tableau 99 : Matrice des actions de mise en œuvre des projets d'assainissement et d'épuration des eaux usées

Action	Sous action	Objectifs	Acteurs	Consistance et budget			
				2023 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
Programme d'extension du réseau d'assainissement en milieu urbain	La réalisation des réseaux d'assainissement, la construction de systèmes de transfert vers les STEP	Atteindre un taux de raccordement au réseau d'assainissement en milieu urbain de 98% en 2050, permettant de collecter un volume d'eau usées 591 millions de m3, pour une population raccordée de 10,3 millions d'habitants	- L'Office National de l'Assainissement (ONAS), - Les Bureaux d'ingénieurs Conseils, - Les fournisseurs et entreprises de travaux spécialisées.	Extension de 2299 km de linéaire de réseau à poser sur toute la Tunisie, Montant : 920 MDT	Extension de 2208 km de linéaire de réseau à poser sur toute la Tunisie, Montant : 883 MDT	Extension de 4278 km de linéaire de réseau à poser sur toute la Tunisie, Montant : 1711 MDT	Extension de 4652 km de linéaire de réseau à poser sur toute la Tunisie, Montant : 1861 MDT
Programme de réhabilitation du réseau d'assainissement en milieu urbain	Le renouvellement des réseaux d'assainissement et des systèmes de transfert vers les STEP	Atteindre un taux de renouvellement annuel des réseaux d'assainissement en milieu urbain de 2,5% en 2050	- L'Office National de l'Assainissement (ONAS), - Les Bureaux d'ingénieurs Conseils, - Les fournisseurs et entreprises de travaux spécialisées.	Linéaire des réseaux à réhabiliter : 395 km, Montant : 198 MDT	Linéaire des réseaux à réhabiliter : 840 km, Montant : 420 MDT	Linéaire des réseaux à réhabiliter : 3377 km, Montant : 1689 MDT	Linéaire des réseaux à réhabiliter : 6173 km, Montant : 3086 MDT
Programme de réalisation des stations d'épuration en milieu urbain	Le développement des infrastructures d'assainissement	Atteindre un taux d'épuration des eaux collectées en milieu urbain de 100% à partir de 2040 permettant de	- L'Office National de l'Assainissement (ONAS),	Nouvelles capacités de traitement : 26 Mm3, Montant : 712 MDT	Nouvelles capacités de traitement : 46 Mm3, Montant : 1 247 MDT	Nouvelles capacités de traitement : 56 Mm3, Montant : 1532 MDT	Nouvelles capacités de traitement : 3 Mm3, Montant : 71 MDT

Tableau 99 : Matrice des actions de mise en œuvre des projets d'assainissement et d'épuration des eaux usées

Action	Sous action	Objectifs	Acteurs	Consistance et budget			
				2023 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
		traiter un volume d'eau usées de 591 millions de m3 en 2050 tout en assurant la qualité requise	- Les Bureaux d'ingénieurs Conseils, - Les fournisseurs et entreprises de travaux spécialisées.				
Programme de réhabilitation et extension des stations d'épuration en milieu urbain	Le renforcement des infrastructures d'assainissement	La mise à niveau des stations d'épuration vétuste et l'augmentation de leur capacité épuratoire	- L'Office National de l'Assainissement (ONAS), - Les Bureaux d'ingénieurs Conseils, - Les fournisseurs et entreprises de travaux spécialisées.	Capacité des stations faisant l'objet des travaux de réhabilitation et d'extension : 33 Mm3, Montant : 458 MDT	Capacité des stations faisant l'objet des travaux de réhabilitation et d'extension : 56 Mm3, Montant : 765 MDT	Capacité des stations faisant l'objet des travaux de réhabilitation et d'extension : 174 Mm3, Montant : 2384 MDT	Capacité des stations faisant l'objet des travaux de réhabilitation et d'extension : 244 Mm3, Montant : 3349 MDT
Programme de généralisation du traitement tertiaire	Amélioration de la qualité des eaux traitées par le recours et la généralisation du traitement complémentaire	Atteindre 100% du volume des eaux usées traitées jusqu'au niveau tertiaire à l'horizon 2050	- L'Office National de l'Assainissement (ONAS), - Les Bureaux d'ingénieurs Conseils, - Les fournisseurs et	Capacité de Traitement tertiaire : 24 Mm3/an, Coût d'investissement de traitement tertiaire : 67 MDT	Capacité de Traitement tertiaire : 184 Mm3/an, Coût d'investissement de traitement	Capacité de Traitement tertiaire : 200 Mm3/an, Coût d'investissement de traitement	Capacité de Traitement tertiaire : 376 Mm3/an, Coût d'investissement de traitement

Tableau 99 : Matrice des actions de mise en œuvre des projets d'assainissement et d'épuration des eaux usées

Action	Sous action	Objectifs	Acteurs	Consistance et budget			
				2023 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
			entreprises de travaux spécialisées.		tertiaire : 505 MDT	tertiaire : 548 MDT	tertiaire : 1029 MDT
Programme de gestion des ressources en cycle fermé pour des villes résilientes ou « SMART CITIES »	Installation des systèmes de collecte/recyclage des eaux de pluie	Réduction de la consommation des eaux domestiques	-Ministère de l'équipement et de l'habitat, -Ministère du Développement et de la Coopération internationale, -Ministère de l'Environnement (ONAS, ANPE, DGEQV, etc.), -SONEDE, -Les Bureaux d'ingénieurs Conseils, -Les fournisseurs et entreprises de travaux spécialisées.	Des mesures d'encouragement à associer à ces projets (primes d'assurance, levée de fonds, la production de l'énergie propre) et d'accompagnement (la sensibilisation et la formation des usagers)	Infrastructure nécessaire : 7000 km Coût d'investissement d'aménagement hydraulique : 420 MDT	Infrastructure nécessaire : 21000km Coût d'investissement d'aménagement hydraulique : 1145 MDT	Infrastructure nécessaire : 42000km Coût d'investissement d'aménagement hydraulique : 735 MDT
	Mise en place des réseaux d'assainissement dual (eau vanne, eau grise	Intégrer la séparation à la source des eaux usées et leur valorisation et encourager la REUSE locale			Infrastructure nécessaire : 10000km Coût d'investissement d'aménagement hydraulique : 300 MDT	Infrastructure nécessaire : 30000km Coût d'investissement d'aménagement hydraulique : 1175 MDT	Infrastructure nécessaire : 60000km Coût d'investissement d'aménagement hydraulique : 525 MDT
	Installation des capteurs intelligents sur le réseau	Suivre la qualité de l'eau et les fuites					
Programme d'assainissement collectif en milieu rural	La réalisation et l'extension des réseaux d'assainissement en milieu rural (populations	Atteindre un taux de raccordement au réseau d'assainissement en milieu rural de 90% en 2050, permettant	- Le ministère de l'Environnement ,	- Linéaire de réseau à poser : 1705 km, Montant : 512 MDT	- Linéaire de réseau à poser : 987 km, Montant : 296 MDT	- Linéaire de réseau à poser : 3732 km, Montant : 1120 MDT	- Linéaire de réseau à poser : 4235 km, Montant : 1271 MDT

Tableau 99 : Matrice des actions de mise en œuvre des projets d'assainissement et d'épuration des eaux usées

Action	Sous action	Objectifs	Acteurs	Consistance et budget			
				2023 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
	agglomérées de plus de 4000 habitants),	de collecter un volume d'eau usées 69 millions de m3, pour une population raccordée de 2,4 millions d'habitants	- L'Office National de l'Assainissement (ONAS), - Conseils régionaux ; Les Bureaux d'ingénieurs Conseils, - Les fournisseurs et entreprises de travaux spécialisées.	- Linéaire de réseau à renouveler : 36 km, Montant : 13 MDT	- Linéaire de réseau à renouveler : 132 km, Montant : 46 MDT	- Linéaire de réseau à renouveler : 949 km, Montant : 333 MDT	- Linéaire de réseau à renouveler : 2233 km, Montant : 782 MDT
Programme de traitement des eaux usées en milieu rural aggloméré	La construction et la réhabilitation des STEPs avec des procédés adaptés	Atteindre un taux d'épuration des eaux collectées en milieu rural de 100% en 2050 permettant de traiter un volume d'eau usées de 69 millions de m3 en 2050	- Le ministère de l'Environnement , - L'Office National de l'Assainissement (ONAS), - Conseils régionaux ; Les Bureaux d'ingénieurs Conseils,	- Nouvelles capacités de traitement : 6,6 Mm3, - capacité des stations faisant l'objet des travaux de réhabilitation et d'extension : 0 Mm3, -Coût d'investissement des STEP : 182 MDT	- Nouvelles capacités de traitement : 3 Mm3, - capacité des stations faisant l'objet des travaux de réhabilitation et d'extension : 5,7 Mm3, -Coût d'investissement	- Nouvelles capacités de traitement : 20 Mm3, - capacité des stations faisant l'objet des travaux de réhabilitation et d'extension : 19,9 Mm3, -Coût d'investissement	- Nouvelles capacités de traitement : 28 Mm3, - capacité des stations faisant l'objet des travaux de réhabilitation et d'extension : 38,2 Mm3, -Coût d'investissement des STEP : 1814 MDT

Tableau 99 : Matrice des actions de mise en œuvre des projets d'assainissement et d'épuration des eaux usées

Action	Sous action	Objectifs	Acteurs	Consistance et budget			
				2023 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
			- Les fournisseurs et entreprises de travaux spécialisées.		des STEP : 237 MDT	des STEP : 1094 MDT	
Programme d'assainissement en milieu rural dispersé	La mise en place des systèmes d'assainissement semi-collectifs pour les zones rurales à peuplement dispersé de moins de 1000 habitants,	la couverture du service d'assainissement en milieu rural dispersé via la généralisation des systèmes de traitement individuel et semi-collectif	- Les Bureaux d'ingénieurs Conseils, - Les fournisseurs et entreprises de travaux spécialisées, - Le propriétaire de l'habitation,	Mise en place d'un cadre règlementaire sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des habitations isolées (sections à caractère administratif, normes relatives au traitement des eaux usées des habitations isolées)	Logements bénéficiant de système d'assainissement rural et de traitement individuel ou semi collectif : 15480 Coût d'investissement : 232 MDT	Logements bénéficiant de système d'assainissement rural et de traitement individuel ou semi collectif : 44880 Coût d'investissement : 673 MDT	Logements bénéficiant de système d'assainissement rural et de traitement individuel ou semi collectif : 79440 Coût d'investissement : 1192 MDT

IV.3.12 Le Plan d'Action REUSE

IV.3.12.1. Introduction

Les eaux usées traitées peuvent constituer une ressource de substitution des eaux conventionnelles notamment dans les zones où les ressources en eau sont très sollicitées. C'est une ressource qui présente l'immense avantage d'être disponible d'une manière régulière tout au long de l'année, particulièrement en période estivale.

La réutilisation des eaux usées traitées en Tunisie ne connaît pas de développement, voire diminue ; les volumes réutilisés dépassent à peine les 25 Millions de m3 d'eau, soit moins de 10% des volumes disponibles.

Les facteurs limitants de la réutilisation des eaux traitées sont principalement :

- ✓ Le niveau de qualité des eaux en sortie de STEP, expliquant en partie la réticence des usagers ;
- ✓ La concentration des stations à proximité des grandes villes, se trouvant à distance des usages agricoles ;
- ✓ L'absence d'infrastructures d'amenée aux lieux de réutilisation au-delà des volumes qui peuvent être absorbés à proximité des régions de production.

Rappel des Objectifs Stratégiques d'Eau 2050

Dans le cadre de la « Vision-Stratégie Eau 2050 » (Etape 4) les objectifs stratégiques suivants du volet réutilisation ont été fixés.

✓ Mise en place du cadre Réglementaire et Institutionnel de la REUSE

Un nouveau cadre réglementaire et institutionnel de la REUSE est à mettre en place, dans le but de permettre :

- ❖ 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 permet de maximiser la valeur et consolider la synergie intra-filière,
- ❖ Encourager l'accompagnement des usagers et adopter les approches participatives le développement et la mise en œuvre de projets locaux,
- ❖ Opérationnaliser les fonctions de contrôle de la qualité des eaux et des produits agricoles irrigués et mise en place d'un système d'alerte pour prévenir les disfonctionnements et non-conformités,
- ❖ Améliorer la transparence et la diffusion/communication de l'information sur le contrôle et la qualité des eaux épurées distribuées.

✓ Promouvoir la valorisation des Eaux Usées Traitées

L'objectif est d'encourager la REUSE au service de différents secteurs socioéconomiques et environnementaux (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.

Le Plan d'Action REUSE d'Eau 2050

Pour atteindre les objectifs fixés pour le volet réutilisation des eaux usées traitées, le plan d'action est articulé autour des éléments suivants.

✓ Réhabilitation et Modernisation des Périmètres Existants Irrigués par la REUSE

Actuellement l'irrigation agricole représente l'usage majoritaire avec une superficie totale « aménagée » de 8 426 ha, répartis sur 32 périmètres dont la majorité (environ 65%) se trouve au Nord Est du pays.

Toutefois la superficie aménagée 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.

L'action de réhabilitation et modernisation des infrastructures d'irrigation des Périmètres irrigués vise la valorisation des aménagements existants, avec l'objectif d'atteindre un taux d'irrigation pour ces périmètres de 100 % à l'horizon 2030. Cette action serait engagée sur 6306 ha représentant 75 % environ de la superficie. La priorité sera donnée aux périmètres de superficies plus importantes.

Le tableau suivant donne les superficies à réhabiliter par région.

Tableau 100 : Superficie des périmètres à réhabiliter par région

Région	2024-2030
Nord-Est	4 663
Nord-Ouest	622
Centre-Est	322
Centre-Ouest	141
Sud-Est	441
Sud-Ouest	117
Total général	**6 306 ha**

***Source** : Données ONAS 2018 + Le Consultant*

Les coûts d'investissement sont estimés sur la base de 20 000 DT/ha à réhabiliter. Le tableau suivant récapitule les coûts d'investissement nécessaires pour la réhabilitation et modernisation des périmètres irrigués en DT.

Tableau 101 : Estimation des coûts des travaux de réhabilitation des périmètres

Région	Superficie à réhabiliter (ha)	Estimation des coûts HT (MDT)
Nord-Est	4 663	93,3
Nord-Ouest	622	12,4
Centre-Est	322	46,4
Centre-Ouest	141	2,8
Sud-Est	441	8,8
Sud-Ouest	117	2,3
Total général	**6 306**	**126**

***Source** : Données ONAS 2018 + Le Consultant*

✓ Nouveau Programme Eau 2050 de Promotion de la REUSE dans le Secteur Agricole

Il s'agit de la création et l'extension de périmètres irrigués par les eaux usées traitées, l'objectif étant d'atteindre un taux de réutilisation des eaux usées traitées dans le secteur agricole de 42% en 2050, par la création d'environ 43 000 ha de périmètres irrigués, répartis sur l'ensemble du territoire.

Les tableaux suivants présentent les périmètres à aménager. Le tableau ci-dessous102 comprend les périmètres irrigués dont les études sont à un stade avancé, avec une superficie de 2740 ha et dont la création est prévue dans le plan quinquennal 2026-2030. Le tableau 102 correspond à des périmètres de superficies plus importantes, dont l'opportunité est établie par plusieurs études et à mettre en œuvre pour 2030-2050.

Tableau 103 : Le programme d'extension et création de périmètres irrigués en mode REUSE : 2026-2030

Gouvernorat	Etude	Superficie (ha)	STEP
Nabeul	Renforcement des PI	550	SE4
Nabeul	Création de 6 PI	500	Menzel Tamim, Tazerka-Somaa-Maamoura, El Haouaria, Menzel Bouzelfa, Kelibia, Grombalia
Sousse	PI Ksiba-Thrayet	550	Sousse Hamdoun
Sfax	PI El Hajeb	100	Sfax Sud
Gafsa	PI El Aguila	120	Gafsa
Gafsa	PI El Guetar	60	El Guetar
Gafsa	PI Metlaoui	60	Metlaoui
Gabes	Oasis d'El Hamma, Oasis Bechima, Oued Cherka	300	EU des bain Maure collecté dans la STEP El Hamma
Sidi Bouzid	5 PI à Jelma, Sidi ali ben Oun, Bir El Hfaii, Sidi Bouzid, Maknassi, Mazouna	400	Jelma, Sidi Ali Ben Oun, Bir El Hfai, Sidi Bouzid, Maknassi, Mazouna
Mahdia	PI reuse STEP Mahdia	100	Mahdia
Total		**2 740**	

***Source** : Données DGGREE*

Tableau 104 : Périmètres Irrigués mode REUSE pour 2030-2050

	Superficie (ha)	STEP
El Attar (Mornaguia et Sidi Fraj)	5 000	Pôle Grand Tunis
Zaghouan (Sminja, Boucha, Ain Askar, El Fahs et Saouef)	20 000	Pôle Grand Tunis
Grand Sousse (Plaine d'Enficha et Kandar)	8 000	Pôle Grand Sousse
Grand Sfax	3 000	Sfax Nord / Sfax Ouest

Tableau 104 : Périmètres Irrigués mode REUSE pour 2030-2050

	Superficie (ha)	STEP
Divers alimentés à partir des STEP autres que celles des grands pôles (Grand Tunis, Grand Sousse et Grand Sfax)	4 000	Divers
TOTAL	**40 000**	

***Source** : STUDI International/GKW*

Les valeurs cibles des superficies aménagées, volumes d'eaux usées réutilisées et taux de réutilisation jusqu'à l'horizon 2050 sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 105 : Superficie des périmètres irrigués et taux de REUSE par horizon

	2025	2030	2040	2050
Superficie (ha)	8 426	11 166	41 166	46 166
Volume réutilisé (Mm3)	46,55	63,43	185,2	287,6
Taux de réutilisation	14%	15%	35%	42%

***Source** : STUDI International/GKW*

Le tableau suivant présente les superficies à aménager par région et par période de planification.

Tableau 106 : Superficie des périmètres irrigués à aménager par région et par période de planification

Région	2025-2030	2030-2040	2040-2050
Nord-Est	1050 ha	12 700 ha	12 500 ha
Centre-Est	750 ha	1000 ha	100 ha
Centre-Est		5 800 ha	5 900 ha
Centre –Ouest	400 ha	400 ha	1 000 ha
Sud-Est	300 ha		300 ha
Sud- Ouest	240 ha	100 ha	200 ha
Total	**2 740** ha	**20 000** ha	**20 000** ha

***Source** : STUDI International/GKW*

Les coûts d'investissement pour l''aménagement des périmètres irrigués mode REUSE sont estimés sur la base de 25 000 DT/ha.

Le tableau suivant récapitule les coûts d'investissement nécessaires pour la création des périmètres irrigués par région et par période de planification.

Tableau 107 : Coût d'Investissement de Création de PI-REUSE par Région et Période de planification (MDT)

Région	2025-2030	2031-2040	204-2050
Nord-Est	26,25	317,5	312,5
Nord-Ouest	18,75	25	2,5
Centre-Est		145	147,5
Centre-Ouest	10	10	25
Sud-Est	6	0	7,5
Sud-Ouest	7,5	2,5	5,0
Total	**68,5**	**500**	**500**

***Source** : STUDI International/GKW*

Environ la moitié des superficies des périmètres irrigués à aménager, soit 20 000 ha, est située dans la région de Zaghouan en raison de la proximité du Grand Tunis, ce qui va nécessiter la mise en place d'un Système de Transfert des Eaux Usées Traitées.

Le montant des investissements est estimé (d'après l'étude de faisabilité de transfert des EUT du Grand Tunis, réalisée en 2007) à 155 MDT (valeur 2007). Sur la base d'un taux d'actualisation de 5%, le montant de ces investissements correspond à 320 MDT, soit 16 000 DT/ha.

Les coûts de l'infrastructure d'amenée des eaux usées traitées vers les périmètres irrigués (30.000 ha), sont estimés sur la base de 10 000 DT/ha, soit un coût global de 200 MDT.

L'étude REUT 2050 a opté pour une réutilisation locale des eaux traitées dans le Grand Tunis par la substitution des eaux conventionnelles par les eaux non conventionnelles au niveau des PI existants dans la basse vallée de la Medjerdah. L'étude REUT 2050 a opté pour une réutilisation locale des eaux usées traitées dans le Grand Tunis. L'étude Eau 2050 a opté pour une réutilisation locale des eaux usées traitées dans le Grand Tunis (environ 40% du volume réutilisé) et un transfert (60%) du reste vers les zones potentielles de réutilisation (Périmètres irrigués à Zaghouan et Nappe phréatique à Grombalia).

L'étude REUT 2050 n'a pas pris considération l'orientation de l'étude Eau 2050 concernant la réservation des eaux de l'extrême nord pour l'eau potable et l'allocation des volumes du barrage Sidi Salem. En effet « les ressources régularisées de l'Extrême Nord (360 Mm3 en année décennale sèche) seront réservées exclusivement à l'AEP, ce qui permettra de libérer les eaux de la Medjerdah pour l'irrigation. La modélisation a montré que ces eaux sont suffisantes pour assurer les besoins en eau des périmètres irrigués existantes et projetés sans besoin au recours de substitution ou mélange avec les eaux non conventionnelles.

La création de nouveaux PPI à vocation céréalière à partir des EUT produites à Tunis est une des orientations préconisées dans la stratégie EAU 2050 pour valoriser les EUT et répondre à des objectifs de sécurité alimentaire.

✓ Programme de Recharge Artificielle des Nappes par les Eaux Usées Traitées

L'objectif stratégique est de combler le déficit du bilan hydrique des nappes phréatiques. L'objectif opérationnel est d'atteindre un taux de réutilisation des eaux usées traitées dans la recharge de la nappe de 10 % en 2050, au moyen de l'injection d'eaux usées traitées dans une quarantaine de nappes phréatiques soumises à des phénomènes de surexploitation.

Il est à mentionner qu'un quota de 6 Mm3 est programmé annuellement pour la recharge de cinq nappes. Ce quota n'a été jamais atteint. Ce quota sera augmenté pour couvrir ces nappes et notamment les nappes de Mornag et les nappes de guenniche et Ras Djebal et également de nouvelles nappes.

La liste des nappes retenues, les sites de recharge, les STEP associées ainsi que les volumes potentiels qui peuvent être réutilisées à l'horizon 2050, tenant compte des besoins des PI/EUT alimentés par les STEP correspondantes sont récapitulés dans le tableau suivant.

Tableau 108 : Nappes, Sites de Recharge, STEP (s) et Volumes d'eau en jeu

Gouvernorat	Nappe	Sites de recharge	STEP associées	Vol (Mm3/an)
Nabeul	Grombalia	El Gobba et Bouargoub : (substitution de la recharge actuelle à partir des EC)	Grombalia, Bouargoub, Transfert depuis Sud Meliane (26 Mm3) en	20,0
Nabeul	Côte orientale	Site El Mida, El Mida 2, Menzel Temime, Kelibia	Korba, Menzel Temime, Kelibia, SE4, Tazerka Maamoura	9,6
Nabeul	El-Haouaria	Site de sable de Dar Chichou, Site Echraf	STEP El Haouaria	5,0
Nabeul	Nabeul-Hammamet	Site Nabeul 1, Nabeul 2, Nabeul 3, Hammamet, Yasmine Hammamet	SE4, SE3, SE1, Yasmine Hammamet	2,0
kef	Oued Rmal-Boulifa	Le site est à identifier lors des études de faisabilité	Kef	1,1
kef	Jrissa-besseriana	Le site est à identifier lors des études de faisabilité	Jerissa	0,2
kef	Nappe de Bled Charène	Site Ennajet, Site El Ayachi	STEP El Kef	0,4
Zagouan	El Fahs	Le site est à identifier lors des études de faisabilité		1,2
Sousse	Chegarnia	Khenis	STEP S.Hamdoun	1,0
Sousse	Kondar-Sidi Bou Ali	Site Sidi Bou Ali 1, 2 et 3	STEP Sidi Bou Ali	0,7
Sousse	Nappe de Chegarnia	Site de Friguia et Site de Chgarnia	STEP Enfidha	0,3
Sousse	Nappe de Chott Mariem	Site de Chott Mariem 1, 2 et Herguela	STEP Sousse Nord et Kalaat Sghira	0,3
Sousse	La nappe phréatique de Bouficha	Site de Yasmine Hammamet 2	STEP Hammamet Sud	0,2
Sousse	Synclinal de Msaken	Msaken 1	STEP Msaken	0.6
Monastir	Teboulba	Site Teboulba 1 et 2	8 STEP de Monastir (Sahline, Monastir Dkhila, Ouardanine, Monastir Frina, Jammal, Sayada, Beni Hassen, Moknine)	0,3
Monastir	Nappe de Zeramdine-Beni Hassen	Le site est à identifier lors des études de faisabilité		0,2

Tableau 108 : Nappes, Sites de Recharge, STEP (s) et Volumes d'eau en jeu

Gouvernorat	Nappe	Sites de recharge	STEP associées	Vol (Mm3/an)
Monastir	Nappe Mzaougha	Le site est à identifier lors des études de faisabilité		0,1
Mahdia	Boumerdes	Substitution des EC	STEP Boumerdes	0,4
Mahdia	El Jem/Mahdia Ksou Essef		STEP El Jem	1,1
Mahdia	Mahdia-Ksour Essef		Ksour Essef	2,5
Mahdia	Chebba-Ghedabna	Site forêt Chebba	STEP Chebba	0,5
Kairouan	Plaine de Kairouan	Site d'El Gatrania et site Khechine	STEP Kairouan	2,8
Kairouan	La nappe de Haffouz	Le site est à identifier lors des études de faisabilité	STEP Hafouz	0.3
Kairouan	Chbika	Le site est à identifier lors des études de faisabilité	STEP Kairouan	0,6
Sfax	Chaffar	Le site est à identifier les des études de faisabilité	Sfax Ouest	3,0
Sfax	Djbeniana		STEP Jebeniana et Hancha	3,0
Sfax	Agareb-Sfax		Sfax Ouest	1,0
Sfax	Sekhira		Sekhira	1,5
Sfax	El Hancha		El Hencha	0,5
Gabès	Metouia-Outhref	Le site est à identifier lors des études de faisabilité		1,0
Gabès	El Hamma-Chenchou	Le site est à identifier lors des études de faisabilité	STEP El Hamma	1,5
Gabès	Gabès sud	Site Erresifa	STEP Gabès	3,8
Mednine	Medenine (Oued Smar)	Site existant	STEP Medenine	2,3
Mednine	Djerba		STEP Midoun	0,1
Gafsa	Gafsa sud	Le site est à identifier lors des études de faisabilité	STEP Gafsa	0,3
TOTAL				**69.4**

***Source** : Données DGRE/GDEQV et ONAS + Le Consultant*

Les valeurs cibles des volumes d'eaux usées traitées rechargées par région et par horizon de planification figurent dans le tableau suivant.

Tableau 109 : Volumes et % d'Eaux Usées Traitées pour la Recharge (Mm3/an)

	2020	2025	2030	2040	2050
Volume en M m3	**2,13**	**6,07**	**18,00**	**49,72**	**69.4**
% de REUSE	0,7%	1,8%	4,4%	9.4%	10.2%

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

Le tableau suivant présente les volumes d'eau à recharger par région et par horizon.

Tableau :

Tableau 110 : Volumes d'Eaux Usées Traitées destinées à la Recharge des Nappes (Mm3/an)

Région	**2020**	**2025**	**2030**	**2040**	**2050**
Nord Est	0,29	2,00	12,50	36,52	37.82
Nord-Ouest	0,00	0,00	0,00	0,00	1.7
Centre Ouest	0,00	0,00	0,00	2,00	3.70
Centre Est	0,69	2,00	3,30	6,00	17.2
Sud-Ouest	0,00	0,00	0,00	0,00	0.3
Sud Est	1,15	2,07	2,20	5,20	8,7
Total	**2,13**	**6,07**	**18,00**	**49,72**	**69.4**

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

Les coûts d'investissement de la REUSE dans la recharge des nappes phréatiques sont estimés sur la base des longueurs de conduites d'amenée vers les sites retenus pour la recharge et des prix unitaires identifiés à partir de marchés de travaux récents.

Le tableau suivant récapitule les coûts d'investissement nécessaires en DT par région et par période de planification.

Tableau 111 : Coûts d'Investissement de la Reuse pour la Recharge, par Région et par Horizon (MDT)

Région	**2020-2025**	**2025-2030**	**2030-2040**	**2040-2050**
Nord-Est	2,1	13,1	32,4	30,8
Nord-Ouest	0,0	0,0	0,0	1,4
Centre-Ouest	0,0	0,0	1,8	3,0
Centre-Est	2,1	3,5	5,3	14,1
Sud-Ouest	0,0	0,0	0,0	0,2
Sud-Est	2,1	2,3	4,6	7,1
Total	**6,3**	**16,8**	**39,2**	**57,7**

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

✓ Valorisation par la REUSE des Terrains de Golf

L'usage agricole et pour les terrains de golfs sont prépondérants en matière de REUSE. 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 de 7,6 Mm3/an.

17 nouveaux terrains pourraient être créés selon la stratégie élaborée par le Ministère du Tourisme et de l'Artisanat.

Au vu des conditions économiques mondiales et vu la rareté des ressources en eau et la non-visibilité de développement de ce secteur, il est retenu uniquement les extensions prévues par les projets engagés (80 ha à Tunis Bay et 80 ha à Tunis Sport City).

Cette action de valorisation vise à valoriser les eaux usées traitées dans les terrains de golfs. L'objectif est d'irriguer une superficie totale de 1220 ha de terrains de golf par les eaux usées à partir de 2030 avec un volume annuel estimé à environ 10 millions de m3.

✓ Valorisation par la REUSE d'espaces Verts et de sites Touristiques

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 reste très limité en Tunisie. Les volumes actuellement utilisés ne dépassent pas 1 Mm3.

Des actions sont envisagées pour l'irrigation des espaces verts. La plus importante est celle engagée par la Municipalité de Tunis pour la mise en place des réseaux d'arrosage pour plusieurs espaces tel que le Belvédère, Gorjani, jardins japonais avec une extension sur 7 ha, le jardin de la Méditerranée (7 ha), les Pépinières de Tunis (3 ha) et El Agba (22 ha).

La politique de promotion des « espaces verts » ciblera 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 de 15 m2/ d'espaces verts par habitant (valeur cible arrêtée la DGEQV), soit autour de 21.000 ha d'espaces verts à l'horizon 2050

La REUSE dans les pôles touristiques concerne l'arrosage des jardins et des pelouses. L'Agence Foncière Touristique estime les besoins en eau des espaces verts d'hôtels à 8,0 Mm3.

L'objectif Eau 2050 pour la REUSE est de permettre l'irrigation de 25% de la superficie des espaces verts, soit environ 20,7 Millions de m3, et 50% des besoins en arrosage des jardins et des pelouses des pôles touristiques, soit un volume de 4,0 Millions de m3.

Les valeurs cibles des superficies irriguées des espaces verts et jardins d'hôtels ainsi que les volumes d'eaux réutilisées par région et par horizon de planification sont présentés dans ce qui suit.

Tableau 112 : Objectifs Eau 2050 de REUSE (en Mm3/an) pour les Espaces Verts (en ha)

Région	2020		2025		2030		2040		2050	
	Sup	V. REUT	Sup	V. REUT	Sup	V.REUT	Sup	V. REUT	Sup	V. REUT
Nord-Est	66	0,27	66	0,53	517	2,08	1 236	4,96	2 373	9,46
Nord-Ouest	14	0,06	14	0,06	58	0,22	137	0,53	255	1,02
Centre-Est	5	0,02	5	0,25	249	1,01	658	2,64	1 379	5,53
Centre-Ouest	15	0,06	15	0,07	67	0,27	184	0,74	404	1,63
Sud-Est	6	0,02	6	0,1	99	0,4	267	1,07	554	2,22
Sud-Ouest	13	0,05	13	0,04	45	0,16	107	0,41	209	0,84
Total	**120**	**0,48**	**120**	**1,04**	**1 035**	**4,14**	**2 588**	**10,35**	**5 175**	**20,7**

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

Tableau 113 : Objectifs Eau 2050 de REUSE (en Mm3/an) pour les Sites Touristiques (en ha)

Région	2020		2025		2030		2040		2050	
	Sup	V. REUT	Sup	V. REUT	Sup	V.REUT	Sup	V. REUT	Sup	V. REUT
Nord-Est	30	0,12	60	0,24	90	0,36	180	0,72	300	1,20
Nord-Ouest	0	0,00	0	0,00	0	0,00	50	0,20	130	0,52
Centre-Est	60	0,24	120	0,48	180	0,72	250	1,00	350	1,40
Centre-Ouest	0	0,00	0	0,00	0	0,00	20	0,08	20	0,08
Sud-Est	10	0,04	20	0,08	30	0,12	70	0,28	140	0,56
Sud-Ouest	0	0,00	0	0,00	0	0,00	30	0,12	60	0,24
Total	**100**	**0,40**	**200**	**0,80**	**90**	**1,20**	**600**	**2,40**	**1 000**	**4,00**

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

Les tableaux suivants donnent les superficies des espaces verts et jardins d'hôtels et pelouses à irriguer par région et par horizon.

Tableau 114 : Objectifs Eau 2050 de REUSE pour les espaces Verts (en ha) par Région et Période de Planification

Région	2023 - 2025	2026 – 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
Nord Est	0,0	450	719	1137
Nord Ouest	0,0	45	79	118
Centre Ouest	0,0	244	408	722
Centre Est	0,0	52	117	220
Sud Ouest	0,0	93	168	287
Sud Est	0,0	31	62	103
Total	**0,0**	**915**	**1 553**	**2 588**

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

Tableau 115 : Objectifs Eau 2050 de REUSE pour les sites Touristiques (en ha) par Région et Période de Planification

Région	2020 – 2025	2026 – 2030	2031 – 2040	2041 – 2050
Nord Est	30,0	30,0	90,0	120,0
Nord-Ouest	0,0	0,0	50,0	80,0
Centre Est	60,0	60,0	70,0	100,0

Centre Ouest	0,0	0,0	20,0	0,0
Sud Est	10,0	10,0	40,0	70,0
Sud-Ouest	0,0	0,0	30,0	30,0
Total	**100,0**	**100,0**	**300,0**	**400,0**

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

Les coûts d'investissement d'aménagement hydraulique des espaces des verts jardins d'hôtels et pelouses sont estimés sur la base de 100 000 DT/ha. Le tableau suivant récapitule les coûts d'investissement nécessaires en DT par région et par période de planification.

Tableau 116 : Coût d'investissement (en MDT) pour la REUSE dans les espaces Verts et les Sites Touristiques par Région et par Période de planification

Région	2023 – 2025	2026 – 2030	2031 – 2040	2041 – 2050
Nord Est	3,0	48,0	80,9	125,7
Nord-Ouest	0,0	4,5	12,9	19,8
Centre Est	6,0	30,4	47,8	82,2
Centre Ouest	0,0	5,2	13,7	22,0
Sud Est	1,0	10,3	20,8	35,7
Sud-Ouest	0,0	3,1	9,2	13,3
Total Tunisie	**10,0**	**101,5**	**185,3**	**298,8**

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

✓ Valorisation par la REUSE dans l'Industrie

La Tunisie a restreint jusqu'à présent la REUSE à l'usage agricole et les terrains de golfs alors que d'autres usages sont possibles : Industrie, tourisme, espaces verts, recharge des nappes, besoins écologiques, etc.). L'un des facteurs limitants serait lié au cadre réglementaire, institutionnel et normatif, non clarifié concernant la réutilisation autre qu'agricole. C'est ainsi que la REUSE dans le secteur industriel est quasiment absente.

Certaines industries dont la consommation en eau est importante, ont manifesté leur intérêt pour la REUT, tel qu'El Fouledh, la STIR, la SNCPA, le Groupe chimique, la CPG ou encore la SNT pour le lavage des bus. Pour la minerie Sra Ouertène qui a manifesté un grand intérêt à la réutilisation des EUT, un volume de 2 millions de m^3 des EUT à partir de STEP El Kef est retenu

En termes opérationnels, la REUSE industrielle a été pratiquée dans plusieurs zones industrielles et au niveau des industries fortement consommatrices d'eau tel que la zone industrielle de Ben Arous, la cimenterie de Jebel Jelloud et les pôles industriels de Bizerte et Sfax (cimenterie, sidérurgie), la 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.

L'objectif Eau 2050 en matière de REUSE industrielle est de maximiser la mobilisation de ce potentiel afin d'arriver à un volume de 30 Millions de m3 en 2050.

Les valeurs cibles des volumes réutilisées dans l'industrie par région et par horizon de planification sont données dans le tableau suivant :

Tableau 117 : Objectifs Eau 2050 des Volumes REUSE (en Mm3/an) dans l'Industrie par Région et Horizon de planification

Région	2025	2030	2040	2050

Nord-Est	0,0	0,0	0,0	6,6
Nord-Ouest	0,0	2.0	2.0	2.0
Centre-Est	0,0	0,0	0,0	2,3
Centre-Ouest	0,0	0,0	0,0	5,4
Sud-Est	2,7	2,7	5,4	5,4
Sud-Ouest	0,0	4,0	8,0	8,0
Total	**2,7**	**10,7**	**15,4**	**30**

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

Par établissement/Zone industrielle les objectifs REUSE d'Eau 2050 se présentent comme suit.

Tableau 118 : Objectifs Eau 2050 de la REUSE Industrielle Volumes par Établissement /Zone industrielle et Horizon de planification

Etablissement	2025	2030	2040	2040
SNT- Charguia	0	0	0	0,25
ZI Ben Arous	0	0	0	3,85
STIR- Bizerte et cimenterie de Bizerte	0	0	0	2,45
El Fouledh	0	0	0	0
SNCPA à Kasserine	0	0	0	5,4
Zone Industrielle – Sfax	0	0	0	0,3
Zone Industrielle de Gannouch	2,7	2,7	5,4	5,4
CPG (zone minière de Gafsa)	0	4,0	8,0	8,0
Minerie de Sra-Ouertene		2.0	2.0	2.0
Cimenterie Enfidha	0	0	0	2,0
TOTAL	**2,7**	**8,7**	**15**	**30**

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

Les coûts d'investissement d'aménagement hydraulique pour l'amenée des eaux traitées aux sites industriels sont estimés sur la base des longueurs de conduites d'amenée et des prix unitaires (prix de marchés récents).

Le tableau suivant présente les coûts d'investissement nécessaires en DT par région et par période de planification.

Tableau 119 : Coût d'Investissement en REUSE pour l'Industrie

Etablissement	2023-2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
SNT- Charguia	0,00	0,00	0,00	0,30
ZI Ben Arous	0,00	0,00	0,00	3,20

Tableau 119 : Coût d'Investissement en REUSE pour l'Industrie

Etablissement	2023-2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
STIR- Bizerte et cimenterie de Bizerte	0,00	0,00	0,00	1,05
El Fouledh	0,00	0,00	0,00	0,70
SNCPA à Kasserine	0,00	0,00	0,00	0,40
Zone Industrielle – Sfax	0,00	0,00	0,00	0,60
Zone Industrielle de Gannouch	0,80	0,00	0,00	0.00
CPG (zone minière de Gafsa)	0,00	5,00	0,00	0.00
Minerie de Sra-Ouertene	-	16.0	-	-
Cimenterie Enfidha	0,00	0,00	0,00	8,00
TOTAL	**0,80**	**21,00**	**0,00**	**14.25**

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

✓ Valorisation par la REUSE dans la Sauvegarde Ecologique

Les zones humides restent soumises à de fortes pressions, en rapport avec la pollution, la carence en apports d'eaux douces, en tant que conséquence de la construction de barrages, et les aléas climatiques.

Ces perturbations engendrent de la dégradation pour les écosystèmes, ce qui se reflète sur leurs caractéristiques écologiques, leur capacité d'accueil des taxons notamment aquatiques et, in fine, leur rôle dans la sauvegarde de la biodiversité. C'est dans ce sens que la REUSE peut être sollicitée pour contribuer à la Sauvegarde des Ecosystèmes, en répondant, même partiellement, aux déficits en eau des écosystèmes menacés.

L'objectif Eau 2050 en matière de mobilisation de la REUSE pour la Sauvegarde Ecologique est de dédier 10% des eaux traitées à la sauvegarde des écosystèmes.

Il en résulte les valeurs cibles suivantes en termes de volumes REUSE pour l'usage écologique par région et par horizon de planification.

Tableau 120 : Objectif Eau 2050 de Volumes REUSE (en Mm3/an) pour la Sauvegarde Ecologique par Région et Horizon de planification

Régions	2025	2030	2040	2050
Nord-Est	18,9	19,1	21,0	20,9
Nord-Ouest	8,0	8,1	8,9	8,5
Centre-Est	4,9	4,9	5,4	12,5
Centre-Ouest	0,5	0,5	0,5	3,0
Sud-Est	1,9	2,0	2,2	2,0
Sud-Ouest	5,0	5,1	5,6	6,0
Total	**39,3**	**39,6**	**43,6**	**52,9**

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

Le tableau suivant concerne quelques sites importants d'écosystèmes à sauvegarde.

Tableau 121 : Sites importants d'écosystèmes à sauvegarde.

Milieu écologique	Besoins en eau écologique (Mm3/an)	Volume REUSE Mm3/an
Le Lac Ichkeul	80 à 100	10,0
La Lagune de Ghar el Melh	14,6	2,2
Les Lagunes du Cap bon oriental	2,0	1,6
La lagune de Soliman	1,4	1,1
La Sebkha Sijoumi	16,1	-
TOTAL		**14,9**

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

Les coûts d'investissement d'aménagement hydraulique pour l'amenée des eaux traitées vers les écosystèmes retenus sont estimés sur la base des longueurs de conduites d'amenée et des prix unitaires pris de marchés récents. Le tableau suivant récapitule les coûts d'investissement en MDT par période de planification.

Tableau 122 : Coût d'Investissement REUSE pour la Sauvegarde des Ecosystèmes en MDT et par Horizon de planification.

Milieu écologique	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
Le Lac Ichkeul			8,0
La Lagune de Ghar el Melh		4,0	
Les Lagunes du Cap bon oriental	2,7		
La lagune de Soliman		0,4	
TOTAL	**2,7**	**4,4**	**8,0**

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

✓ Récapitulatif du Plan d'action REUSE Eau 2050

Tableau 123 : Récapitulatif du Plan d'action REUSE Eau 2050

Plan d'action	2023- 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050	2023 - 2050
Action REUSE- 1 : Programme de modernisation et réhabilitation des PPI irrigués par les EUT					
Objectifs attendus :					
Valorisation des PI existants		25% ---> 100%			
Consistance :					
Réhabilitation et modernisation de PI (ha)		6 306			6 306
Coûts d'investissement et d'exploitation					
Coût d'investissement (MDT)		126			126
Action REUSE-2 : Programme de promotion de la REUSE dans le secteur agricole					
Objectifs attendus :					
Volume réutilisé (Mm3/an)	16,6---> 46	46 ---> 63	63 ---> 174	174 ---> 288	16,6 ---> 323
Taux de réutilisation (%)	6%	14% ---> 15%	15% ---> 33%	33% ---> 42%	6% ---> 42%

Tableau 123 : Récapitulatif du Plan d'action REUSE Eau 2050

Plan d'action	2023- 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050	2023 - 2050
Consistance :					
Création de nouveaux PI (ha)	0	2 740	20 000	20 000	42 740
Coûts d'investissement et d'exploitation					
Coût d'investissement (MDT)	**0**	**69**	**500**	**500**	**1 069**
Action REUSE-3 : Programme de recharge des nappes phréatiques par les eaux usées traitées					
Objectifs attendus :					
Taux de réutilisation (%)	0,7% ---> 1,8%	1,8% ---> 4,4%	4,4% --->9,4%	9,4% ---> 10,2%	0,7% ---> 10,2%
Consistance :					
Amenée des eaux traitées vers sites de recharge (Mm3/an)	6,07	18,00	49,72	69,40	
Coûts d'investissement et d'exploitation					
Coût d'investissement (MDT)	**6**	**17**	**39**	**58**	**120**
Action REUSE-4 : Valorisation des EUT dans les terrains de Golf					
Objectifs attendus :					
Superficie irriguée (ha)	1080 ---> 1160	1160 ---> 1220			1080 ---> 1220
Consistance :					
Alimentation des nouveaux terrains de golf (ha)	60	60			120
Coûts d'investissement et d'exploitation					
Coût d'investissement (MDT)					
Action REUSE-5 : Programme de valorisation par le REUSE dans les espaces verts et tourisme					
Objectifs attendus :					
perficie irrigués des espaces verts par les EUT	1%	1,0% ---> 10%	10% ---> 15%	15% ---> 25%	1% ---> 25%
Superficies des jardins et des pelouses des hôtels	5% ---> 10%	10% ---> 15%	15% ---> 30%	30% ---> 50%	5% ---> 50%
Consistance :					
Aménagement hydraulique pour espaces verts	0	915	1 553	2 588	5 055
Aménagement hydraulique pour jardins d'hôtels	100	100	300	400	900
Coûts d'investissement et d'exploitation					
Coût d'investissement (MDT)	10,0	101,5	185,3	298,8	596
Action REUSE-6 : Programme de valorisation par le REUSE dans l'industrie					
Objectifs attendus :					
REUSE dans l'industrie (Mm3/an)	0 ---> 2,7	2,7 ---> 8,7	8,7---> 15,4	15,4 ---> 30	0 ---> 30
Coûts d'investissement et d'exploitation					
Coût d'investissement transfert eaux traitées (MDT)	0,8	21	0,0	14.25	36.0
Action REUSE-7 : Valorisation par la REUSE dans la Sauvegarde Ecologique					
Objectifs attendus :					

Tableau 123 : Récapitulatif du Plan d'action REUSE Eau 2050

Plan d'action	2023- 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050	2023 - 2050
REUSE dans l'usage écologique (Mm3/an)	39,3	39,3---> 39,6	39,6---> 43,6	43,6 ---> 52,9	39---> 52,9
Consistance :					
Transfert des eaux traitées (ml)		8 000	11 000	20 000	39 000
Coûts d'investissement et d'exploitation					
Coût d'investissement (MDT)		2,6	4,4	8,0	15

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

Tableau 124 : Matrice des actions de valorisation des eaux usées traitées

Actions	Sous actions	Objectifs	Acteurs	Consistance et budget			
				2023 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
Programme de modernisation et réhabilitation des PPI irrigués par les EUT	Valorisation des aménagements existants	Atteindre un taux d'irrigation de 100 % des périmètres aménagés à l'horizon 2030	-Le MAPRH et ses directions en particulier la DGGREE, -Ministère de l'Environnement (ONAS, ANPE, DGEQV, etc.), -Les CRDAs, -Les GDAs, -Les Bureaux d'ingénieurs Conseils, -Les fournisseurs et entreprises de travaux spécialisées, -Les exploitants concernés, -Les centres de recherche dans le secteur l'irrigation par les eaux usées traitées,		-Réhabilitation des canalisations d'amenée des eaux usées traitées, -Réhabilitation des réseaux d'adduction et de distribution des périmètres aménagés non irrigués d'une superficie de 6306 ha ; -coût d'investissement : 126 MDT,		
	Mesures d'accompagnement			- Développement institutionnel, formation et amélioration de l'exploitation ; - Levée des restrictions culturales et fixer des standards de qualité adapté selon l'usage, - Promotion et développement de technologies innovantes adaptées à la qualité des eaux ; - Généralisation du système d'acquisition de données à distance			

Tableau 124 : Matrice des actions de valorisation des eaux usées traitées

Actions	Sous actions	Objectifs	Acteurs	Consistance et budget			
				2023 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
				pour suivre en temps réel ou différé la distribution des eaux dans le secteur agricole.			
Programme de promotion de la REUSE dans le secteur agricole	Création des périmètres irrigués Pose des canalisations d'amenée des eaux usées traitées Réalisation des retenues de stockage inter saisonnier	Promouvoir la REUSE dans le secteur agricole et atteindre un taux de réutilisation des EUT de 47% en 2050	-Le MAPRH et ses directions en particulier la DGGREE, -Ministère de l'Environnement (ONAS, ANPE, DGEQV, etc.), -Les CRDAs, -Les GDAs, -Les Bureaux d'ingénieurs Conseils, -Les fournisseurs et entreprises de travaux spécialisées, -Les exploitants concernés, -Les centres de recherche dans le secteur l'irrigation par les eaux usées traitées,	Elaboration des études/validation	La création de nouveau PI et l'extension : 2740 ha de PI Coût d'investissement : 68,5 MDT	La création de nouveau PI et l'extension : 20 000 ha de PI Coût d'investissement : 500 MDT	La création de nouveau PI et l'extension : 20 000 ha de PI Coût d'investissement : 500 MDT

Tableau 124 : Matrice des actions de valorisation des eaux usées traitées

Actions	Sous actions	Objectifs	Acteurs	Consistance et budget			
				2023 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
Programme de recharge des nappes phréatiques par les eaux usées traitées	Création des sites de recharges et pose des canalisations d'amenée des eaux usées traitées	Promouvoir la REUSE dans la recharge des nappes. L'objectif est d'atteindre un taux de réutilisation de 18 % en 2050.	-Le MAPRH et ses directions en particulier la DGRE, -Ministère de l'Environnement (ONAS, ANPE, DGEQV, etc.), -Les CRDAs, -Les GDAs, -Les Bureaux d'ingénieurs Conseils, -Les fournisseurs et entreprises de travaux spécialisées, -Les exploitants concernés, -Les centres de recherche dans le secteur de l'eau	Volume injecté allant jusqu'à 6,07 Mm3/an en 2025, Coût d'investissement : 6,3 MDT	Volume injecté allant jusqu'à 18 Mm3/an en 2030, Coût d'investissement : 16.8 MDT	Volume injecté allant jusqu'à 49,72 Mm3/an en 2040, Coût d'investissement : 39.2 MDT	Volume injecté allant jusqu'à 69.4 Mm3/an en 2050, Coût d'investissement : 57.7 MDT
	Gestion du programme			- La formation et encadrement sur la recharge des eaux usées traitées ; - Révision de la réglementation de recharge ; -Généralisation du système d'acquisition de données à distance pour suivre en temps réel ou différé l'évolution des paramètres des nappes (volume, qualité)			

Tableau 124 : Matrice des actions de valorisation des eaux usées traitées

Actions	Sous actions	Objectifs	Acteurs	Consistance et budget			
				2023 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
Valorisation des EUT dans les terrains de Golf	Alimentation des terrains de golf par les eaux usées traitées	Irriguer une superficie de 1220 ha de terrains de golf par les eaux usées à partir de 2030	-Le MAPRH et ses directions en particulier la DGGREE, -Ministère de l'Environnement (ONAS, ANPE, DGEQV, etc.), -Les Bureaux d'ingénieurs Conseils, -Les fournisseurs et entreprises de travaux spécialisées, -Les exploitants concernés	Création de 60 ha de terrain de Golf, Superficie totale irriguée par les EUT : 1160 ha, Volume réutilisé allant jusqu'à 9,3 Mm3/an en 2025	Création de 80 ha de terrain de Golf, Superficie totale irriguée par les EUT : 1220 ha, Volume réutilisé allant jusqu'à 9,8 Mm3/an en 2025		
Programme de valorisation par le REUSE dans les espaces verts et tourisme	La mise en place des réseaux d'arrosage par les EUT pour plusieurs espaces	Irriguer 25% de la superficie des espaces verts en 2050, soit environ 20,7 Millions de m3	-Le MAPRH et ses directions en particulier la DGRE, -Ministère de l'Environnement (ONAS, ANPE, DGEQV, etc.),	- superficies irrigués : *Espaces verts : 0 ha *Jardins d'hôtels : 100 ha,	- superficies irrigués : *Espaces verts : 915 ha *Jardins d'hôtels : 100 ha,	- superficies irrigués : *Espaces verts : 1 553 ha *Jardins d'hôtels : 300 ha,	- superficies irrigués : *Espaces verts : 2 588 ha *Jardins d'hôtels : 400 ha,

Tableau 124 : Matrice des actions de valorisation des eaux usées traitées

Actions	Sous actions	Objectifs	Acteurs	Consistance et budget			
				2023 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
	Promotion de la REUSE dans l'irrigation des jardins d'hôtels et les pelouses	Couverture de 50% des besoins en arrosage des jardins et des pelouses des pôles touristiques, soit un volume de 4,0 Millions de m3	-Les municipalités, -Les Bureaux d'ingénieurs Conseils, -Les fournisseurs et entreprises de travaux spécialisées, -Les exploitants concernés, -Les centres de recherche dans le secteur de l'eau	- Coût d'investissement pour l'aménagement hydraulique des espaces verts et jardins d'hôtels : 10 MDT	- Coût d'investissement pour l'aménagement hydraulique des espaces verts et jardins d'hôtels : 101.5 MDT	- Coût d'investissement pour l'aménagement hydraulique des espaces verts et jardins d'hôtels : 185.3 MDT	- Coût d'investissement pour l'aménagement hydraulique des espaces verts et jardins d'hôtels : 298.8 MDT
Programme de valorisation par la REUSE dans l'industrie	Alimentation des zones industrielles par les eaux usées traitées	Assurer une partie des besoins en eau des industries fortement consommatrices d'eau,	-Ministère de l'Environnement (ONAS, ANPE, DGEQV, etc.), -Agence Foncière de l'industrie (AFI) -Les municipalités, -Les Bureaux d'ingénieurs Conseils, -Les fournisseurs et	Réutilisation d'un volume allant jusqu'à 2,7 Mm3 en 2025, Coût d'investissement pour l'alimentation des eaux usées vers les industries : 0,8 MDT	Réutilisation d'un volume allant jusqu'à 8,7 Mm3 en 2025, Coût d'investissement pour l'alimentation des eaux usées vers les industries : 21 MDT	Réutilisation d'un volume allant jusqu'à 15.4 Mm3 en 2025, Coût d'investissement pour l'alimentation des eaux usées vers les industries : 0 MDT	Réutilisation d'un volume allant jusqu'à 30 Mm3 en 2025, Coût d'investissement pour l'alimentation des eaux usées vers les industries : 14.25 MDT

Tableau 124 : Matrice des actions de valorisation des eaux usées traitées

Actions	Sous actions	Objectifs	Acteurs	Consistance et budget			
				2023 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
			entreprises de travaux spécialisées, -Les industriels concernés, -Les centres de recherche dans le secteur de l'eau				
Valorisation par la Reuse dans la Sauvegarde Ecologique	Alimentation des zones humides concernés par les eaux usées traitées	Assurer une partie des besoins écologiques par la mise à la disposition d'environ 10% du volume total des EUT	-Ministère de l'Environnement (ONAS, ANPE, DGEQV, etc.), -Ministère de l'Agriculture -Les Bureaux d'ingénieurs Conseils, - Les fournisseurs et entreprises de travaux spécialisées, -Les centres de recherche dans le secteur de l'eau ;		Volume réutilisé allant jusqu'à 1,6 Mm3/an Coût d'investissement pour l'alimentation des EUT vers les écosystèmes retenus : 2,6 MDT	Volume réutilisé allant jusqu'à 4,4 Mm3/an Coût d'investissement pour l'alimentation des EUT vers les écosystèmes retenus : 4,4 MDT	Volume réutilisé allant jusqu'à 8 Mm3/an Coût d'investissement pour l'alimentation des EUT vers les écosystèmes retenus : 8 MDT

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

IV.3.13 Plan d'action d'Amélioration de la Valorisation de l'Eau Verte en Agriculture Pluviale

IV.3.13.1. Mise en Œuvre de l'ACTA (Aménagement de Conservation des Terres Agricoles) pour le Remplissage du Réservoir d'Eau Utile des Sols

La petite et moyenne hydraulique est un ensemble de techniques d'aménagement hydraulique des terres que la littérature réunissaient sous l'appellation travaux de « Conservation des Eaux et des Sols" (CES), substitués depuis quelques années en Tunisie par travaux d'« Aménagement de Conservation des Terres Agricoles'' (ACTA).

Le développement de l'ACTA en tant que composante principale de la Stratégie Eau 2050 est primordial dans le contexte de la raréfaction des ressources en eau, du changement climatique et des risques de dégradation des sols.

La réalisation de lacs et barrages collinaires est la première pièce maitresse des deux premières stratégies de CES, avec des capacités variables, allant jusqu'à 100.000m^3 pour les lacs collinaires et entre 100.000 m^3 et 1 million de m^3 et pour les barrages collinaires, avec parfois plus pour certains barrages.

Outre le stockage de l'eau, l'impact économique et social de ces ouvrages est important, car directement utilisés par les populations rurales locales pour l'irrigation de petites superficies à proximité des retenues ou pour l'abreuvage du bétail, surtout en été.

La seconde pièce maitresse consiste dans ce qui est regroupé sous l'appellation "aménagement de bassins versants". Il s'agit surtout de l'aménagement des banquettes sur les versants des jebels ou collines quand le substrat est filtrant, dans le but de contrôler les ruissellements provoqués par les pluies torrentielles, remplir en priorité le réservoir d'eau utile des sols, permettre également l'infiltration du ruissellement vers les nappes et limiter le transport de matériel sur les versants. Etant réalisées en courbes de niveau, les banquettes, munies de déversoirs, permettent d'évacuer en cascade vers les banquettes aval, les volumes d'eau qu'elles ne peuvent retenir.

Les ouvrages d'ACTA nécessitent des actions de réhabilitation régulières, là où les dynamiques de dégradation des terres restent encore très actives et où la mobilisation des petites quantités restantes d'eau de surface devient recommandée pour des raisons techniques et financières, et où la demande en eau se fait plus pressante.

Les défis ainsi posés, exacerbés par le changement climatique, ont conduit à l'adoption et la mise en œuvre d'une nouvelle Stratégie ACTA par le ministère de l'Agriculture.

Outre son objectif principal de conservation des sols et du stockage de l'eau d'infiltration dans le réservoir sol, son approche évoluera vers l'intégration des paramètres physiques et socioéconomiques dans la conception et réalisation des projets en tant qu'approche territoriale, conçue comme un moyen de maîtrise du ruissellement et des inondations et de régulation de la demande en eaux.

Aussi la nouvelle stratégie ACTA se propose-t-elle de marquer "un tournant" dans la politique jusque-là suivie en matière d'aménagement et de conservation des eaux et des sols, tournant qui consiste à adopter une approche "participative, territoriale, intégrée".

L'aspect participatif consiste dans l'association des populations ciblées par les projets pour qu'elles en fassent une partie de leur approche territoriale et un outil supplémentaire de l'aménagement de leur espace de développement, en associant également les autres acteurs de la conservation des eaux et des sols, particulièrement les gestionnaires publics des sols, des eaux, des forêts. C'est dans ce sens que l'approche est qualifiée d'« intégrée », rompant avec le particularisme techniciste.

Les ouvrages d'ACTA, par leur diversité et leur répartition spatiale, peuvent atténuer la vulnérabilité des territoires en améliorant leur résilience. L'ACTA, dans le cas de son appropriation par les parties prenantes, et en particulier les structures de l'Etat, peut constituer un moyen d'adaptation relative au changement climatique et d'atténuation de ses effets.

C'est ainsi que pour le cas des pluies exceptionnelles, les ouvrages de CES contribuent au contrôle du ruissellement, au stockage de l'eau, à la recharge des nappes et protègent le sol contre l'érosion et améliorent son couvert végétal naturel ou cultivé. En période de sécheresse prolongée et de vagues de chaleur, les ouvrages d'ACTA peuvent constituer les premiers secours pour l'agriculture familiale, la plus vulnérable dans pareille situation.

Le ciblage des actions de CES prend ainsi tout son sens : ciblage selon les niveaux de *vulnérabilité physique* (priorisation selon l'urgence d'intervention face aux processus érosifs par exemple) et de *vulnérabilité sociale,* les petites exploitations familiales et les populations rurales pauvres étant celles qui recourent le plus, en période de crise climatique ou autre, aux ressources du milieu pour assurer la survie.

Les PADIT (Plans d'Aménagement et de Développement Intégré des Territoires), préconisés par la Stratégie Nationale de CES, constituent un apport innovant dans les modes d'intervention et une rupture avec l'approche strictement techniciste de la conception et la réalisation des projets de CES.

Les PADIT sont conçus sur la base d'initiatives des populations rurales, qui participent aussi à leur pilotage et proposent des ajustements à mi-parcours. Ainsi, l'aménagement et le développement intégré des territoires, comme la formulation du PADIT l'indique clairement, ne doit pas comporter uniquement la CES, mais est associée à d'autres actions de développement économique et social complémentaires et intégrées.

IV.3.13.2.Estimation des Volumes d'Eau Mobilisables grâce aux Ouvrages d'Interception

Les interrelations entre le système climatique et le cycle de l'eau sont insuffisamment connus et d'une redoutable complexité. La montée des températures et la réduction des précipitations ainsi que leur intensité et leur fréquence affectent simultanément les différentes composantes des systèmes hydrologiques. Les risques liés aux phénomènes climatiques exceptionnels seraient appelés à s'aggraver dans la perspective du changement climatique. Bien que les modèles prévisionnels du changement climatique soient des modèles globaux, les prévisions à l'échelle de la Méditerranée et la Tunisie, pour être fiables, nécessiteraient des bases de données sur les précipitations et les températures sur de très longues périodes.

Toutefois, les projections effectuées dans le cadre de la SNAAECC (Stratégie Nationale d'Adaptation de l'Agriculture Tunisienne et des Écosystèmes aux Changements Climatiques) prévoient des occurrences plus fréquentes des évènements climatiques extrêmes, c'est à dire les sécheresses et les inondations. Cela s'est fait sur la base d'une modélisation stochastique, des coefficients d'écarts de chaque valeur quantilique à la normale (moyenne annuelle de la série de 30 ans) sont calculés par année ou pour un cumul d'années. Les sécheresses et crues sont plus intenses au Sud qu'aux Centre et Nord du pays.

Les crues qui permettent de recharger les nappes sont les crues décennales et vingtennales (au-delà de ces récurrences les crues sont à risques et doivent être évacuées en aval des ouvrages de recharge). Pour les crues il n'y pas de distinction entre scénarios, s'agissant d'évènements extrêmes.

Ainsi l'effet des CC sera probablement comme suit (gradient Nord-Sud des statistiques hydrologiques quantiliques) :

Tableau 125 : Ratios d'Eaux Additionnelles des Crues pour T=5, 10, et 20 ans.

Crue biennale	-6%
Crue quinquennale	+6%
Crue décennale	+27%
Crue vingtennale	+62%

Les crues sont sporadiques dans les étages bioclimatiques aride et semi-aride. Les ouvrages de mobilisation des eaux de surface fonctionnent pour les crues de période de retour de 5, 10 et 20 ans et permettent d'avoir une capacité d'épandage et de recharge des nappes de respectivement +25%, +140 % et +300% des crues.

La nature et le dimensionnement des aménagements hydrauliques dépendent donc de l'intensité de pluie. Les aménagements hydroagricoles au niveau des exploitations agricoles (parcelles de culture) seront donc conçus pour intercepter les pluies faibles et aléatoires (annuelle, biennale et quinquennale) tandis que les ouvrages de recharge seront conçus dans les voies d'eau pour l'interception des pluies intenses (décennale et vingtennale)

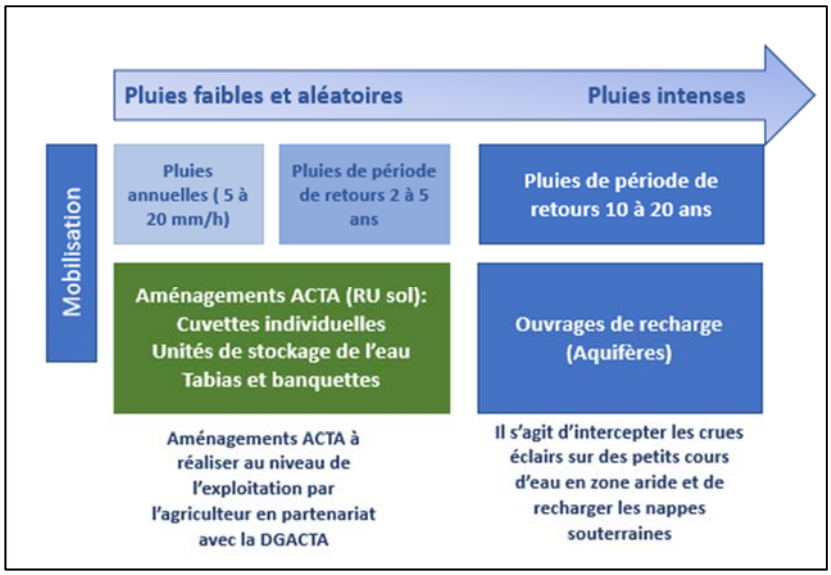


Figure 40 : *Aménagements ACTA en fonction de l'intensité des pluies*

IV.3.13.3.Risques Ecologiques et Choix d'Adaptation

La lutte contre la dégradation des terres est primordiale pour conserver leur potentiel de production et faire face au changement climatique. Le contrôle de l'érosion dans les sols pauvres présente deux avantages : (i) il réduit la dégradation des sols et augmente la productivité et (ii) permet la recharge des aquifères par le processus d'épandage ou de retenue d'eau pour augmenter l'infiltration à travers le sol et la percolation vers l'aquifère.

En synergie avec le projet « *Promotion d'une Agriculture Résiliente au Climat et Amélioration des Moyens de Subsistance des Petits Agriculteurs dans le Sud Tunisien* » (MARHP/DGACTA), renforcer les capacités d'adaptation des zones affectées par la dégradation des terres devrait se faire via les actions suivantes :

✓ Végétalisation des Terres nues pour Stopper le processus de Désertification par des cultures Intégrées aux systèmes de production Végétale et Animale

Avec le changement climatique, le Sud tunisien est affecté par une aridité de plus en plus marquée, qui dessèche et déstructure les sols et favorise ainsi la désertification et la transition vers le climat saharien. Le Changement Climatique se manifeste par de plus en plus des sècheresses plus longues dans tous les Gouvernorats, alors que les températures augmentent et les précipitations diminuent, générant des impacts négatifs sur l'infiltration et le stockage des eaux vertes et sur la fertilité des sols.

Pour faire face à ces fléaux il s'agit de :

- Prévoir des investissements pour la végétalisation du territoire dans les parcours steppiques. Cette végétalisation engendre divers bénéfices : maintient la biodiversité (support de vie pour la faune et la flore, diversité des espèces plantées…), améliore la productivité des parcours, fixe les sols contre l'érosion hydrique et éolienne et favorise l'infiltration de l'eau. Tous ces effets transformatifs concourent à l'adaptation du territoire au changement climatique et à la maîtrise du processus de désertification qui en découle. Les plantations d'arbustes fourragers et forestiers derrière les ouvrages de CES, sur les terres en pente, retiennent les sols sur place, réduisent l'érosion, augmentent l'infiltration des eaux de ruissellement et minimisent les inondations des compartiments morphologiques situés en aval.
- Introduction d'espèces autochtones, ce qui permettra d'assurer un couvert végétal permanent, indispensable à la lutte contre l'érosion (éolienne et hydrique) et à la séquestration du carbone.
- Introduction d'arbres fruitiers rustiques comme l'olivier, le pistachier et le caroubier ainsi que les arbustes pastoraux autochtones et le figuier de barbarie, ce qui permettra d'assurer un couvert végétal permanent (lutte contre l'érosion, séquestration du carbone) et des revenus supplémentaires pour la population bénéficiaire.
- Installation et/ou réhabilitation, en partenariat avec des instituts de recherche, de pépinières de production d'arbres, qui serviront aux activités de replantation. Les espèces incluront l'olivier, le figuier et des arbustes autochtones. Les pépinières seront gérées sur le long-terme

par des groupes communautaires pépiniéristes (dont ceux des femmes), formés dans la plantation et production de semences.

✓ Protection et Réhabilitation des Ouvrages CES et des Infrastructures Rurales

Les ouvrages CES nécessitent un entretien régulier et une réhabilitation tous les 15 à 25 ans (selon les impacts des évènements hydro-climatiques). La réhabilitation permet aux ouvrages CES de rester fonctionnels, ce qui permet aux populations locales de déployer davantage le savoir-faire acquis pendant les premières années du projet, en matière de gestion des ressources en eaux, rendues mobilisables grâce auxdits ouvrages.

Les infrastructures rurales (pistes, bâtiments, mais aussi et surtout infrastructures AEP et agricoles) sont réhabilitées besoin et protégées des effets des changements climatiques et des événements extrêmes (sécheresses, inondations, tempêtes de sable, etc.). La protection de ces infrastructures se fait notamment via des SAFN (Solutions d'Adaptation Fondées sur la Nature) et en particulier le recours à la végétalisation.

✓ Amélioration des Capacités d'Adaptation des Populations

L'amélioration des capacités d'adaptation des populations se fera par :

- La mise en place de réservoirs d'eau à l'échelle des exploitations agricoles pour une meilleure mobilisation des eaux pluviales pour l'eau potable et l'abreuvement du cheptel, en vue de renforcer la résilience des petits agriculteurs/éleveurs face au CC, la disponibilité de l'eau constituant un facteur indispensable pour sauvegarder l'activité agricole dans les zones sujettes à un stress hydrique prononcé ;
- La mise en place de structures techniques de contrôle de l'érosion et de rétention d'eau pour améliorer la recharge des aquifères en tant que réponse à la variabilité accrue des précipitations ;
- L'amendement organique des sols afin de de maintenir leur qualité agronomique et favorisera leur rétention d'eau. La protection des terres à l'aide d'amendements du sol et/ou d'un meilleur couvert végétal/de plantations d'arbres, permet d'accroître la résilience au changement tout en piégeant le carbone.
- La transmission de connaissances (retours d'expériences, observatoire des effets du changement climatique, etc.) la sensibilisation-initiation des populations locales doit être au cœur de l'approche. Les communautés et organisations locales doivent pleinement acteurs du projet, avec un rôle clé dans la mise en œuvre, notamment en participant à l'élaboration d'un plan communautaire de gestion résiliente du territoire rural et à la mise en œuvre sur terrain. Cette approche permettra l'appropriation et renforcera les capacités d'adaptation des populations locales.
- La formation des agriculteurs à des techniques résilientes au climat leur permettra de s'approprier les approches de résilience et mettre en œuvre des méthodes permettant d'améliorer leurs revenus agricoles.
- La formation des populations concernant les AGR (Activités génératrices de revenus) leur permettra de diversifier leurs revenus et ainsi d'être socio/économiquement plus résilientes aux changements climatiques. Les unités de valorisation des produits de la zone (filières lait, miel, résidus, etc.) contribueront également au développement des chaines de valeurs.

IV.3.13.4.Eaux Vertes et Adaptation de l'Agriculture Pluviale par l'ACTA au Dérèglement Climatique

L'"Eau Verte" Constitue une ressource d'eau inestimable de « régulation », pour la gestion de la Demande/Offre d'Eau à l'horizon 2050, avec la contribution : ne termes hydriques à l'allègement de la pression sur les ressources des nappes surexploitées et, en termes socioéconomiques, à la sécurité alimentaire.

Les « Zones céréalières et oléicoles du Nord de la Dorsale » sont particulièrement ciblées par ce mode d'adaptation, le ciblage en question n'étant pas un choix arbitraire mais découlant de l'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 et autres usages.

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.

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 fois systémique et régionalisée.

Le volume total d'eau verte ''infiltrable'' dans l'horizon superficiel du sol et « emmagasinable » dans le réservoir de l'eau utile du sol s'élèverait à 323 Millions m3 /an. Ce phénomène est plus marqué dans le Nord de la Dorsale avec 192 millions de m3, soit près de 60%, qu'au Sud de cette chaine avec 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'eaux bleues, avec leur collecte derrière les barrages.

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 ainsi 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 superficies prises en compte (au total 1,44 millions ha) dans cette composante de la Stratégie EAU 2050 ne représentent qu'une partie des superficies jugées prioritaires (2,7 millions ha) prises en compte par l'actuelle stratégie la DGACTA.

Des cartes de priorisation des zones d'intervention sur les superficies de céréales et de l'olivier (figure ci-dessous) ont été élaborées suite à la confrontation des superficies prévues dans le cadre de EAU 2050 et les 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.*

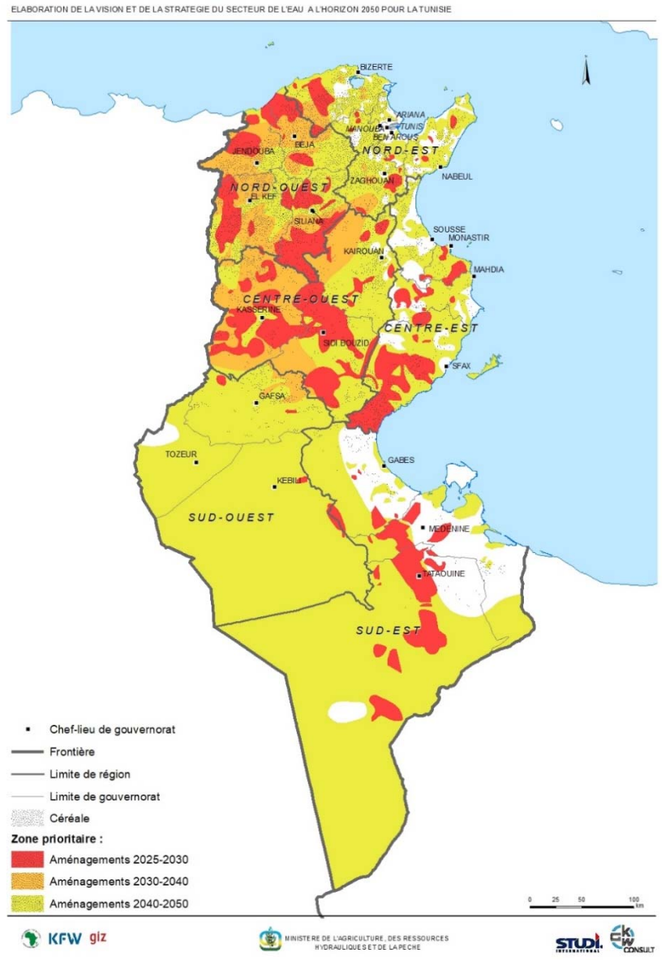


Figure 41 : *Carte 1-Priorisation des zones d'intervention en céréaliculture*

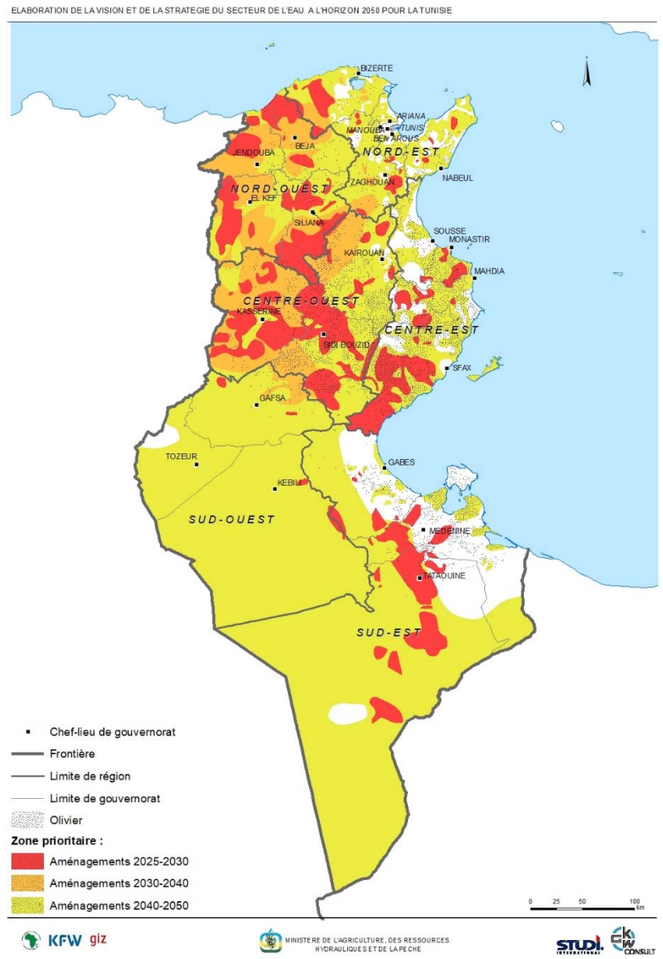


Figure 42 : *Carte 2- Priorisation des zones d'intervention en oléiculture*

Le croisement des deux Stratégies Eau 2050 et ACTA offre une opportunité de synergie d'autant plus recherchée que la Stratégie ACTA est ouverte à toutes les parties prenantes, particulièrement pour la réalisation de l'objectif d'adaptation du développement agricole au changement climatique.

Sur la base des améliorations attendues à travers la récupération de" l'eau verte", l'impact sur la production serait comme suit :

Tableau 126 : Impact de" l'eau verte" sur la production

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

IV.3.13.5.Effets Bénéfiques de l'ACTA

Les aménagements tel que présentés précédemment contribueront à l'adaptation aux changements climatiques, notamment via :

- La gestion résiliente des ressources en eau dans un contexte d'aridification croissante ;
- Le développement d'une agriculture pluviale plus performante (augmentation des rendements) et rémunératrice (augmentation des revenus des exploitants), basée sur des pratiques durables et la diversification culturale et variétale ;
- La végétalisation du territoire pour stopper le processus de désertification appelé à être amplifié par le changement climatique ;
- La protection et la réhabilitation des infrastructures pour les rendre en capacité de faire face aux aléas climatiques extrêmes ;
- La protection des sols de l'érosion hydrique ;
- L'amélioration des capacités d'adaptation des populations (formation, diffusion des connaissances et gouvernance locale).

IV.3.13.6.Projets de Mise en Œuvre de l'ACTA

Tableau 127 : Projets de Mise en Œuvre de l'ACTA

Intitulé	Thème du projet	Financement	Gouvernorats	Durée d'exécution	Coût estimatif	Etat d'avancement	Maitre d'ouvrage
PACTE: programme d'Adaptation au Changement Climatique des Territoires Ruraux Vulnérables de Tunisie	Le PACTE a pour 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 : -La gestion rationnelle et durable des ressources naturelles vulnérables, -Le développement économique des territoires ruraux et -L'amélioration de la gouvernance du développement territorial.	Agence Française de Développement (AFD) et Fonds Français pour l'Environnement Mondial (FFEM)	Bizerte, Seliana, Kef, Sidi Bouzid et Kérouan	**7 ans**	**56,11 millions d'Euros**		Le (PACTE) est développé par le Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la pêche de Tunisie (MARHP), piloté par la Direction Générale de l'Aménagement et de la Conservation des Terres Agricoles (DGACTA) et géré par une UGO.
DARAL: Développement Agricole et Rural Autour des Lacs collinaires	Ce projet vise une meilleure valorisation des eaux de surface et un développement rural intégré dans la zone d'influence des lacs collinaires et dans des zones d'épandage de crues. Il concerne 3 gouvernorats : Kairouan, Kasserine et Sidi Bouzid.	KFW	Kasserine, Sidi Bouzid et Kerouan	**6 ans**	**17 millions d'Euros**		MARHP/DGACTA

Tableau 127 : Projets de Mise en Œuvre de l'ACTA

Intitulé	Thème du projet	Financement	Gouvernorats	Durée d'exécution	Coût estimatif	Etat d'avancement	Maitre d'ouvrage
Projet de Sud : « Promotion d'une agriculture résiliente au climat et amélioration des moyens de subsistance des petits agriculteurs dans le Sud Tunisien »	Le projet vise à l'atténuation de la vulnérabilité au changement climatique dans le Sud Tunisien à travers l'amélioration de la capacité d'adaptation de la population, des écosystèmes ,des ressources naturelles et des moyens de subsistance grâce à un ensemble de technique et d'approche intégré dans la perspective de réduire leur exposition, leur sensibilité et leur vulnérabilité aux aléas climatiques et aux phénomènes extrêmes	Financement AFD Agence accrédité FAO	Les 6 Gouvernorats du sud : Gabes, Medenine, Tataouie, Kébili ,Gafsa et Tozeur.	**9 mois pour la réalisation de l'étude de faisabilité du projet qui est en cours et se terminera normalement en mars 2021. Et 6 ans pour la réalisation du projet**	**70 millions d'Euros**	L'étude de faisabilité du projet par l'AFD touche sa fin : L'AFD a engagé un montant de 300 milles euros pour financer cette étude dans le cadre de la mise en œuvre de la Facilité Adapt'Action en Tunisie, et en particulier l'Axe 3 « Appui à la préparation de projets et programmes dans le domaine de l'adaptation au changement climatique, via la conduite d'études de préfaisabilité, et de faisabilité techniques, environnementales et socio-économiques ».	MARHP/DGACTA
DARAL 2 : Développement Agricole et Rural Autour des Lacs collinaires	Ce projet vise une meilleure valorisation des eaux de surface et un développement rural intégré dans la zone d'influence des lacs collinaires et dans des zones d'épandage de crues.			**6 ans**		En phase de préparation du projet	MARHP/DGACTA
Projet Prosol : Protection et réhabilitation des sols dégradés en Tunisie	Mise en œuvre des approches durables visant à promouvoir la protection des sols et la réhabilitation des terres dégradées.	GIZ	Jendouba, Baja Seliana, Kef, Sidi Bouzid , kasserine et Kérouan	**4 ans**	**10.07 millions d'Euros**	Coopération technique	MARHP/DGACTA

IV.3.13.7.Eléments de Coûts d'Aménagements ACTA pour EAU 2050

L'estimation des coûts des aménagements ACTA est basée sur les coûts unitaires ci-dessous qui ont permis d'établir une moyenne globale approximative de 3 000 DT / ha :

- Raquette de figuier de barbarie : 700 DT/ha
- Arbustes pastoraux autochtones 3 000 Dt / ha
- Arbustes pastoraux : 1 500 DT / ha
- Arbres fruitiers (oliviers, pistachiers…) : ~1 200dt/ha (100arbres/ha 12dt/arbre)
- Espèces forestières autochtones : 2 250 dt/ha
- Élevage des plans dans une pépinière : 200 000 dt/an
- Citerne : 750 dt/m3
- Fixation mécanique et biologique des sables mobiles 10 000 dt/ km
- Tabia : 1 500 dt/ ha

IV.3.13.8.Plan d'Action ACTA EAU 2050

Tableau 128 : Plan d'Action ACTA EAU 2050

	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	Incrément de production 2050	Investissement (Millions de DT)	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, programmation et négociation avec les agriculteurs	100	200	400	Fossés d'infiltrations derrière les banquettes	16 000 000	1 200	* 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	14 500 t	1 950	* 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)			* 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
	Sud de la dorsale	Oliviers Tunisie centrale Aride sup et inf	Kairouan Sidi Bouzid Kasserine Gafsa Sousse Monastir Mahdia Sfax	Elevé	Aménagement ACTA		150	250	450	Monoculture avec techniques agricoles douces d'infiltration			* 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
		Oliviers au Sud est aride inf	Gabès Médenine Tataouine	Très élevé	Aménagement ACTA		25	40	50	Monoculture consolidée par ACTA			*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
Système céréalier	Nord de la dorsale	Semi-aride supérieur + sub humide	Zaghouan Siliana Kef Jandouba Béjà Bizerte Nabeul	Faible	Aménagement ACTA		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	950 000 qx	1 170	*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

Tableau 128 : Plan d'Action ACTA EAU 2050

	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	Incrément de production 2050	Investissement (Millions de DT)	Indicateur de suivi (selon contexte local)
						2025	2030	2040	2050				
Système céréalier (Suite)	Sud de la dorsale	Aride	Sidi Bouzid Kasserine Kairouan	Elevé	Aménagement ACTA		30	60	90				*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

IV.3.13.9.Opérationnalisation de l'Aménagement ACTA

✓ Typologie de l'Action

Il s'agit d'un autre mode d'aménagement hydro-agricole des terres cultivées avec la confection de divers types d'ouvrages en courbes de niveaux (cf. Stratégie de la DGACTA 2019) qui arrêtent, collectent et stockent les eaux de ruissellement générées par des pluies de forte intensité. Ces ouvrages sont réalisables sur l'ensemble des bassins versants comportant des terres cultivées ou des formations végétales naturelles (forêts, steppes…) sur des terres en pente supérieure à 5% et y jouent diverses fonctions selon les contextes (recharge des nappes souterraines et allocation les eaux collectées aux usages saisonniers agricoles). Ces ouvrages sont réalisables par des engins mécaniques et restent du ressort de l'Etat en partenariat avec les exploitants des terres.

Compte tenu de l'augmentation de la fréquence et de l'ampleur des évènements climatiques extrêmes (étude PNA : Adaptation de l'agriculture et de la sécurité alimentaire au changement climatique), dont en particulier les précipitations très intenses pouvant générer un ruissellement très fort entrainant une érosion hydrique d'autant plus agressive que les pentes sont fortes, il y a lieu de gérer ces eaux vertes de ruissellement différemment selon les compartiments géomorphologiques des sites :

- Dans les zones situées en amont des barrages, le plus souvent à fortes pentes, ces eaux de ruissellement devraient être seulement canalisées vers les barrages pour les y gérer en tant qu'eaux bleues.
- Dans les compartiments situés en aval des barrages, sur des pentes moyennes à faibles, ces eaux exceptionnelles de ruissellement devraient être traitées, au niveau chaque exploitation agricole (céréaliculture ou oléiculture) par les ouvrages classiques mentionnés plus haut, dimensionnés dorénavant à l'échelle de l'exploitation.
- Mais, pour maîtriser davantage les eaux des évènements encore plus exceptionnels, les ouvrages classiques sont à compléter par un dernier type d'ouvrage-réservoir destiné à collecter toutes les eaux qui débordent des ouvrages classiques situés en amont. Cet ouvrage réservoir est à localiser au plus bas point de chaque exploitation agricole et à dimensionner en fonction de la superficie de cette dernière. Les eaux qui s'y accumulent peuvent recharger les aquifères sous-jacents, mais sont également utilisables par l'exploitant concerné.

De la sorte, toute l'eau qui tombe (eau verte) sur l'exploitation y sera retenue, par ces trois catégories d'aménagements et valorisée en grande partie en tant qu'eau verte par la végétation ou infiltrée dans les nappes phréatiques sous-jacentes.

✓ Justification de l'Action

Les pluies intenses dans les écorégions S/A, SH et H génèrent un taux de ruissellement élevé (>15%) sur des terres à fortes pentes (>5%), non maîtrisable par les travaux hydro-agricoles réalisés par l'exploitant agricole, en occasionnant une forte érosion hydrique avec toutes ses conséquences. D'autres types d'aménagement et ouvrages hydro-agricoles sont nécessaires pour retenir le maximum des eaux vertes sur l'exploitation ou dans les nappes souterraines.

✓ Objectifs de l'Action

Deux objectifs stratégiques intégrés sont assignés à cette action : Os1(GEMR : Gestion des extrêmes et maîtrise des risques) et Os9 (Développement inclusif et durable des territoires) tels que définis dans le rapport 4. Ces objectifs stratégiques se déclinent en objectifs spécifiques :

-Osp.1 : Arrêter et stocker provisoirement les eaux de ruissellement au niveau des ouvrages hydrauliques à l'intérieur des exploitations

-Osp2 : Recharger les nappes souterraines par ces eaux

-Osp3 : Allouer saisonnièrement une partie de ces eaux aux usages agricoles (irrigation complémentaire et abreuvage du cheptel animal, avec création éventuelle d'écosystèmes de zones humides et de relais pour les oiseaux migrateurs..

La conception, le dimensionnement et la réalisation des ouvrages à l'échelle de chaque exploitation agricole, à la demande ou avec l'accord l'exploitant concerné, sont du ressort de la DGACTA.

✓ Etendue d'Application de l'Action

Toutes les terres céréalières et oléicoles pluviales en pente dans les compartiments en amont et en aval des grands barrages, ainsi que. Dans certaines zones de parcours steppiques, en vue de créer des points d'eau temporaires et/ou de recharger les nappes souterraines exploitées pour l'abreuvage des troupeaux.

Les superficies totales potentielles pour chacun des systèmes de production sont estimées à :

- Pour le système céréalier pluvial : 650 000 ha
- Pour le système oléicole pluvial : 390 000 ha
- Pour les parcours steppiques : 400 000 ha

Ces réalisations pourraient concerner de nouvelles terres ou la maintenance d'anciens ouvrages détériorés, tout le long de la période 2025-2050, dans le cadre de la stratégie nationale DGACTA.

✓ Acteurs Impliqués

- Les exploitants concernés, chacun pour ce qui concerne l'aménagement de son exploitation,
- La DGACTA, pour son rôle national de mise en œuvre de la stratégie nationale ACTA
- Les CRADAs pour leurs rôles régionaux de suivi évaluation des programmes ACTA,
- L'APIA, poursonrôledesoutien financier dans la réalisation des ouvrages programmés

✓ Sources de Financement

- En provenance de la Stratégie Nationale DGACTA
- Autofinancement de l'exploitation

✓ Communication

Rapports réguliers de suivi évaluation et d'évaluation de la DGACTA et CRDAs relatifs à chacun des projets régionaux de mise en œuvre de la stratégie nationale ACTA.

✓ Prise en compte des Risques

Non ou faible engagement de nombreux exploitants dans la réalisation des ouvrages sur leurs terres. De nombreux exploitants sont des agriculteurs intermittents ne résidant pas sur ou près de leurs exploitations, donc totalement déconnectés des problématiques de développement agricole dans leurs zones.

IV.3.13.10.Etapes Préliminaires d'Identification, Concertation et Implication des Agriculteurs (2023-2025)

- Effectuer des visites terrain afin d'identifier les exploitations agricoles déjà définies
- L'identification et l'analyse des parties prenantes impliquées dans le projet : Des visites terrain et des consultations devraient être réalisées auprès des différents organismes et acteurs pour les répartir en fonction de leur implication dans la mise en œuvre du projet : Il s'agit essentiellement d'identifier l'équipe de pilotage, les services techniques au niveau central.
- Des concertations doivent être effectuées à travers des consultations et des entretiens en vue de les sensibiliser de l'importance des activités à mener. Il s'agit des bénéficiaires directs et les services techniques autres que ceux impliqués dans le pilotage (ministères, institutions de recherche, etc.), essentiellement au niveau local. Les agriculteurs et la population locale doivent être activement impliqués dans le développement et l'adaptation locale, car leur contribution est essentielle pour garantir la faisabilité du plan d'action.
- Organiser des journées d'informations et mettre en place des écoles de terrain (une exploitation modèle)

IV.3.13.11.Indicateurs de Suivi évaluation des actions de valorisation Eau- Verte et autres en agriculture pluviale

Tableau 129 : Indicateurs de Suivi évaluation des actions de valorisation Eau-Verte et autres en agriculture pluviale

Indicateur	Fréquence
-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
-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

IV.3.13.12.Recommandation Spécifique : Mise en place des Bâches à eau au niveau des Parcelles

❖ Justification

- ✓ Baisse de l'efficacité et de l'efficience des systèmes d'irrigation ainsi que des rendements et productions. Gestion tendu et conflictuelle des biens communs (nappes, réseaux d'irrigation, tour d'eau, partage équitable de la ressource). Ceci cause d'importants dégâts aux récoltes par manque ou retard d'eau d'irrigation.
- ✓ Les acteurs locaux ont formulé la demande de bâches à eau à la parcelle, qui permettraient de corriger l'intermittence de la disponibilité de l'eau, et la constitution d'une réserve individuelle par parcelle, à même de couvrir les retards des tours d'eau préjudiciables aux cultures.
- ✓ Bâches à eau de régulation de l'irrigation à la parcelle entre deux tours d'eau qui, selon les agriculteurs peuvent dépasser plusieurs jours (jusqu'à 18 jours d'attente). Cette attente est préjudiciable pour les cultures et risques de durée davantage à l'avenir.
- ✓ Les tours d'eau d'irrigation ne dépassaient pas les 5 jours. Ils dépassent les 8 jours aujourd'hui, et peuvent durer plus de 18 jours d'attente. Les bâches à eau à la parcelle permettraient de corriger l'irrégularité de la disponibilité de l'eau par reconstitution d'une réserve individuelle par parcelle, à même de couvrir les retards des tours d'eau.
- ✓ Les bassins de stockage d'eau ou « bâches à eau » sont d'une utilité incontestable en termes d'économie d'eau, de gestion de l'irrigation et de la fertilisation. Ils permettent d'assurer un stockage d'eau optimum tout en préservant la qualité de l'eau, et d'irriguer en attendant le prochain tour d'eau qui peut arriver avec quelques jours de retard. Ce retard est couvert par la réserve de la bâche à eau

IV.3.13.13.Résultats et impacts attendus

Les dérèglements climatiques vont constituer de graves dysfonctionnements des activités hydro-agricoles et d'irrigation (manque d'eau, coupures, retards dans les tours d'eau etc.). Les bâches à eau sont une réponse adéquate pour les agriculteurs pour sauvegarder leurs cultures et résister aux jours d'attente des tours d'eau qui peuvent dépasser plusieurs jours. La réserve constituée à la parcelle permet une résilience à ces retards imprévisibles, et une sauvegarde des cultures et des investissements, le temps d'avoir un prochain tour d'eau.



Figure 43 : Exemple de mise en place bâche à eau

IV.3.14 La valorisation des eaux de drainage

IV.3.13.14.Les potentialités

Les volumes des eaux de drainage sont généralement importants, mais elles sont très salées et le plus souvent très polluées en engrais et pesticides. Ces eaux excédentaires dans le sol, sont collectées par gravité et peuvent être recyclées et utilisées pour des cultures ornementales peu exigeantes et quelques cultures tolérantes à leur salinité (palmiers mâles, orge, luzerne). Un plan d'action sera ajouté dans le rapport.

Selon une étude menée par le Cirad (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement) en 2006 sur le « Fonctionnement du drainage au sein d'une oasis modernisée du sud tunisien - cas de l'oasis de Fatnassa Nord à Kébili, Tunisie » a montré que le volume d'eau drainé est fonction des volumes d'eau utilisé pour l'irrigation. Ce rapport oscille entre 23.2 % et 10.7%[68].

L'étude bilan hydrique des oasis des gouvernorats de Kébili, Tozeur, Gafsa et Gabès69, réalisée en 2019 a estimé le volume des eaux de drainage à 102 millions de m3/an. La consommation en eau d'irrigation (à partir des aquifères profonds) dans les 4 gouvernorats où se situent les oasis du Sud tunisien, est estimé en 2016 à de 791,3 Mm3/an. La DGRE70 a évalué en 2019 le volume des eaux de drainage à 58 Millions de m3.

L'étude de gestion et valorisation des eaux de drainage pour un Développement durable dans le gouvernorat de Kébili menée par la DGEQV en 2010, a réalisée des campagnes de mesure de caractérisation des eaux de drainage.

Oasis	Débit en l/s		Salinité g/l	
	Hiver	Eté	Hiver	Eté
Guettaya	19	2.8	4.65	5.56

Source : DGEQV 2010

Plusieurs périmètres irrigués en Tunisie sont équipés en réseau de drainage en particulier au Nord Est dans la région de la base de vallée de la Medjerda et également dans les oasis de Kebili, Gafsa, Tozeur et également Gabès.

A l'échelle national, le volume d'eau alloué à l'irrigation serait de 1 992 millions de m3 en 2050. Pour les gouvernorats dont le potentiel en eaux de drainage est important à savoir ceux de la région NE et le SO et en considérant également celui de Gabès, le volume des eaux de drainage est estimé à 131 millions de m3 en 2050. Ce potentiel représente plus environ 3 % du potentiel en eau mobilisable et qui pourrait être valorisé. Toutefois, les conditions de valorisation de ces eaux sont à examiner.

Actuellement, la valorisation des eaux de drainage est pratiquée essentiellement dans les oasis et tout particulièrement dans les oasis de Nefzaoui (Gouvernorat de Kébili). En 2020, l'association Nakhla a commencé avec l'appui du fonds Mondial pour la nature (WWF), la réalisation d'une pépinière de jonc irriguée à partir des eaux de drainage.

Les eaux peuvent être utilisées pour :

- L'aquaculture dans les oasis biologiques
- La production des cultures fourragères et maraichères
- La production du "smar" utilisé pour la fabrication de tapisserie et autres produits consommés par l'hôtellerie locale
- La production de certaines espèces forestières telles que l'Eucalyptus ou Tamarix aphylla.
- La recharge de ces nappes avec des eaux de drainage (à salinité inférieure à celle de la nappe phréatique).

La valorisation des eaux de drainage issues des oasis, accompagnée de la sélection de cultures tolérantes à un certain niveau de salinité, a aussi été évoquée comme une potentielle solution pour rendre davantage

[68] http://hal.cirad.fr/cirad-00271003
[69] Projet d'Ecotourisme et de la Biodiversité Désertique - Don FEM No. TF013636
[70] DGRE, 2019. Annuaire des eaux non conventionnelles

circulaire l'agriculture oasienne et réduire l'utilisation des eaux souterraines. Un traitement complémentaire est à introduire. Néanmoins, le coût de la mobilisation des eaux de drainage est relativement non compétitif avec celui des eaux provenant d'autres sources, le recours à leur utilisation en irrigation restera modeste et limité.

IV.3.13.15.Plan d'action proposé

Le recours aux eaux de drainage, mérite d'être sérieusement expérimenté et évalué comme un moyen d'atténuation des pressions sur les disponibilités en eau conventionnelles et de consolidation des encouragements pour l'économie d'eau en irrigation.

1. Initier des projets pilotes pour la valorisation des eaux de drainage en aquaculture à l'aval de 4 oasis du Sud Tunisiens et à l'embouchures des drains de Mabtouh. Les CRDAs des gouvernorats concernés doivent jouer le rôle de coordinateur. Ils interviendront dans la formation, l'assistance de l'élaboration des dossiers administratifs et financiers ainsi que dans l'élaboration des structures socio-économiques futures pour la gestion de toute l'activité aquacole nouvelle à introduire avec l'appui du centre technique de l'Aquaculture, la DGPA, GIPP, INSTM, UTAP, AVFA, APIA, ..., etc. Ces projets pilotes doivent être mis en place avec des futures jeunes promoteurs diplômés de l'enseignement supérieur.

   Le montant des investissements est estimé à 15 millions de DT

2. Mettre en place un projet pilote par gouvernorat pour l'irrigation de la luzerne sur une superficie de 5 ha par site. Ces projets sont à confier à des jeunes diplômés de l'enseignement supérieur agricole. Les CRDAs des gouvernorats concernés doivent jouer le rôle de coordinateur. Ils interviendront dans la formation, l'assistance de l'élaboration des dossiers administratifs et financiers ainsi que dans l'élaboration des structures socio-économiques futures pour la gestion de cette nouvelle activité à introduire avec l'appui de la DGGREE, la DGPA, l'INRGREF et INRAT, AVFA, CTV, APIA, ..., etc.

   Le montant des investissements est estimé à 3 millions de DT

3. Mise en place d'un projet pilote pour la recharge de la nappe dans les oasis de Gabès à condition d'avoir salinité inférieure à celle de la nappe phréatique donc en ajoutant une étape de dessalement. Le montant des investissements est de 1.5 millions DT

IV.4. Bloc IV : Qualité de l'Eau et Sauvegarde des Ecosystèmes

IV.4.1 Introduction à la Politique Publique de Qualité de l'Eau et de Sauvegarde des Ecosystèmes

L'eau est soumise à des pressions résultant de l'activité humaine, qui font dégrader sa qualité et engendrent des risques quant à sa sûreté et à son approvisionnement. En effet 53% de nos ressources en eau 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 sont utilisées, notamment dans le secteur irrigué, avec des RS de 4 à 6 g/l dans les gouvernorats 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.

Dans ce cadre, la lutte contre les pollutions devient un enjeu majeur pour assurer l'accès à l'eau à cette génération ainsi qu'aux générations futures et préserver à la fois la santé des personnes et la qualité de l'environnement (préservation de la faune et de la flore).

Pour faire face à ces problèmes, la Politique Publique de préservation de la Qualité de l'Eau et de Sauvegarde des Ecosystèmes), proposée par Eau 2050, repose sur six principes fondamentaux, qui constituent autant de règles de conduite à respecter. Ces principes sont les suivants.

IV.4.1.1.Principe 1 : L'engagement collectif pour la protection de l'eau

Un tel engagement constitue à la fois un devoir et une éthique d'utilisation de l'eau par tous et chacun. L'eau qui est une ressource structurante sur les plans écologique, social, culturel, économique et politique, n'est qu'une ressource limitée en quantité et en qualité.

IV.4.1.2.Principe 2 : La précaution

Selon le 15ème Principe de la Déclaration de Rio, 1992 : « Pour protéger l'environnement des mesures de précaution doivent être largement appliquées par les États selon leurs capacités. En cas de risque de dommages graves ou irréversibles, l'absence de certitude scientifique absolue ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir la dégradation de l'environnement ». Ce principe fait en sorte d'obliger les usagers à accepter que l'État puisse leur imposer des mesures pour protéger la qualité des eaux même si ces mesures sont nouvelles ou non scientifiquement éprouvées.

IV.4.1.3.Principe 3 : Démarche Intégrée de 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 alors 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.

IV.4.1.4.Principe 4 : Pollueur-payeur

Les usagers doivent être redevables de la détérioration de l'eau. L'adoption de ce principe vise à faire payer le juste prix pour l'assainissement des eaux usées, la dépollution ainsi que la restauration et la conservation des écosystèmes.

IV.4.1.5. Principe 5 : la cohérence des politiques publiques liées à la qualité de l'eau et à la sauvegarde des écosystèmes

Ce principe vise à faire considérer la Qualité de l'Eau et de Sauvegarde des Ecosystèmes comme un « pilier structurant des politiques publiques » qui ont pour objet la gestion de la ressource en eau. (Agriculture, industrie, tourisme, urbanisme...)

IV.4.1.6. Principe 6 : L'acquisition et la diffusion de l'information sur l'état de la ressource en eau

Il est prioritaire de bien informer les décideurs, les usagers et les citoyens sur tous les aspects de la ressource eau et des écosystèmes aquatiques qui en dépendent. L'objectif étant la bonne connaissance de ces éléments en tant que base de la responsabilisation et la redevabilité.

IV.4.2 Eau et Santé

La sécurité sanitaire et l'accès à une eau de bonne qualité sont indispensables au développement humain et au bien-être. L'accès à une eau sans risque sanitaire, des services d'assainissement adaptés et des pratiques d'hygiène améliorées sont des moyens les plus efficaces de promouvoir la santé et éviter les maladies d'origine hydrique qui présentent des enjeux sanitaires, sociaux et économiques. En effet, toutes les eaux sont susceptibles d'être contaminées par des micro-organismes pathogènes ou par des contaminants chimiques qui risquent d'altérer leur qualité et présenter un danger pour ses usagers. Cette contamination peut être liée à :

- Un manque d'assainissement et rejets polluants,
- Un manque de protection et d'aménagement des ouvrages hydrauliques (problème d'étanchéité et d'infiltration, puits non protégés, etc.),
- Un traitement inadéquat des eaux usées et de l'eau potable,
- Une canalisation défectueuse,
- Une stagnation des eaux résiduelles,
- Un manque de protection des zones de captage
- Une multiplication et conservation des pathogènes en milieux aqueux ou sur sols humides,
- Un stockage de l'eau dans des récipients souillés sans protection,
- Une manipulation avec des mains sales.

Le risque de transmission des agents infectieux vers l'homme provient essentiellement de ces eaux contaminées utilisées pour la boisson, la préparation des aliments, la cuisson, le lavage des produits alimentaires, du matériel de préparation ou objets, ou encore la baignade, la pratique de sport nautique et l'hygiène corporelle. Le risque de transmission par inhalation n'est pas écarté. Un contact indirect entre l'homme et l'eau contaminée peut également constituer un risque de transmission des agents infectieux. C'est le cas pour l'eau utilisée pour l'arrosage et l'irrigation.

IV.4.2.1.Le contrôle sanitaire en Tunisie

Différentes structures publiques de la santé sont chargées de l'évaluation et de la gestion des risques sanitaires et environnementaux. Il s'agit principalement de la Direction des Soins et de Santé de Base (DSSB), la Direction de l'Hygiène du Milieu et de la Protection de l'Environnement (DHMPE), l'Observatoire National des Maladies Nouvelles et Emergentes (ONMNE), l'Institut Pasteur de Tunis (IPT), les Directions régionales de la santé et les Hôpitaux universitaires et régionaux. Ces structures assurent un ensemble d'activités pour répondre à leur mission de contrôle et de suivi de la situation sanitaire. Cela se passe sous contrôle de :

- L'instance Nationale de la Sécurité Sanitaire des Produits Alimentaires (INSSPA) est l'organisme officiel chargé de contrôle et de la sécurité sanitaire des eaux destinées à la consommation humaines et des eaux usées traitées réutilisées en agriculture et en vertu de la loi n°25/2019.

- Les directives de l'OMS (versions 2004,2011,2017 et 2022) pour la qualité de l'eau de boisson appellent à la mise en place de Plans de Gestion de la Sécurité Sanitaire de l'Eau (PGSSE) basés sur une démarche de gestion de risques préventives en prenant en compte les caractéristiques de l'approvisionnement, depuis le captage ou la source jusqu'au robinet du consommateur.

Il est à signaler que le code des eaux (en cours) traite en particulier le volet de la qualité sanitaire de l'eau de boisson desservie à la population.

Comme il importe de souligner que la sécurité sanitaire au niveau des principaux circuits hydrauliques et particulièrement le nouveau projet Nexus « Extrême Nord-Nord Est-Centre Est » devra répondre à l'objectif 6 portant sur « Eau propre et assainissement ».

IV.4.2.2.Eaux de boisson en milieu urbain

Le contrôle de l'eau de boisson en milieu urbain est effectué par la SONEDE selon un programme préétabli et qui comporte :

1. Contrôle quotidien de l'efficacité de la désinfection
2. Contrôle de la qualité bactériologique
3. Contrôle de la composition physico-chimique qui se fait à un rythme semestriel ou annuel.

IV.4.2.3.Eaux de boisson en milieu rural

Le contrôle est effectué par la DGGREE et les paramètres suivis se fait à la même cadence que le celui effectué par la SONEDE.

IV.4.2.4.Plan de gestion de la sécurité sanitaire de l'eau

Pour garantir la sécurité sanitaire de l'eau de boisson, toutes les étapes de sa production doivent être vérifiées depuis la ressource en eau captée jusqu'au robinet du consommateur, en passant par le traitement et la distribution. Cette tâche est actuelle menée partiellement par la SONEDE avec le contrôle du MSP.

La proposition d'un plan de gestion de la sécurité sanitaire des eaux (PGSSE) devra être mis en place afin de renforcer le système existant en vue de mieux répondre aux objectifs sanitaires d'amélioration continue, en appliquant une stratégie globale d'évaluation et de gestion des risques sanitaires sur l'ensemble du système de production et de distribution d'eau.

La maîtrise générale de la qualité microbiologique et chimique de l'eau de boisson requiert l'élaboration de plans de gestion qui, une fois mis en œuvre, fournissent une base à la protection des réseaux et au contrôle des procédés visant à vérifier que le nombre d'agents pathogènes et les concentrations de produits chimiques représentent un risque négligeable pour la santé publique et que cette eau est acceptable pour les consommateurs. Les plans de gestion doivent être élaborés par les fournisseurs d'eau sont des PGSSE. Un PGSSE comprend un système d'évaluation et de conception, des plans de surveillance opérationnelle et de gestion, incluant la documentation et la communication. Les éléments d'un PGSSE sont fondés sur le principe des barrières multiples, les principes de l'analyse des dangers et la maîtrise des points critiques et sur d'autres approches systématiques de gestion. Les plans doivent prendre en compte tous les aspects de l'approvisionnement en eau de boisson et être axés sur la maîtrise du captage, du traitement et de la distribution de l'eau de boisson.

Ce plan de gestion devra comprendre les tâches suivantes :

- Vérification de l'état des infrastructures d'adduction
- Surveillance opérationnelle qui consiste à effectuer des observations ou des mesures planifiées afin d'évaluer si les mesures de maîtrise des risques appliquées à un réseau d'eau de boisson donnent des résultats satisfaisants, simples observations et tests afin de confirmer rapidement que les mesures de maîtrise des risques sont toujours opérantes ; cette tâche est actuellement pratiquée mais nécessite un renforcement des capacités humaines et matériels des organismes en charge
- La mise en place de systèmes de consignation et d'enregistrement des données restent aussi simples et précis que possible.
- La vérification de la qualité de l'eau de boisson basée sur la surveillance de l'efficacité des mesures de maîtrise des risques au moyen de déterminants convenablement choisis ;

- Le suivi et l'évaluation de la qualité bactériologique et chimique des eaux de boisson ;
- etc

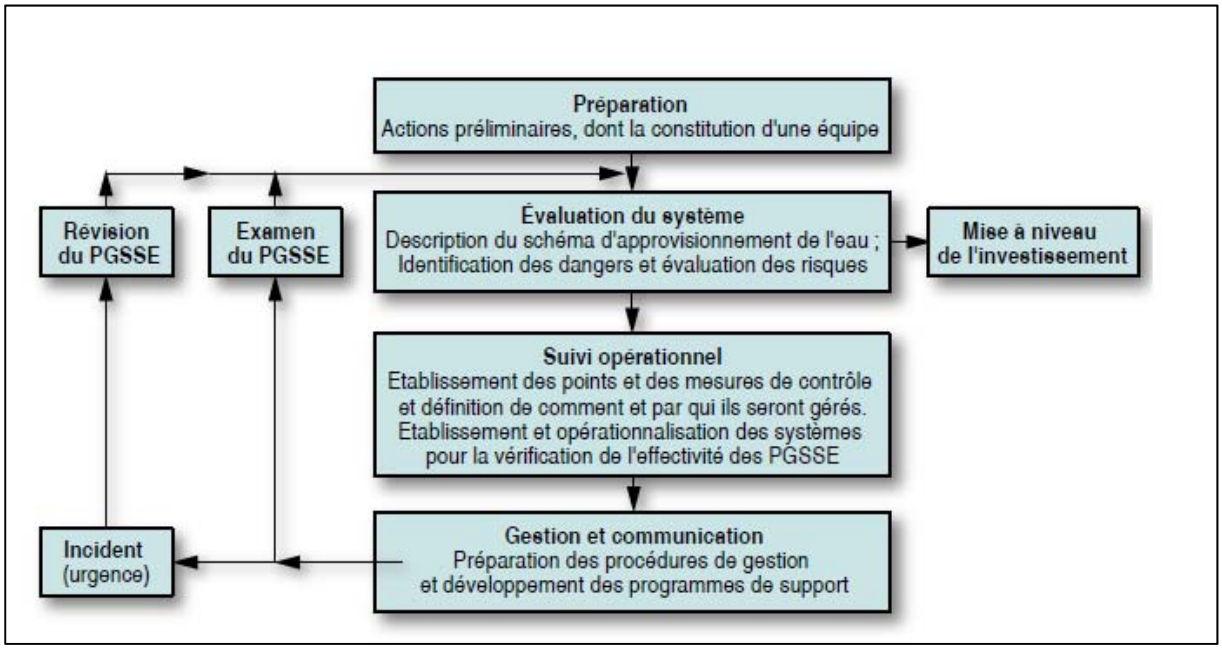


Figure 44 : Développement et mise en œuvre d'un plan de gestion de sécurité sanitaire de l'eau

Une équipe qualifiée et spécialement dédiée pour l'élaboration, la mise en œuvre et le maintien du PGSSE doit être mise sur pied et constituée de collaborateurs du service de production et de distribution d'eau potable et aussi, dans un cadre plus élargi, de parties prenantes (ARS, DREAL, DDT, …). Cette équipe pourrait être placé à la SONEDE ou au Ministère de la Santé Publique et travaillera en étroite collaboration avec toutes les institutions en charge de l'eau en Tunisie.

L'équipe doit être pluridisciplinaire et avoir la connaissance de l'ensemble du système de production et de distribution d'eau. Elle doit avoir l'expérience et le savoir-faire nécessaires pour pouvoir comprendre le fonctionnement des dispositifs de captage, de traitement et de distribution de l'eau, et de pouvoir identifier les dangers menaçant la sécurité sanitaire de l'eau sur toute la chaine d'approvisionnement.

IV.4.3 Objectifs de la Politique Publique de Qualité de l'Eau et de Sauvegarde des Ecosystèmes

L'objectif directeur stratégique est d'avoir, en 2050, une ressource en eau, toutes catégories confondues (eaux de 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 objectifs spécifiques suivants, tous en conformité avec les orientations stratégiques adoptées dans la Phase 4 d'Eau 2050 (Vision et Stratégie).

IV.4.3.1. Objectif 1 : Renforcement du Cadre Règlementaire

Malgré les politiques et les objectifs adoptés en matière de qualité de l'eau et de protection de l'environnement, il existe toujours des écarts par rapport aux dispositions prévues, dus, entre autres, 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.

Le présent objectif 1 vise le renforcement de la législation spécifique à la pollution, à l'instar des normes de qualité des eaux de surface et des eaux souterraines, ainsi que par des textes évolutifs réglementant toutes les activités qui présentent des risques de pollution. Cette législation-réglementation doit prévoir le renforcement des institutions de contrôle et suivi afin qu'elles puissent assurer les rôles qui sont les leurs en matière de sauvegarde de l'équilibre environnemental.

IV.4.3.2.Objectif 2 : Mise en place /Renforcement de Systèmes d'Information Fiables de Contrôle, Suivi et Monitoring (CSM) de la Qualité de l'Eau

L'amélioration de la mesure de la qualité de l'eau et la diffusion de l'information auprès des différentes parties prenantes sont des dispositions essentielles pour la concrétisation de la 2P-QE-SE.

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 toujours pas opérationnel.

Le tableau suivant indique les « Dispositions » de CSM à mettre en place par Horizon de planification.

Tableau 130 : « Dispositions » de CSM à mettre en place par Horizon de planification

Horizon	2023-2025	2026-2030	2031-2040	2041-2050
Opérationnalisation du SINEAU	X			
Mise à jour de l'inventaire des sources de pollution des ressources hydriques (toutes les sources potentielles de pollution seront prises en charge)		X		
Renforcement des différents réseaux de contrôle et de suivi par 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		X		
Instauration d'un système de surveillance intelligent et d'alerte précoce ;			X	
Maturation et Aboutissement				X

IV.4.3.3.Objectif 3 : Réduction-Elimination de la Pollution par les Eaux Usées Domestiques

Le tableau suivant récapitule les principaux indicateurs de suivi relatifs à cette composante. Cet objectif est présenté de manière détaillée dans le Bloc III du présent Rapport d'Etape 5 relatif au Plan d'action d'Eau 2050.

Tableau 131 : Indicateurs de suivi de réduction-élimination de la pollution par les Eaux usées domestiques

Horizon	2021-2025	2026-2030	2031-2040	2041-2050
Pourcentage des STEPs non conformes	- 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	- DCO : 40 % - Ntot : 80%	- DCO : 30 % - Ntot : 60%	- DCO : 15 % - Ntot : 30%	- DCO : 0 % - Ntot : 0%

conforme :	- Coliformes fécaux : 70%	- Coliformes fécaux : 50%	- Coliformes fécaux : 20%	- Coliformes fécaux : 0%

IV.4.3.4.Objectif 4 : Réduction-Elimination de la Pollution par les Eaux Usées Industrielles

Le développement socioéconomique ininterrompu est à l'origine de l'augmentation croissante de la production des eaux usées industrielles.

Selon l'étude récente 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), les rejets des eaux usées industrielles sont estimés à 100 Mm3/an, dont plus de 50% ne sont pas traités.

Ces eaux sont rejetées soit directement dans la nature, polluant ainsi les ressources hydriques et la mer, soit dans le réseau d'assainissement des eaux usées domestiques, entravant de la sorte le bon fonctionnement des infrastructures de collecte et de traitement des eaux usées et générant plus de détérioration de la qualité des eaux épurées, à l'origine de dégâts environnementaux importants.

L'indicateur de suivi pour la composante « Réduction/Elimination de la pollution par les eaux usées industrielles » est le taux de traitement de ces eaux (DCO traitée/DCO brute).

Les objectifs d'Eau 2050 en matière de « réduction » de la pollution par les EUI au moyen de l'équipement des zones industrielles existantes en stations d'épuration grappées et la dépollution des unités industrielles les plus polluantes « Hot-spots », se présentent de la manière suivante.

Tableau 132 : Objectifs d'Eau 2050 en matière de « réduction » de la pollution par les EUI

	2021-2025	2026-2030	2031-2040	2041-2050
Taux de traitement des EUI (DCO traitée/DCO brute)	60%	80%	90%	100%

IV.4.3.5.Objectif 5 : Réduction-Elimination de la Pollution par les Déchets Solides

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 de DMA mise en décharge est de 1,993 millions de Tonnes, soit 55%.

Le mode de gestion appliqué aujourd'hui en Tunisie pour les DMA, consistant en l'enfouissement dans des décharges contrôlées, n'est pas considéré comme un « traitement » mais plutôt une « élimination » et présente des contraintes pour l'environnement, dont on particulier le fait que :

- Les décharges contrôlées ont des difficultés à gérer la surabondance de lixiviats ;
- Les décharges contrôlées présentent des risques de dégradations de l'environnement ainsi que la santé humaine par l'émanation d'odeurs nauséabondes ;
- La faible acceptation sociale de ces infrastructures.

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).

L'objectif Eu 2050 de « Réduction/élimination de la pollution par les Déchets Solides », notamment par la réalisation des unités de traitement et de valorisation (UTV) des DMA, mesuré par le taux de DMA traité dans les UTV est le suivant.

Tableau 133 : Objectif Eu 2050 de « Réduction/élimination de la pollution par les Déchets Solides »

Horizon	**2021-2025**	**2026-2030**	**2031-2040**	**2041-2050**
Taux de DMA « traités » dans les UTV	0%	60%	80%	100%

IV.4.3.6.Objectif 6 : Réduction-Elimination de la Pollution Agricole

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.

Le tableau suivant présente les objectifs fixés Eau 2050 de Réduction-Elimination de la pollution agricole.

Tableau 134 : Objectifs fixés Eau 2050 de Réduction-Elimination de la pollution agricole

Horizon	2021-2025	2026-2030	2031-2040	2041-2050
Quantité d'engrais chimiques par hectare et par an	100 kg/h/an	80 kg/h/an	50 kg/h/an.	20 kg/h/an

IV.4.3.7.Objectif 7 : Protection des Zones Humides - cas des Sites Ramsar -

En Tunisie, le nombre total de Zones Humides d'Importance Internationale atteint actuellement 41 unités, occupant une surface globale de 840 000 hectares, avec 30 unités naturelles (823 500 ha) et 11 ouvrages artificiels (16 500 ha).

Les Zones Humides d'Importance Internationale se trouvent au niveau de l'ensemble du e territoire national, avec une certaine prédominance du Sud - Ouest qui en détient 600 500 ha, soit 73%, correspondant aux chotts.

Globalement, l'état des Zones Humides d'Importance Internationale est moyennement dégradé, mais certains sites importants le sont fortement eu égard aux perturbations et changements accentués que l'on peut constater au niveau des plus grands sites Ramsar tunisiens du Parc National de l'Ichkeul, le complexe Lagunaire de Ghar El Meleh, le Delta de la Medjerda, les Sebkhats Kelbia et Sijoumi et la Lagune de Korba.

Ces écosystèmes sont actuellement soumis à de fortes pressions résultant de la carence d'apport d'eau douce (suite notamment à la construction des barrages), la pollution et les aléas climatiques.

La perturbation de la mobilisation des eaux de surface pour les sites Ramsar engendrant la dégradation de ces écosystèmes avec un effet négatif sur leurs particularités écologiques, eurs capacités d'accueil de taxons aquatiques et leur rôle dans le maintien de la biodiversité.

Les dégradations en question sont spécifiques à chaque site Ramsar en fonction des niveaux de perturbation de leurs équilibres dont chaque fait l'objet, tout en notant que chaque site présente une certaine résilience qui lui est propre en matière de capacité d''adapter aux perturbations avec des possibilités de retrouver les équilibres écologiques perdus notamment pour les cas où la perturbation est de faible ampleur.

Les dispositions de protection des « sites » dépendant des barrages portent sur la possibilité de réception de quantités d'eau suffisantes pour rétablir l'équilibre rompu.

Les états écologiques et les objectifs de restauration des sites Ramsar sont présentés dans le tableau suivant :

IV.4.4 Sites Ramsar : Etat écologique et Objectifs de Restauration

Tableau 135 : Sites Ramsar : Etat écologique et Objectifs de Restauration

Etat de dégradation	Objectif de restauration	Action de restauration	Indicateur d'efficacité
Etat moyennement dégradé des Zones Humides d'Importance Internationale : (1) Ichkeul : (2) Ghar El Meleh el 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 vallé 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). - Meure 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. - Intégrer les besoins en eau de ces écosystèmes lors de la définition des priorités en termes de gestion intégrée des ressources en eaux.	Amélioration de l'état écologique du site
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.	Maintien de l'état écologique actuel
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 lâchés 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). - Meure un plan de gestion spécifique pour Sebkha kelbia pour assurer son équilibre écologique. - Meure en place d'un programme de suivi environnemental pour le Sebkha kelbia. - Intégrer les besoins en eau de Sebkha kelbia lors de la définition des priorités en termes de gestion intégrée des ressources en eaux.	Amélioration de l'état écologique du site
Le site Ramsar naturel sebkhat Noual semble garder jusqu'â 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	- Mettre en place d'un programme de suivi environnemental pour le site Sebkhat Noual.	Maintien de l'état écologique actuel

Tableau 135 : Sites Ramsar : Etat écologique et Objectifs de Restauration

Etat de dégradation	Objectif de restauration	Action de restauration	Indicateur d'efficacité
	écologique de ce site sera stable est le niveau de perturbation sera faible à nul.		
Actuellement dans son ensemble, le réseau des 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 sur exploitation 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 et 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
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 Guet serait alors sporadique et négligeable. D'ici 2050, la situation demeurera stable et de qualifié faiblement perturbée.	- Mettre en place d'un programme de suivi environnemental pour les sites Ramsar.	Maintien de l'état écologique actuel

IV.4.5 Les Actions de la Mise en Œuvre de la Politique Publique de Qualité de l'Eau et de Sauvegarde des Ecosystèmes

Le plan d'action relatif à la Politique Publique de la Qualité de l'Eau et Sauvegardes des Ecosystèmes passe par la mise en œuvre d'un ensemble d'actions complémentaires intégrées de résilience et durabilité.

IV.4.5.1. Action 1 : Mise en place /Renforcement de Systèmes d'Information Fiables de CSM (Contrôle-Suivi-Monitoring) de la Qualité de l'Eau

Tableau 136 : Cadre Logique de l'Action 1

Intitulé	Région	Composante	Coût	Indicateur de l'efficacité
Action 1.1 Mise en place d'un système de télésurveillance pour le contrôle et le suivi de la pollution hydrique	Tout le territoire	-Mise à jour de l'inventaire des sources de pollution hydrique -Renforcement du système COUPEAU en nombre de stations et en fréquence de suivi ainsi que par la production des données complémentaires de télédétection	5 000 000	Nombre de point surveillés/an
Action 1.2 : Mise en Place de la télésurveillance paramétrique des systèmes hydrologiques	1000 Km du réseau hydrologique tout au long de territoire	-Réalisation des études -Instauration/renforcement du réseau de surveillance	4000 000 DT	Nombre de point surveillés/an
Action 1.3 : Instauration de six stations de contrôle de la qualité des eaux des nappes au niveau des villes, notamment la remonté du niveau des nappes et suivi de la Qualité	Six villes côtières	- Réalisation des études - Instauration de la station	300 000 DT	Nombre des cas de dépassement (d'alerte) détectés

Les coûts estimés englobent :

- ✓ Les coûts de mise en œuvre : les études (faisabilité, cahier des charges détaillé), le développement du système (logiciels, équipements), la formation, l'acquisition de données, le renforcement du réseau de surveillance, le développement d'interfaces pour l'échange de données, etc.
- ✓ Les coûts de fonctionnement pour une année : les structures de gouvernance (y compris les groupes de travail), la maintenance du réseau et du système, les télécommunications, la communication et la diffusion des produits d'information finaux, l'acquisition de données, l'assistance technique aux acteurs.
- ✓ Les coûts d'évolution du système : les études, la mise en œuvre et la formation.

IV.4.5.2.Action 2 : Mise en Œuvre de la Réduction-Elimination de la Pollution par les Eaux Usées Industrielles

Tableau 137 : Cadre Logique de l'Action 2

Intitulé	Descriptif	Région	Composante	Durée de réalisation				Coût (en M DT)	Financement	Maitre d'ouvrage	Etat d'avancement
				2021-2025	2026-2030	2031-2040	2041-2050				
Action 2.1 Programme d'équipement des zones industrielles existantes en stations d'épuration grappées	Assainissement de 7 importantes zones industrielles existantes caractérisées par une forte concentration en rejets industriels polluants par leur équipement en stations d'épurations grappées (ZI de Ben Arous, Utique, Grombalia, Bouargoub, Solimane, Moknine et Sfax).	**Ben Arous**	**ZI Ben Arous :** 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).	2014-2025				140	KFW	ONAS	En phase d'études
		Bizerte	**ZI Utique :** Réalisation de nouvelle STEP Grappée dans la ZI AFI (Utique). Les eaux usées industrielles sont rejetées actuellement dans la nature (Oued Tlid) sans traitement préalable.								En phase d'études
		Nabeul	**ZI Grombalia :** Réalisation de nouvelle STEP Grappée. Les eaux usées industrielles sont rejetées actuellement dans Oued Tahouna sans traitement préalable. La filière physico-chimique projetée recevra les EU spécifique de la ZI OEB								En phase d'études
			ZI Bouargoub : Réalisation de nouvelle STEP Grappée. Les eaux usées industrielles sont traitées actuellement dans la STEP communale Bouargoub.								En phase d'études
			ZI Soliman : Réhabilitation et extension de la STEP existante de Borj Cédria pour traiter la totalité des eaux usées industrielles de la zone industrielle de Solimane.								En phase d'études
		Monastir	**ZI Moknine :** Réalisation de nouvelle STEP Grappée. Les eaux usées industrielles seront séparées des eaux usées domestiques 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.								Marché signé le 05/01/2021
		Sfax	**ZI Sfax :** Réalisation de nouvelle STEP Grappée. 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.								En phase d'études

Tableau 137 : Cadre Logique de l'Action 2

Intitulé	Descriptif	Région	Composante	Durée de réalisation				Coût (en M DT)	Financement	Maitre d'ouvrage	Etat d'avancement
				2021-2025	2026-2030	2031-2040	2041-2050				
S/Total Action 2.1 (en Millions de DT)								**140**			
Action 2.2 Dépollution des 'Hot-spots' industriels	Dépollution de 10 'Hot-spots' industriels les plus polluantes à savoir les unités industrielles de : STIR, El Fouledh, STS, STL, Groupement Ginor+Rayen Food, SICAM, Tannerie Carthage Leader, CPG, SNCPA, La Générale alimentaire Jouda et le Groupe chimique tunisien (GCT)	**Bizerte**	**Dépollution El Fouledh :** Le projet de dépollution de la société El Fouledh d'El Fouledh comprend i) la construction d'une station de traitement des eaux usées industrielles des ateliers de tréfilerie (DTF) et de structures métalliques (DSF), ii) le traitement des eaux usées industrielles des usines de bases, iii) l'élimination des PCB, iv) la gestion de leur déchets solides et v) le traitement de la pollution atmosphérique.	2021-2025				35.5	BEI	El Fouledh	DAO en cours de préparation
			Dépollution STIR : Le projet de dépollution de la STIR comporte la mise en place d'un nouveau procédé pour le traitement de gaz de pétrole liquéfié (GPL) et le traitement des eaux usées industrielles.	2021-2025				33		STIR	L'AO a été lancé en janvier 2020 et a été déclaré infructueux. L'AO a été relancé en mars 2021
		Sfax, Gafsa, Gabes	**Dépollution GCT :** Le GCT a mis au point, depuis 2009, un plan environnemental de lutte contre la pollution visant à contenir ses rejets, notamment les rejets liquides. Le projet consiste à améliorer la situation de l'environnement dans tous les sites de production appartenant au GCT (site de Skhira, site de M'Dhila et site de Gabes).	2009-2025				1 323		GCT	
		Gafsa	**Dépollution CPG :** Dépollution des eaux usées industrielles (décantation + flottation à air dissous) des laveries de la CPG : Laverie de M'dhilla + Shib; Laverie de Métlaoui et Laverie de Moularés + Redeyef.		2026-2030			17		CPG	
		Kasserine	**Dépollution SNCPA :** Ajout d'une nouvelle station biologique SBR à trois réacteurs avec un temps de séjours prolongé pour assurer une bonne oxydation de produit organochloré.		2026-2030			5		SNCPA	
		Kairouan	**Dépollution JOUDA :** Réalisation d'un nouveau procédé de traitement : installation à boues activées précédée par un prétraitement mécanique.		2026-2030			2		JOUDA	
		Béja	**Dépollution STS et STL :** Le projet de dépollution des unités STS et STL est pris en charge par l'ONAS, dans le cadre de la nouvelle station d'épuration de Béja.	2021-2025				6	JICA	ONAS	Projet en phase d'élaboration de DAO

Tableau 137 : Cadre Logique de l'Action 2

Intitulé	Descriptif	Région	Composante	Durée de réalisation				Coût (en M DT)	Financement	Maitre d'ouvrage	Etat d'avancement
				2021-2025	2026-2030	2031-2040	2041-2050				
			Dépollution SICAM : Le projet consiste à la mise à niveau de la STEP industrielle existante de la société SICAM. Le rendement épuratoire de la station physico-chimique est limité, et une optimisation de la station existante par l'ajout d'une étape de traitement biologique est nécessaire.		2026-2030			1.9		SICAM	
		Jendouba	**Dépollution Ginor+Rayen Food :** Le projet consiste à la dépollution des unités industrielles de Ginor et Rayen Food.		2026-2030			40		Ginor+Rayen Food	
		Manouba	**Dépollution Tannerie Carthage Leader :** Le projet consiste à doter l'unité industrielle de Carthage Leader d'une station de traitement complet des eaux usées industrielles.		2026-2030			7.1		Tannerie Carthage Leader	
	S/Total Action 2.2 (en Millions de DT)							**1 470.5**			
Cout total Action 2 (en Millions de DT								**1 610.5**			

IV.4.5.3.Action 3 : Dépollution du Bassin Versant de l'Oued Medjerda

Tableau 138 : Cadre Logique de l'Action 3

Intitulé du projet	Descriptif du projet	Composantes du projet			Cout (en millier de DT)			Financement	Acteurs	Maitre d'ouvrage
		Programme	S-Programme	Actions	2022-2026	2027-2031	Total			
Action 3 : Programme global de dépollution et de réhabilitation du bassin versant d'Oued Majerda (PGDR-BVOM)	Dans le cadre de l'étude pour la mise en oeuvre d'un programme intègre de dépollution du BVOM (MALE/DGEQV ; GEREP-Environnement, 2020), le Ministère en charge de l'Environnement a établi un programme Global de Dépollution et Réhabilitation (PGDR) du BVOM et un plan de suivi environnemental . Ce programme global a été conçu selon trois champs d'intervention : • les secteurs d'activités (urbaine, industrielle et agro-industrielle, agricole),	**Actions en cours ou programmées du PGDR du BVOM**								ME
		1. Maitrise de la pollution urbaine	**1.1 : Maitrise de la pollution ayant pour origine les eaux usées ménagères**	Assainissement de 20 chefs-lieux communes (réalisation RA + STEP)	142 330	0	142 330	ONAS	ONAS	
				Extension et réhabilitation de 6 STEPs existantes						
				Assainissement de 7 secteurs ruraux (réalisation RA + STEP rurale ou raccordement à STEP existante)						
		5. Protection écosystèmes et biodiversité	**5.3 : Restauration et réhabilitation du lit et des berges de l'Oued Medjerda et ses affluents**	**Projet de contrôle des inondations de la Majerda :** le plan directeur pour la régulation des inondations dans le BVOM, élaboré dans le cadre de la coopération Japonaise en Janvier 2009, a identifié les mesures de contrôle pour éviter les débordements dévastateurs des inondations à partir de l'Oued Majerda. Ces mesures portent sur l'aménagement (curage, entretien, endiguement, correction des ravins, reconstitution des ponts, bassins de retardement, etc.) de l'Oued Majerda et ses affluents, la mise en place d'un système de prévision des inondations et d'alerte, d'un système d'évacuation et de défense contre les eaux, le développement des capacités organisationnelles, ainsi que la réglementation et la gestion de l'utilisation des terres dans la plaine d'inondation. Ce plan a subdivisé l'oued en 4 zones : zone aval barrage Sidi Salem (zone D1 et zone D2), zone amont barrage Sidi Salem (zone U1+M et zone U2)	423000	319000	742000	DGBGTH	DGBGTH	
		Total actions en cours ou programmées du PGDR du BVOM (en millier de DT)			**565330**	**319000**	**884330**			
		Actions nouvelles du PGDR du BVOM								
		1. Maitrise de la pollution urbaine	**1.2 : Maitrise de la pollution ayant pour origine les eaux usées ménagères**	Réalisation de réseau d'assainissement de 8 chefs-lieux communes	127 887	135 704	263 591		ONAS/ Communes	
				Réalisation de nouvelles STEPs pour 9 chefs-lieux communes						
				Extension et réhabilitation de 6 STEPs existantes						
				Réalisation de réseau d'assainissement pour 57 secteurs ruraux						

Tableau 138 : Cadre Logique de l'Action 3

Intitulé du projet	Descriptif du projet	Composantes du projet			Cout (en millier de DT)			Financement	Acteurs	Maitre d'ouvrage
		Programme	S-Programme	Actions	2022-2026	2027-2031	Total			
	• la protection des écosystèmes et de la biodiversité, • la dépollution des points chauds. Le PGDR du BVOM définit un certain nombre de mesures, à court et moyen terme. Il comprend 5 programmes (ou sous-programmes), répartis selon la source de pollution ou le milieu naturel à dépolluer ou à réhabiliter, et qui tient comptes des différentes actions de dépollution déjà programmées, pour un coût total estimé à 1 372.4 millions de dinars, dont 884.3 millions déjà financés (actions déjà programmées).			Réalisation de nouvelles STEPs rurales (54 secteurs ruraux) ou raccordement à une STEP urbaine avoisinante (13 secteurs ruraux)						
				Assainissement individuel (fosses septiques individuelles en milieu rural dispersé)						
			1.2 : Maitrise de la pollution ayant pour origine les déchets solides	Réalisation de 2 centres de traitement et de valorisation de déchets pour 4 gouvernorats (Béja, Jendouba, Siliana, Le Kef)	87 418	0	87 418		ANGed/ Communes	
				Réalisation de 34 centres de transfert pour 37 chefs-lieux communes						
				Réalisation des points de transbordement de 106 points de transbordement pour 7 chefs-lieux communes et 99 secteurs ruraux						
				Fermeture et réhabilitation de 4 décharges contrôlées et 101 dépotoirs sauvages						
		2. Maitrise de la pollution industrielle et agro-industrielle	**2.1 : Maitrise de la pollution ayant pour origine les EU industrielles**	Réalisation d'un diagnostic détaillé "audit environnemental" pour 35 unités industrielles	9 996	2 911	12 907		ANPE/ industriels concernés	
				Réalisation de stations individuelles de prétraitement des EUI pour 24 unités industrielles						
				Réalisation de stations individuelles d'épuration des EUI pour 18 unités industrielles						
				Réhabilitation des installations existantes pour 8 unités industrielles						
			2.2 : Maitrise de la pollution ayant pour origine les abattoirs	Réalisation des études d'exécution pour 26 abattoirs	2 160	960	3 120		ANPE/ communes	
				Réhabilitation des aires d'abattage et d'éviscération et réalisation des stations de prétraitement des rejets de 26 abattoirs						
			2.3 : Maitrise de la pollution ayant pour origine les margines	Réalisation des travaux de réaménagement de 5 décharges de margines	1 715	0	1 715		CRDAs/ANPE/commune/exploitants décharge	
				Réalisation d'une étude d'identification des terres agricoles admissibles à la pratique de l'épandage agricole des margines, pour les gouvernorats Béja, Jendouba, Le Kef et Siliana						

Tableau 138 : Cadre Logique de l'Action 3

Intitulé du projet	Descriptif du projet	Composantes du projet			Cout (en millier de DT)			Financement	Acteurs	Maitre d'ouvrage
		Programme	S-Programme	Actions	2022-2026	2027-2031	Total			
				Assistance aux agriculteurs pour la mise en œuvre de la pratique de l'épandage agricole des margines						
		3. Maitrise de la pollution agricole	3.1 : Plan de vulgarisation, formation et sensibilisation à l'usage des pesticides et des engrais	Etablissement d'un programme de recherche sur les possibilités de minimiser l'utilisation des engrais et des pesticides	2 550	0	2 550		ME/MA/ AVFA/ CRDAs	
				Etablissement d'un système national d'information et de surveillance de la pression agricole au niveau du BVOM						
				Etablissement d'un programme de sensibilisation visant la minimisation de l'utilisation des engrais et des pesticides						
			3.2 : Protection des eaux souterraines	Comptage des volumes prélevés des points d'eau (12 000 puits)	7 795	11 205	19 000		DGRE/DGGREE/ CRDA/GDA/ DGACTA/ SONEDE/ ONTH/Usagers	
				Renforcement de la recharge naturelle de 5 nappes surexploitées du BVOM par des travaux de CES						
				Renforcement de la recharge naturelle des eaux de pluie par la maitrise des eaux de ruissellement, stockage dans bassins d'orage, et recharge par infiltration dans la nappe alluviale, au lieu évacuation vers mer						
				Mise en place des périmètres de protection immédiate, rapprochée, et lointaine des captages d'eau potable et thermo minérale						
				Actualisation des études hydrogéologique des différents systèmes aquifères (27 nappes phréatiques) du BVOM						
		4. Dépollution des points chauds		Réalisation des STEP des EUI pour 4 grands pollueurs industriels	50 322	0	50 322		ANPE/industriels	
				Réhabilitation de la STEP industrielle de SICAM						
		5. Protection des écosystèmes et de la biodiversité	5.1 : Renforcement du réseau d'aires protégées	Protection de la ZIP de Kroumirie par délimitation de la zone, installation de protection intégrale de la zone et création d'un observatoire de suivi	250		250		DGF/DGBGTH/CRDA/ MALE/ ODSYPANO	
			5.2 : Préservation des dépressions	Protection intégrale de la roselière de Bechouk par la mise en place des clôtures et le gardiennage continu du milieu	250		250			

Tableau 138 : Cadre Logique de l'Action 3

Intitulé du projet	Descriptif du projet	Composantes du projet			Cout (en millier de DT)			Financement	Acteurs	Maitre d'ouvrage
		Programme	S-Programme	Actions	2022-2026	2027-2031	Total			
			hydro-halomorphes							
			5.3 : Restauration et réhabilitation du lit et des berges de l'Oued Majerda et ses affluents	Renforcement du couvert végétal des berges de l'OM sur les francs bords du domaine public hydraulique de Majerda (3 000 ha) par des nouvelles plantations d'arbres et arbustes autochtones et la mise en défense et le renforcement du gardiennage de ces écosystèmes	2 400	9 600	12 000			
			5.4 : Sauvegarde de la biodiversité des formations forestières, des maquis et matorrals	Elaboration et mise en œuvre d'un programme complémentaire d'appui aux actions d'aménagement et de gestion des forêts (10 000 ha)	17 500	17 500	35 000			
				Appui à l'élaboration et la mise en œuvre des plans de gestion durable des produits forestiers non ligneux (40 000 ha)						
		Total actions nouvelles du PGDR du BVOM (en millier de DT)			**310 243**	**177 880**	**488 123**			

IV.4.5.4.Action 4 : Protection des Zones Humides - cas des Sites Ramsar

Tableau 139 : Cadre Logique de l'Action 4

Intitulé	Descriptif du projet	Action			Durée de réalisation	Coût (MDT)	Maitre d'ouvrage
Action 4.1 : Programme pour la gestion durable des zones humides d'importance internatio	Mise en place d'une stratégie cohérente et globale pour la gestion durable des zones humides tunisiennes qui repose sur 3 axes : i) Mieux connaitre les zones humides tunisiennes ; Renforcer les cadres régissant la gouvernance des zones humides tunisiennes et iii) Valorisation des zones	Mieux connaitre les zones humides tunisiennes	Action 1.1: Réalisation de l'inventaire des zones humides	Etablissement d'un inventaire détaillé des zones humides d'intérêt international, selon une approche qui permet à la fois de disposer rapidement des informations requises et de faciliter leur mise à jour régulière de façon à détecter en temps opportun les éventuels changements dans les caractéristiques écologiques et/ou socioéconomiques. Et mettre en place un programme de suivi des principaux paramètres physiques, écologiques et socioéconomiques qui conditionnent le bon fonctionnement des écosystèmes des zones humides tunisiennes.	2026-2030	5	MARHP
			Action 1.2 : Mieux connaitre le fonctionnement des zones humides et leur potentiel pour développement durable	Plusieurs aspects scientifiques des zones humides tunisiennes sont encore peu ou mal connus. C'est le cas par exemple des besoins de ces milieux en eau et leur capacité de résilience face aux épisodes de longue sécheresse. Il est de même pour ce qui est de l'évaluation de la valeur économiques de leurs écosystèmes. Une meilleure connaissance de ces aspects sera très utile pour mieux définir les actions			

Tableau 139 : Cadre Logique de l'Action 4

Intitulé	Descriptif du projet	Action			Durée de réalisation	Coût (MDT)	Maitre d'ouvrage
nale en Tunisie	humides tunisiennes à travers une utilisation rationnelle.			de conservation et d'utilisation rationnelle les concernant. Sur le plan national, l'identification des thématiques de recherche prioritaires pourra être réalisée sur la base des données de l'inventaire disponibles, ces thématiques seront intégrées dans les fiches d'inventaire.			
			Action 1.3 : Création d'observatoire des zones humides tunisiennes	L'établissement d'un observatoire des zones humides tunisiennes, qui d'une part sera le dépositaire des données de l'inventaire proposé et d'autre part assurera les suivis nécessaires et mettra les données y afférentes à la disposition des instances concernées. Outre sa fonction principale de suivi de l'état évolution et tendances des zones humides, ledit observatoire pourra évoluer pour jouer un rôle dans l'information et la sensibilisation du grand public et notamment des décideurs locaux sur l'importance écologique des zones humides et du rôle qu'elles peuvent jouer dans l'amélioration du cadre de vie et le développement économique dans leurs régions.			
		Renforcer les cadres régissant la gouvernance des zones humides tunisiennes	Action 2.1 : Création de Comité National pour les zones humides	Création d'un comité national pour les zones humides qui permet de mobiliser un maximum de secteurs et de parties prenantes. Le Comité peut largement contribuer à éviter les conflits inhérents à la conservation des zones humides ou à les résoudre. Le Comité National des zones humides tunisien pourrait constituer un cadre pour faciliter la coordination et l'harmonisation des interventions des Instances Publiques et de la Société civile.			
			Action 2.2: Mise en cohérence des dispositions juridiques applicables aux zones humides en Tunisie	Mettre de l'ordre dans le cadre juridique et institutionnel régissant les zones humides tunisiennes pour clarifier qui fait quoi et comment. Promulguer une Loi spécifique aux zones humides qui clarifie les prérogatives et couvre tous les aspects réglementaires y relatifs.			
			Action 2.3: Promouvoir la prise en compte des zones humides dans politiques sectorielles pertinentes	Organiser une série d'ateliers, dédiés chacun à promouvoir l'intégration des zones humides dans la politique sectorielle relative au thématique de gestion des ressources en eau.			
		Valorisation des zones humides tunisiennes à travers une utilisation rationnelle	Action 3.1: Réhabilitation des zones humides fortement dégradées	Réhabilitation des zones humides fortement dégradées à travers un programme national dont les priorités d'intervention sont à définir dans le cadre d'une concertation entre les administrations concernées avec une implication adéquate des associations et des institutions scientifiques spécialisées.			
			Action 3.2: Mise en place d'un plan de gestion des zones humides	La plupart des sites Ramsar tunisiens ne disposent pas encore de plan de gestion et pour les quelques sites ayant fait l'objet d'élaboration de plans de gestion, ces derniers ne sont pas appliqués et n'ont pas été soumis à un processus de concertation avec les parties prenantes. Ainsi, les zones humides du pays doivent être dotées de plans de gestion sur la base d'objectifs adaptés à leurs spécificités respectives.			
Action 4.2 :	Dans le cadre du PAPS-Eau (Programme d'Appui aux Politiques de Gestion des Ressources en Eau pour le	Mise en place de l'organisme de coordination transversale public /privé de gestion intégrée des eaux écologiques		La création et l'animation d'une SCIC (Société Coopérative d'Intérêt Collectif) pour favoriser la mobilisation des ressources économiques et des compétences sociales et le développement économique public/privé pour la gestion des milieux et des eaux écologiques.	2024	0.35	ME/MARHP/ ANPE

Tableau 139 : Cadre Logique de l'Action 4

Intitulé	Descriptif du projet	Action		Durée de réalisation	Coût (MDT)	Maitre d'ouvrage
Programme d'action sur les eaux écologiques	Développement Rural et Agricole), un programme d'action au profit des eaux écologiques a été formulé par le MALE à travers la DGEQV et l'ANPE. Ce P A: i) définit les orientations stratégiques pour intervenir sur les eaux écologiques (lutte contre les pollutions, préservation et restauration des milieux aquatiques, gestion des espèces faunistiques et floristiques…), ii) propose un modèle d'organisation de l'action nationale, adapté aux eaux écologiques, avec une forme d'intervention répondant de manière adéquate aux besoins des zones humides et milieux aquatiques et zones côtières en eaux écologiques, iii) définit les actions à mener pour trois sites pilotes (Garaet Sejnane, Lac de barrage de Sidi Saad, Complexe oasien de Kebili. Ces solutions seront déployées au cours d'une seconde vague de sites puis une généralisation progressive des résultats efficients.	Incubateur d'activités	La génération et le développement des activités au profit de la biodiversité et l'eau écologique permettant aux collectivités, aux établissements publics chargés de l'environnement (ANPE, APAL, ANGED, ONAS...), organismes non gouvernementaux de conservation des espaces naturels et des espèces, à la DGEQV, aux CRDA, aux Directions de l'Environnement de trouver un relais de générateur de développement de modèles économiques et sociaux viables et pérennes contribuant à la préservation des milieux sous une autre approche que la seule sauvegarde des milieux et le suivi de la qualité et de la quantité d'eau.	2025-2026	1.035	DGEQV
		Intégration des eaux écologiques dans la chaîne d'Evaluation Stratégique Environnementale et dans les plans stratégiques environnementaux	L'amélioration de procédures d'études d'impact et d'études d'incidences environnementales (EIE) en y incluant formellement une opération de rédaction d'un livret de communication auprès des pétitionnaires sensés prendre en compte les documents de la chaîne d'Evaluation Stratégique Environnementale jusqu'à l'Etude Environnementale.	2024	0.08	ANPE
		Concession de débit écologique et gestion des eaux urbaines, pluviales et des eaux excédentaires de pluie en provenance des barrages	La mise en œuvre du relèvement des débits écologiques des ouvrages barrant les cours d'eau, selon une échéance à fixer dans le respect des recommandations des conventions internationales pour l'eau (ONU), les zones humides (RAMSAR), la biodiversité (CDB) et le climat (accord de Paris).	2024-2026	0.2	DGBGTH/DGEQV/ANPE
		Infrastructure Humide Artificielle (traitement tertiaire) pour les eaux écologiques (eaux usées, eaux pluviales, eaux de drainage...)	Le traitement complémentaire des effluents rejetés dans les écosystèmes et la création d'une infrastructure humide artificielle avec une plus-value paysagère, et en termes de biodiversité.	2024-2026	0.81	ONAS
		Modèle de chaînes de valeurs de produits et services de gestion, conservation et valorisation des eaux écologiques sur la base des travaux sur les sites pilotes et autres sites RAMSAR devant être gérés	La conception de modèle de chaînes de valeurs de produits et services de gestion, conservation et valorisation des eaux écologiques qui a pour vocation de créer un cadre de développement économique et sociale pour le bon fonctionnement des milieux récepteurs des eaux écologiques à forte valeur patrimoniale. Ce modèle doit permettre le développement de chaines de valeurs reproductibles de produits et services en lien avec les eaux écologiques afin qu'il contribue par la même à promouvoir leur importance pour le Développement durable du cadre de vie des Tunisiens.	2024-2026	0.23	Entité compétente en Économie/ Ministère de l'économie/ ministère de l'environnement , ainsi que celui du tourisme et de recherche
		Réseau de surveillance des eaux écologiques en lien avec le SINEAU/COPEAU	Mettre en place un réseau de surveillance des eaux écologiques en lien avec le SINEAU/COPEAU. Ce réseau s'appuie sur un premier réseau de surveillance des eaux écologiques qui ne sera qu'une veille conduite sur la base des stations et points de mesures de la qualité des eaux et les niveaux piézométriques du SINEAU à proximité de sites de zones humides RAMSAR représentatifs des typologies de milieux récepteurs des eaux écologiques. Ce suivi a pour objectif d'évaluer l'impact de pressions sur les milieux susceptibles de manquer d'eau ou d'être contaminé, comme les zones humides et les zones côtières en tout lieu du territoire national et les sédiments côtiers.	2024	2.054	ANPE

Tableau 139 : Cadre Logique de l'Action 4

Intitulé	Descriptif du projet	Action			Durée de réalisation	Coût (MDT)	Maitre d'ouvrage
		Fiscalité/obligation verte pour le financement de l'action au profit des eaux écologiques		L'organisation d'un premier séminaire nationale sur les dispositifs financiers de l'environnement avec une branche spécifique pour le financement des eaux écologiques, à l'issue duquel il y'aura la création d'une fondation pour les eaux écologiques et les milieux récepteurs au profit du développement durable.	2024	0.7	ONU
		Banque de gênes (graines) pour la biodiversité et les sols en lien avec les espaces d'écoulement des eaux écologiques		Analyse de la situation de la banque de gènes de Tunisie et identification, construction d'un projet de réhabilitation et remise en valeur de la banque pour les enjeux actuels et futurs en lien avec les espaces d'écoulement des eaux écologiques.	-	0.25	INAT/ANPE
		PA pour 3 sites pilotes	Programme d'actions sur le site pilote du bassin versant de la Garaât Sejnane	La réhabilitation écologique, économique et sociale et la gestion conservatoire d'une zone humide pour le site pilote du bassin versant de la Garaât Sejnane.	2024-2030	7.5	INAT/ANPE/DGEQV
			Lac de barrage de Sidi Saad	La lutte contre la dégradation de la qualité de l'eau engendrant une anoxie (forte diminution du taux d'oxygène de l'eau – crise anoxique) pour le site pilote du bassin versant du barrage de Sidi Saad.	2024-2030	4.9	DGBGTH/DGEQV/ANPE
			Complexe oasien de Kebili	La gestion intégrée des eaux écologiques à des fins de conservation de la culture intermédiaire des oasis et la valorisation des eaux pour la conservation des espèces animales et végétales en corridors du chott et de l'écosystème oasien sur un site RAMSAR pour le site pilote de l'oasis de Kebili.	2024-2030	3.59	DGEQV/ CERTE/DGRE/ DGACTA/DGPA

IV.4.5.5. Action 5 : Réduction-Elimination de la Pollution par les Déchets Solides

Tableau 140 : Cadre Logique de l'Action 5

Intitulé	Descriptif	Action		Durée de réalisation				Coût (Millions de DT)	Maitr d'ouvrage
				2021-2025	2026-2030	2031-2040	2041-2050		
Action 5.1 : Projet de réalisation des unités de traitement et de valorisation (UTV) des déchets ménagers et assimilés	Réalisation de 21 nouvelles unités de traitement et de valorisation (UTV) des DMA pour l'ensemble des gouvernorats du pays, comme alternative à l'enfouissement technique, utilisant des technologies modernes pour réduire les déchets mis en décharge après avoir rempli la possibilité de les valoriser tout en réduisant les émissions gazeuses et les lixiviats associées.	**1 ère tranche**	Réalisation de 7 nouvelles UTV des DMA, avec une durée d'exploitation d'environ 15 ans, dans les gouvernorats : Gafsa, Sfax, Kasserine, Mahdia, Siliana/Kef, Kébili et Djerba : Lot 1 : Elaboration des travaux préparatoires, des études environnementales, de l'étude de faisabilité technico-économique et des études d'exécution pour la réalisation des Unités de traitements et de valorisation des déchets ménagers à Sfax, Gafsa et Kasserine. Lot 2 : Elaboration des travaux préparatoires, des études environnementales, de l'étude de faisabilité technico-économique et des études d'exécution pour la réalisation des Unités de traitements et de valorisation des déchets ménagers à Mahdia et une unité commune pour Siliana et le Kef. Lot 3 : Elaboration des travaux préparatoires, des études environnementales, de l'étude de faisabilité technico-économique et des études d'exécution pour la réalisation des Unités de traitements et de valorisation des déchets ménagers à Kebili et Djerba.	2022-2030				Projet en PPP ou en concession	ANGed
		2 ème tranche	Réalisation de 5 nouvelles UTV des DMA dans les gouvernorats de Jendouba/Béja, Sidi Bouzid, Tataouine/Médenine, Tunis Nord et Tunis Sud : Elaboration des travaux préparatoires, des études environnementales, de l'étude de faisabilité technico-économique et des études d'exécution pour la réalisation des Unités de traitements et de valorisation des déchets ménagers.		2025-2030			Projet en PPP ou en concession	
			Réalisation de 3 nouvelles UTV des DMA dans les gouvernorats de Nabeul, Monastir et Kairouan : Elaboration des travaux préparatoires, des études environnementales, de l'étude de faisabilité technico-économique et des études d'exécution pour la réalisation des Unités de traitements et de valorisation des déchets ménagers.		2025-2030			Projet en PPP ou en concession	
			Réalisation de 6 nouvelles UTV des DMA dans les gouvernorats de Zaghouan, Tozeur, Gabes, Bizerte, Sousse et Kebili : Elaboration des travaux préparatoires, des études environnementales, de l'étude de faisabilité technico-économique et des études d'exécution pour la réalisation des Unités de traitements et de valorisation des déchets ménagers.			2031-2040		Projet en PPP ou en concession	
Action 5.2 : Stratégie Nationale de la Gestion Intégrée et durable des Déchets Ménagers	Le Ministère en charge de l'Environnement a mis en place récemment (en 2020) une stratégie nationale de la gestion des déchets ménagers et assimilés 2021-	**Plan d'action pour la prévention et la réduction de la production des déchets**	Développement d'un programme de promotion de l'éco-conception et de l'éco-innovation	2023-2035				0,5	ME
			Mise en place des mécanismes de responsabilisation élargie des producteurs REP		2026-2030			0,5	
			Promotion du commerce et la distribution dans un emballage durable	2024-2035				0,2	
			Promotion des modes de consommation écoresponsable et la lutte contre le gaspillage alimentaire	2023-2035				0,3	
			Instauration d'une législation nationale pour la réduction des déchets à la source	2021-2025				0,2	

Tableau 140 : Cadre Logique de l'Action 5

Intitulé	Descriptif	Action		Durée de réalisation				Coût (Millions de DT)	Maitr d'ouvrage
				2021-2025	2026-2030	2031-2040	2041-2050		
et Assimilés 2021-2035	2035, avec l'appui de la coopération des États Unis d'Amérique (USAID), à travers le programme TADAEEM. Cette stratégie a des objectifs multiples : elle vise à rehausser la gestion des déchets ménagers et assimilés au niveau des aspirations du citoyen, en termes de qualité de vie ; faire baisser le coût de dégradation de l'environnement ; protéger et optimiser l'exploitation des ressources naturelles ; contribuer à l'accomplissement des objectifs nationaux de réduction des émissions de gaz à effet de serre ; réduire au maximum la part des déchets ultimes et contribuer ainsi à l'amélioration de l'indice de développement humain national.		Intégration des mesures d'incitation pour l'éco production et la production propre et l'usage des produits recyclables ou biodégradables dans le code de l'investissement	2023-2030					
			Engagement d'un plan d'intervention stratégique national IEC comme outils de référence	2023-2030					
		Plan d'action pour le tri sélectif des déchets à la source	Introduction de tri des déchets auprès des ménages et des principaux producteurs de déchets	2023-2030				0,2	
			Développement du partenariat public privé	2022-2030					
			Implication de la société civile en tant que partenaire dans la sensibilisation du citoyen	2021-2035				0,3	
			Mise en place d'un système de bonus-malus pour l'incitation à la réduction et tri déchets à la source	2023-2030					
			Révision de la base de calcul de la TIB et mise en place d'un mode de recouvrement approprié	2023-2030					
			Révision des indicateurs de performance des communes pour l'octroi des subventions non affectées pour inciter les communes à intégrer le tri à la source dans leurs gestions	2022-2023					
			Améliorer l'image de la propreté et de la gestion de déchets chez le citoyen et valoriser les métiers des personnes en charge de la propreté	2021-2025					
			Engagement plan d'appui et accompagnement de l'intégration des intervenants du secteur informel	2021-2027					
			Initiation de l'engagement et des pratiques et comportements responsables et écologiques en faveur du tri sélectif	2022-2025					
		Plan d'action pour la collecte et transport des déchets	Instauration de procédures de planification régionale et locale de la GIDMA	2021-2025				0,1	
			Création de conditions pour une bonne gouvernance de la collecte et du transport de DMA	2021-2028				0,1	
			Mise à niveau des services de la collecte et du transport des déchets	2021-2030				0,6	
			Instauration de procédures de planification régionale et locale de la GIDMA	2022-2025				0,2	
			Ancrage des responsabilités de collecte, traitement et valorisation dans processus de décentralisation	2021-2035					
			Création d'entreprises intercommunales de gestion des déchets -ERIGED	2021-2035					
			Le positionnement du département déchets au sein de l'organigramme des communes	2022-2025					
			Le rehaussement du rôle du secteur privé dans la gestion des déchets	2021-2035					
			Renforcement des corps de contrôle des communes et de l'ANPE	2021-2025				5	

Tableau 140 : Cadre Logique de l'Action 5

Intitulé	Descriptif	Action		Durée de réalisation				Coût (Millions de DT)	Maitr d'ouvrage
				2021-2025	2026-2030	2031-2040	2041-2050		
			Mise en place d'outils standardisés, auprès de tous les opérateurs y compris les collectivités locales	2021-2025				0,2	
			Ancrage de la responsabilité élargie des producteurs	2022-2025				0,2	
			Élaboration d'études comparatives des différents modes de gestion pour déterminer le coût de la gestion des DMA et arrêter le choix optimal, sur la base des critères d'efficacité et de qualité service	2022-2025				0,3	
			Mise en place d'un procédé de simulation offrant un outil pratique pour les conseils municipaux pour tester des solutions alternatives de gestion des déchets		2026-2030			0,1	
			Adoption de la gestion budgétaire par objectif (GBO) assortie d'un dispositif de contrôle de gestion, par tous les acteurs agissant dans la GIDMA		2026-2035				
			Faciliter l'accès des communes et des ERIGED aux avantages du code d'investissement pour les projets de recyclage et de valorisation des déchets	2021-2025					
			Application des redevances déjà prévues par le code de la fiscalité locale selon un barème de tarifs progressifs à plusieurs tranches	2021-2025				0,3	
			Révision de la base de calcul de la TIB et mise en place d'un mode de recouvrement approprié	2021-2025					
		Plan d'action pour la valorisation et le recyclage des déchets	Amélioration des performances du recyclage matière des déchets	2021-2035				0,2	
			Amélioration des performances de la valorisation organique des déchets	2021-2035				0,1	
			Amélioration des performances de la valorisation énergétique des déchets	2021-2035				0,2	
			Institutionnaliser la veille technologique	2021-2027				0,15	
			Mise en place des mécanismes d'incitation à l'implémentation de projets de compostage à l'échelle individuelle ou à l'échelle de quartiers dans le cadre de partenariat avec les communes.	2021-2025				2	
			Révision des affectations des recettes de la taxe pour la protection de l'environnement (TPE) pour son adaptation aux orientations et objectifs de la stratégie et prendre en considération la création d'éco-organismes et l'encouragement du secteur privé	2021-2025					
			Appuyer les opérateurs de la gestion des déchets (privé et public) dans l'accès aux financements internationaux et bilatéraux aussi bien dans le cadre de la coopération décentralisée ou dans les mécanismes de financement liés au développement durable et au changement climatique.	2021-2025				0,2	
			Elaboration d'un guide pratique pour l'investissement dans le secteur du déchet	2021-2025				0,1	
			Réintégration des avantages accordées aux projets de recyclage et de valorisation des déchets dans le cadre du FODEP et SUNREF	2021-2025					
			Encourager le secteur privé à investir dans la gestion des déchets sous forme de PPP/concession et investissement direct par l'adaptation des mécanismes	2021-2025					

Tableau 140 : Cadre Logique de l'Action 5

Intitulé	Descriptif	Action		Durée de réalisation				Coût (Millions de DT)	Maitr d'ouvrage
				2021-2025	2026-2030	2031-2040	2041-2050		
			existants y compris le code d'investissement à travers la révision du plafond de la subvention accordée pour le recyclage et valorisation des déchets						
		Plan d'action pour l'enfouissement des déchets ultimes	Elimination convenable des déchets ultimes	2021-2035				0,1	
			Réhabilitation des décharges contrôlées et non contrôlées		2026-2035				
			Intégrer les coûts de la gestion passive des décharges contrôlées (après fermeture) dans le coût global de la gestion des DMA	2022-2025					
			Booster la redevabilité et rendre compte de la traçabilité des opérations d'infrastructure, de déchets	2021-2030					
		Plan d'action pour le renforcement des capacités et professionnalisation du métier	Conception d'un système d'information sur les déchets de dimension locale et nationale	2021-2025				0,1	
			Mise en oeuvre de système d'information pilote	2021-2025				0,2	
			Conception et développement d'une plateforme de partage et de capitalisation des connaissances et des expériences dans le domaine de la GIDMA	2023-2025				0,1	
			Conception et développement un réseau des intervenants dans le domaine de la GIDMA	2024-2026				0,2	
			Organisation des forums et manifestations dans le domaine GIDMA	2022-2027				0,1	
			Caractériser le marché de la formation et identifier les besoins complémentaires	2022-2025				0,1	
			Elaboration des plans de formation	2021-2023				0,1	
			Mise en oeuvre du plan de formation et suivi évaluation	2024-2035				0,1	
			Etablissement de l'état des lieux des différents métiers dans le domaine de la GIDMA	2022-2025					
			Catégoriser les métiers dans le domaine de la GIDMA	2022-2025					
			Encadrement des intervenants privés dans le domaine de la GIDMA		2026-2035				
			Intégrer les activités de la Stratégie dans les orientations des ODD et des stratégies nationales						
			Création d'un corps de métier dans la gestion des déchets	2022-2035					
			Renforcement des capacités à l'échelle centrale et locale		2026-2035			4	
			Création d'un pont pour le transfert des connaissances entre le secteur opérationnel et la recherche scientifique		2026-2030				
			Développer l'expertise nationale en matière de gestion des déchets	2022-2030				2	
							Total Action 5 (en Millions de DT)	**19.35**	

IV.4.5.6.Action 6 : Renaturation des Cours d'eau Medjerda et Méliane

Le Coût total de l'action s'élève à 7 500 000 DT. Le linéaire des cours d'eau à renaturer est estimé à environ 150 km (sur la base de 100 km pour Oued Medjerda et 50 km pour Méliane. Un coût moyen de 50 DT/ml est à adopter.

Tableau 141 : Cadre Logique de l'Action 6

Intitulé	Région	Composante	Coût en DT	Indicateur de l'efficacité
Renaturation de 150 km des cours d'eau	BV Medjerda et Méliane	- -Sélection des sites - -Etude et préparation de DAO - -Achat des terrains et travaux de renaturation (dépollution, curage, recharge granulométrique, affaissement des berges, replantation….	7 500 000	Km restaurés

Il est important de signaler que le projet de Protection Contre les Inondations (PCI) dans le Bassin de la Medjerda (cf fiche renaturation de l'Oued de la Medjerda) et le projet de renaturation proposé dans le cadre du présent plan d'action ont des objectifs différents, voire contradictoires. En effet, la construction des ouvrages de mobilisation, le calibrage, le curage, l'endiguement sont des exemples des actions programmées dans le cadre du projet de PCI de Medjerda qui peuvent entrainer une réduction de la diversité des écoulements et des habitats disponibles conduisant à la diminution de la biodiversité, en totale contradiction avec les objectifs de renaturation. Cependant, le projet de renaturation proposé dans le cadre du projet eau-2050 peut être considéré comme mesure d'atténuation dans le cadre du Projet de Gestion Intégrée et de Lutte contre les Inondations dans le Bassin de la Medjerda.

IV.4.5.7.Action 7 : Protection des Nappes contre la Pollution Agricole

La mise en œuvre de de cette action sera prévu pour la période 2023-2030 pour un montant global de 3 000 000 DT comprenant :

Tableau 142 : Cadre Logique de l'Action 7

Intitulé	Région	• Composante	Coût en DT	Indicateur de l'efficacité
Action 7 : Protection des nappes contre la pollution agricole	Les nappes sous-adjacentes aux périmètres irrigués dans tout le territoire	• Renforcer le réseau d'observation et de contrôle de la qualité des nappes sous-adjacentes aux périmètres irrigués : ✓ Instaurer des piézomètres dans les périmètres irrigués non surveillés ✓ Renforcer la densité de la répartition des piézomètres dans les périmètres irrigués déjà équipés ✓ Instaurer un système de télédétection ✓ Mettre en place des stations d'analyse automatiques • Entretien le réseau du drainage au sein des PI et collecte et traitement des eaux de drainage souvent très polluées en engrais et pesticides	3 000 000 DT	La quantité moyenne d'engrais chimiques par hectare et par an La teneur en matière azotée et phosphore dans l'eau de nappe

		• Sensibiliser les agriculteurs quant aux risques écologiques qui résultent de l'emploi excessif et abusif des engrais et de pesticides. • Promouvoir l'agriculture biologique l'utilisation du compostage pour produire la fumure organique.		

IV.4.6 Coûts de la Mise en Œuvre de la Politique Publique de Qualité de l'Eau et de Sauvegarde des Ecosystèmes

Les coûts de la mise en œuvre du plan d'action de la qualité de l'eau et sauvegarde des Ecosystèmes s'élèvent à 3 024 103 mille DT.

Tableau 143 : Les coûts de la mise en œuvre du plan d'action de la qualité de l'eau et sauvegarde des Ecosystèmes

Action	Coût (en mille DT)			
	2021-2025	2026-2030	2031-2040	2041-2050
Action1 : Mise en place/renforcement des Systèmes d'Information Fiables de contrôle, de Suivi et de monitoring de la Qualité de l'Eau	500	8 800		
Action 2 : Réduction-Elimination de la Pollution par les Eaux Usées Industrielles	1 537 500	73 000		
Action 3 : Dépollution du Bassin Versant d'Oued Medjerda	875 573	496 880		
Action 4 : Protection des Zones Humides - cas des Sites Ramsar		5 000		
Action 5 : Réduction-Elimination de la Pollution par les Déchets Solides	10 840	5 840	2 670	
Action 6 : **Renaturation des cours d'Eau (Medjerda et Méliane)**	100	2 200	5 100	100
Total	**2 424 513**	**591 720**	**7 770**	**100**

IV.4.6.1.Effets Attendus

Les effets attendus par la mise en œuvre de la Politique Publique de la Qualité de l'Eau et de Sauvegarde des Ecosystèmes incluent :

- ✓ Assurer la production régulière de données sur l'état et l'évolution des aspects qualitatifs des ressources en eau et de leurs usages et ce à travers les stations de surveillance in situ, les rapports d'enquête ainsi que par les données issues de la télédétection et des satellites.
- ✓ Améliorer la qualité de l'eau en réduisant la pollution, en éliminant l'immersion de déchets et en réduisant au minimum les émissions de produits chimiques et de matières dangereuses
- ✓ Protéger et restaurer les écosystèmes liés à l'eau, notamment, les zones humides (sites RAMSAR), les rivières (BVOM) ainsi que les aquifères et les lacs
- ✓ Maitrise la qualité des Eaux Transfrontalières
- ✓ Appuyer et renforcer la participation de la population locale à l'amélioration de la qualité de l'eau et de sauvegarde des écosystèmes

- ✓ Renforcer les capacités du pays en ce qui concerne les activités et programmes relatifs à l'amélioration de la qualité de l'eau et de sauvegarde des écosystèmes, y compris la collecte des données, le suivi, le contrôle, le monitoring, le traitement des eaux usées, le recyclage et les techniques de réutilisation.

Tableau 144 : Coût de la dégradation de la Medjerda et du Grand Tunis, 2010 et en millions de DT

Catégories	Medjerda	%	Borne Inf.	Borne Sup.	Grand Tunis	Borne Inf.	Borne Sup.	Total Medjerda et Grand Tunis	%	Borne Inf.	Borne Sup.
Eau	129,5	68%	99,1	164,5	22,3	17,5	28,1	151,8	71%	116,6	192,6
Déchets	60,5	32%	32,1	131,3	-	-	-	60,5	28%	33,7	130,9
Biodiversité	0,5	0%	0,4	-	-	-	-	0,5	0%	0,4	-
Catastrophe naturelle et Environnement global	1,1	1%	-	-	-	-	-	1,1	1%	-	-
Total	191,5	100%	131,6	295,8	22,3	17,5	28,1	213,9	100%	149,1	323,9
% PIB Medjerda	3,3%		2,3%	5,1%							
% PIB Tunisie								0,34%		0,24%	0,51%

***Source** : Sherif Arif et Fadi Doumani 2012 ; le Coût de la Dégradation des Ressources en Eau du Bassin de la Medjerda*

Selon une étude de l'OCDE (2013) sur « Les Bénéfices liés aux investissements dans l'eau et l'assainissement : Perspectives de l'OCDE, Éditions OCDE, Paris, » Certains pays ont évalué les bénéfices générés pour l'ensemble de l'économie grâce à l'amélioration de la qualité de l'eau. Aux États-Unis, par exemple, l'Agence pour la Protection de l'Environnement estime à environ 11 milliards USD par an, soit environ 109 USD par habitant, les gains nets dus à la législation sur la pollution de l'eau au cours des 30 dernières années. Au Royaume-Uni, plusieurs études ayant estimé les coûts et avantages des mesures de mise en œuvre de la directive-cadre de l'UE sur l'eau ont montré un bénéfice net de 10 millions USD en Angleterre et au Pays-de-Galles. Aux Pays-Bas, des analyses coût-avantage du même type ont montré que les gains monétisés étaient très inférieurs aux coûts estimés, mais qu'un ensemble important de gains ne pouvaient pas être monétisés.

D'une façon générale et afin d'assurer l'efficience de la mise en œuvre de la Politique Publique de Qualité de l'Eau et Sauvegarde des Ecosystèmes (2PQESE), il est recommandé de favoriser les moyens les plus efficaces et économes d'améliorer la qualité de l'eau, tout en préservant autant que possible la responsabilité des pollueurs et des utilisateurs, et en particulier :

- ✓ Cibler les polluants qui revêtent une importance particulière à l'échelle appropriée (aire de captage, bassin ou aquifère), sur la base de caractéristiques telles que la toxicité, la persistance et les risques pour la santé humaine et environnementale.
- ✓ Appliquer des mesures de lutte contre la pollution aussi près que possible de la source de pollution, en envisageant d'autres solutions efficaces et économes en cas de coûts disproportionnés.
- ✓ Adopter une approche intégrée de la lutte contre la pollution pour que les mesures prises ne conduisent pas à des transferts incontrôlés de pollution vers d'autres ressources en eau ou d'autres milieux (sol, air).

Il serait aussi extrêmement utile que les évaluations comptabilisent de manière plus approfondie et plus systématique les bénéfices directs et indirects de la mise en œuvre des différents programmes et actions relatifs à la protection de la qualité de l'eau et de sauvegarde des écosystèmes.

Tableau 145 : Matrice des actions de la Politique Publique de Qualité de l'Eau et Sauvegarde des Ecosystèmes (2PQESE)

Action	Sous action	Objectifs	Acteurs	Consistance et budget			
				2023 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
Mise en place /renforcement des Systèmes d'Information Fiables de contrôle, de Suivi et de monitoring de la Qualité de l'Eau	Mise en place d'un système de télésurveillance pour le contrôle et le suivi de la pollution hydrique	Le contrôle et la surveillance systématique de la qualité de l'eau au niveau de toutes les sources de pollution hydrique L'incorporation des technologies de l'information et de communication pour compléter les données produites par les systèmes traditionnels de suivi et de contrôle de la qualité des eaux.	• Le MAPRH et ses différentes directions, • Ministère de l'Environnement (ANPE, ONAS DGEQV, etc.), • Ministère de la Santé	Opérationnalisation du SINEAU Mise à jour de l'inventaire des sources de pollution hydrique Coût = 0.5 Millions de DT	Renforcement du système COUPEAU en nombre de stations et en fréquence de suivi ainsi que par la production des données complémentaires de télédétection Coût = 4.5 Millions de DT		
	Instauration de six stations de contrôle de la qualité des eaux des nappes au niveau de six villes côtières, notamment la remonté du niveau des nappes et suivi de la Qualité	La production régulière de données sur l'état et l'évolution des aspects qualitatifs de toutes les sources d'eau de surface (notamment le suivi de la qualité des eaux dans les bassins versants des oueds et dans les zones humides) ainsi que les eaux transfrontalières. L'amélioration de la production de données et leur visualisation ainsi que l'accès aux jeux de données et aux informations qualitatives sur les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques de l'eau.	• Le MAPRH et ses directions en particulier la DGGRE • Ministère de l'Environnement (ANPE, ONAS DGEQV, etc.),		Réalisation des études Instauration/renforcement du réseau de surveillance (1000 km du réseau hydrologique) Coût = 4 Millions de DT		
	Instauration de six stations de contrôle de la qualité des eaux	La production régulière de données sur l'état et l'évolution des aspects qualitatifs des eaux des	ANPE		Elaboration des études et réalisation des stations afin de renforcer le système de contrôle de la	Instauration de six stations de contrôle de la qualité des eaux des nappes au	

Action	Sous action	Objectifs	Acteurs	Consistance et budget			
				2023 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
	des nappes au niveau de six villes côtières, notamment la remonté du niveau des nappes et suivi de la Qualité	nappes au niveau de six villes côtières, notamment la remonté du niveau des nappes et suivi de la Qualité			qualité des eaux des nappes au niveau des villes, notamment la remonté du niveau des nappes et suivi de la Qualité Coût = 0.3 Millions de DT	niveau de six villes côtières, notamment la remonté du niveau des nappes et suivi de la Qualité	
Réduction-Elimination de la Pollution par les Eaux Usées Industrielles	Programme d'équipement des zones industrielles existantes en stations d'épuration grappées	Amélioration de l'assainissement des EUI en vue de : préservation des infrastructures d'assainissement destinées aux eaux usées domestiques ; amélioration de la qualité des eaux épurées destinées à la valorisation ; protection des ressources hydriques et des zones humides et côtières.	ONAS	Assainissement de 7 ZI (gouvernorats de Nabeul, Ben Arous, Bizerte, Monastir et Sfax) par leur équipement en stations d'épurations grappées. Coût = 140 Millions de DT			

Action	Sous action	Objectifs	Acteurs	Consistance et budget			
				2023 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
	Dépollution des « Hot-spots » industriels	Amélioration de l'assainissement des EUI des entreprises les plus polluantes « Hot-spots » en vue de protection de l'environnement, des ressources hydriques et des zones humides et côtières.	Industriels concernés (El Fouledh ; STIR ; Groupe Chimique Tunisien ; CPG ; SNCPA ; Générale alimentaire JOUDA ; STL ; STS ; Groupement Ginor+Rayen Food ; SICAM ; Tannerie Carthage Leader)/ONAS	Dépollution d'EL Fouledh ; STIR ; GCT ; STS et STL. Coût = 1 397.5 Millions de DT	Dépollution de CPG ; SNCPA ; JOUDA ; SICAM ; Groupement Ginor+Rayen Food ; Tannerie Carthage Leader. Coût = 73 Millions de DT		
Programme global de dépollution et de réhabilitation du bassin versant d'Oued Majerda (PGDR-BVOM)		Dépollution du BVOM et élimination de toutes les sources de pollution en vue d'améliorer la situation environnementale et de préserver les ressources en eau et l'équilibre écologique de l'oued.	Ministère de l'Environnement/ ONAS/ANGed/ ANPE/Industriel/ Ministère de l'Agriculture/CRDA /DGF/DGRE/AVFA	Actions en cous/programmées du PGDR du BVOM (actions de l'ONAS pour l'assainissement de 20 commune + Projet DGBGTH de de contrôle des inondations de la Majerda (1ère tranche)) Coût = 563.5 millions de DT	Actions en cous/programmées du PGDR du BVOM (Projet DGBGTH de de contrôle des inondations de la Majerda (2ère tranche)) Coûts = 319 millions de DT		

Action	Sous action	Objectifs	Acteurs	Consistance et budget			
				2023 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
				Actions nouvelles du PGDR du BVOM (tranche prioritaire) Coût = 310.2 millions de DT	Actions nouvelles du PGDR du BVOM (2ème tranche) Coût = 177.88 millions de DT		
Programme pour la gestion durable des zones humides d'importance internationale en Tunisie	Mise en place d'une stratégie cohérente et globale pour la gestion durable des zones humides tunisiennes	Protection des zones humides d'importance internationale en Tunisie	Ministère de l'Agriculture/ Ministère de l'Environnement/ ANPE/DGF/CRDAs /UICN/ODSYPANO/ ONGs	Mise en œuvre d'un programme de gestion durable de l'ensemble des zones humides d'importance internationale (réalisation d'inventaire détaillé et des études scientifiques ; création d'observatoire et de comité national pour les zones humides ; mise en cohérence des dispositions juridiques ; réhabilitation des zones humides fortement dégradées et mise en place d'un plan de gestion des zones humides) Coût = 5 Millions de DT			
	Programme d'action au profit des eaux écologiques (PAPS-Eau)	Protection des zones humides d'importance internationale en Tunisie	ME/MARHP/ ANPE DGBGTH/ DGEQV/ CERTE/DGRE/DGACTA/DGPA INAT/ANPE/DGEQV	i) Définition des orientations stratégiques pour intervenir sur les eaux écologiques (lutte contre les pollutions, préservation et restauration des milieux aquatiques, gestion des espèces faunistiques et floristiques…), ii) modèle d'organisation de l'action nationale, adapté aux eaux écologiques, avec une forme d'intervention répondant de manière adéquate aux besoins des zones humides et milieux aquatiques et zones côtières en eaux écologiques, iii) les actions à mener pour trois sites pilotes (Garaet Sejnane, Lac de barrage de Sidi Saad, Complexe oasien de Kebili. Ces solutions seront déployées au cours d'une seconde vague de sites puis une généralisation progressive des résultats efficients. **Coût = 21,7 Millions de DT**			

Action	Sous action	Objectifs	Acteurs	Consistance et budget			
				2023 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
Réduction-Elimination de la Pollution par les Déchets Solides	Projet de réalisation des unités de traitement et de valorisation (UTV) des déchets ménagers et assimilés	Amélioration de traitement/valorisation des déchets ménagers et assimilés et réduction de la quantité de déchets ultimes en vue de préservation des ressources hydriques et de protection de l'environnement.	ANGed	Réalisation de 7 nouvelles UTV des DMA (Elaboration des travaux préparatoires, des études environnementales, de l'étude de faisabilité technico-économique et des études d'exécution pour la réalisation des UTV des DMA)	Réalisation de 8 nouvelles UTV des DMA (Elaboration des travaux préparatoires, des études environnementales, de l'étude de faisabilité technico-économique et des études d'exécution pour la réalisation des UTV des DMA)	Réalisation de 6 nouvelles UTV des DMA (Elaboration des travaux préparatoires, des études environnementales, de l'étude de faisabilité technico-économique et des études d'exécution pour la réalisation des UTV des DMA)	
				Coûts : les projets sont en PPP ou en concession			
	Stratégie Nationale de la Gestion Intégrée et durable des Déchets Ménagers et Assimilés 2021-2035	Amélioration de la gestion des DMA par la : réduction de la quantité de déchets produits par habitant ; augmentation du taux de recyclage matière des déchets ; augmentation progressive de la quantité de déchets faisant l'objet d'une valorisation organique ou énergétique et réduction de la mise en décharge des déchets.	Ministère de l'Environnement/ ANGed/ Collectivités Locales	La mise en œuvre de la stratégie sera pour la période 2021-2035 pour un montant global de 19.35 Millions de DT comprenant (PA pour la prévention et la réduction de la production des déchets ; PA pour le tri sélectif des déchets à la source ; PA pour la collecte et transport des déchets ; PA pour la valorisation et le recyclage des déchets ; PA pour l'enfouissement des déchets ultimes ; PA pour le renforcement des capacités et professionnalisation du métier			
				Coûts = 10.84 Millions de DT	Coûts = 5.84 Millions de DT	Coûts = 2.67 Millions de DT	
Protection des nappes contre la pollution agricole	Protection des nappes contre la pollution agricole	Lutter contre la pollution diffuse d'origine agricole par : i) l'amélioration des connaissances sur la qualité des eaux souterraines à travers une production régulière de données sur l'état et l'évolution des aspects qualitatifs des	Le MAPRH et ses directions/ le Ministère de l'Environnement (ANPE, ONAS DGEQV, etc.), les CRDAs, et la Société Civile	La mise en œuvre de de cette action sera pour la période 2023-2030 pour un montant global de 3 Millions de DT comprenant : ***Renforcer le réseau d'observation et de contrôle de la qualité des nappes sous-adjacents aux périmètres irrigués :** • instaurer des piézomètres dans les périmètres irrigués non surveillés			

Action	Sous action	Objectifs	Acteurs	Consistance et budget			
				2023 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
		nappes sous-adjacents aux périmètres irrigués, ii) la réduction des utilisations des pesticides et des engrais à un niveau rationnel, et iii) une législation adéquate, visant à réglementer l'emploi des engrais et des pesticides dans la production agricole.		• renforcer la densité de la répartition des piézomètres dans les périmètres irrigués déjà équipés • instaurer un système de télédétection • instaurer des stations d'analyse ***Sensibiliser les agriculteurs quant aux risques écologiques qui résultent de l'emploi excessif et abusif des engrais et de pesticides.** ***Entretien du réseau du drainage au sein des PI et collecte et traitement des eaux de drainage souvent très polluées en engrais et pesticides.** ***Promouvoir l'agriculture biologique l'utilisation du compostage pour produire la fumure organique.**		
Renaturation de des cours d'eaux	Renaturation de 150 km de cours d'eau (Medjerda et Méliane)	Protéger et reconstituer 150 km des tronçons les plus dégradés de Medjerda et Méliane ainsi que leurs paysages en favorisant la biodiversité de ses éléments. Restaurer la capacité d'auto-épuration et donc la qualité de l'eau	• Le MAPRH et ses directions, • Ministère de l'Environnement • Ministère de l'équipement Habitat,	**Réalisation des études** • Identification des sites les plus dégradés (100 km- Medjerda et 50 km- Méliane) • Identification des solutions de renaturation les plus adéquates • Préparation des DAO **Réalisation des travaux des actions de renaturation** • Dégagement d'emprise et libération des terrains • Exécution des travaux **Contrôle et suivi**			
				Coûts = 0.1 Millions de DT	Coûts = 2.2 Millions de DT	Coûts = 5.1 Millions de DT	Coûts = 0.1 Millions de DT

IV.5.Bloc V : des « Eaux et Territoires pour le Développement Inclusif et Durable »

IV.5.1 Introduction : Place du Levier « Eaux et Territoires pour le Développement Inclusif et Durable » dans la Stratégie Eau 2050.

En tant que levier de la stratégie Eau 2050, l'axe Aménagement et Développement des Territoires prévoit des actions et des mesures destinées à créer les conditions territoriales de la mise en œuvre de l'ensemble de la stratégie et de ses différents leviers. Ces conditions territoriales seraient de nature à faciliter la faisabilité du « nouveau système hydrique » et surtout à élever ses performances en termes d'efficacité, d'efficience, de cohérence, de durabilité et de gouvernance.

En effet, le levier Aménagement et développement des territoires se distingue des leviers « sectoriels » par la primauté du facteur territorial. Le territoire est un cadre multidimensionnel où les projets et solutions préconisés sont complémentaires. Ce n'est pas tant la nature des actions à conduire que leur combinaison et leur synergie qui définissent les solutions préconisées et déterminent leur efficience et leur efficacité.

La multi-dimensionnalité étant une caractéristique essentielle à la fois du système hydrique et de l'aménagement du territoire, le champ d'intervention de ce dernier englobe tous les types de territoires. Certaines actions à réaliser et mesures à prendre peuvent relever également d'autres leviers que l'aménagement du territoire, ils seront cependant adaptés aux problématiques particulières de chaque territoire et aux contextes locaux. Pour chaque territoire-problème ou espace-problème, un programme est préconisé.

Quatre programmes sont identifiés :

- Un programme national d'aménagement des corridors ruraux d'infrastructures et d'équipements de base ;
- Un programme national des micro-pôles de développement des territoires ruraux ;
- Un programme national des corridors de développement ;
- Un programme de Restructuration et de Reconversion des régions métropolitaines et des territoires congestionnés.

IV.5.2 Programme National d'Aménagement de Micro-corridors Ruraux d'Infrastructures et d'Equipements de Base

IV.5.2.1.Objet

Le programme cible les zones rurales à peuplement dispersé et porte sur la mise en place des infrastructures et des équipements de base sous la forme de micro-corridors.

Chaque corridor est formé de plusieurs équipements et infrastructures de base (dont les réseaux de desserte en eau potable) et s'étend sur un ou plusieurs territoires et *imada* ruraux (relevant parfois de deux ou trois délégations voisines) dont il assure la structuration spatiale, facilite les échanges et la mobilité et favorise la formation de groupements de population.

IV.5.2.2.Objectifs

Le programme répond à des objectifs d'aménagement du territoire et à des objectifs spécifiques de gestion des ressources naturelles et particulièrement du système hydrique.

Concernant la gestion du système hydrique, deux objectifs stratégiques d'Eau 2050 sont visés :

- ❖ Assurer l'accès équitable de la population rurale aux infrastructures et équipements de base, dont le réseau d'alimentation en eau potable ;
- ❖ Contribuer à la viabilité éco-financière des organismes publics en charge des infrastructures et équipements hydrauliques et ce par la réduction des coûts d'investissement et de gestion.

Pour les objectifs généraux d'aménagement du territoire, il s'agit de :

- ➢ Assurer l'inclusion de la population rurale dispersée et réduire les écarts entre milieu urbain et milieu rural en matière d'infrastructures et équipements de base, surtout que les zones rurales concernées sont les lieux d'implantation des ouvrages de mobilisation de l'eau ;

- Asseoir les conditions matérielles d'une dynamique de développement local.

IV.5.2.3.Appui Argumentaire de Justification

La Tunisie s'est engagée durant des décennies dans une politique d'équipement rural qui a diffusé les infrastructures et les équipements de base mais qui n'a pas abouti à une desserte généralisée de la population ni à un fonctionnement régulier et durable du service dans les zones de peuplement dispersé.

Malgré la multiplication des programmes et leur élargissement à plusieurs domaines de la vie rurale (désenclavement, construction d'équipements de base, aménagement de périmètres agricoles et d'espaces d'activités, etc.) et surtout leur diffusion dans les différents territoires ruraux, avec parfois un effort supplémentaire au profit des territoires périphériques ou peu peuplés (notamment en matière de création de centres de santé de base ou d'écoles primaires), la politique d'équipement rural a subi les contraintes émanant du mode de structuration et d'organisation des territoires ruraux, dont les faibles densités de peuplement et la dispersion de l'habitat.

Dans le Haut-Tell (Gouvernorats du Kef et de Siliana) pris à titre d'exemple, 128 *imada* sur un total de 173 (soit près des trois quarts) sont peuplés exclusivement de ruraux avec des densités inférieures à 50 habitants au kilomètre carré (INS, 2014). Ceci donne une densité de moins de 12 ménages au kilomètre carré et une distance moyenne entre logements supérieure à 280 mètres. De ce fait, les coûts moyens de desserte des ménages ruraux isolés sont élevés.

Le lancement d'un programme national de corridors ruraux, portant sur la réalisation concomitante d'infrastructures et d'équipements de base dans les territoires de peuplement dispersé et le long d'itinéraires reliant les principaux villages et douars, devra améliorer la desserte de la population.

Progressivement, les premiers équipements et infrastructures installés vont agir comme un support pour la réalisation des nouveaux (à des coûts inférieurs) et vont attirer de nouvelles populations (dont une partie issue des zones rurales proches), ce qui permet d'atteindre des seuils de peuplement permettant un fonctionnement efficient des infrastructures et autres services publics installés.

IV.5.2.4.Composantes du programme :

Le programme porte sur la mise en place par l'Etat de corridors d'infrastructures et d'équipements publics de base dans les zones rurales et ce par des créations nouvelles ou réhabilitation de l'existant.

Chaque corridor identifié sera doté des Dix (10) Composantes infrastructures et équipements suivantes :

1) Une route rurale revêtue, dont le tracé est choisi de manière à relier le maximum de localités et de douars ruraux et desservir des terroirs riches ou prometteurs (l'utilisation des matériaux locaux, dont les terres issues du dévasement des barrages, sera facilitée par des solutions techniques appropriées);
2) Un réseau d'eau potable alimentant plusieurs localités rurales (pour lequel un système de gestion et de tarification approprié pourrait être établi) ;
3) Une Infrastructure d'assainissement appropriée accompagnant le réseau de desserte en eau potable et permettant le recyclage de l'eau dans l'agriculture ;
4) Un réseau d'électricité assurant un approvisionnement régulier et de puissance adéquate pour les ménages, les infrastructures et les activités rurales ;
5) Une desserte par les infrastructures de télécommunication, particulièrement par la technologie 5G qui se distingue par le haut débit et l'adaptation à l'internet des objets, au téléenseignement, la télémédecine, etc., mais qui exige un réseau de relais plus dense que la 4G) ;
6) Un équipement de santé de premier recours (centre de santé de base, dispensaire, etc.);
7) Des équipements d'enseignement (une école et un collège) ;
8) Un équipement destiné à la femme rurale, de plus en plus engagée dans le travail agricole, et pour laquelle la crèche devient un recours obligé ;
9) Des équipements commerciaux (principalement un souk hebdomadaire) assurant l'approvisionnement de la population en biens de première nécessité ;
10) Des équipements Administratifs appropriés (bureau de *omda*, siège de commune ou d'arrondissement communal, service de sécurité, etc.) et des Services d'Accompagnement des populations pour l'accès aux innovations technologiques (téléphonie mobile, transfert d'argent, accès à l'information, etc.) de manière à évoluer vers une ruralité connectée.

La mise en œuvre de ce programme sera engagée par le lancement d'une procédure d'identification, de priorisation et de sélection des corridors et des infrastructures et équipements concernés. Elle suivra une démarche *bottom-up* impliquant les populations locales tant dans le choix des composantes à installer que des tracés et des localisations.

Des améliorations technologiques sont à introduire, encourager ou concevoir (dans le cadre de la Recherche-Développement) dans les différents domaines, y compris dans le domaine de l'habitat. A titre d'exemple : la perspective d'utilisation des matériaux locaux comme les boues de dévasement des barrages. Des projets de RD et des actions pilotes pourraient commencer dans les environs des barrages collinaires.

IV.5.2.5.Résultats attendus

Pour l'aménagement du territoire, trois résultats principaux sont attendus, à savoir :

- ❑ Le désenclavement du monde rural (en matière de transport et de télécommunications), la « ruralité connectée » devant être un fait réel ;
- ❑ La création d'axes structurants dans les zones rurales pouvant faciliter l'installation des autres équipements publics (centres de santé, écoles et collèges, commerces, etc.) et devant constituer le support physique des projets de développement ;
- ❑ L'affirmation d'une bonne lisibilité de l'espace rural, de manière à aider à l'élaboration des programmes et projets de développement et à l'identification des lieux appropriés pour leur réalisation.

Pour les stratégies de développement régional et celles relatives à la gestion des ressources naturelles, particulièrement la stratégie Eau 2050, les attentes sont les suivantes :

- ❑ L'amélioration de la desserte du monde rural et la réduction des écarts entre milieu urbain et milieu rural (particulièrement dans les régions à fortes densités rurales ou celles qui se distinguent par leur contribution aux ressources hydriques nationales) ;
- ❑ La réduction des coûts de mise en place et de fonctionnement des réseaux ;
- ❑ Une meilleure implication des institutions locales (dans la prise de décision et le financement et la gestion des infrastructures) avec en plus la mise en place d'espaces de gouvernance en corridors (bénéficiant des avantages de la coopération intercommunale et des actions de renforcement des capacités).

IV.5.2.6.La mise en œuvre du programme

La multiplicité des composantes du programme et leur diversité nécessitent une démarche de mise en œuvre adéquate qui soit suffisamment souple pour s'adapter aux spécificités de chaque composante et impliquer les opérateurs concernés, et évolutive pour accompagner l'avancement des réalisations et les changements de conjoncture.

Le schéma d'investissement ne pourra être arrêté qu'une fois les différents opérateurs identifiés et engagés.

Le schéma de financement impliquera de ce fait plusieurs opérateurs, chacun étant à mobiliser en fonction de son champ d'intervention, de son assise financière et de sa stratégie en matière de contribution aux projets de développement.

A ce titre, on pourrait citer :

- Les entités territoriales (surtout les communes et les gouvernorats) qui seront les concepteurs et financeurs principaux ;
- Les ministères, les établissements publics sectoriels et agences d'aménagement et de développement concernées ;
- Eventuellement les partenaires techniques et financiers (dans le cadre de la coopération bilatérale ou multilatérale).

Le **Plan d'action** pour la mise en œuvre du programme doit prévoir les étapes suivantes :

- ➢ 2023-2025 :
  - ✓ Etude de faisabilité du programme
  - ✓ Etude d'élaboration d'un programme pilote

- ✓ Le programme pilote pourrait porter sur un ou deux gouvernorats du Nord-Ouest et du Centre-Ouest (Le Kef, Siliana, Sidi Bouzid) où la dispersion du peuplement est forte.

➢ 2026-2030 :

- ✓ Mise en œuvre du programme pilote
- ✓ Etude d'élaboration du programme national (identification des corridors et élaboration du programme national)

➢ 2030-2040 :

- ✓ Etude d'élaboration des projets de la deuxième tranche
- ✓ Mise en œuvre de la deuxième tranche du programme

➢ 2040-2050 :

- ✓ Etude d'élaboration des projets de la troisième tranche
- ✓ Mise en œuvre de la troisième tranche du programme.

IV.5.3 Programme National de Développement Polarisé des Territoires Ruraux

IV.5.3.1.Objet

Le programme porte sur la promotion d'une nouvelle organisation spatiale du monde rural en territoires locaux polarisés par une armature villageoise hiérarchisée. Dans cette armature, des centres ruraux de niveau « supérieur » seront aménagés, équipés et dotés d'établissements publics et économiques conséquents pour rayonner sur les campagnes environnantes et agir comme des micro-pôles de développement.

IV.5.3.2.Objectifs

L'objectif général du programme est d'engager le monde rural dans une dynamique de développement multidimensionnel de manière à :

- Assurer une organisation fonctionnelle des espaces ruraux par la formation d'un niveau territorial local et la promotion de lieux structurants (micro-pôles et axes ruraux) ;
- Améliorer les conditions de fonctionnement de l'économie rurale de manière à permettre la viabilité des exploitations agricoles et des entreprises rurales ;
- Améliorer la lisibilité de l'espace rural et son attractivité pour les entreprises et autres acteurs de développement d'origine externe ;
- Favoriser la création de l'emploi, améliorer le revenu des populations locales et promouvoir le développement socioculturel et l'inclusion sociale de la population ;
- Assurer la rétention de la population rurale et la durabilité du peuplement ;
- Contribuer à une meilleure gouvernance des ressources naturelles et des affaires publiques locales.

Concernant les objectifs spécifiques relatifs à la gestion des ressources naturelles et particulièrement du système hydrique, et considérant la pluri-dimensionnalité du territoire, objet de toute politique d'aménagement, plusieurs objectifs de la Stratégie Eau 2050 sont concernés, notamment :

- Assurer l'accès équitable à l'eau potable ;
- Procéder à la mobilisation de ressources supplémentaires (entre autres pour la création de nouveaux périmètres irrigués dans certains territoires particuliers) et par la conduite de démarches intégrées (dans le cadre de plans d'aménagement et de développement intégrés de territoire-PADIT) englobant la conservation des eaux et des sols, la recharge des nappes, etc.) ;
- Réduire la pression sociale sur l'eau dans les territoires aux ressources surexploitées (comme le Nefzaoua, le Djerid, etc.) et ce par des projets de diversification et de valorisation des ressources locales (autres que les ressources hydriques comme l'eau verte, le tourisme alternatif, etc.) ;
- Assurer la satisfaction raisonnée des besoins en eau d'irrigation ;
- Contribuer à la réduction des pressions économiques sur les ressources naturelles et l'environnement (notamment dans les territoires subissant une forte demande industrielle ou touristique comme ceux de Gabès, Gafsa, Kasserine, Djerba, etc., théâtres de conflit entre agriculture et activités industrielles et de service) ;
- Permettre la viabilité éco-financière des organismes publics ;
- Assurer la gouvernance participative et le pilotage rationalisé du système hydrique.

IV.5.3.3.Appui Argumentaire de Justification

L'Etat a mené une politique de développement dédiée au milieu rural reposant sur la mise en œuvre de programmes ou de projets spécifiques (Programme de Développement Rural, Projets de Développement Rural Intégré, etc.).

En plus de l'installation d'équipements et d'infrastructures de base, ces programmes et projets comportent des actions orientées vers l'impulsion de l'économie rurale et le développement humain : création d'emploi, amélioration du revenu des ménages, aménagements de périmètres irrigués, appui à l'arboriculture et l'élevage, promotion de l'artisanat et des petits métiers, création de zones d'activités, etc.

Malgré l'amélioration de la desserte par les infrastructures et services de base (désenclavement, accès à l'eau potable et à l'électricité, meilleur accès aux services de services de santé et d'éducation), l'impulsion de l'économie rurale et l'amorce du changement social en milieu rural, les programmes et projets ont eu des effets inégaux.

Ils n'ont pas généré une croissance durable de l'économie rurale et n'ont pas réduit l'ampleur des inégalités territoriales (surtout entre milieu rural et milieu urbain), ni la poursuite de l'exode rural vers les villes (ce dernier s'est accentué d'ailleurs durant la dernière décennie).

Parmi les facteurs en cause : la faible intégration territoriale des projets dont l'élaboration et la planification n'ont pas pris en compte la dimension spatiale du développement (choix des lieux et des territoires pertinents, prise en compte des modalités de diffusion spatiale des changements, etc.).

L'une des causes principales de l'insuffisance des résultats est liée au fait que les actions menées ne sont pas localisées nécessairement dans les lieux où elles peuvent être le plus facilement réalisées et où elles peuvent avoir le maximum d'effets.

En effet, dans un premier temps (surtout pendant les années soixante-dix), les projets engagés ont été conduits soit dans les centres principaux (érigés en Communes) soit selon une logique de saupoudrage en affectant un projet dans chaque territoire (Délégation ou Secteur) sans tenir compte du nécessaire accompagnement par des actions complémentaires.

Dans un deuxième temps (avec le lancement des Projets de Développement Rural Intégré (PDRI)), les projets ont été conçus selon une logique d'intégration intersectorielle et de complémentarité en portant sur une Délégation, un Secteur ou un ensemble de Secteurs, mais le mode d'organisation du territoire rural n'est pas pris en considération.

Les périmètres des projets ont été appréhendés comme des espaces homogènes, dont les différents lieux sont semblables et offrent les mêmes conditions de localisation et de réussite des projets, ce qui est loin d'être le cas.

Ceci a posé problème, surtout dans les régions caractérisées par le grand nombre de localités rurales non dotées de fonctions économiques ou tertiaires caractéristiques (le cas du gouvernorat de Mahdia où 143 agglomérations rurales de moins de 1000 habitants ont été recensées en 1994).

De ce fait, assurer l'efficacité des projets de développement rural et leur durabilité passe par une meilleure prise en compte de l'effet territorial, notamment par le renforcement de l'armature rurale et la création de micro-pôles de développement (équipements, rôles, centralité, etc.).

Il s'agit de passer d'une démarche de projets de développement rural (à dominante agricole) à une démarche de projets de développement territorial (ou de développement local) conçus pour des *territoires de projet*, correspondant à des unités spatiales maximisant les synergies entre les différentes dimensions et prenant en compte les spécificités des lieux formant le territoire.

En effet, un périmètre irrigué ou une zone d'activités ne peuvent donner les résultats escomptés que s'ils sont aménagés près d'une agglomération rurale importante et dans des lieux bien desservis et offrant un minimum de services sociaux et de services économiques (souk, station de transport, aires de stockage, chambres froides, etc.).

IV.5.3.4.Les Composantes du Programme

L'élaboration et la mise en œuvre du programme national de développement polarisé des territoires ruraux seront effectuées dans le cadre d'une vision territoriale intégrée qui, parallèlement à la communalisation intégrale du territoire, implique des projets et des actions à réaliser à la fois dans les *« **territoires de projet** » et l*es ***micro-pôles*** sélectionnés autour desquels ces territoires vont constituer les zones d'influence.

La dynamique sera engagée par la restructuration du territoire. Les 1091 secteurs ruraux à peuplement non communal (à la date du recensement de 2014) seront réunis en territoires de projets à raison de 3 secteurs par territoire en moyenne, ce qui donne 364 territoires.

Ces territoires définissent les périmètres de PADIT (Plans d'Aménagement et de Développement Intégré de Territoire). Ils seront **les premiers jalons de la généralisation du fait communal** mentionnée dans l'article 2 du Code des collectivités locales du 9 mai 2018. Un projet de développement sera engagé dans le territoire en question et devra favoriser l'émergence d'un centre rural en micro-pôle de développement.

Les projets seront réalisés selon une logique intégrative orientée vers :

- ❑ La consolidation de l'économie agricole, particulièrement dans les territoires fragilisés par les pressions de l'illicite (Nefzaoua, Djerid, etc.) ;

- ❑ Le développement des activités non agricoles ;
- ❑ La durabilité de l'environnement et de la gestion des ressources naturelles (dont l'eau) ;
- ❑ Le développement social dans toutes ses dimensions (capacités des acteurs locaux, liens avec les populations urbaines, implication de la diaspora, sauvegarde et valorisation du patrimoine, etc.) ;
- ❑ La gouvernance de la gestion des affaires locales (par la généralisation du statut communal et un rôle accru aux communes, coopératives, GDA, etc.).

Plusieurs types d'instruments seront mobilisés dont :

- ✓ Des instruments incitatifs destinés aux exploitants agricoles et aux autres acteurs économiques en milieu rural et portant sur des améliorations relatives aux facteurs de production tels que les intrants, la main d'œuvre, le marché, le transport, le financement, la fiscalité, le savoir-faire, etc. ;
- ✓ Des instruments incitatifs relatifs au volet social (développement humain, formation des capacités locales, etc.) et au volet environnemental (protection des ressources, lutte contre le changement climatique, etc.).

Les projets sont à concevoir en ciblant des territoires pour lesquels les **plans d'aménagement et de développement intégré des territoires**, ou **PADIT**, seront l'instrument de planification spatiale. Les PADIT pourraient cibler les composantes structurantes du territoire rural, à savoir les micro-pôles et leur zone d'influence.

IV.5.3.5.Les composantes destinées aux micro-pôles de développement rural

Une fois identifiés et caractérisés (que ce soit comme pôles uniques ou pôles associés), les centres ruraux à promouvoir vont bénéficier d'actions permettant de conforter leur rôle dans le territoire local et produisant surtout des retombées positives sur les différents lieux du territoire ou au moins sur une partie.

Parmi les composantes et actions à réaliser dans les centres :

- ✓ Des opérations d'urbanisme appropriées (un « centre commercial », un ou plusieurs quartiers résidentiels aménagés et équipés, etc.) ;
- ✓ Des infrastructures urbaines de base (assainissement, voirie, etc.) ;
- ✓ Des infrastructures à vocation économique : une station de transport, des zones d'activités (zone artisanale ou industrielle, zone touristique, etc.) ;
- ✓ Des établissements économiques : un centre de formation professionnelle, un bureau de poste, une agence de banque, de caisse de crédit et d'assurance, un souk aménagé ;
- ✓ Des équipements sociaux de portée locale (centre de santé de base, collège ou lycée)
- ✓ Des équipements administratifs (siège municipal ou d'arrondissement, bureau de *imada*, poste de sécurité publique, etc.) ;
- ✓ Des équipements socioculturels (maison de jeunes, maison de la culture, etc.);
- ✓ Des incitations au financement à destination des artisans et commerçants locaux,
- ✓ Un accompagnement des différentes franges de la population par des conseillers et formateurs pour l'accès aux innovations technologiques en cours tant dans les secteurs d'activités concernés que dans la vie quotidienne (téléphonie mobile, transfert d'argent, etc.).

IV.5.3.6.Les projets à réaliser dans les « Territoires de Projets »

Des actions spécifiques destinées à établir des liens fonctionnels avec les micro-pôles et à bénéficier des effets positifs des projets réalisés dans ces derniers, tout en contribuant au développement des populations et de l'économie locale et à la durabilité des ressources locales et de l'environnement naturel.

Ainsi et à titre d'exemple, un « projet de développement » pourrait inclure les composantes suivantes :

- Des actions d'aménagement et d'entretien de périmètres de petite ou moyenne hydraulique (aménagement de petits périmètres irrigués, aménagement de lacs collinaires, construction de citernes « *majel* », réalisation de puits et sondages, etc.) ;
- Des projets de conservation des eaux et du sol (réalisation d'ouvrages de retenue d'eaux et de sols dans les zones de relief, aménagement de terrasses destinées aux cultures, plantation d'arbres et d'arbustes de fixation des terres sur les ouvrages de retenue et les limites de terrasses,
- Des actions ciblant les agriculteurs : formation et encadrement, équipement des exploitations (aménagement de pistes et sentiers, de petits bassins, plans d'eau saisonniers, abreuvoirs, etc.), financement, etc. ;
- Des actions ciblant les petits centres ruraux et les douars situés dans la zone d'influence des micro-pôles (dont des actions d'amélioration de l'habitat par les matériaux locaux, comme les boues de dévasement des barrages).

La mise en œuvre du programme se fera de manière progressive en commençant par l'élaboration et la mise en œuvre d'un programme pilote qui sera suivie de l'élaboration du programme national et sa mise en œuvre.

IV.5.3.7.Résultats attendus

En assurant une bonne lisibilité du monde rural et la convergence de l'effort public, la mise en œuvre du programme produira les effets suivants :

- La généralisation du fait communal dans la totalité du territoire national et l'affirmation des communes comme acteurs de développement ;
- L'installation de nouveaux équipements (hôpital local, lycée, centre de formation professionnelle, etc.) dont le fonctionnement est conditionné par la proximité d'autres services et par la centralité routière ;
- L'attraction de nouvelles entreprises par la disponibilité du foncier, des infrastructures et des équipements et un bon accès à l'intérieur du territoire (pour le transport du personnel) et les matières premières et à l'extérieur (pour l'écoulement de la production) ;
- L'accompagnement des projets de développement engagés dans les territoires concernés dont les projets agricoles (surtout les petits périmètres dispersés);
- La rétention de la population et la réduction de l'exode rural.

IV.5.3.8.Mise en œuvre du programme

La multiplicité des composantes du programme et leur diversité nécessite une démarche de mise en œuvre adéquate qui soit suffisamment souple, pour s'adapter aux spécificités de chaque composante et impliquer les opérateurs concernés, et évolutive, pour accompagner l'avancement des réalisations et les changements de conjoncture.

Le schéma de financement impliquera de ce fait bon nombre d'opérateurs, chacun étant à mobiliser en fonction de son champ d'intervention, de son assise financière et de sa stratégie en matière de contribution aux projets de développement.

A ce titre, on pourrait citer principalement :

- Les institutions territoriales (particulièrement les conseils régionaux et les communes, conseils de gouvernorat, conseils de district, etc.) ;
- Les ministères, établissements publics sectoriels et agences d'aménagement et de développement ;
- Les partenaires techniques et financiers (dans le cadre de la coopération bilatérale ou multilatérale) ;
- Les organisations non gouvernementales nationales ou internationales.

Le plan d'action pour la mise en œuvre du programme prévoit les étapes suivantes :

- 2023-2025 :Etude d'élaboration d'un programme pilote
- 2026-2030 : Mise en œuvre du programme pilote

  Etude d'élaboration du programme national
- 2030-2040 : Mise en œuvre de la première tranche du programme national
- 2040-2050 :Mise en œuvre de la deuxième tranche du programme national.

Tableau 146 : Mise en œuvre du Programme National de Développement Polarisé des Territoires Ruraux

Plan	Action	Nombre de projets	Budget unitaire estimatif (milliers de dinars)	Budget total (milliers de dinars)
2023-2025	Elaboration du programme national	1	3000	3000
	Etude de projets pilotes (gouvernorats de Siliana, Mahdia, Kébili)	9	100	900
2026-2030	Mise en œuvre de la tranche des projets pilotes	9	30 000	270 000
	Etude de la deuxième tranche de projets	177	100	17 700
2031-2040	Mise en œuvre de la deuxième tranche de projets	177	30 000	5 310 000
	Etude de la troisième tranche de projets	178	100	17 800
2041-2050	Mise en œuvre de la troisième tranche de projets	178	30 000	5 340 000
Total				**10 959 400**

Le coût moyen des projets ayant servi de base à l'estimation financière du Plan d'action « Eaux et Territoires » est de 30 millions de dinars, obtenu sur la base d'une actualisation du coût moyen d'un projet PDRI de la 2e génération (3 millions de dinars en 1994) à un taux annuel de 6% : ce qui aboutit à 15 millions de dinars à investir dans le « territoire de projet » ; le coût global est obtenu en tenant compte des actions destinées au « micro-pôle » (qui constitue la spécificité du programme proposé), dont le coût serait égal au coût destiné au reste du territoire de projet.

IV.5.4 Programme National des Corridors de Développement Régional

IV.5.4.1.Objet

Le programme porte sur la création ou la promotion de corridors de développement dans les régions de l'ouest et du sud. Ces corridors vont émerger le long des axes d'infrastructures majeurs partant d'une métropole littorale et/ou reliant d'autres pôles ou bassins d'activités situés à l'intérieur.

Ce type d'aménagement est déjà lancé par des études engagées par le Ministère de l'Equipement (Corridors de la RN 15 : Gabès-Tozeur et de la RN 15 : Gabès-Kasserine) et avec l'appui des partenaires techniques et financiers de la Tunisie (Corridor de la RN13 : Sfax-Kasserine).

IV.5.4.2.Objectifs

Le programme répond à des objectifs généraux d'aménagement du territoire et à des objectifs spécifiques relatifs à la gestion des ressources naturelles et particulièrement du système hydrique.

Concernant les objectifs d'aménagement du territoire, il s'agit des éléments suivants :

- La diffusion, le long des axes de communication, des dynamiques d'innovation et de croissance générées par les pôles mais n'ayant pu s'étendre en dehors de ces derniers, faute d'infrastructures et de conditions favorables à la compétitivité et d'attractivité dans les régions et par absence d'une vie de relation et de canaux permettant la diffusion des innovations technologiques ou commerciales ;
- La création des conditions du développement territorial dans les régions de l'ouest et du sud et la valorisation de leurs ressources ;
- L'amélioration de l'attractivité des opérateurs économiques et des grands projets dans les régions de formation des corridors ;
- La sauvegarde des écosystèmes, notamment des zones d'intérêt environnemental (zones humides, zones forestières, etc.).

Concernant les objectifs spécifiques relatifs à la gestion du système hydrique, et considérant la pluridimensionnalité du territoire, objet de toute politique d'aménagement, plusieurs objectifs stratégiques d'Eau 2050 sont concernés, notamment :

- La réduction de l'empreinte eau des activités économiques par la diffusion des usages efficients des ressources en eau destinées aux activités économiques, sachant que ces usages correspondent à des innovations et que leur diffusion sera facilitée par le développement des relations le long des corridors ;
- La réduction de la pression socioéconomique sur les ressources en eau (particulièrement les ressources locales non renouvelables) par la diversification des activités et l'offre d'alternatives non basées sur un usage excessif de l'eau ;
- La résolution des problèmes environnementaux dans les territoires non métropolitains affectés par le conflit agriculture-industries et services (Gabès, Gafsa, Kasserine, Djerba)
- La gestion des extrêmes et la réduction des risques, sachant que les corridors, qui traversent souvent des zones soumises aux risques d'inondations et affectées par le changement climatique, pourraient se prêter aux transferts d'appoint entre territoires, à la régularisation de l'approvisionnement et même à l'amélioration de la qualité de l'eau ;
- La gouvernance participative et le pilotage rationalisé du système hydrique, à améliorer par la promotion d'une solidarité entre bassins et entre territoires.

IV.5.4.3.Appui Argumentaire de Justification

Les politiques engagées par l'Etat tunisien depuis les années soixante-dix n'ont pas donné naissance à un espace économique structuré.

Le modèle des pôles qui a prévalu dans les stratégies engagées n'a pas abouti. Les quelques pôles et zones de croissance lancés (pôle agro-industriel de Béja, pôle de Kasserine, pôle industriel de Gabès, pôle de Gafsa, pôle touristique Djerba-Zarzis, zones oasiennes du Djerid et du Nefzaoua, etc.) se sont avérés d'une compétitivité limitée (leurs opérateurs économiques devenant même incapables de supporter l'évolution des coûts des facteurs). Ils n'ont pas évolué en pôles de développement régional, leurs effets

positifs étant limités à leur voisinage immédiat. Ces pôles sont même devenus des sources de contraintes environnementales et économiques, fonctionnant parfois comme des facteurs de blocage de la croissance.

Le résultat est l'organisation du territoire tunisien selon un modèle de gradients autour des métropoles littorales. En dehors de ces dernières, des pôles mis en place et de leur voisinage immédiat, les processus de croissance n'ont pu trouver les conditions nécessaires à la diffusion dans les territoires de l'Intérieur.

Les corridors constituent une alternative. En offrant les infrastructures et les sites aménagés, ils attirent les entreprises et les populations, favorisent la diffusion spatiale des innovations technologiques, économiques et sociales émanant des pôles, multiplient les effets d'entraînement des pôles et permettent le développement des régions de l'Intérieur.

Par ailleurs, ces corridors vont devenir des lieux de concentration de la demande de ressources, dont les ressources en eau (le cas du corridor Sfax-Kasserine dans lequel il y a 50 000 ha de périmètres irrigués, soit 12.5% de la superficie totale en Tunisie). Les économies d'échelle et les économies d'agglomération y sont possibles. Le résultat sera l'amélioration des conditions de la desserte et de la gestion des infrastructures et même la facilité et la faisabilité de l'interconnexion des réseaux régionaux et de la régularité de l'approvisionnement.

IV.5.4.4.Composantes du Programme

Le programme porte sur des actions directes et indirectes, principalement les suivantes :

- La mise en place de nouvelles infrastructures de transport ou la réhabilitation et la modernisation de celles existantes : modernisation des routes, réhabilitation des lignes ferroviaires désaffectées, etc.) ainsi que la réalisation de branchements vers des terroirs voisins ou proches ;
- La mise en place des infrastructures d'alimentation en eau et en électricité adaptées à la configuration du corridor ;
- Le développement des infrastructures de télécommunication, dont la 5G, et l'accompagnement des ruraux (dans les périmètres irrigués et ailleurs) pour une utilisation efficiente des innovations technologiques en cours et l'évolution vers une ruralité connectée ;
- La mise en place des infrastructures logistiques qui vont accompagner la croissance des activités existantes ou le lancement de nouvelles : ports secs, terminaux, plateformes logistiques, entrepôts, silos, etc. ;
- Le développement des bassins agricoles et des terroirs traversés ou adjacents tout en favorisant le découplage agriculture/irrigation : lancement de projets de création ou de consolidation de périmètres irrigués, des projets de développement de l'agriculture pluviale, etc. ;
- La mise en place d'un foncier économique attractif pour l'industrie et les autres secteurs : aménagement de nouvelles zones d'activités, réhabilitation, modernisation et extension des zones existantes ;
- L'incitation à l'installation de nouvelles activités et entreprises le long du corridor : mise en place d'un nouveau système d'incitations administratives, fiscales, financières, sociales, etc., reposant sur un nouveau zoning reposant sur le niveau local et accordant les incitations aux communes et délégations situées le long des corridors ;
- Le développement urbain et rural des territoires traversés : mise en place d'équipements et de services, conduite d'opérations d'urbanisme ;
- La promotion d'une nouvelle forme de gouvernance territoriale à l'échelle du corridor adaptée à ses particularités et brassant un périmètre formé de plusieurs entités administratives ou territoires (surtout dans le cas où la continuité du corridor est rompue dans l'une des entités administratives traversées). Une des possibilités : la création de structures appropriées en accord avec les articles 282 et 283 de la loi organique des collectivités locales de 2018 (unité mixte de coopération intercommunale, agence d'aménagement, groupement de service, etc.).

IV.5.4.5.Aménagement de Corridors

Une dizaine de corridors sont à promouvoir, six de direction Est-ouest, deux en diagonales (à partir de Tunis et Gabès) et trois régionaux.

- ❖ Les Six Corridors Est-Ouest :
  - ✓ Tunis-Ghardimaou ;
  - ✓ Sousse-Kasserine ;

- ✓ Sfax-Kasserine ;
- ✓ Sfax-Gafsa ;
- ✓ Gabès-Tozeur ;
- ✓ Zarzis-Tataouine ;

❖ Les Deux Corridors Diagonaux :

- ✓ Tunis-Gafsa ;
- ✓ Gabès-Kasserine-Le Kef ;

❖ Les Cinq Corridors régionaux :

- ✓ Nord-Ouest (Béja-Jendouba-Le Kef-Siliana)
- ✓ Jerid (Tozeur, Rejim Maatoug, Kébili, Souk Lahad, Degache)
- ✓ Sud-Est (Zarzis, Tataouine-Matmata-Gabès).

IV.5.4.6.Cas Spécifique du Corridor Sfax-Kasserine

➢ **Caractérisation spatiale** : une succession de plaines et de bassins reliés par la RN 13 sur 200 km :

- ✓ La plaine de Sfax ;
- ✓ La plaine de Menzel Chaker ;
- ✓ Le bassin de Cherarda-Ouled Haffouz ;
- ✓ La plaine de Saïda-Regueb ;
- ✓ Le bassin de Sidi Bouzid ;
- ✓ Le bassin de Souk Jedid- Hichria ;
- ✓ Le bassin de Jelma ;
- ✓ La plaine de Sbeitla ;
- ✓ La plaine de Kasserine.

➢ **Potentiel hydro-agricole** : Dans les délégations correspondant à ces plaines et bassins, les périmètres irrigués s'étendent sur 50000 ha environ soit 12.5% de la superficie des périmètres publics en Tunisie.

➢ **Aspects sociodémographiques** : La population était de 1.133.184 habitants en 2014, dont 538459 en dehors de Sfax. Le taux d'urbanisation de 34%. Dix villes situées à moins de 15 km de la RN 13, dont seulement quatre comptent plus de 20000 h.

➢ **Le projet de développement du corridor :** répond à plusieurs objectifs de la stratégie Eau 2050, à travers notamment les composantes hydriques suivants :

- ✓ La mise en place de nouvelles infrastructures de transport ou la réhabilitation et la modernisation de celles existantes (modernisation des routes, réhabilitation des lignes ferroviaires désaffectées, etc.) ainsi que la réalisation de branchements vers des terroirs voisins ou proches ;
- ✓ La mise en place des infrastructures logistiques (silos de céréales, entrepôts, ports secs, terminaux, plateformes logistiques, etc.) qui vont accompagner la croissance des activités existantes ou le lancement de nouvelles ;
- ✓ Le développement des bassins agricoles et des terroirs traversés ou proches, et dans certains cas la création ou la consolidation de périmètres irrigués ;
- ✓ Le développement rural des territoires traversés par la mise en place d'équipements et de services ;
- ✓ L'aménagement de nouvelles zones d'activités, ainsi que la réhabilitation, la modernisation et l'extension des zones existantes ;
- ✓ L'incitation à l'installation de nouvelles activités et entreprises le long du corridor par un système d'incitations administratives, fiscales, financières, sociales, etc., reposant sur un nouveau zoning ;

La promotion d'une nouvelle forme de gouvernance territoriale adaptée aux particularités du corridor et permettant de traiter la rupture marquée au niveau de la délégation de Menzel Chaker encore marquée par la prédominance d'un peuplement rural dispersé et une économie oléicole extensive.

IV.5.4.7.Résultats attendus

La réalisation du programme national des corridors de développement devra aboutir à la structuration du territoire tunisien par un système de pôles et de corridors dynamiques, fonctionnant comme des lieux de concentration de compétences humaines et de compétitivité et comme un espace de gestion durable des ressources et de l'environnement assurée par une gouvernance commune et partagée.

La faisabilité des projets de pôles intérieurs et leurs effets d'entraînement seront améliorés. Les régions intérieures disposeront de lieux attractifs et dynamiques (où les opérateurs économiques gagneront en compétitivité et seront en mesure de supporter l'évolution des coûts des facteurs) et où les disparités territoriales entre régions littorales et régions intérieures seront réduites.

Dans la perspective de la stratégie Eau 2050, les attentes sont les suivantes :

- ❖ La diffusion, à travers le territoire tunisien et particulièrement dans les régions de l'intérieur, d'espaces dynamiques où les entreprises sont compétitives et le revenu des populations amélioré, ce qui permet de supporter le coût de production et de distribution de l'eau et de faciliter la diffusion des technologies et des usages efficients de l'eau ;
- ❖ La réduction de la pression socio-économique sur les ressources en eau suite à la diversification des activités économiques dans les zones traversées par les corridors ;
- ❖ La réduction des pressions sur l'eau dans les régions métropolitaines concernées par le redéploiement des activités vers les nouvelles localisations développées le long des corridors.

IV.5.4.8.Mise en œuvre du programme

La multiplicité des composantes du programme et leur diversité nécessite une démarche de mise en œuvre adéquate qui soit suffisamment souple, pour s'adapter aux spécificités de chaque corridor et chaque composante et impliquer les opérateurs concernés, et évolutive pour accompagner l'avancement des réalisations et les changements liés à la conjoncture.

La mise en œuvre du programme sera progressive en prenant en considération les phases d'évolution d'un corridor, à savoir :

- ➢ La phase de mise en place du corridor de transport et de logistique : modernisation des axes de communication, création de nouvelles infrastructures de transport, aménagement de gares, de plateformes logistiques : institution d'une aire de gouvernance partagée, etc. ;
- ➢ La phase du développement économique et d'échanges : modernisation des périmètres irrigués existants, aménagement de nouveaux périmètres irrigués et de zones d'activités, diffusion de nouvelles technologies (dont l'irrigation intelligente) installation d'industries et autres établissements non agricoles, etc. ;
- ➢ La phase d'affirmation du corridor urbain en tant qu'espace accompli : gestion du bassin d'emploi, amélioration de l'environnement et du cadre de vie, promotion d'un paysage spécifique pour le corridor, ses villes et ses territoires, etc.

IV.5.4.9.Le schéma de financement

Le financement impliquera bon nombre d'opérateurs, chacun étant à mobiliser en fonction de son champ d'intervention, de son assise financière et de sa stratégie en matière de contribution aux projets de développement.

A ce titre, on pourrait citer principalement :

- ✓ Les ministères, établissements publics sectoriels et agences d'aménagement et de développement ;
- ✓ Les partenaires techniques et financiers (dans le cadre de la coopération bilatérale ou multilatérale, surtout pour les corridors à vocation maghrébine et africaine) ;
- ✓ Les institutions territoriales (surtout les conseils de district et les conseils de gouvernorat), chacun selon son domaine de compétence (par exemple l'aménagement urbain pour les communes) ;
- ✓ Les organisations non gouvernementales nationales ou internationales ;

- ✓ Le secteur privé pour lequel un système d'incitations sera mis en place.

IV.5.4.10.Le Plan d'action Spécifique aux Corridors

Le plan d'action pour la mise en œuvre du programme prévoit les étapes suivantes :

- ➢ 2023-2025 :Etude de faisabilité du programme

  Etude d'élaboration d'une tranche de projets pilotes
- ➢ 2026-2030 : Mise en œuvre des projets pilotes

  Etude d'élaboration du programme national
- ➢ 2030-2040 : Mise en œuvre de la deuxième tranche du programme national
- ➢ 2040-2050 :Mise en œuvre de la troisième tranche du programme national

IV.5.5 Programme de Restructuration et de Reconversion des Régions Métropolitaines et des Territoires Congestionnés

IV.5.5.1. Objet

Le programme constitue un ensemble de projets, d'actions et de mesures destinés à initier un changement dans la composition, l'organisation spatiale et le fonctionnement des régions métropolitaines et de certains territoires congestionnés.

Le changement permettra de réduire les blocages et l'état de congestion auxquels ces régions sont arrivées, d'améliorer leurs performances et leur compétitivité par rapport aux régions similaires et de promouvoir leur rôle dans le développement du territoire national et celui des différentes régions. Il devra aboutir à une nouvelle organisation spatiale des régions métropolitaines, chacune devant être organisée en sous-régions différenciées et complémentaires, animées par des systèmes de villes locaux solidaires et fonctionnant en harmonie avec les principes de durabilité de l'environnement et des ressources naturelles (notamment les ressources en eau).

IV.5.5.2. Objectifs du programme

Le programme répond à des objectifs généraux d'aménagement du territoire et à des objectifs spécifiques relatifs à la gestion des ressources naturelles et particulièrement à la gestion du système hydrique.

Les objectifs de l'aménagement du territoire sont les suivants :

- La restructuration de chaque région métropolitaine en accordant à ses territoires constitutifs un rôle et un poids appréciables et en favorisant leur transition en territoires d'appui de la métropole ;
- L'amélioration de la compétitivité des régions en question et de leurs entreprises et de la capacité à suivre les dynamiques enregistrées dans les régions concurrentes, à procéder aux aménagements requis par l'évolution et à en supporter le coût ;
- Le découplage Eau-activité économique par l'impulsion des reconversions fonctionnelles dans les espaces périurbains et ruraux en vue de réduire les pressions économiques sur les ressources naturelles ;
- La contribution à une gestion durable des espaces métropolitains et à la sauvegarde des écosystèmes, notamment des zones d'intérêt environnemental (zones humides) ;
- La résolution des problèmes environnementaux dans les territoires non métropolitains affectés par le conflit agriculture-industries et services (Gabès, Gafsa, Kasserine, Djerba).

Concernant les objectifs spécifiques relatifs à la gestion du système hydrique, et considérant la pluridimensionnalité du territoire, objet de toute politique d'aménagement, la plupart des objectifs stratégiques d'Eau 2050 sont concernés, notamment les suivants :

- La satisfaction de la demande d'eau potable, sachant que les régions métropolitaines garderont une croissance démographique soutenue et un poids économique majeur ;
- L'accès social à l'eau potable, considérant les insuffisances de la desserte dans certaines zones rurales (gouvernorats de Zaghouan, Bizerte et Nabeul) et la faiblesse des revenus des ménages dans les très nombreux quartiers populaires urbains (à l'intérieur des centres métropolitains ou dans les banlieues) ;
- La réduction de l'empreinte eau des activités économiques et de la population par la promotion d'usages efficients des ressources (dont l'irrigation intelligente) et la satisfaction raisonnée des besoins en eau d'irrigation, en vue de maîtriser l'extension des périmètres irrigués, démesurée par rapport aux ressources, sachant que les régions métropolitaines comptent 27.8% de la superficie des périmètres irrigués du pays ;
- La maîtrise de la qualité de l'eau et la régularité de l'approvisionnement, sachant que de nombreuses régions métropolitaines subissent de plus en plus la dégradation de la qualité et la multiplication des coupures ;
- La mitigation de l'effet du changement climatique, sachant que les régions métropolitaines sont littorales et seront soumises aux risques liés à l'élévation du niveau de la mer et à la salinisation des nappes ;
- La gestion des extrêmes et la réduction des risques d'inondations, surtout que ces derniers sont accentués par l'extension désordonnée des zones urbanisées ;

- La gouvernance participative et le pilotage rationalisé du système hydrique.

IV.5.5.3.Appui Argumentaire de Justification

L'évolution du territoire tunisien depuis les années soixante-dix s'est traduite par l'émergence de deux ensembles régionaux métropolitains qui, malgré la compétitivité améliorée de leurs fonctions et activités économiques, font face à des problèmes de congestion croissants : lenteur des flux, dégradation des infrastructures et des équipements, conflits de voisinage, augmentation des coûts, etc., soit autant de facteurs menaçant la compétitivité des activités par rapport aux régions concurrentes étrangères.

Malgré les aménagements récemment réalisés ou lancés dans le Nord-Est (technopole de Bizerte, pont fixe de Bizerte, RFR de Tunis, nouveaux projets agricoles et industriels dans la zone ouest de Tunis, etc.) ou dans le Centre-Est (complexe aéroportuaire et portuaire d'Enfidha, technopole de Monastir, projet de Taparura à Sfax, etc.), les manifestations de la congestion se multiplient et risquent de perdurer.

L'analyse des projets réalisés et de leurs impacts met en cause les modèles d'aménagement qui ont prévalu et qui ont suivi les dynamiques tendancielles marquées par une trop forte polarisation des espaces régionaux par les centres métropolitains et le long des corridors auxquels ils ont donné naissance.

Cette structuration en pôles et en corridors qui a prévalu et qui marqué les projets d'aménagement (y compris les grands périmètres irrigués publics installés en majorité selon le long des corridors prolongeant les pôles) a réduit les possibilités de desserrement et freiné l'émergence de sous-régions assurant l'appui nécessaire et offrant des possibilités de redéploiement aux activités congestionnées des métropoles. Elle a accentué les pressions sur les ressources et multiplié les nuisances.

La mise en œuvre de programmes de structuration et de reconversion des régions métropolitaines permettra la transition vers un modèle structuré en « sous-régions », où la gestion sera rendue plus aisée tant pour ce qui est de la mobilité des facteurs (attraction des partenaires et des clients, transport du personnel, acheminement des intrants dont l'eau) que pour le traitement et du recyclage des rejets (eaux usées, déchets solides, etc.).

Un tel modèle d'organisation sera favorable à la sauvegarde des espaces ruraux et ceux d'intérêt environnemental. Les zones d'activités seront moins nombreuses mais plus grandes, mieux équipées et produiront moins de rejets. L'agriculture et les autres activités économiques (industries, tourisme, etc.) seront en mesure de payer une eau plus chère. L'aménagement du territoire va y contribuer en favorisant une amélioration de la productivité, à la fois en aidant à la réduction des coûts des intrants et en améliorant la valorisation de la production. Parmi ses domaines d'intervention : l'affectation des terres, les transports (fluidité et organisation du transport ouvrier, etc.), les équipements économiques (notamment la formation professionnelle), l'infrastructure commerciale (relance du mouvement coopératif), le développement des TIC, etc.

Avec ce programme de « recomposition et restructuration du territoire », les régions métropolitaines seront organisées sur de nouvelles bases, en donnant à chaque lieu une vocation qui soit en harmonie avec l'environnement et compatible avec les objectifs de durabilité des ressources.

IV.5.5.4.Composantes du programme

Les ensembles du Nord-Est et du Centre-Est formés de trois régions métropolitaines distinctes (Régions de Tunis, du Sahel et de Sfax) seront organisés, chacun, en aires métropolitaines et en espaces péri-métropolitains qui feront l'objet d'aménagements adéquats.

58 Projets à engager dans les aires métropolitaines

Structurées en systèmes unipolaires (autour de Tunis et Sfax) ou en réseau de villes (dans le cas du Sahel), ces aires seront concernées principalement par les aménagements suivants :

- La mise en place d'infrastructures de qualité métropolitaine : des systèmes rapides de transport régional dans les trois entités, des systèmes d'approvisionnement en eau et d'assainissement adéquats et réguliers (dessalement de l'eau de mer, interconnexion des réseaux d'eau potable, traitement tertiaire des eaux usées, etc.) ;
- Des projets de pôles économiques urbains : création de quartiers d'affaires (ou CBD), de pôles technologiques de nouvelle génération (combinant zones d'activités et zones résidentielles aisées et pour classe moyenne), de quartiers touristiques centraux, etc. ;
- Une révision des documents de planification urbaine et des règlements d'urbanisme en faveur de la densification de l'habitat, l'encouragement des types économes en eau et du logement doté de citernes, etc.) ;

- Des projets de « politique de la ville » orientés vers :
  - ✓ L'inclusion socioéconomique et la réduction des disparités territoriales dans les aires métropolitaines : projets de rénovation ou réhabilitation des quartiers centraux et des quartiers populaires périurbains ;
  - ✓ Ou le développement urbain des villes de la couronne par l'aménagement d'un cadre résidentiel de qualité (à Ras Jebel, Bizerte, Menzel Bourguiba, Mateur, Mjez El Bab, El Fahs, Zaghouan, Hammamet et Nabeul, autour de Tunis)
- Des projets de réhabilitation des espaces dégradés et des espaces naturels et à vocation régionale : recharge des nappes, alimentation des zones humides, réhabilitation des parcs forestiers nationaux ou régionaux, etc.) ;
- La mise en place d'un système de gouvernance métropolitaine combinant :
  - ✓ Création d'agences de développement métropolitain ;
  - ✓ Redécoupage territorial avec définition d'un périmètre métropolitain et ;
  - ✓ Création d'instances de gouvernance métropolitaine dotées d'attributions et d'instruments appropriés en matière de planification et de gestion (dont un schéma directeur métropolitain pour chacune des trois aires).

59 Projets à engager dans les espaces péri-métropolitains et ruraux

Dans ces espaces, la reconversion en systèmes productifs durables et de gestion des ressources naturelles sera une orientation majeure.

Parmi les actions attendues :

- Réutiliser les eaux usées traitées dans de nouveaux périmètres à aménager et à doter en infrastructures d'accompagnement et d'encadrement adéquates ;
- Circonscrire les périmètres irrigués aux espaces réunissant des facteurs de compétitivité. Ils feront l'objet de projets de modernisation et de consolidation.
- Procéder au découplage Irrigation-production agricole et engager des projets de relance des systèmes de cultures pluviales ;
- Engager la reconversion agricole par l'introduction de nouvelles vocations agricoles et non agricoles par des projets dédiés (agriculture urbaine, cultures hors sol, cultures florales, tourisme rural, etc.) ;
- Engager des actions de conservation, de revalorisation voire même d'extension des espaces naturels, particulièrement les zones humides qui couvrent une bonne partie des régions concernées. Leur équilibre sera retrouvé par la restitution des eaux de ruissellement dont ils bénéficiaient auparavant.
- Créer de nouveaux pôles urbains, voire des villes nouvelles, pour la promotion de nouvelles centralités urbaines et limiter la concentration des pressions humaines et économiques sur un nombre réduit de lieux.

IV.5.5.5.Résultats attendus

La mise en œuvre du programme devra aboutir aux résultats suivants :

- ❖ Les régions métropolitaines sont restructurées en sous-régions organisées, fonctionnelles et résilientes par rapport aux changements globaux, où les opérateurs économiques trouveront un cadre favorable à la compétitivité ;
- ❖ Des reconversions fonctionnelles sont effectuées dans les différentes sous-régions ;
- ❖ Les pressions sociales sur l'espace urbain et sur les ressources naturelles (habitat spontané, demande en eau, etc.) sont réduites ;
- ❖ Les écosystèmes et la biodiversité sont sauvegardés et des modes de gestion durable sont suivis ;
- ❖ Les conflits intersectoriels dans les territoires sont résolus.

Dans la perspective de la Stratégie Eau 2050, les attentes spécifiques sont les suivantes :

- La fourniture d'eau potable sera satisfaisante et suivra la croissance démographique et économique attendues ;

- L'accès à l'eau potable des populations rurales et des populations urbaines à revenu modeste sera amélioré et préservé ;
- L'usage efficient de l'eau sera amélioré avec la réduction des périmètres irrigués et la généralisation des techniques économes en eau ;
- La qualité de l'eau est améliorée et l'approvisionnement régulier ;
- Les effets du changement climatique sont limités, surtout dans les basses plaines littorales et les nappes côtières ;
- Les zones agricoles et les établissements humains sont mieux protégés des risques naturels (particulièrement des inondations et de l'érosion des côtes) ;
- La gouvernance du système hydrique est participative avec un pilotage rationalisé utilisant des outils adaptés et efficaces.

IV.5.5.6. La mise en œuvre du programme

La multiplicité des composantes du programme et leur diversité nécessite une démarche de mise en œuvre adéquate qui soit suffisamment souple, pour s'adapter aux spécificités de chaque composante et impliquer les opérateurs concernés, et évolutive pour accompagner l'avancement des réalisations et les changements de conjoncture.

Le schéma de financement impliquera de ce fait bon nombre d'opérateurs, chacun étant à mobiliser en fonction de son champ d'intervention, de son assise financière et de sa stratégie en matière de contribution aux projets de développement.

A ce titre, on pourrait citer :

- Les institutions territoriales (communes, conseils de gouvernorat, conseils de district, etc.) ;
- Les ministères, établissements publics sectoriels et agences d'aménagement et de développement ;
- Le secteur privé pour lequel un système d'incitations sera mis en place ;
- Les partenaires techniques et financiers (dans le cadre de la coopération bilatérale ou multilatérale) ;
- Les organisations non gouvernementales nationales ou internationales.

La programmation du plan d'action pour la mise en œuvre se fera selon les étapes suivantes :

1) 2023-2025 :
   - Achèvement des premières tranches des projets métropolitains engagés (dont le RFR) ;
   - Etudes d'élaboration des schémas régionaux d'aménagement métropolitain ;
2) 2026-2030 :
   - Etudes d'élaboration des schémas régionaux des infrastructures et des équipements métropolitains ;
   - Etudes techniques des nouveaux projets d'infrastructures et des équipements métropolitains ;
   - Lancement du système d'incitation et cadre de gouvernance
3) 2030-2040 : Mise en œuvre de la première phase du programme national
4) 2040-2050 : Mise en œuvre de la deuxième phase du programme national.

IV.5.6 Conclusion à l'ensemble du Boc V (Eaux et Territoire) : De l'Articulation des Programmes d'Aménagement du Territoire avec la Stratégie Eau 2050 et de la Nécessité d'une Planification de Développement Régional

Chacun de ces programmes correspond à une démarche spécifique relative à un type de territoire et diffère quant à ses objectifs et aux modalités de sa mise en œuvre.

Leur aboutissement est fonction de l'implication des différents opérateurs et de leur intégration dans le cadre d'une planification territoriale adéquate.

a. Les opérateurs sectoriels sont ainsi invités à examiner la contribution de ces programmes d'aménagement du territoire et de développement régional à la réalisation de leurs objectifs sectoriels et à **préciser, localiser et dater les actions projetées**. Une telle intervention serait de nature à garantir un fonctionnement efficient des secteurs dont ils ont la charge.

C'est le cas des actions du type « gestion rationnelle des périmètres irrigués » qui pourraient s'inscrire dans des projets de corridors de développement ou de programmes de reconversion de régions métropolitaines. Les territoires concernés comptent de nombreux périmètres irrigués anciens ou datant de quelques décennies mais souffrent de problèmes de gestion et de surexploitation des ressources. Leur érection en corridors et en régions de reconversion en fera des espaces favorables à la mise en œuvre d'actions d'économies d'eau, de reconversion, etc.

C'est également le cas des actions relatives à la relance de l'agriculture pluviale qui implique un renforcement de l'accompagnement amont et aval en mettant à profit les orientations de l'aménagement du territoire.

Dans le cas du stockage des céréales, appelé à être renforcé par un doublement des capacités (l'Office des Céréales compte se doter d'une capacité additionnelle de 640.000 tonnes), quelques changements dans la répartition géographique des silos sont à effectuer. En plus du renforcement de l'infrastructure de stockage chez les producteurs, à la faveur du système d'incitation, les changements t pourraient se faire surtout par :

- ✓ Le renforcement de la capacité des sites intérieurs (ou de repli) relevant de l'Office des Céréales ;
- ✓ La création de centres appropriés dans les régions de consommation dépourvues de centres (comme le Centre-Ouest et le Sud-Ouest) à la fois pour la vente directe à la population et l'approvisionnement de minoteries (dont l'installation est à encourager par ailleurs).

Ces options s'intègrent facilement dans le programme relatif aux corridors de développement régional.

b. La mise en œuvre de la stratégie nécessite **une adaptation continue aux contextes locaux et régionaux**.

Pour cela, il est nécessaire de la prolonger par des instruments de planification adaptés aux espaces de mise en œuvre de la stratégie.

En plus des **Plans Locaux d'Aménagement et de Développement Intégré des Territoires**-PADIT (prévus pour les zones rurales), des plans régionaux sont à élaborer.

Partant du principe que chaque région constitue un espace de gestion, **des Plans Directeurs Régionaux des Systèmes Hydriques** sont appelés à remplacer les Plans Directeurs des Ressources en Eau conçus pour le Nord, le Centre et le Sud.

Des plans directeurs pourraient être élaborés pour les Régions suivantes :

1) La Région métropolitaine du Nord-Est ;
2) La Région métropolitaine du Sahel ;
3) La Région métropolitaine de Sfax ;
4) La Région du Nord-Ouest ;
5) La Région du Centre-Ouest ;
6) La Région du Sud-Est ;
7) La Région du Sud-Ouest.

Chaque plan directeur régional devra décliner la stratégie Eau 2050 au niveau de son périmètre d'intervention et actualiser et localiser les actions, mesures et projets à réaliser.

Des arbitrages entre plans directeurs régionaux sont nécessaires. Ils concernent notamment :

- Les transferts interrégionaux surtout entre les régions du Nord et du Centre ;
- L'exploitation des bassins hydrologiques communs (principalement le SAS exploité par les régions du Sud-Ouest et le Sud-Est) ;
- La localisation des projets grands consommateurs d'eau.

Ces arbitrages seront effectués dans le cadre du pilotage de la stratégie Eau 2050.

IV.6.Bloc VI : Le 3ème Pôle de « L'Objectivation par l'Economique de l'Eau, le Partage de l'Information et la Régulation »

IV.6.1 Changements institutionnels et coût à consentir

Les néo-institutionnalistes admettent que la consolidation d'un arrangement institutionnel donné résulte d'un apprentissage collectif de ses règles. Un tel apprentissage est considéré comme un investissement que la communauté concernée a dû consentir. Tout changement de cet arrangement se traduit par la perte de cet appris collectif et traduit la volonté de s'engager dans un nouvel investissement d'apprentissage et aussi d'accepter les coûts de la phase de transition au cours de laquelle des processus d'adaptation sont observables avant l'émergence d'un nouvel arrangement institutionnel accepté. Ces derniers constituent la part la plus importante des coûts des changements institutionnels.

IV.6.2 Rapport entre Institutionnel, Gouvernance et Régulation

Conformément aux principes directeurs ci-avant précisés mais aussi du contenu du rapport présentant le contenu des éléments de la phase 5, les actions retenues ici concernent les deux blocs. Le No1 dédié à la mise en œuvre du « Levier 7 de la Stratégie, Gouvernance » relatif à la Rationalisation de l'Institutionnel et Maitrise du Pilotage d'une part et le bloc no VI d'autre part portant sur le Levier 6 de la Stratégie « L'Objectivation par l'Economique de l'Eau et le Partage de l'Information pour la Régulation » Il convient de signaler que les actions à envisager dans le cadre de ces deux blocs ne sont pas indépendantes. Celles du deuxième sont des préalables à la réalisation des actions prévues par le premier

IV.6.3 Rationalisation des processus Décisionnels

Les actions de ce bloc sont conçues pour faire évoluer le processus de décision en vigueur actuellement en un système polycentrique représentatif des divers intérêts en présence. Un tel système est plus adapté à une forme de régulation s'apparentant au modèle de gouvernance. A cet effet, des actions de décentralisation responsabilisation sont à mener. Le rapport précisant le contenu de la vision a retenu un ensemble d'actions portant sur cet aspect.

L'évolution du système de prise de décision requiert aussi la création d'espaces de dialogues permettant aux divers intérêts de s'exprimer. Pour le fonctionnement de ces espaces des règles sont à mettre au point, notamment celles précisant les mécanismes de prise de décision. Ces mécanismes devraient permettre la prise en compte des intérêts en présence. Il est évident que les pouvoirs publics considérés comme un acteur particulier auront le rôle d'arbitrer entre ces intérêts exprimés et de décider en absence d'un consensus.

Outre ces règles de fonctionnement, ces espaces de dialogue requièrent l'objectivation des débats par le calcul économique, d'où l'importance du contenu du bloc VI.

IV.6.4 Objectivation par l'Economique de l'Eau et Partage de l'Information pour la Régulation

Cet effort d'objectivation devrait permettre d'asseoir les débats à conduire sur des données objectives et vérifiables. Ces dernières peuvent se rapporter :

- **Aux valorisations attendues** (ou réalisées) de l'eau par les divers usages alternatifs. Ces données pourraient être mises à profit pour fixer les tarifs d'eau aux usagers. Comme tout instrument de politique publique, ces tarifs ont un substrat technique portant sur la fixation de son niveau mais aussi une représentation sociopolitique des réalités concernées par ces tarifs. En effet, chaque niveau de tarif divise l'ensemble des usagers concernés en deux populations. Les usagers ayant la capacité de payer ou pouvant l'avoir moyennant une meilleure utilisation de leurs potentiels productifs. La deuxième population regroupe les usagers qui sont dans l'incapacité de payer l'eau à ce tarif. Les gouvernants acceptent donc que ces usagers se transforment en free riders ou qu'ils abandonnent l'irrigué et s'adonner au pluvial. La connaissance des valorisations de l'eau par les divers usagers éclairera les gouvernants sur composition de ces deux populations.

- **A l'analyse en termes de chaines de** valeurs des principales filières agro-alimentaires. Les données résultant de telles analyses permettront une meilleure gestion de ces filières et pourraient objectiver les débats à conduire entre les représentants des divers maillons

En outre, il importe de rappeler qu'à long terme et en absence de rentes de nature politique, chaque maillon sera rémunéré au prorata de sa contribution à la formation de la valeur ajoutée de la filière. Au vu des rémunérations théorique et effective, les gouvernants peuvent imposer des taxes aux maillons sur-rémunérés. De telles rémunérations pourraient conduire à son développement, développement économiquement peu justifiable.

Selon cette même logique et compte tenu de l'expansion des activités de l'exploitation de certaines sources pour la vente de l'eau potable en bouteille, Selon ce raisonnement, on peut accepter l'instauration de taxes sur ces activités pour qu'elles assurent un rendement du capital nécessaire à leur conduite.

- **Aux résultats portant sur la réh**abilitation de l'offre d'eau pour un usage géographiquement localisé. Pour cet usage, la réhabilitation est à réaliser à travers un exercice de modélisation consistant à minimiser les coûts de transfert d'eau pour satisfaire la demande exprimée à partir de diverses origines inventoriées. En effet, actuellement, la tendance est de se suffire de la faisabilité technique des transferts possibles.

Outre ces sources de données et ces éclairages, l'instauration d'un système de suivi- évaluation portant sur le fonctionnement du système eau peut fournir des données fort utiles pour les besoins des débats à mener. Les évaluations à mener consisteraient à quantifier et à expliquer les écarts observables entre les prévisions et les réalisations. Il est une évidence que cet exercice d'évaluation aiderait à mieux saisir le fonctionnement de ce système.

Il importe que l'ensemble de ces données ainsi produites et les décisions prises au sein des espaces de débat devrait faire l'objet de la diffusion le plus large possible auprès des acteurs concernés par les changements décidés. Une telle diffusion permet de légitimer socialement les décisions prises et réduire ainsi le coût de la transition institutionnelle.

IV.6.5 Processus de Priorisation et Articulation Inter-Plans

On peut suggérer que la mise en œuvre des actions prévues dans le cadre de ce premier plan s'étale sur deux séquences.

Au cours de première séquence, on procèdera à la production et à la diffusion des données nécessaires pour l'objectivation des situations.

Une fois ces données disponibles, on entamera au cours de la deuxième séquence les réformes institutionnelles, Décentralisation responsabilisation ainsi que la création d'espaces de dialogues et la précision des règles de leur fonctionnement : acteurs concernés, arbitrage et mécanismes de prise de décision. Ces règles devront permettre la réalisation d'un apprentissage collectif assuré à travers les débats à entreprendre.

IV.6.6 Apport de la Modélisation à la Conception et la Mise en Œuvre d'Eu 2050

Le Modèle Hydro- Economique qui a servi à l'accompagnement de rationalisation de conduite de l'Etude Eau 2050 constitue un puissant instrument d'objectivation à la fois par la validation dynamique et partagée des données et l'adoption de méthodes technico-scientifiques de compréhension du fonctionnement système hydrique dans la plénitude de sa complexité afin que le décisionnel puisse bénéficier des éclairages les plus pertinents, base solide pour la construction de consensus porteurs entre acteurs du Système.

Le Modèle H-E et appelé à se transformer en un outil commun de planification et d'intervention sur une base qui tient compte de la ressource et de l'usage, de l'aléatoire et du maitrisé, de la gestion courante et du stratégique à moyen-long terme, des spécificités sectorielles et territoriales inter-secteurs et surtout la recherche commune de maximiser la résilience collective face aux risques.

Le Modèle H-E peut ainsi se transformer en n dispositif dynamique d'accompagnement de la résilience, y compris et peut être principalement en reste ouvert à toutes les contributions d'amélioration.

IV.6.7 Synthèse du Chiffrage des Composantes du Plan d'action Global, des 2 Plans Quinquennaux et 2 Plans Décennaux

Dans ce qui suit le Tableau de Synthèse Générale du par Grande Composante (ou Bloc) du Plan Global de Mise en Œuvre de la Vision et Stratégie Eau 2050 et des 4 Plans Temporels de Mise En Œuvre :

- 1er Plan Quinquennal : 2023-2025
- 2ème Plan Quinquennal : 2026-2030
- 1er Plan Décennal : 2031-2040
- 2ème Plan Décennal : 2041-2050.

Portfolio	Intitulé du projet	1er Plan d'action 2023-2025	2ème Plan d'action 2026-2030	3ème Plan d'action 2031-2040	4ème Plan d'action 2041-2051	Plan d'action Global 2023-2051 (Hors en Cours)
Eau potable, Energies Renouvelables et Dessalement	Les technologies numériques au service des objectifs de la Stratégie EAU 2050		27,00	402,00	251,00	***680,00***
	Réseaux gérés par les GDA et AEP rural de l'habitat dispersé		888,50	611,50		***1 500,00***
	Mise en place de Centrale photovoltaique au profit de la SECADENORD	30,00	30,00	30,00	57,00	***147,00***
	Mise en place de Centrale photovoltaique au profit de la SONEDE	42,30	765,00	210,00	240,00	***1 257,30***
	Mise en place de Centrale photovoltaique au profit de l'ONAS	29,20	70,90	55,00	18,00	***173,10***
	Programme d'amélioration des performances de la Distribution (PAP distribution) PAP		604,92	1 728,13	1 986,94	***4 320,00***
	Programme d'amélioration des performances des adductions (PAP Adduction) PAPa		360,00	1 080,00	1 200,00	***2 640,00***
	Programme d'alimentation en eau potable à partir des eaux dessalées		263,00	225,00		***488,00***
	Programme de dessalement alternatif d'eaux saumâtres au niveau des foyers ou à travers de petites et moyennes entreprises		10,00	10,00	10,00	***30,00***
	Programme de dessalement des eaux saumâtres pour l'irrigation complémentaire déficitaire (ICD) des oliveraies en zones arides		167,00	332,00	309,00	***808,00***
	Renforcement des réserves de sécurité			250,00	250,00	***500,00***
	Transfert Saida-Belli et liaison directe OM3-Ghdir El Golla			350,00		***350,00***
	Sous-Total PORTFOLIO II	***101,50***	***3 186,32***	***5 283,63***	***4 321,94***	***12 893,40***
Gestion Intégrée des Ressources en Eau et Souveraineté Alimentaire	Aménagement ACTA	3,00	1 365,00	1 335,00	1 620,00	***4 323,00***
	Arrosage des espaces verts par les EUT	10,00	102,40	183,60	298,70	***594,70***
	Circuit hydraulique : projet pilote NEXUS transfert	2,00		40,80		***42,80***
	Création d'un Centre de promotion des Technologies Innovantes de l'irrigation « CNT2I »		3,65		1,35	***5,00***
	Création de nouveaux PI irriguées par les EUT		68,60	500,10	500,10	***1 068,80***
	Dépollution des 'Hot-spots' industriels	73,07				***73,07***
	La recharge artificielle des nappes par les EUT	6,39	14,68	34,31	58,74	***114,13***
	Programme d'Équipement des Zones Industrielles existantes en Stations d'Épuration grappées		200,00			***200,00***
	Programme d'amélioration de l'intensification agricole dans les périmètres irrigues		4,00	8,00		***12,00***
	Programme d'amélioration des conditions d'assainissement et de drainage agricole	19,70	54,21	121,09	56,36	***251,37***
	Programme d'assainissement rural dispersé		232,20	673,20	1 191,60	***2 097,00***
	Programme d'extension du Projet d'Economie d'Eau dans les périmètres irrigués	68,37	515,51	946,78	294,55	***1 825,21***
	Programme de généralisation du traitement tertiaire	66,44	505,28	549,66	1 027,40	***2 148,78***
	Programme de gestion des ressources en cycle fermé pour des villes résilientes ou « SMART CITIES »		720,00	2 820,00	1 260,00	***4 800,00***
	Programme de modernisation et réhabilitation des périmètres publics irrigués			2 311,00	1 961,00	***4 272,00***
	Programme pour la création de Nouveaux Barrages		80,00	4 469,00	1 558,00	***6 107,00***
	Projet « programme d'assainissement contribuant à la dépollution de la méditerranée (DEPOLMED)»		544,00			***544,00***
	Projet pilote d'Irrigation climato-intelligente		0,43	0,15	0,15	***0,73***
	Projet rehaussement des barrages		35,50	55,00	218,00	***308,50***
	Projets de barrages souterrains		48,39	62,07		***110,46***
	Protection des nappes contre la pollution agricole	2,50	0,50			***3,00***
	Réalisation, Extension et Réhabilitation du réseau d'assainissement et des STEP en milieu urbain et en milieu rural	3 012,28	3 943,53	10 135,39	13 116,78	***30 207,97***
	Réhabilitation et modernisation Périmètres irrigués par la REUSE		126,18			***126,18***
	Valorisation de la REUT dans l'industrie		21,80		14,25	***36,05***
	Valorisation par la REUSE dans la sauvegarde écologique		2,60	4,40	8,00	***15,00***

Portfolio	Intitulé du projet	1er Plan d'action 2023-2025	2ème Plan d'action 2026-2030	3ème Plan d'action 2031-2040	4ème Plan d'action 2041-2051	Plan d'action Global 2023-2051 (Hors en Cours)
	Sous-Total PORTFOLIO III	***3 263,75***	***8 588,46***	***24 249,55***	***23 184,98***	***59 286,74***
Qualité de l'Eau et Sauvegarde des Ecosystèmes	Mise en place /renforcement des Systèmes d'Information Fiables de contrôle, de Suivi et de monitoring de la Qualité de l'Eau	0,50	8,80	0,30		***9,60***
	Programme global de dépollution et de réhabilitation du bassin versant d'Oued Majerda (PGDR-BVOM)	577,17	795,29			***1 372,46***
	Programme pour la gestion durable des zones humides d'importance internationale en Tunisie		5,00			***5,00***
	Renaturation des cours d'Eau (Medjerda et Méliane)	0,10	2,20	5,10	0,10	***7,50***
	Stratégie nationale de la gestion des déchets 2021-2035	12,07	10,20			***22,27***
	Sous-Total PORTFOLIO IV	***589,84***	***821,49***	***5,40***	***0,10***	***1 416,83***
	Total Coût estimatif (MDT)	***3 955,09***	***12 596,27***	***29 538,59***	***27 507,02***	***73 596,97***

Il ressort de ce qui précède que le Plan d'Action 2050 de 28 ans, de 2023 à 2050, va couter 73,596 Milliards de Dinars (Prix constants 2022), sans compter les investissements engagés déjà et qui s'élèvent à 10,866 Milliards de Dinars.

La prise en compte des « Actions En cours », dont les investissements représentent 15% de l'ensemble, exprime une exigence et une rationalité d'« articulation » d'Eau 2050 à la dynamique existante afin que la Nouvelle Stratégie Hydrique ne puisse pas apparaitre comme un phénomène ex-nihilo mais plutôt comme une continuité appelée à s'inscrire dans le nécessaire changement d'adaptation

Toutefois, si par Plan d'action on entend seulement ce qui a été retenue par la Stratégie Eau 2050 à l'exclusion de ce qui a précédé, alors par plan d'action quinquennal ou décennal, la répartition est la suivante :

- 1er Plan Quinquennal (2023-2025) : 3,9 Milliards de D, soit 5,4%
- 2ème Plan Quinquennal (2026-2030) : 12,6 Milliards de D, soit 17,1%
- 1er Plan Décennal (2031-2040) : 29,5 Milliards de D, soit 40,1%, et
- 2ème Plan Décennal (2041-2050) : 27,5 Milliards de D, soit 37,4%.

Ainsi, afin d'éviter des difficultés de financement liés à la conjoncture et vu le temps nécessaire pour la préparation et le lancement de la Stratégie, le 1er Plan ne devait représenter que 5,4% du volume global d'investissement, alors que pour les autres Plans la répartition est plus équilibrée en prenant en compte le fait qu'il s'agit d'un quinquennal et de deux décennaux.

Par grande Composante ou Bloc, le Plan d'action se présente de la manière suivante :

- Bloc II de l'« Eau Potable, la Mobilisation des Ressources d'eau douce, le Transfert et le Dessalement : 12,9 Milliards de D, soit 17,5 % :
- Bloc III de la « GIRE et la Sécurité Alimentaire » : 59,3 Milliards de D, soit 80,6 % ;
- Bloc IV de la 2P-QE-SE (Politique Publique de la Qualité de l'Eau et la Sauvegarde des Ecosystèmes) : 1,4 Millions de D, soit 1,9 %.

Cette répartition traduit le poids de l'assainissement, une infrastructure très capitalistique dont l'investissement a connu un certain retard. Il s'agit en outre de noter les deux autres choix en faveur d'un côté la prise en compte de l'assainissement rural et d'un autre côté la promotion de la REUSE.

V. Annexes

Liste des annexes

ANNEXE 1 : ESTIMATIONS DES COUTS DETAILLEES DES VARIANTES DE TRANSFERT 2

ANNEXE 2 : PROFILS HYDRAULIQUES DES VARIANTES DE TRANSFERT 7

ANNEXE 3 : RAPPORT DE SIMULATION DE LA FAISABILITE D'INJECTION PAR POMPAGE VERS LE RESEAU DE TRANSFERT DE MELAH AMONT 17

ANNEXE 4 : FAISABILITE POUR LE SITE DE TRANSFERT DE L'EAU SIDI BARRAK A SEJNANE 26

ANNEXE 1 : ESTIMATIONS DES COUTS DETAILLEES DES VARIANTES DE TRANSFERT

COMPOSANTES	N°	Détails des composantes	Scénario	SEB-EXISTANT	Scénario 1 (Branchement sur le transfert M.A)		Scénario 2 (Nouveau transfert depuis SEB vers C.SEJ)								Scénario3:Transfert gravitaire depuis SEB vers Ziatine et Gamgoum (O. tampons)		
			Notation	Ext	SC1-1	SC1-2	SC2-1	SC2-2	SC2-3	SC2-4	SC2-5	SC2-6	SC2-7	SC2-8	SC3-1	SC3-2	SC3-3
			Description	SP SEB-2 files-BMC-C.SEJ	SEB SP1-B1-MAC.SEJ	SEB SP2-B2-MAC.SEJ	SEB SP1-BC-C.SEJ	SEB SP1-Tunnel (conduite)-C.SEJ	SEB SP1-Tunnel (Canal)-C.SEJ	SEB SP1-Tranchée (conduite)-C.SEJ	SEB SP2-Tunnel (conduite)-C.SEJ	SEB SP2-Tunnel (Canal)-C.SEJ	SEB SP2-Tranchée (conduite)-C.SEJ	SP SEB-Nv BMC-C.SEJ	SEB-SP3-Ziatine	SEB-SP3-Gamgoum	SEB-SP3-Ziatine & Gamgoum
			Coûts unitaires														
STATION DE POMPAGE	1	Débit(m3/s)		4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
	2	Linéaire refoulement (m)		1500	1000	5520	11700	14000	11000	14000	11000	14000	14000	1370	29200	35500	35500
	3	HMT(mCE)		131	99	170	120	104	101	104	101	105	105	116	98.69743542	104	104
	4	PDC(m)		2	2	7	14	17	13	17	13	17	17	2	33.69743542	41	41
	5	Puissance(KW)		7 229	5 459	9 382	6 621	5 715	5 584	5 715	5 584	5 770	5 770	6 420	5 446	5 728	5 728
	6	Rapport des puissances (%)		100%	76%	130%	92%	79%	77%	79%	77%	80%	80%	89%	75%	79%	79%
	7	Coût équipements hydromécaniques et électriques (DT)-Année2011		7 800 000	5 890 112	10 123 119	7 143 828	6 166 832	6 025 111	6 166 832	6 025 111	6 226 374	6 226 374	6 927 148	5 876 641	6 180 210	6 180 210
	8	Coût Génie civil (DT)-Année2011		5 200 000	3 926 741	6 748 746	4 762 552	4 111 221	4 016 741	4 111 221	4 016 741	4 150 916	4 150 916	4 618 099	3 917 761	4 120 140	4 120 140
	9	Coût équipements hydromécaniques et électriques (DT)-Année2022		17 281 750	13 050 184	22 428 873	15 827 929	13 663 288	13 349 289	13 663 288	13 349 289	13 795 210	13 795 210	15 347 851	13 020 339	13 692 928	13 692 928
	10	Coût Génie civil (DT)-Année2022		11 521 166	8 700 123	14 952 582	10 551 953	9 108 859	8 899 526	9 108 859	8 899 526	9 196 806	9 196 806	10 231 900	8 680 226	9 128 619	9 128 619
	11	Total SP -2011		13 000 000	9 816 853	16 871 865	11 906 380	10 278 053	10 041 851	10 278 053	10 041 851	10 377 290	10 377 290	11 545 246	9 794 402	10 300 350	10 300 350
	12	Total SP -2022		28 802 916	21 750 307	37 381 455	26 379 881	22 772 146	22 248 815	22 772 146	22 248 815	22 992 016	22 992 016	25 579 751	21 700 565	22 821 546	22 821 546
HYDRAULIQUE	13	Conduite (m)		-	1000	5520	14000	14000	11000	14000	11000	14000	14000	1370	32400	44510	47300
	14	Conduite Ø2000 PN16 (DT) - Année 2022	4500	-	4 500 000	24 840 000	63 000 000	63 000 000	49 500 000	63 000 000	49 500 000	63 000 000	63 000 000	6 165 000	145 800 000	200 295 000	212 850 000
	15	Coût Ø2000 PN12 (DT)- Année 2022	4000	-	4 000 000	22 080 000	56 000 000	56 000 000	44 000 000	56 000 000	44 000 000	56 000 000	56 000 000	5 480 000	129 600 000	178 040 000	189 200 000
	16	Coût Ø1800 PN10 (DT)- Année 2022	3500	-	3 500 000	19 320 000	49 000 000	49 000 000	38 500 000	49 000 000	38 500 000	49 000 000	49 000 000	4 795 000	113 400 000	155 785 000	165 550 000

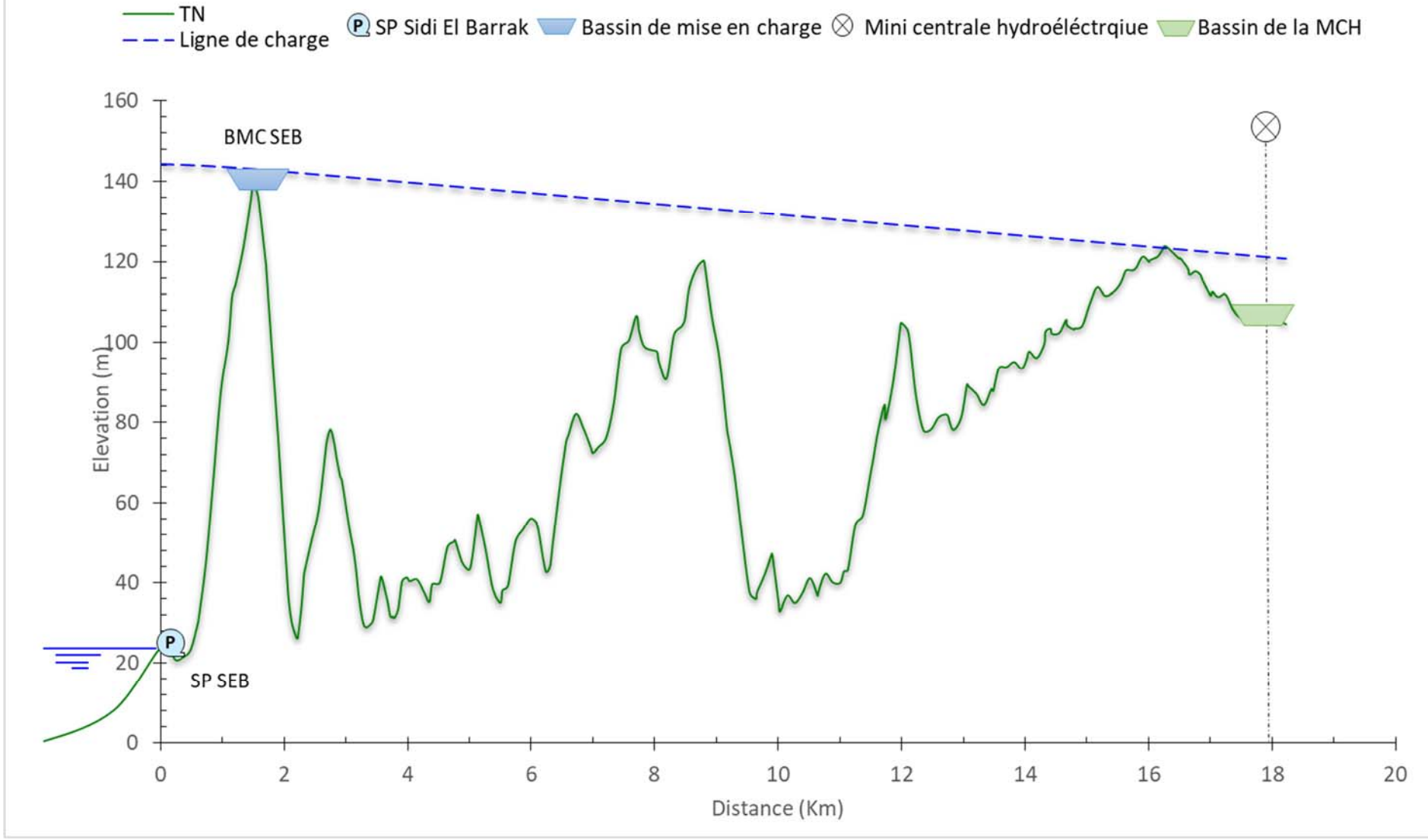
	N°	Détails des composantes	Scénario	SEB-EXISTANT	Scénario 1 (Branchement sur le transfert M.A)		Scénario 2 (Nouveau transfert depuis SEB vers C.SEJ)								Scénario3:Transfert gravitaire depuis SEB vers Ziatine et Gamgoum (O. tampons)		
			Notation	Ext	SC1-1	SC1-2	SC2-1	SC2-2	SC2-3	SC2-4	SC2-5	SC2-6	SC2-7	SC2-8	SC3-1	SC3-2	SC3-3
			Description	SP SEB-2 files-BMC-C.SEJ	SEB SP1-B1-MAC.SEJ	SEB SP2-B2-MAC.SEJ	SEB SP1-BC-C.SEJ	SEB SP1-Tunnel (conduite)-C.SEJ	SEB SP1-Tunnel (Canal)-C.SEJ	SEB SP1-Tranchée (conduite)-C.SEJ	SEB SP2-Tunnel (conduite)-C.SEJ	SEB SP2-Tunnel (Canal)-C.SEJ	SEB SP2-Tranchée (conduite)-C.SEJ	SP SEB-Nv BMC-C.SEJ	SEB-SP3-Ziatine	SEB-SP3-Gamgoum	SEB-SP3-Ziatine & Gamgoum
			Coûts unitaires														
COMPOSANTES	17	Canal (m)		-	-	-	-	-	3 000	-	3 000	-	-	-	-	-	-
	18	Coût Canal (DT)	1242	-	-	-	-	-	3 726 000	-	3 726 000	-	-	-	-	-	-
	19	Coût total HY (DT)		-	3 500 000	19 320 000	49 000 000	49 000 000	42 226 000	49 000 000	42 226 000	49 000 000	49 000 000	4 795 000	113 400 000	155 785 000	165 550 000
GENIE CIVIL	20	Bassin de Mise en charge (10 000 m3)	4727429	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4 727 429	-	-	-
	21	Tunnel(m)		-	0	0	0	3000	3000	0	2700	2700	0	2000	0	0	0
	22	Coût Tunnel (DT)	7200	-	0	0	0	21600000	21600000	0	19440000	19440000	0	14400000	0	0	0
	23	Tranchée (m)		-	0	0	0	0	0	3000	0	0	2700	0	0	0	0
	24	Coût Tranchée (DT)	5500	-	0	0	0	0	0	16500000	0	0	14850000	0	0	0	0
	25	Coût total GC (DT)		-	0	0	0	21600000	21600000	16500000	19440000	19440000	14850000	19127428.57	0	0	0
CENTRALE PHOTO-VOLTAIQUE	26	Panneaux flottants		11010	0	0	0	7834	8624	0	8624	7834	7834	0	0	0	0
	27	Onduleur central		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	28	Câblage et accessoires de protection		Ens	Ens	Ens	Ens	Ens	Ens	Ens	Ens	Ens	Ens	Ens	Ens	Ens	Ens
	29	Système de contrôle à distance et de monitoring		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	30	Puissance PV (MWc) _ 100% Consommation		14.07	10.63	18.26	12.89	11.13	10.87	11.13	10.87	11.23	11.23	12.50	10.60	11.15	11.15
	31	Puissance PV (MWc) _ 50% Consommation nécessaire pour ne pas dépasser les 30% vers réseau		6.0	4.7	8.0	5.5	5.0	4.7	5.0	4.7	5.0	5.0	5.5	4.5	4.5	4.5
	32	Équivalent en Energie électrique (MWh/an)		9 600.0	7 520.0	12 800.0	8 800.0	8 000.0	7 520.0	8 000.0	7 520.0	8 000.0	8 000.0	8 800.0	7 200.0	7 200.0	7 200.0

COMPOSANTES	N°	Détails des composantes	Scénario	SEB-EXISTANT	Scénario 1 (Branchement sur le transfert M.A)		Scénario 2 (Nouveau transfert depuis SEB vers C.SEJ)								Scénario3:Transfert gravitaire depuis SEB vers Ziatine et Gamgoum (O. tampons)		
			Notation	Ext	SC1-1	SC1-2	SC2-1	SC2-2	SC2-3	SC2-4	SC2-5	SC2-6	SC2-7	SC2-8	SC3-1	SC3-2	SC3-3
			Description	SP SEB-2 files-BMC-C.SEJ	SEB SP1-B1-MAC.SEJ	SEB SP2-B2-MAC.SEJ	SEB SP1-BC-C.SEJ	SEB SP1-Tunnel (conduite)-C.SEJ	SEB SP1-Tunnel (Canal)-C.SEJ	SEB SP1-Tranchée (conduite)-C.SEJ	SEB SP2-Tunnel (conduite)-C.SEJ	SEB SP2-Tunnel (Canal)-C.SEJ	SEB SP2-Tranchée (conduite)-C.SEJ	SP SEB-Nv BMC-C.SEJ	SEB-SP3-Ziatine	SEB-SP3-Gamgoum	SEB-SP3-Ziatine & Gamgoum
			Coûts unitaires														
	33	E.R/E.E (%)		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4
	34	Coût total PV (DT)	4000000	24 000 000	18 800 000	32 000 000	22 000 000	20 000 000	18 800 000	20 000 000	18 800 000	20 000 000	20 000 000	22 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000
CENTRALE EOLIENNE	35	Puissance d'une éolienne (MW)		1.5	0.7	1.5	1.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	1.5	0.7	0.7	0.7
	36	Nombre d'éoliennes		3	5	4	3	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5
	37	Puissance totale Eolienne (MW)		4.5	3.5	6	4.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	4.5	3.5	3.5	3.5
	38	Coût total d'investissement (DT)	3500000	15 750 000	12 250 000	21 000 000	15 750 000	12 250 000	12 250 000	12 250 000	12 250 000	12 250 000	12 250 000	15 750 000	12 250 000	12 250 000	12 250 000
	39	Cout d'opération et monitoring (DT/an)	2%	315 000	245 000	420 000	315 000	245 000	245 000	245 000	245 000	245 000	245 000	315 000	245 000	245 000	245 000
	40	Equivalent en Energie électrique (MWh/an)		9 675	7 525	12 900	9 675	7 525	7 525	7 525	7 525	7 525	7 525	9 675	7 525	7 525	7 525
	41	E.R/E.E (%)		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	1	0	0	0
	42	Coût total EO (DT)		16 065 000	12 495 000	21 420 000	16 065 000	12 495 000	12 495 000	12 495 000	12 495 000	12 495 000	12 495 000	16 065 000	12 495 000	12 495 000	12 495 000
CENTRALE HYBRIDE (PV/EOLIENNE)	43	Puissance PV (MWc)		2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
	44	Puissance éolienne (MW)		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	45	Equivalent en Energie électrique (MWh/an)		9 450	7 520	9 450	9 450	7 520	7 520	7 520	7 520	7 520	7 520	9 450	7 520	7 520	7 520
	46	E.R/E.E (%)		0.4	0.5	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	1	0	0	0
	47	Coût total PV/EO (DT)		18 710 000	13 996 000	18 710 000	18 710 000	13 996 000	13 996 000	13 996 000	13 996 000	13 996 000	13 996 000	18 710 000	13 996 000	13 996 000	13 996 000
PROTECTION	48	Linéaire (m)		7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000
	49	Coût clôture grillagée (DT)	230.00	1610000	1610000	1610000	1610000	1610000	1610000	1610000	1610000	1610000	1610000	1610000	1610000	1610000	1610000

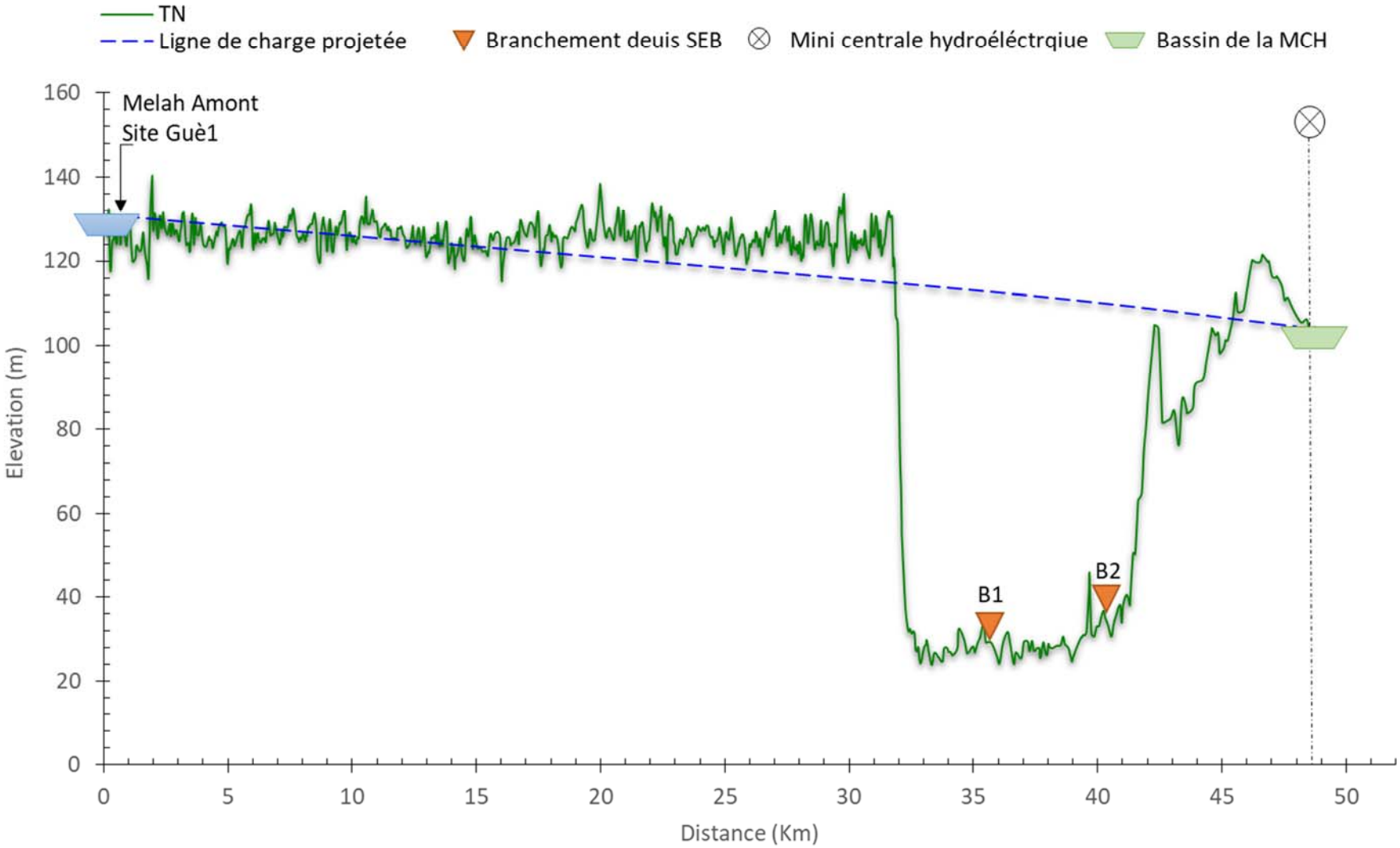
	N°	Détails des composantes	Scénario	SEB-EXISTANT	Scénario 1 (Branchement sur le transfert M.A)		Scénario 2 (Nouveau transfert depuis SEB vers C.SEJ)								Scénario3:Transfert gravitaire depuis SEB vers Ziatine et Gamgoum (O. tampons)		
			Notation	Ext	SC1-1	SC1-2	SC2-1	SC2-2	SC2-3	SC2-4	SC2-5	SC2-6	SC2-7	SC2-8	SC3-1	SC3-2	SC3-3
			Description	SP SEB-2 files-BMC-C.SEJ	SEB SP1-B1-MAC.SEJ	SEB SP2-B2-MAC.SEJ	SEB SP1-BC-C.SEJ	SEB SP1-Tunnel (conduite)-C.SEJ	SEB SP1-Tunnel (Canal)-C.SEJ	SEB SP1-Tranchée (conduite)-C.SEJ	SEB SP2-Tunnel (conduite)-C.SEJ	SEB SP2-Tunnel (Canal)-C.SEJ	SEB SP2-Tranchée (conduite)-C.SEJ	SP SEB-Nv BMC-C.SEJ	SEB-SP3-Ziatine	SEB-SP3-Gamgoum	SEB-SP3-Ziatine & Gamgoum
COMPOSANTES			Coûts unitaires														
	50	Coût Dalot (3.5x2) (DT)	5670.74	39 695 151	39 695 151	39 695 151	39 695 151	39 695 151	39 695 151	39 695 151	39 695 151	39 695 151	39 695 151	39 695 151	39 695 151	39 695 151	39 695 151
	51	Protection périmétrique (DT)	71429	10 000 000	10 000 000	10 000 000	10 000 000	10 000 000	10 000 000	10 000 000	10 000 000	10 000 000	10 000 000	10 000 000	10 000 000	10 000 000	10 000 000
RECAPITULATIF DES COUTS DES INVESTISSEMENTS	52	SP		-	21 750 307	37 381 455	26 379 881	22 772 146	22 248 815	22 772 146	22 248 815	22 992 016	22 992 016	25 579 751	21 700 565	22 821 546	22 821 546
	53	HY		-	3 500 000	19 320 000	49 000 000	49 000 000	42 226 000	49 000 000	42 226 000	49 000 000	49 000 000	4 795 000	113 400 000	155 785 000	165 550 000
	54	GC		-	-	-	-	21 600 000	21 600 000	16 500 000	19 440 000	19 440 000	14 850 000	19 127 429	-	-	-
	55	Energie PV		24 000 000	18 800 000	32 000 000	22 000 000	20 000 000	18 800 000	20 000 000	18 800 000	20 000 000	20 000 000	22 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000
	56	Energie EO		16 065 000	12 495 000	21 420 000	16 065 000	12 495 000	12 495 000	12 495 000	12 495 000	12 495 000	12 495 000	16 065 000	12 495 000	12 495 000	12 495 000
	57	Energie PV/OE		18 710 000	13 996 000	18 710 000	18 710 000	13 996 000	13 996 000	13 996 000	13 996 000	13 996 000	13 996 000	18 710 000	13 996 000	13 996 000	13 996 000
	58	Protection		1 610 000	1 610 000	1 610 000	1 610 000	1 610 000	1 610 000	1 610 000	1 610 000	1 610 000	1 610 000	1 610 000	1 610 000	1 610 000	1 610 000
	59	Coût total approximatif - Avec PV (DT)		25 610 000	45 660 307	90 311 455	98 989 881	114 982 146	106 484 815	109 882 146	104 324 815	113 042 016	108 452 016	73 112 180	154 710 565	198 216 546	207 981 546
	60	Coût total approximatif - Avec EO (DT)		17 675 000	39 355 307	79 731 455	93 054 881	107 477 146	100 179 815	102 377 146	98 019 815	105 537 016	100 947 016	67 177 180	149 205 565	192 711 546	202 476 546
	61	Coût total approximatif - Avec PV/OE (DT)		20 320 000	40 856 307	77 021 455	95 699 881	108 978 146	101 680 815	103 878 146	99 520 815	107 038 016	102 448 016	69 822 180	150 706 565	194 212 546	203 977 546
COUTS EVITES	62	Dessalement (Mm3/an)		0	42.7	42.7	42.7	42.7	42.7	42.7	42.7	42.7	42.7	42.7	42.7	42.7	42.7
	63	Cout annuel (DT)	3	-	128 100 000	128 100 000	128 100 000	128 100 000	128 100 000	128 100 000	128 100 000	128 100 000	128 100 000	128 100 000	128 100 000	128 100 000	128 100 000
	64	Energie annuelle consommée (MWh)		21 108	15 939	27 395	19 332	16 688	16 305	16 688	16 305	16 849	16 849	18 746	15 903	16 725	16 725
	65	Couts évités en énergie conventionnelle -STEG (DT)	0.3	0	1 550 530	-1 886 009	532 709	1 325 877	1 440 932	1 325 877	1 440 932	1 277 538	1 277 538	708 619	1 561 466	1 315 016	1 315 016

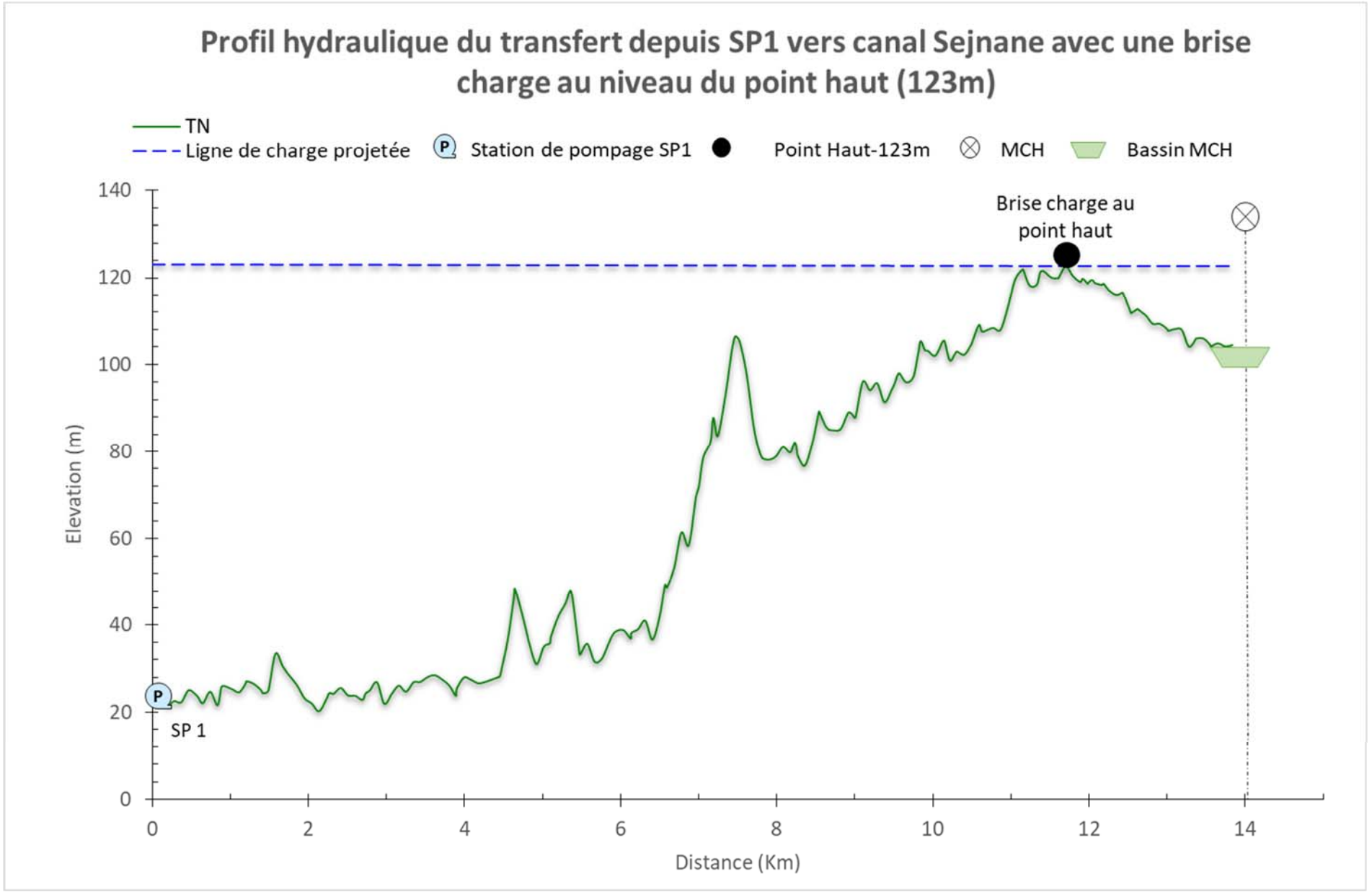
ANNEXE 2 : PROFILS HYDRAULIQUES DES VARIANTES DE TRANSFERT

Profil hydraulique du transfert existant de Sidi El Barrak vers canal Sejnane

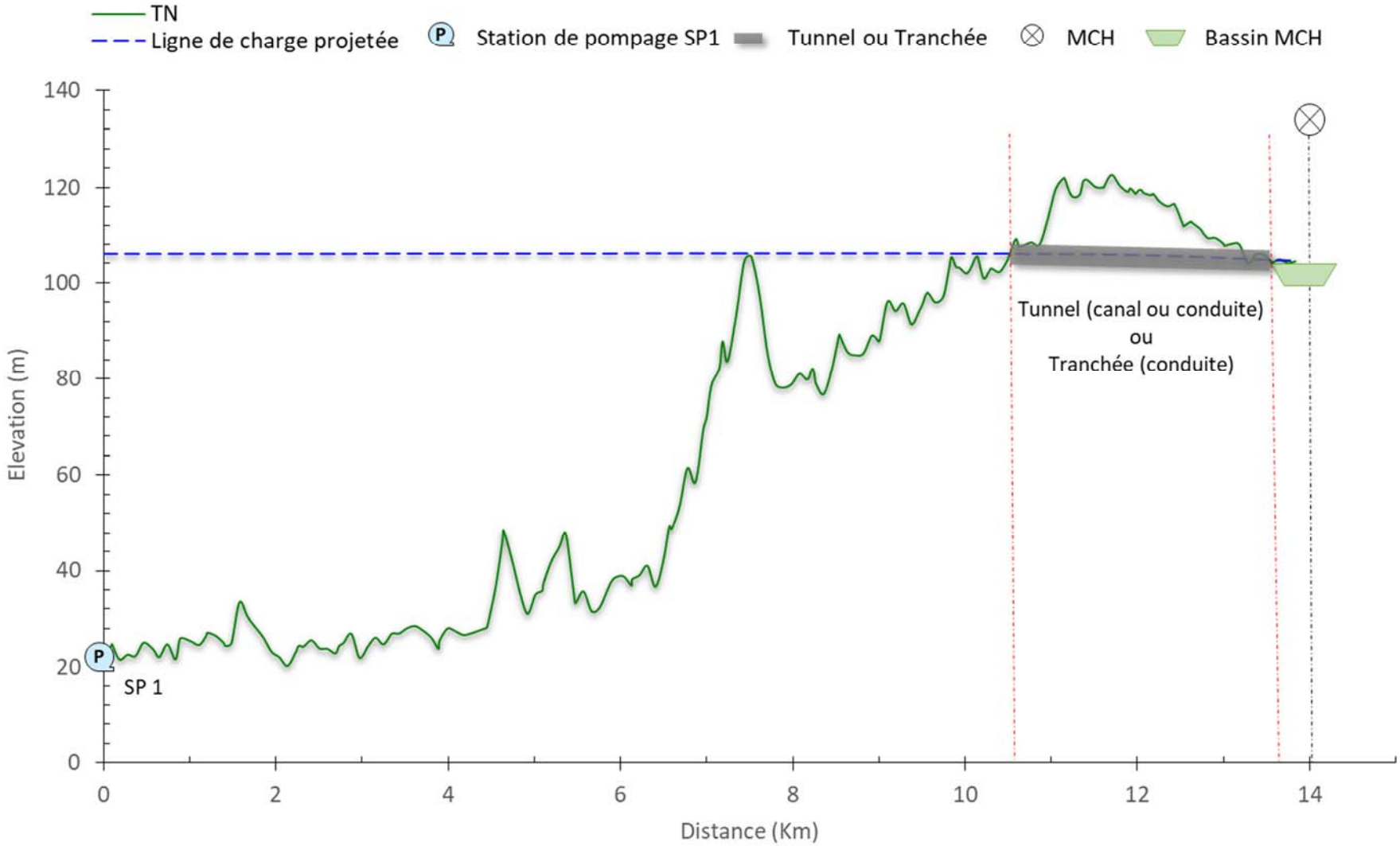


Profil hydraulique du transfert de Melah Amont vers canal Sejnane avec les branchements depuis Sidi El Barrak B1 et B2

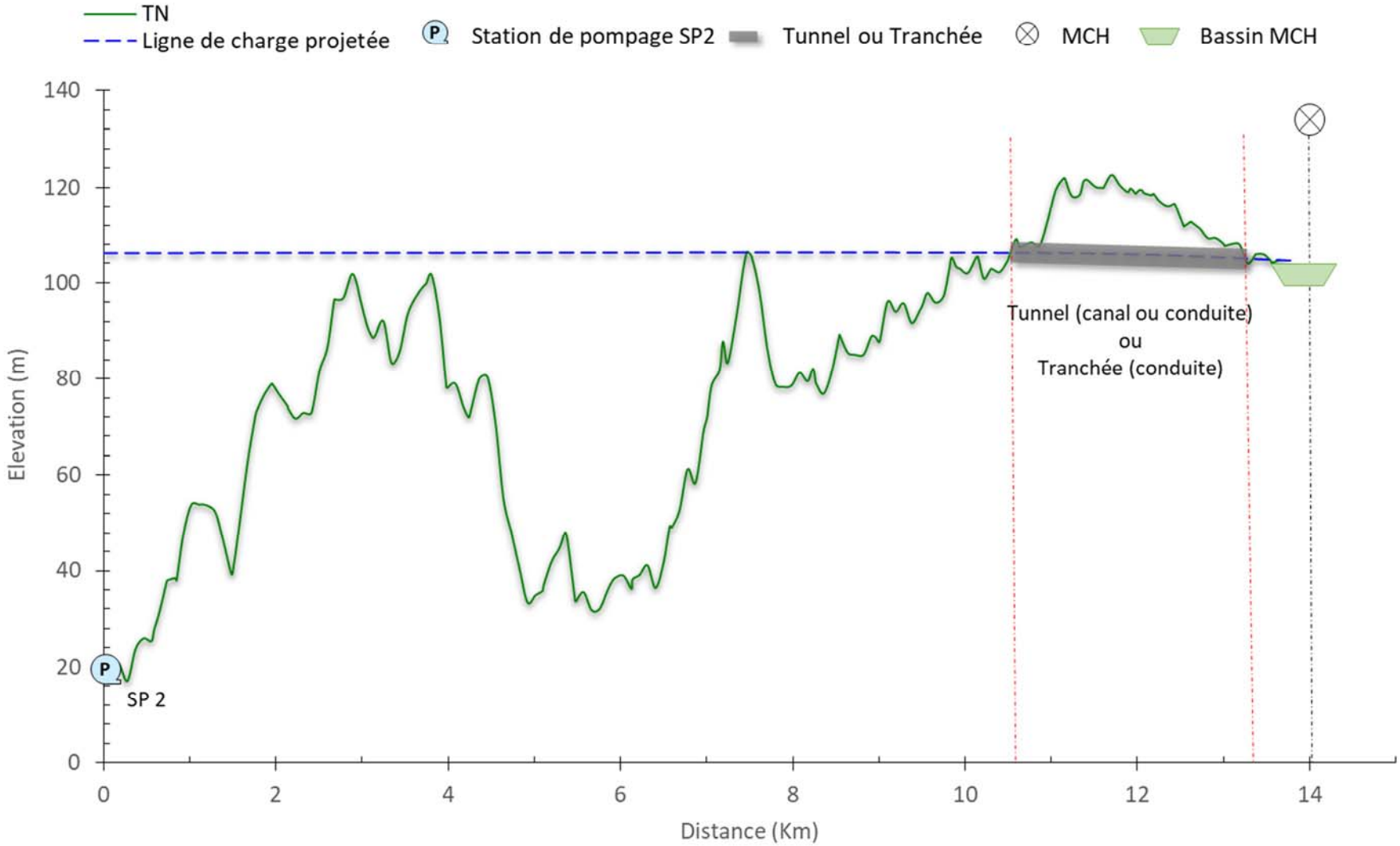


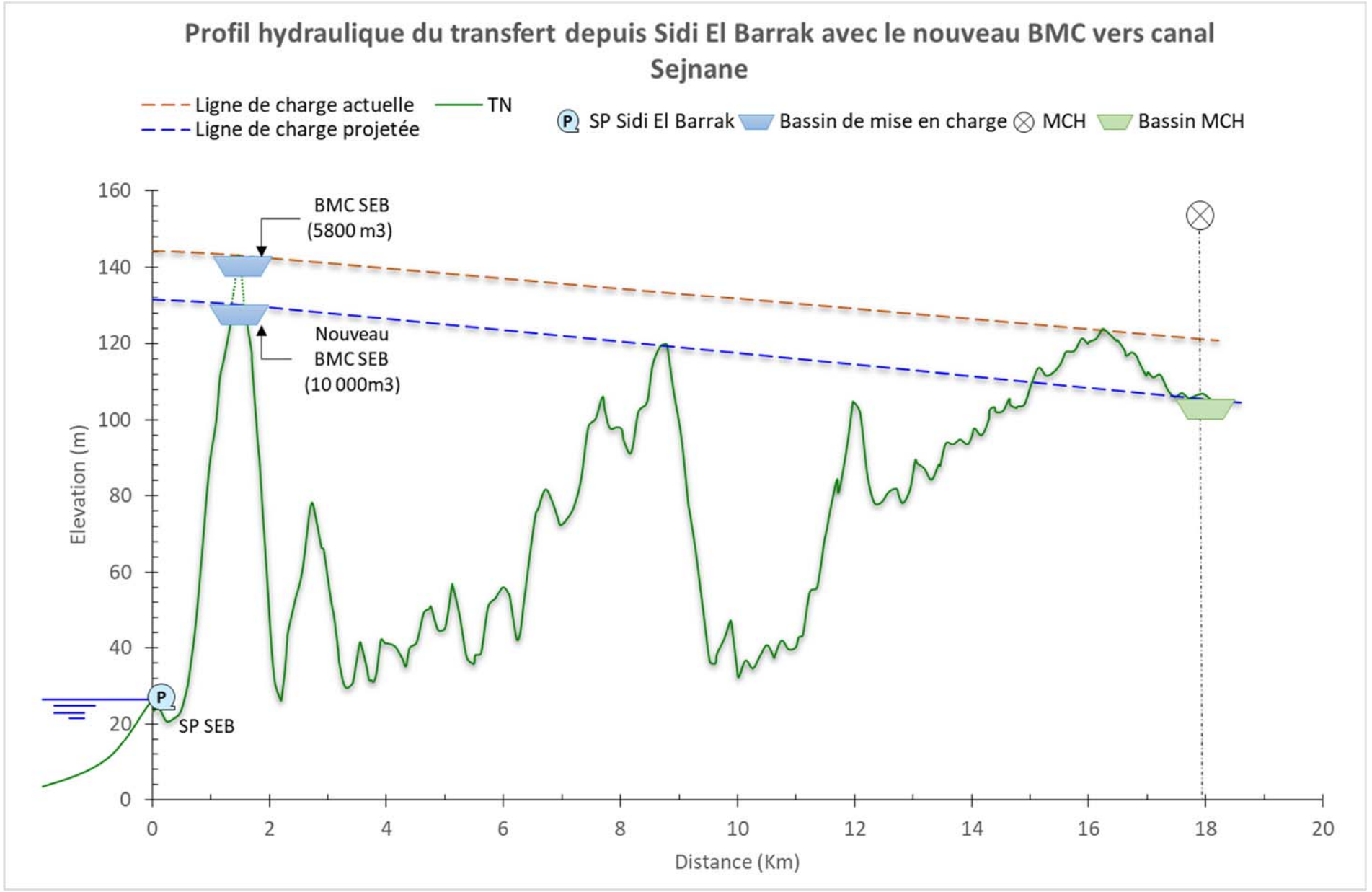

Profil hydraulique du transfert depuis SP1 vers canal Sejnane avec une brise charge au niveau du point haut (123m)
TN
Ligne de charge projetée
Station de pompage SP1
Point Haut-123m
MCH
Bassin MCH
Brise charge au point haut
SP 1
Elevation (m)
Distance (Km)
0
20
40
60
80
100
120
140
0
2
4
6
8
10
12
14

Profil hydraulique du transfert depuis SP1 vers canal Sejnane avec passage par tunnel ou tranchée

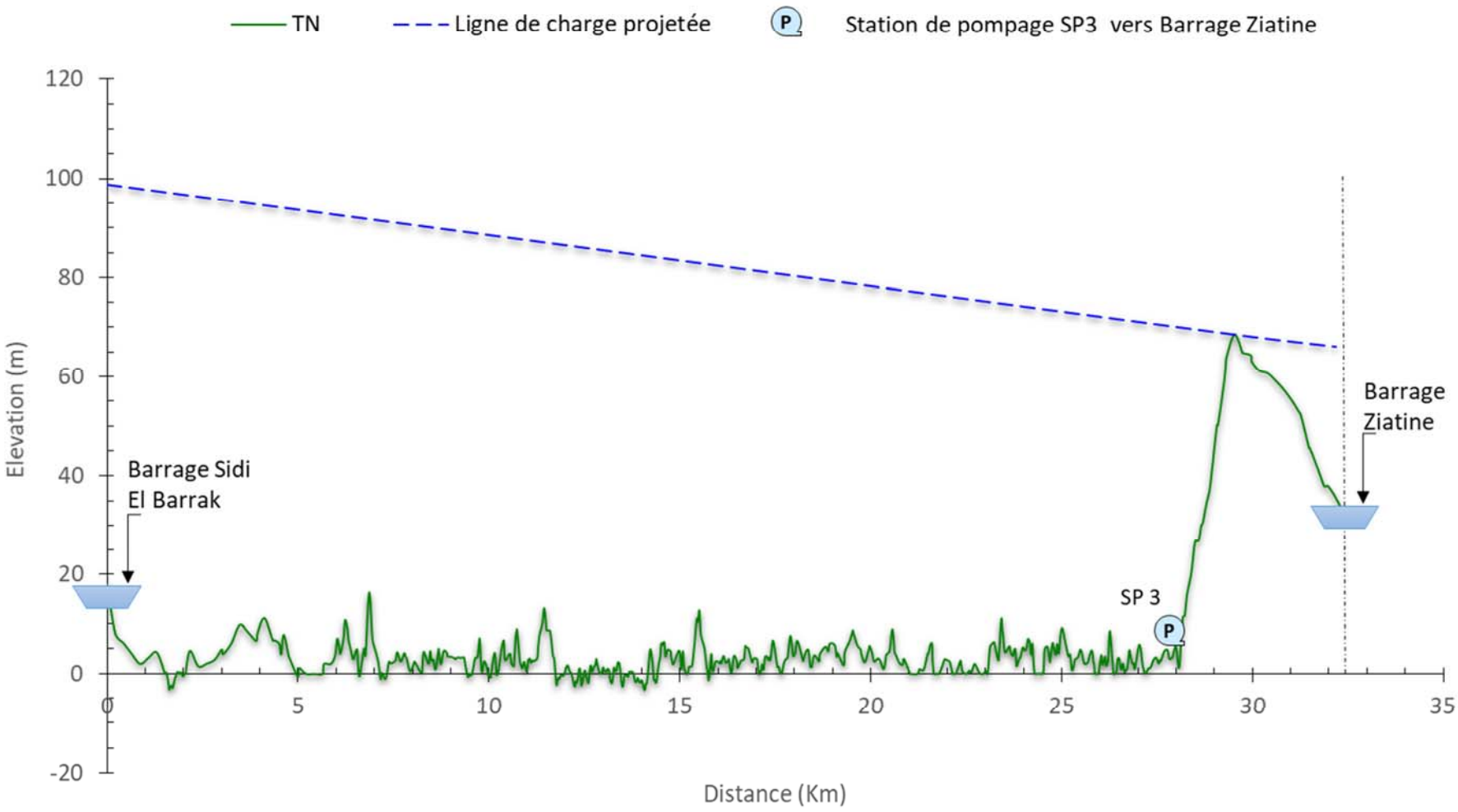


Profil hydraulique du transfert depuis SP2 vers canal Sejnane avec passage par tunnel ou tranchée

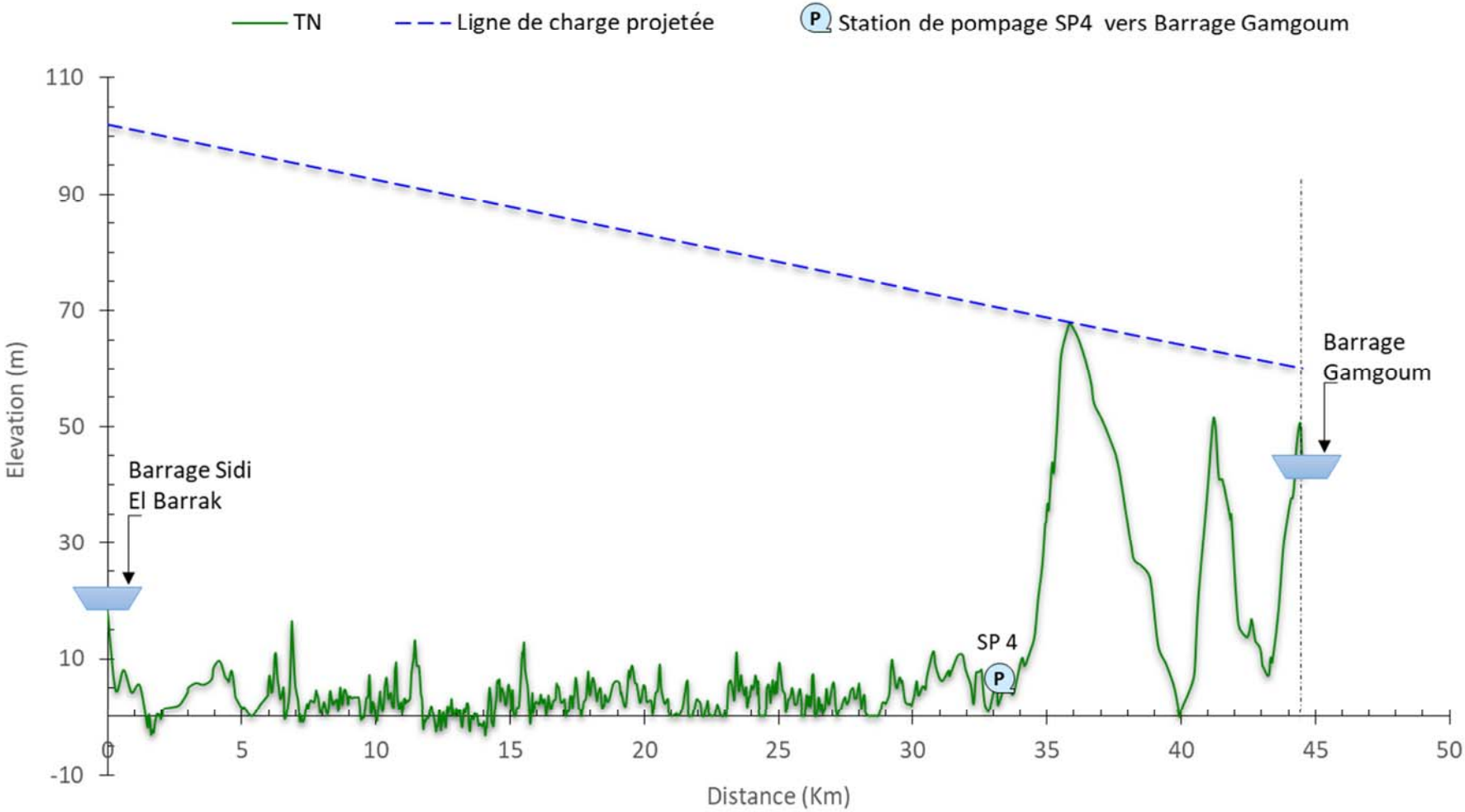


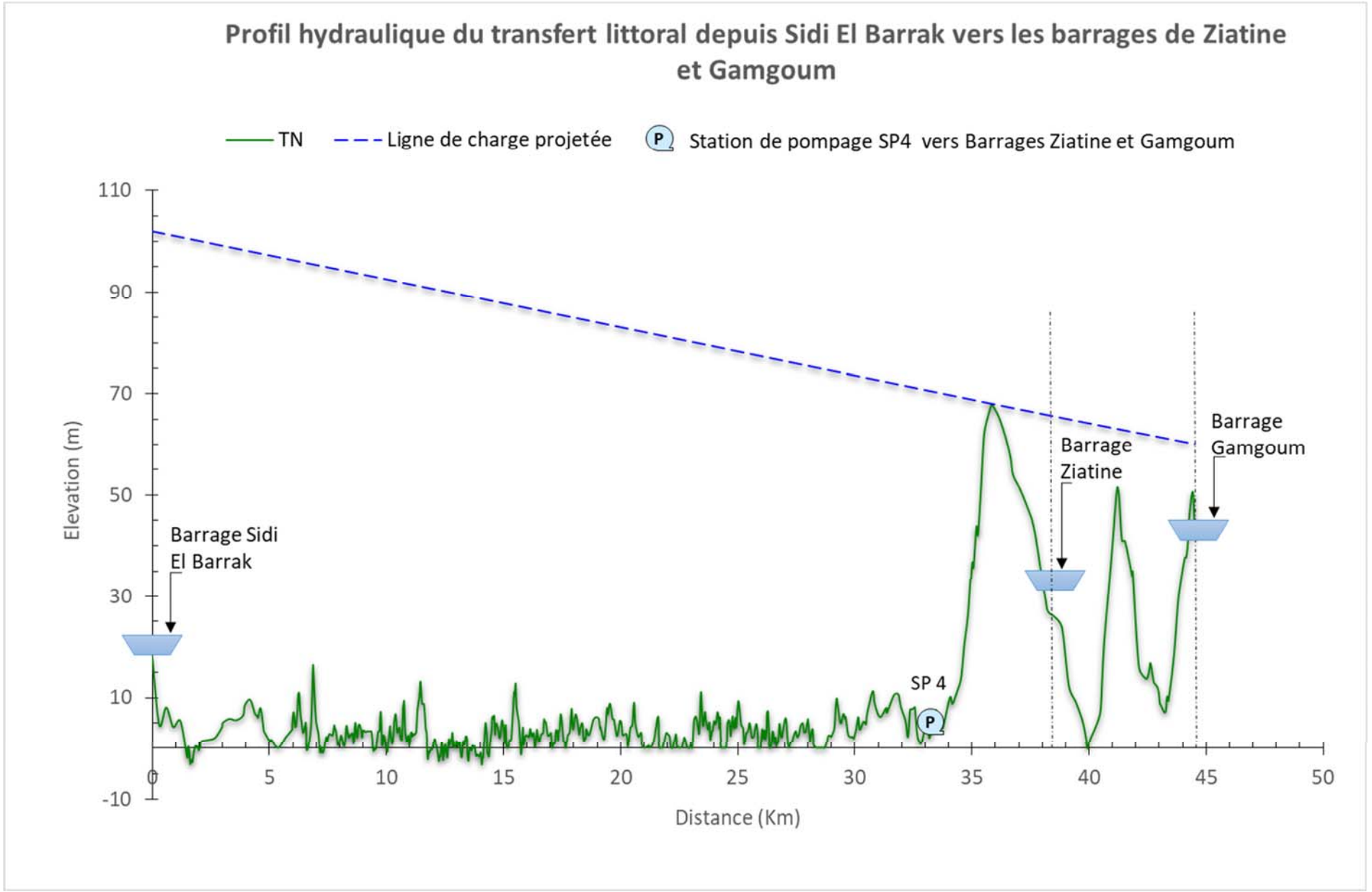

Profil hydraulique du transfert depuis Sidi El Barrak avec le nouveau BMC vers canal Sejnane
Ligne de charge actuelle
Ligne de charge projetée
TN
SP Sidi El Barrak
Bassin de mise en charge
MCH
Bassin MCH
BMC SEB
(5800 m3)
Nouveau
BMC SEB
(10 000m3)
SP SEB
Elevation (m)
Distance (Km)
0
20
40
60
80
100
120
140
160
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20

Profil hydraulique du transfert littoral depuis Sidi El Barrak vers le barrage Ziatine



Profil hydraulique du transfert littoral depuis Sidi El Barrak vers le barrage Gamgoum




Profil hydraulique du transfert littoral depuis Sidi El Barrak vers les barrages de Ziatine et Gamgoum
TN
Ligne de charge projetée
P
Station de pompage SP4 vers Barrages Ziatine et Gamgoum
Elevation (m)
110
90
70
50
30
10
-10
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
Distance (Km)
Barrage Sidi El Barrak
SP 4
Barrage Ziatine
Barrage Gamgoum

ANNEXE 3 : RAPPORT DE SIMULATION DE LA FAISABILITE D'INJECTION PAR POMPAGE VERS LE RESEAU DE TRANSFERT DE MELAH AMONT

Rapport de simulation

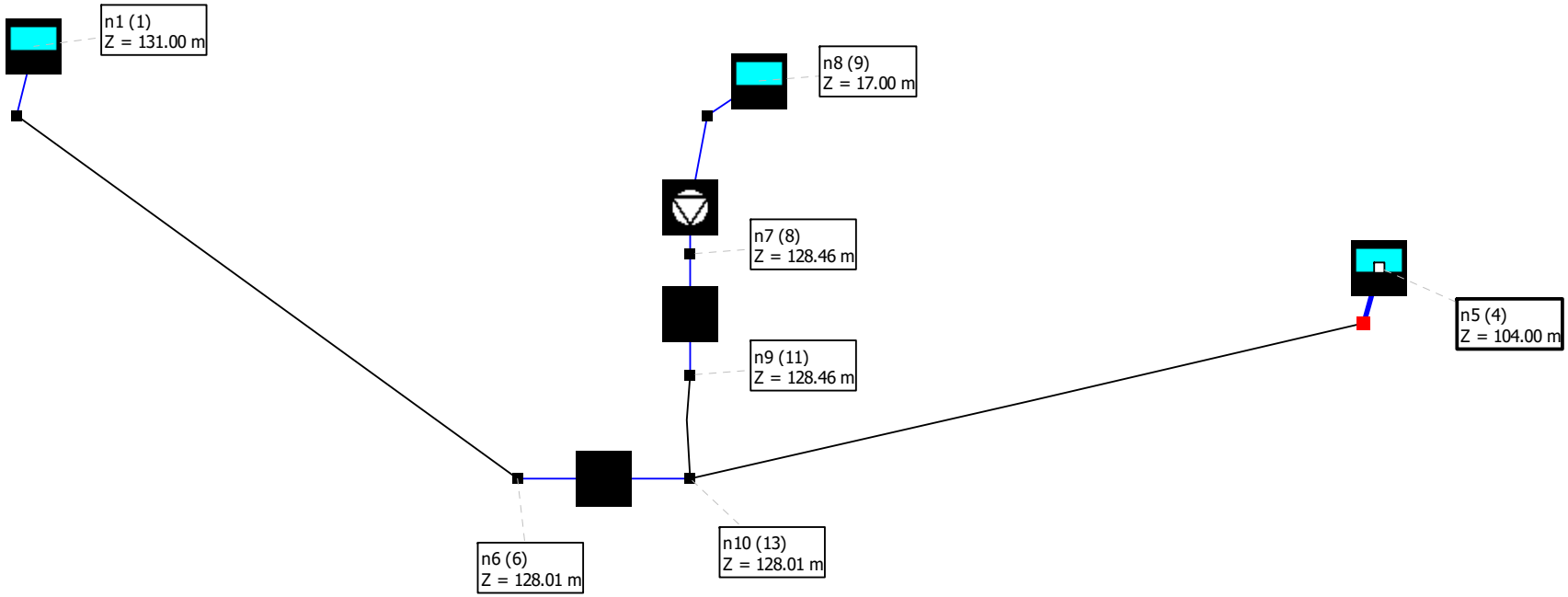
Pompage vers réseau de transfert Maleh Amont-Sejnene

CEBELMAIL
progiciel de calcul des coups de bélier

Version : 45

Description du modèle

Schéma du Réseau



Réseau

n1 : Réservoir Maleh Amont

Z0 : 131.00 m

n8 - n7 : Pompe centrifuge

Q nominal : 4.600 m³/s

H nominale : 100.00 m

n10 - n5 : Conduite

Longueur : 9860.00 m

Conduite n° 1

ZSol : Profil2

n5 : Réservoir

ZSol : 105.00 m

Z0 : 104.00 m

n1 - n6 : Conduite

Longueur : 3802.00 m

Conduite n° 1

ZSol : Profil1

n6 : Noeud simple

ZSol : 29.00 m

n9 - n10 : Conduite

Longueur : 950.00 m

Conduite n° 1

ZSol : Profil3

n7 : Noeud simple

ZSol : 0.00 m

n8 : Réservoir

ZSol : 16.00 m

Z0 : 17.00 m

n7 - n9 : Clapet anti-retour

n9 : Noeud simple

ZSol : 17.00 m

n6 - n10 : Vanne d’isolement

n10 : Noeud simple

ZSol : 29.00 m

Catalogue des conduites

Conduite n° 1

phi = 2000.0 mm

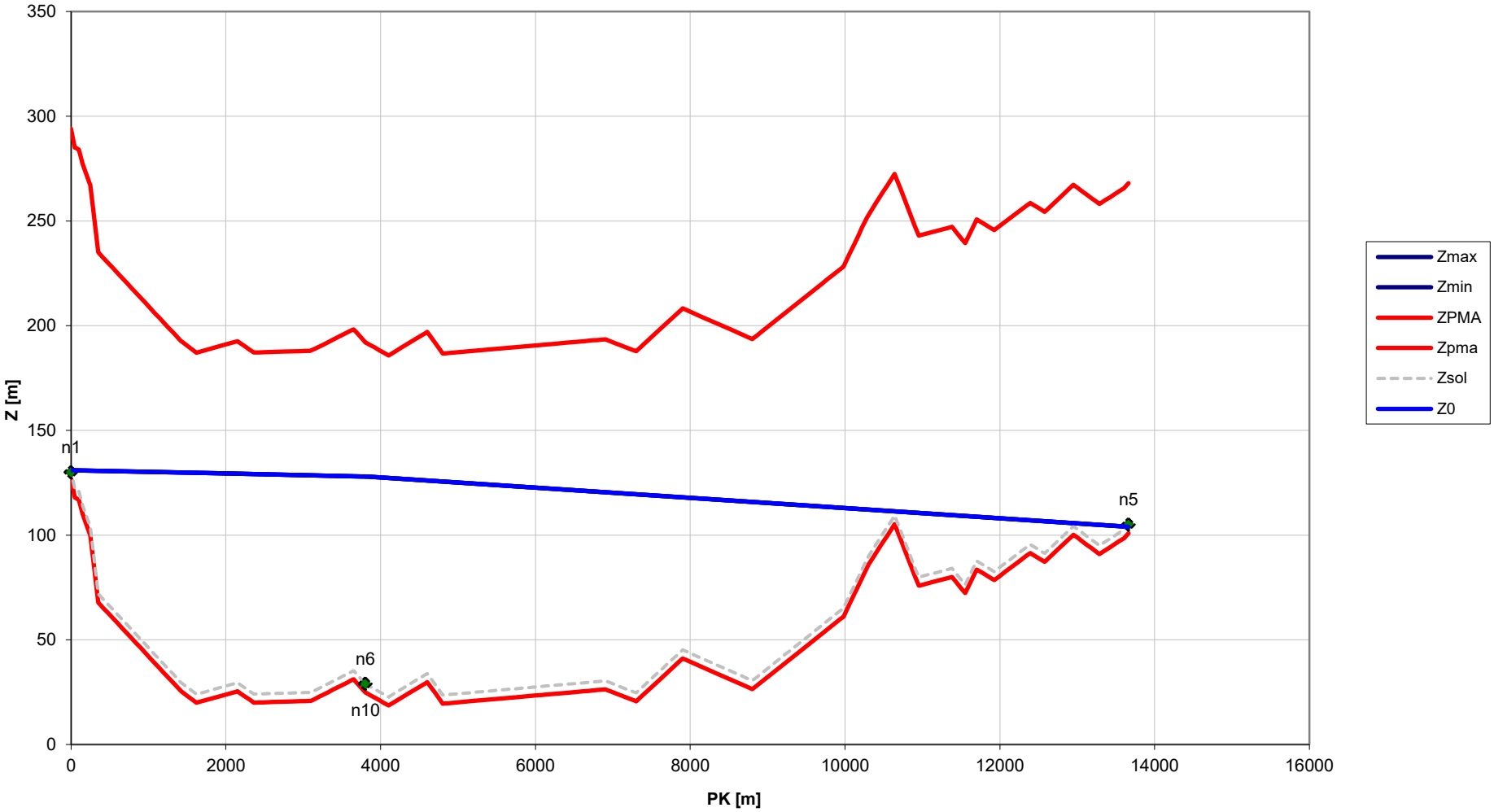
k = 0.2 mm

c = 600.00 m/s

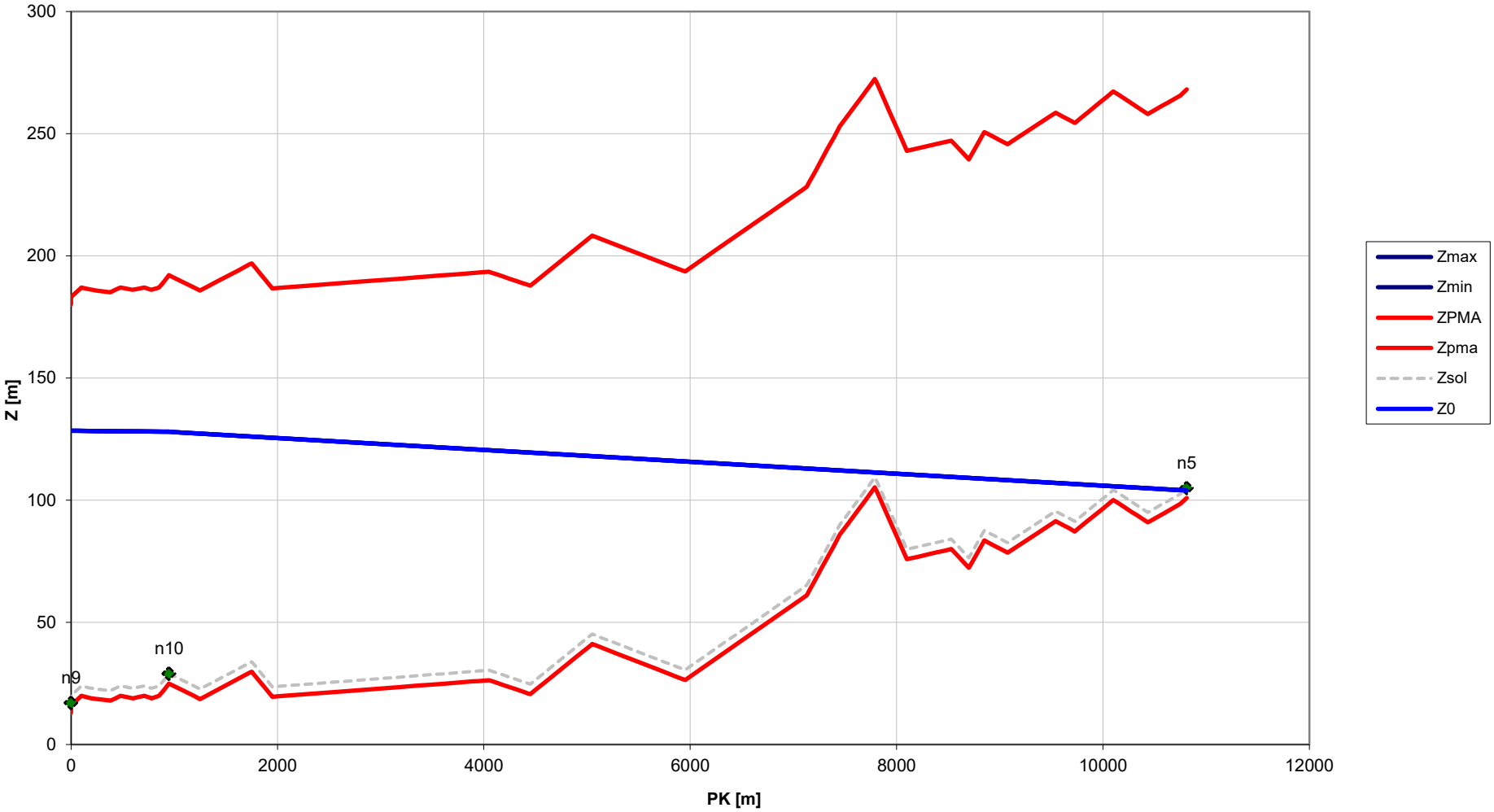
Pression minimale admissible = -0.400 bar

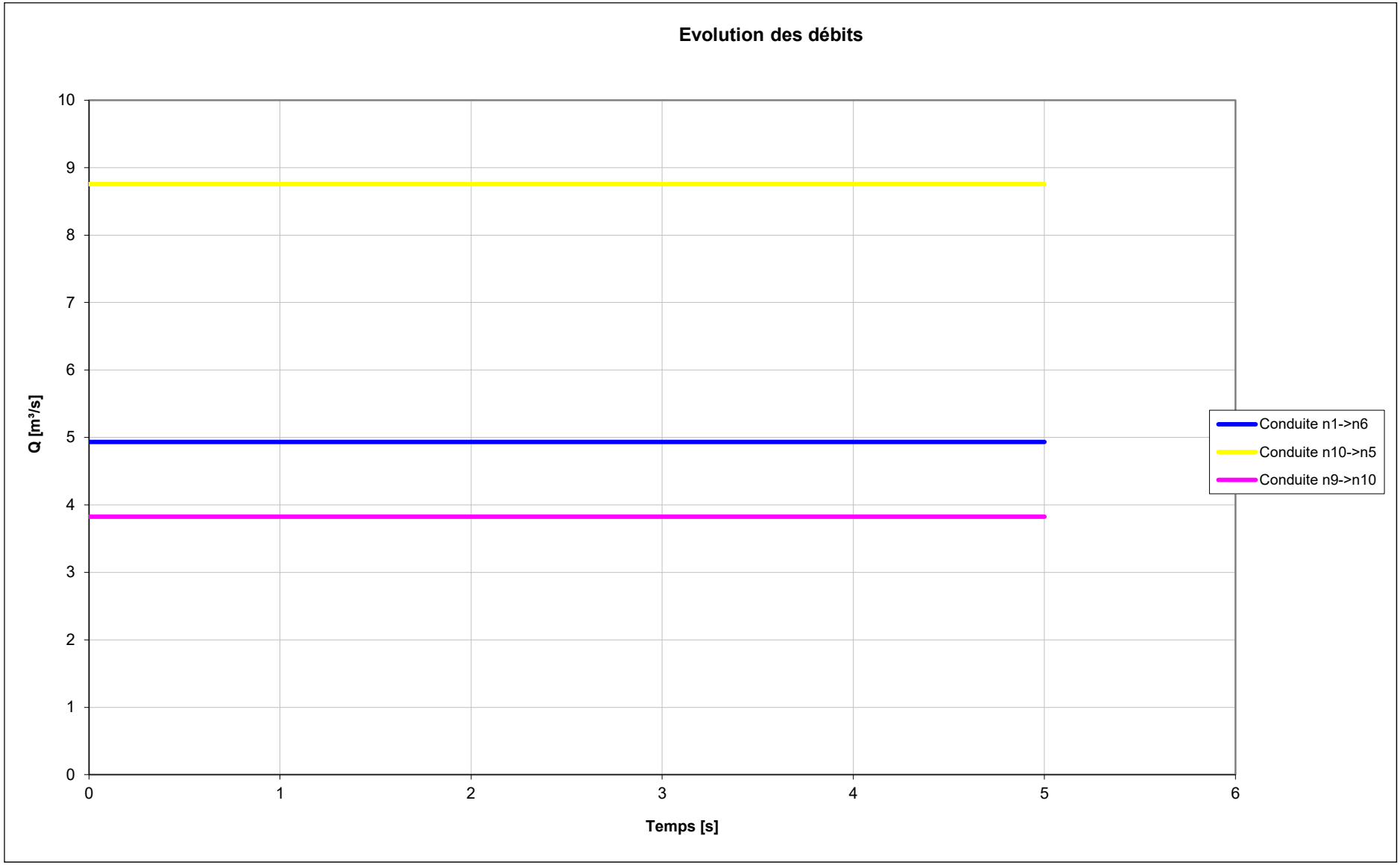
Pression maximale admissible = 16.000 bar

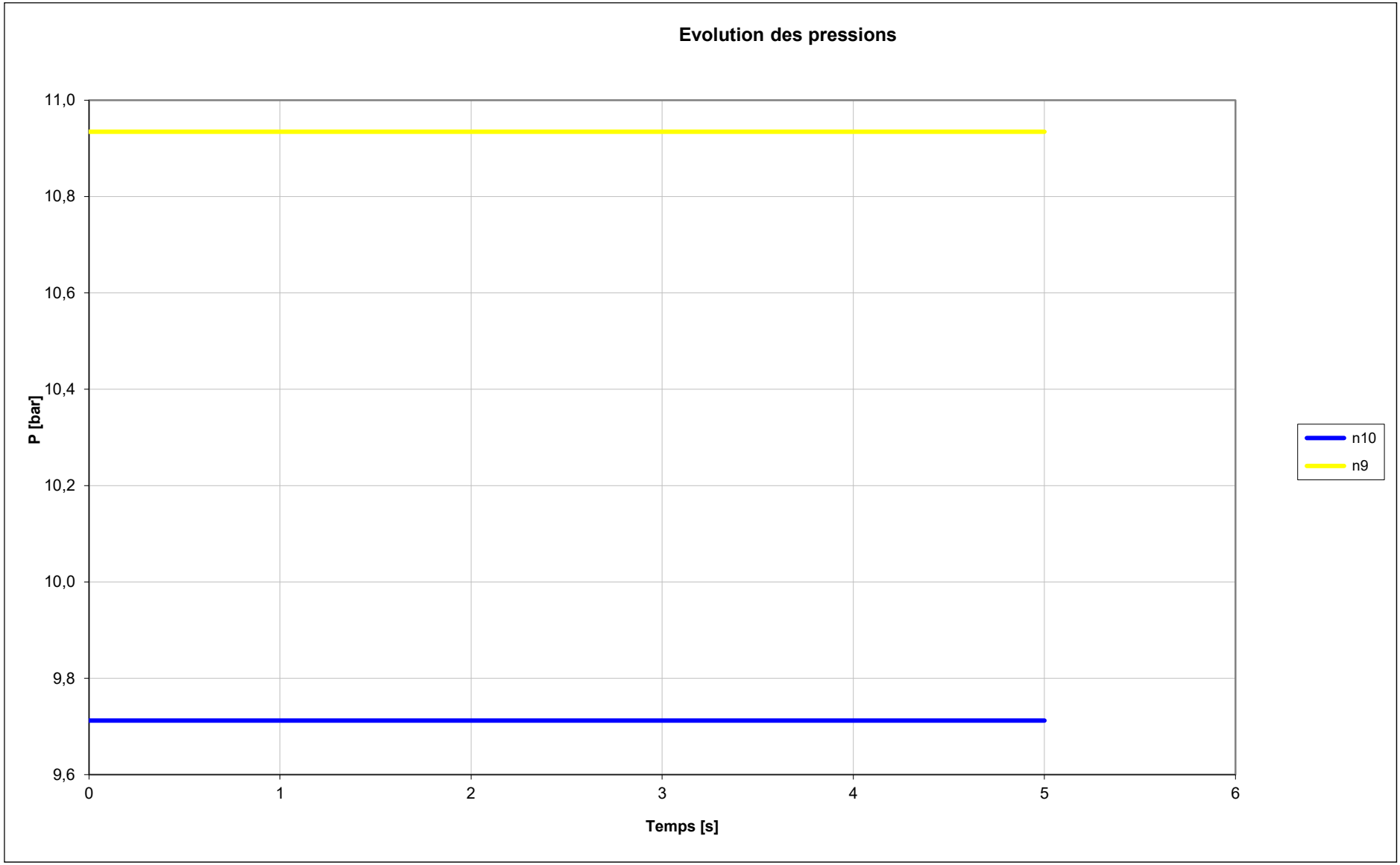
Lignes piézométriques maximum et minimum Profil1



Lignes piézométriques maximum et minimum Profil2




Evolution des débits
Q [m³/s]
Temps [s]
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
Conduite n1->n6
Conduite n10->n5
Conduite n9->n10


Evolution des pressions
11,0
10,8
10,6
10,4
10,2
10,0
9,8
9,6
P [bar]
0
1
2
3
4
5
6
Temps [s]
n10
n9

ANNEXE 4 : FAISABILITE POUR LE SITE DE TRANSFERT DE L'EAU SIDI BARRAK A SEJNANE

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

Faisabilité pour le site de transfert de l'eau SIDI BARRAK à SEJNANE

« EAU 2050 »

SCENARIO 1

ETUDE DE PREFAISABILITE DES CENTRALES PHOTOVOLTAIQUES AU NIVEAU DES STATIONS DE POMPAGE ET DE TRANSFERT DES EAUX DE LA SECADENORD- SITE DE SIDI BARRAK A SEJNANE

I. Introduction générale

1.1. Présentation du projet

Dans ce qui suit, on élabore l'étude de préfaisabilité pour la réalisation d'une mini centrale PV connectée au réseau STEG qui permet de couvrir à 70% les besoins énergétique de la station de pompage située à SIDI BARRAK de la SECADENORD.

L'étude permet d'établir le bilan de puissance de tous les équipements et le bilan de consommation énergétique de la station puis le dimensionnement de la centrale PV, puis la faisabilité pour l'implantation et l'estimation budgétaire et le calcul de la rentabilité.

Il faut noter que la station de pompage de SIDI BARRAK est énergivore en termes de consommation d'énergie. Nous estimons que les factures STEG annuelles représentent presque 80% du chiffre d'affaires de la société SECADENORD.

De ce fait, le dimensionnement aura pour objectif de couvrir à 70% les besoins en énergie de la station. On établit des scénarios selon le profil de charge de la station et le régime de consommation : Autoconsommation, avec transport d'énergies selon l'implantation de la centrale PV.

On étudie les 2 options, soit la station existante et l'option avec construction de Tunnel de transfert de l'eau qui permet de réduire la HMT de 131m à 101m avec un débit moyen de 4800 l/s.

En se basant sur les données recueillies depuis la base de données du SECADENORD, nous estimons la consommation annuelle de la station de transfert de l'eau entre SIDI BARRAK à SEJNANE à 21.1GWh/ an sachant que la consommation totale de la SECADENORD est de 127 GWh/an. La durée de fonctionnement annuelle est de 2900 heures/ an.



Figure 1:Carte des stations de pompage et transfert d'eau SECADENORD

1.2. Problématique

Ci-dessous des éléments de questions pour la problématique sur le projet PV connecté au réseau :

- Quel type d'installation PV conviendrait selon la consommation journalière et les horaires de fonctionnement de la station de pompage ?
- Quelle est la puissance crête à installer pour couvrir tous les besoins énergétiques de la station ?

- Quelle est la rentabilité de la solution PV en comparant avec les dépenses de factures STEG ?

1.3. Résultats Attendus

Le cahier des charges est le suivant :

Objectifs: L'étude portera sur deux volets :

- L'étude technique de la réalisation du projet de la centrale PV qui permet de couvrir 70% de la consommation d'énergie de la station.
- L'estimation du cout global d'investissement et la rentabilité des travaux à réaliser dans le cadre de ce projet.

1.4. Travail à faire dans le cadre de cette étude

- Etat des lieux des moyens d'alimentation en énergie de la station de pompage ;
- Faire l'inventaire de tous les équipements électriques de station pilote pour l'étude ;
- Evaluation du potentiel solaire du site et Estimation des surfaces de captage solaire disponible sur site ou ailleurs pour le projet de transport d'énergie ;
- Proposer les configurations possibles du système de production d'énergie électrique sur site ou site déporté avec transport d'énergie, raccordement en MT ;
- Donner les avantages et inconvénients de chaque configuration. Faire le choix de la configuration adéquate et justifier ce choix ;
- Faire le dimensionnement des équipements de l'installation solaire photovoltaïque ;
- Faire le choix des équipements en tenant compte des critères technico-économique pour l'installation photovoltaïque ;
- Faire une étude de rentabilité économique du projet avec l'outil PROFIT PV et fournir un devis quantitatif et estimatif à la fin de l'étude.

II- ETUDE DE FAISABILITE ECONOMIQUE SECADENORD :

3.1. Description du projet :

La quantité transférée pompée en 2020 est de l'ordre de 804,894 Millions de m3 à un coût total de 17,469 millions DT avec une consommation de 127,645 GWh(voir tableau)

Le coût de l'énergie de la SECADENORD représente 80% du chiffre d'affaires, donc pour réduire la consommation électrique de ces complexes, il sera nécessaire aux recours aux systèmes de production d'énergie solaire pour les utilisés dans l'éclairage et le pompage (partie exhaure des stations).

Tableau 1: Comparaison des puissances et des couts selon les options

Comparaison énergétique des variantes de transfert du barrage Sidi El Barrak vers Barrage de Sejnène

	Q en l/s	DN en mm	Long ref en ml	Cote asp NGT	Cote ref NGT	H géom en m	V en m/s	PDC en m	HMT en mCE	Puissance en KW	Energie kwh	Coût en DT	Ecart (coût) en DT	Puissance pompe (MWh) (fonctionnement 8h/j)	Puissance PV à installer en couvrant 100% de la consommation en MWc	Puissance PV à installer en couvrant 50% de la consommation en MWc et pour ne pas dépasser les 30%	Coût d'investissement (DT) PV flottante
Existant	4500	1800	1500	17	144	127	1,8	2,5	131,0	7 229	21 107 932	6 332 380		7,228743836	14,07195467	6	24000000
Option 1(brise)-site1	4500	1800	11700	17	123	106	1,8	14,0	120,0	6 621	19 332 235	5 799 670	532 709	6,620628425	12,88815667	5,5	22000000
Option	4500	1800	14000	17	104	87	1,8	16,6	103,6	5 715	16 688 342	5 006 503	1 325 877	5,715185616	11,12556133	5	20000000
Option 3(tunnel -	4500	1800	11000	17	105	88	1,8	13,2	101,2	5 584	16 304 824	4 891 447	1 440 932	5,583843836	10,86988267	4,7	18800000
Option	4500	1800	11000	17	105	88	1,8	13,2	101,2	5 584	16 304 824	4 891 447	1 440 932	5,583843836	10,86988267	4,7	18800000
Option	4500	1800	14000	17	105	88	1,8	16,6	104,6	5 770	16 849 471	5 054 841	1 277 538	5,770366781	11,23298067	5	20000000
Option 6(Existant	4500	1800	1200	17	131	114	1,8	2,1	116,1	6 409	18 715 004	5 614 501	717 878	6,409247945	12,47666933	5,5	22000000

(*) la Puissance PV à installer a été calculé sur la base d'un rendement spécifique de 1500 KWh/an/KWc

(**) le coût est estimé à 6000 TND/KWc

1

D'après le tableau ci-dessus, la consommation énergétique en 2020 pour la station SECADENORD est de l'ordre de 20GWh/an, avec un DNI évalué à 1500kWh/m²/an, la puissance crête à installer est estimée à 14MWc(pour le site existant) et vu que la station fonctionne pendant la journée et en absence de courbe de charge on doit mettre en place une installation PV raccordée au réseau qui couvre 50% de la consommation totale qui sera implantée sur le même site (sur de l'eau de manière flottante) et vue que la loi ne permet d'injecter plus que 30% sur le réseau de la STEG donc la SECADENORD ne peut installer qu'une installation PV 6MWc

3.2. Technologie :

La centrale électrique sera de type Solaire Photovoltaïque constituée de panneaux solaires produisant de l'énergie électrique directement à partir du soleil. La technologie à proposer est l'utilisation de panneaux photovoltaïques en Silicium Cristallin

3.3. Principaux composants du système

Le choix des modules s'est porté sur des modules monocristallins JINKO SOLAR Half cells 545W de puissance unitaire pour une surface de 2 m² chacun, il s'agit d'installer 11010 modules PV.

Les onduleurs centraux choisis seront de puissance 1 MW (6 onduleurs de 1 MVA).

IV.

L'installation photovoltaïque est constituée de plusieurs éléments :

- le système photovoltaïque contenant 11010 modules PV de type JINKO 545 Wc (monocristallin-half cells) installés sur des structures métalliques
- 06 onduleurs centraux de 1MVA chacun
- les câbles de raccordement,
- les locaux techniques,
- la clôture et les accès.
- Structure de supportage en aluminium sur l'eau de manière flottante
- le raccordement de la centrale PV au réseau électrique national.
- Un système de contrôle et de monitoring

4.1. Dimensionnement de l'installation :

Le photovoltaïque flottant offre 4 principaux avantages :

- Il permet de valoriser des surfaces d'eau inexploitées (sur terre ou en mer) et peut ainsi éviter une éventuelle compétition pour l'occupation des sols.
- Les grands plans d'eau bénéficient d'un ensoleillement maximal et d'un environnement bien dégagé (pas d'ombrage).
- La fraîcheur de l'eau permet d'éviter la surchauffe de l'installation photovoltaïque. Celle-ci offre dès lors un rendement de 15 à 20% plus élevé. D'où le rendement de la centrale PV flottante serait presque 20% plus que les résultats ci-dessous mentionné.

4.1.1. Centrale PV de 6MWc

.

Grid-Connected System: Simulation parameters

Project : **INSTALLATION PV RACCORDE AU RESEAU MT 6 MW-existant**

Geographical Site	**SEJNENE**			**Country**	**Tunisia**
Situation		Latitude	37.1°N	Longitude	9.2°E
Time defined as		Solar Time		Altitude	5 m
		Albedo	0.20		
Meteo data :	SEJNENE, Synthetic Hourly data				

Simulation variant : **No shading effects**

Simulation date 29/06/22 16h51

Simulation parameters

Collector Plane Orientation	Tilt	30°	Azimuth	0°
Horizon	Free Horizon			
Near Shadings	No Shadings			

PV Array Characteristics

PV module	Si-mono	Model	**jinko 545**		
		Manufacturer	jinko solar		
Number of PV modules		In series	15 modules	In parallel	734 strings
Total number of PV modules		Nb. modules	11010	Unit Nom. Power	545 Wp
Array global power		Nominal (STC)	**6000 kWp**	At operating cond.	5197 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	544 V	I mpp	9546 A
Total area		Module area	**19145 m²**	Cell area	16433 m²

Inverter		Model	**Sunny Central 1000 MV-11**		
		Manufacturer	SMA		
Characteristics		Operating Voltage	450-820 V	Unit Nom. Power	1000 kW AC
Inverter pack		Number of Inverter	6 units	Total Power	6000 kW AC

PV Array loss factors

Thermal Loss factor	Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
=> Nominal Oper. Coll. Temp. (G=800 W/m², Tamb=20°C, Wind velocity = 1m/s.)			NOCT	45 °C
Wiring Ohmic Loss	Global array res.	0.98 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
Module Quality Loss			Loss Fraction	2.5 %
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	2.0 % at MPP
Incidence effect, ASHRAE parametrization	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	bo Parameter	0.05

User's needs : Unlimited load (grid)

Grid-Connected System: Main results

Project : **INSTALLATION PV RACCORDE AU RESEAU MT 6 MW-existant**

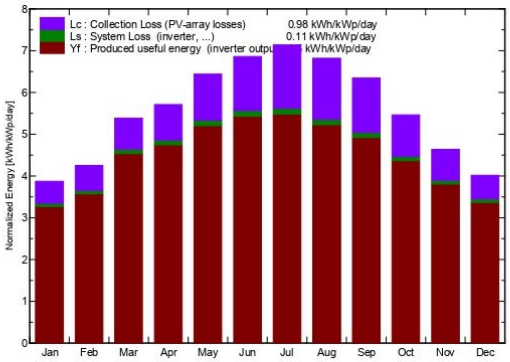
Simulation variant : **No shading effects**

Main system parameters		System type	**Grid-Connected**		
PV Field Orientation		tilt	30°	azimuth	0°
PV modules		Model	jinko 545	Pnom	545 Wp
PV Array		Nb. of modules	11010	Pnom total	**6000 kWp**
Inverter		Model	Sunny Central 1000 MV-11	Pnom	1000 kW ac
Inverter pack		Nb. of units	6.0	Pnom total	**6000 kW ac**
User's needs		Unlimited load (grid)			

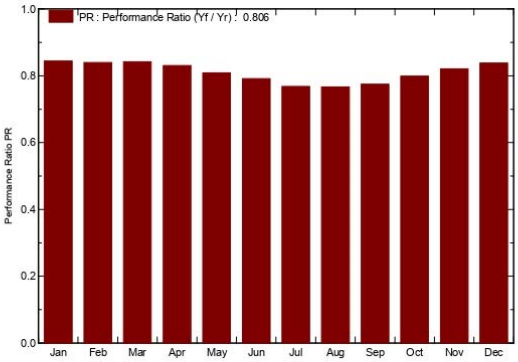
Main simulation results

System Production	**Produced Energy**	**9859 MWh/year**	Specific prod.	1643 kWh/kWp/year
	Performance Ratio PR	80.6 %		

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 6000 kWp



Performance Ratio PR



centrale PV 6MWc SECADENORD-Existant

Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray kWh	E_Grid kWh	EffArrR %	EffSysR %
January	78.0	13.49	120.0	116.6	623151	608157	27.1	26.5
February	89.0	13.30	119.1	115.8	614976	600296	27.0	26.3
March	140.0	13.10	166.9	162.1	864434	843812	27.0	26.4
April	164.0	14.70	171.4	166.4	875276	854585	26.7	26.0
May	208.0	18.20	199.6	193.5	993563	968702	26.0	25.3
June	225.0	21.70	205.9	199.5	1002303	978153	25.4	24.8
July	237.0	25.30	221.3	214.6	1045992	1020368	24.7	24.1
August	208.0	26.50	211.5	205.4	996597	973009	24.6	24.0
September	166.0	25.60	190.6	185.3	907610	886604	24.9	24.3
October	128.0	21.90	169.4	164.8	832114	812601	25.7	25.1
November	90.0	17.70	139.2	135.2	701646	685336	26.3	25.7
December	75.0	14.80	124.6	121.0	642351	627070	26.9	26.3
Year	1808.1	18.89	2039.6	1980.1	10100015	9858693	25.9	25.2

Legends:

GlobHor	Horizontal global irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
T Amb	Ambient Temperature	E_Grid	Energy injected into grid
GlobInc	Global incident in coll. plane	EffArrR	Effic. Eout array / rough area
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings	EffSysR	Effic. Eout system / rough area

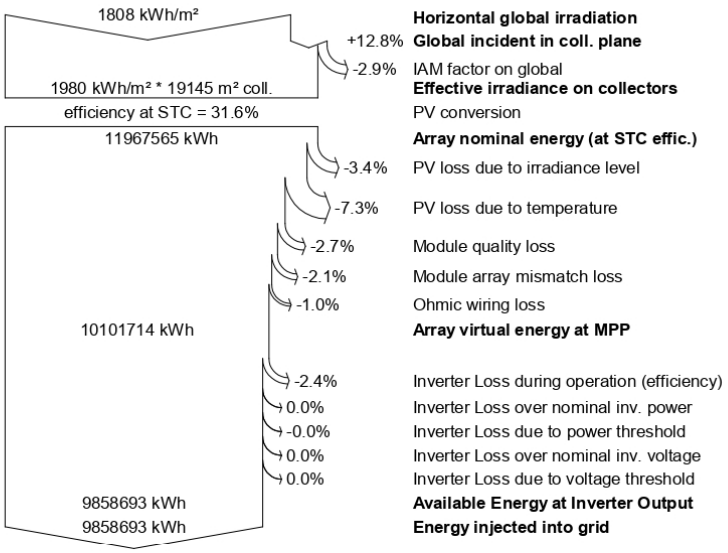
Grid-Connected System: Loss diagram

Project : **INSTALLATION PV RACCORDE AU RESEAU MT 6 MW-existant**

Simulation variant : **No shading effects**

Main system parameters				
System type		**Grid-Connected**		
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	0°
PV modules	Model	jinko 545	Pnom	545 Wp
PV Array	Nb. of modules	11010	Pnom total	**6000 kWp**
Inverter	Model	Sunny Central 1000 MV-11	Pnom	1000 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	6.0	Pnom total	**6000 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Loss diagram over the whole year



3.1.1. Centrale PV de 5 MWc

Grid-Connected System: Simulation parameters

Project :	**INSTALLATION PV RACCORDE AU RESEAU MT 5 MW-avec Tunnel**				
Geographical Site	**SEJNENE**			**Country**	**Tunisia**
Situation		Latitude	37.1°N	Longitude	9.2°E
Time defined as		Solar Time		Altitude	5 m
		Albedo	0.20		
Meteo data :	SEJNENE, Synthetic Hourly data				

Simulation variant :	**No shading effects**				
		Simulation date	30/06/22 11h49		

Simulation parameters

Collector Plane Orientation		Tilt	30°	Azimuth	0°
Horizon	Free Horizon				
Near Shadings	No Shadings				

PV Array Characteristics

PV module	Si-mono	Model	**jinko 545**		
		Manufacturer	jinko solar		
Number of PV modules		In series	15 modules	In parallel	612 strings
Total number of PV modules		Nb. modules	9180	Unit Nom. Power	545 Wp
Array global power		Nominal (STC)	**5003 kWp**	At operating cond.	4333 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	544 V	I mpp	7959 A
Total area		Module area	**15963 m²**	Cell area	13702 m²

Inverter		Model	**SKN 609**		
		Manufacturer	Solar Konzept		
Characteristics		Operating Voltage	500-750 V	Unit Nom. Power	2150 kW AC
Inverter pack		Number of Inverter	2 units	Total Power	4300 kW AC

PV Array loss factors

Thermal Loss factor		Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
=> Nominal Oper. Coll. Temp. (G=800 W/m², Tamb=20°C, Wind velocity = 1m/s.)				NOCT	45 °C
Wiring Ohmic Loss		Global array res.	1.2 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
Module Quality Loss				Loss Fraction	2.5 %
Module Mismatch Losses				Loss Fraction	2.0 % at MPP
Incidence effect, ASHRAE parametrization		IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	bo Parameter	0.05

User's needs : Unlimited load (grid)

Grid-Connected System: Main results

Project : **INSTALLATION PV RACCORDE AU RESEAU MT 5 MW-avec Tunnel**

Simulation variant : **No shading effects**

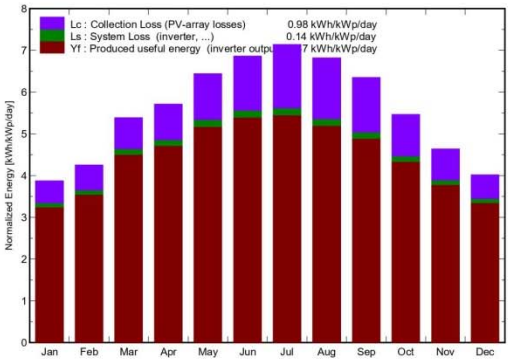
Main system parameters				
System type		**Grid-Connected**		
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	0°
PV modules	Model	jinko 545	Pnom	545 Wp
PV Array	Nb. of modules	9180	Pnom total	**5003 kWp**
Inverter	Model	SKN 609	Pnom	2150 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	2.0	Pnom total	**4300 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Main simulation results

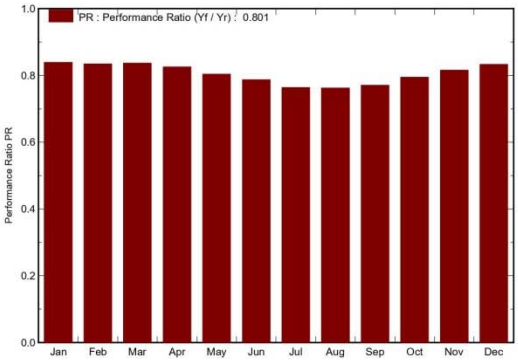
System Production — **Produced Energy** **8170 MWh/year** — Specific prod. 1633 kWh/kWp/year

Performance Ratio PR 80.1 %

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 5003 kWp



Performance Ratio PR



centrale PV 4.7MWc SECADENORD-avec Tunnel7

Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray kWh	E_Grid kWh	EffArrR %	EffSysR %
January	78.0	13.49	120.0	116.6	519644	504034	27.1	26.3
February	89.0	13.30	119.1	115.8	512760	497350	27.0	26.2
March	140.0	13.10	166.9	162.1	720847	699294	27.0	26.2
April	164.0	14.70	171.4	166.4	730083	708244	26.7	25.9
May	208.0	18.20	199.6	193.5	828547	802806	26.0	25.2
June	225.0	21.70	205.9	199.5	835703	810524	25.4	24.7
July	237.0	25.30	221.3	214.6	872102	845526	24.7	23.9
August	208.0	26.50	211.5	205.4	831455	806669	24.6	23.9
September	166.0	25.60	190.6	185.3	756794	734505	24.9	24.1
October	128.0	21.90	169.4	164.8	693833	673259	25.7	24.9
November	90.0	17.70	139.2	135.2	585024	567904	26.3	25.6
December	75.0	14.80	124.6	121.0	535745	519651	26.9	26.1
Year	1808.1	18.89	2039.6	1980.1	8422538	8169767	25.9	25.1

Legends:

GlobHor	Horizontal global irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
T Amb	Ambient Temperature	E_Grid	Energy injected into grid
GlobInc	Global incident in coll. plane	EffArrR	Effic. Eout array / rough area
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings	EffSysR	Effic. Eout system / rough area

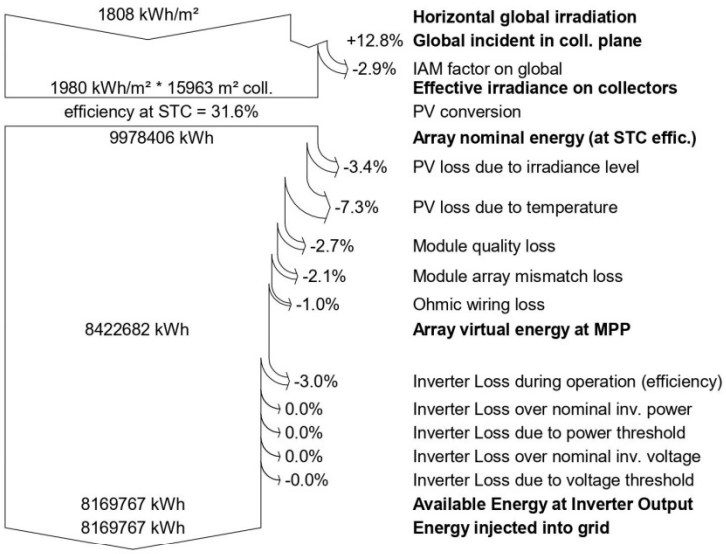
Grid-Connected System: Loss diagram

Project : **INSTALLATION PV RACCORDE AU RESEAU MT 5 MW-avec Tunnel**

Simulation variant : **No shading effects**

Main system parameters	System type	**Grid-Connected**		
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	0°
PV modules	Model	jinko 545	Pnom	545 Wp
PV Array	Nb. of modules	9180	Pnom total	**5003 kWp**
Inverter	Model	SKN 609	Pnom	2150 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	2.0	Pnom total	**4300 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Loss diagram over the whole year



3.2. Analyse financière

La base de l'estimation préliminaire des coûts, telle que détaillée ci-dessous.

Les principaux éléments de coût pris en compte dans la tarification sont les suivants :

- Étude de faisabilité et conception
- Travaux de fixation du support pour les modules PV sur de l'eau flottant

- Fourniture, transport, installation mécanique et électrique, mise en service et essais de la centrale PV

3.2.1. Estimation des coûts :

Le cout moyen du 1 MWc PV flottant est estimé à 4 MDT.

De ce fait le cout total clé en main de l'installation 6 MWc est de :

24 millions de dinars et de 20 MDT pour la centrale de 5 MWc

3.2.2. Analyse économique

Cette analyse a été simulée à l'aide du logiciel PROFITPV et ce, en tenant compte des hypothèses suivantes :

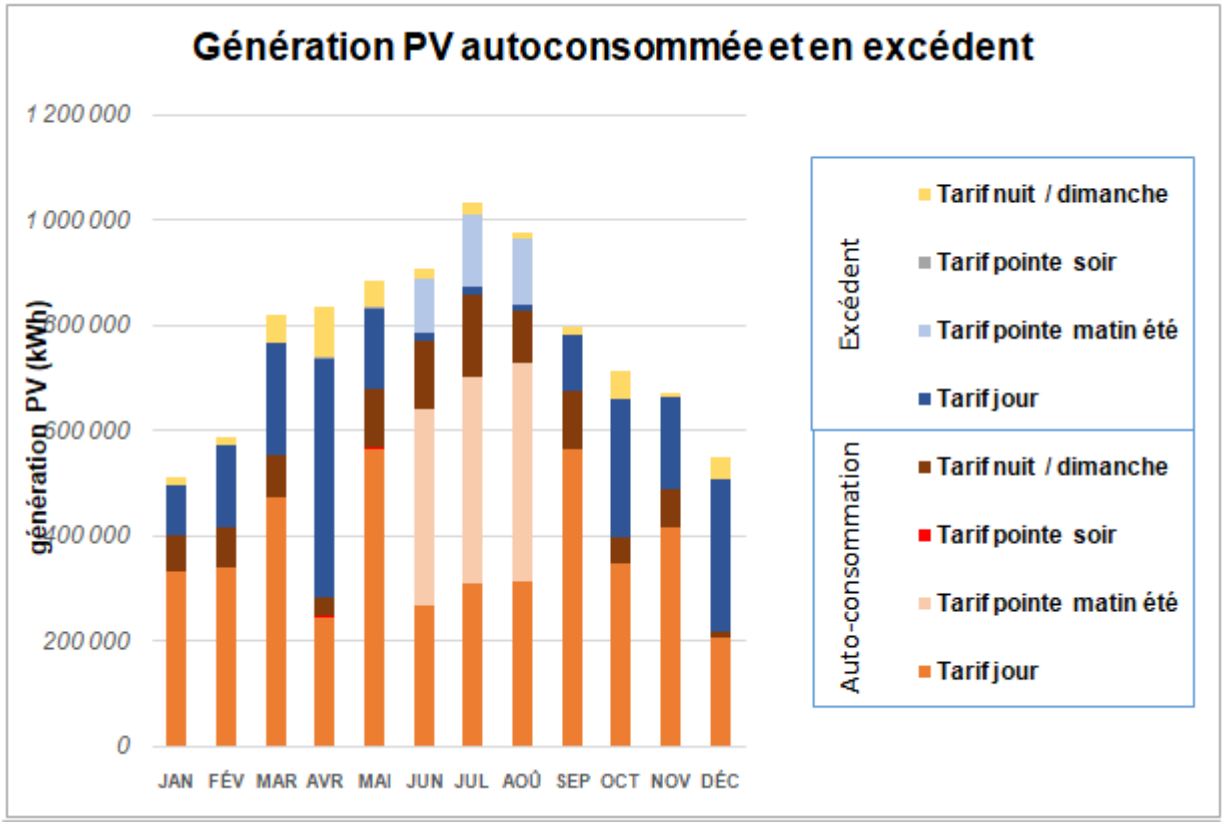
- Taille de l'installation : 6 MWc pour couvrir 50% de la consommation **pour Consommation annuelle : 21GWh/an pour l'existant**
- Taille de l'installation : 5 MWc pour couvrir 50% de la consommation **pour Consommation de 16.3 GWh/ an pour l'option avec construction de Tunnel**
- Taux d'inflation : 7,5%
- Taux d'actualisation : 10%
- Taux d'intérêt : 8%
- Dégradation des performances : 0,7%/an
- Taux d'augmentation annuel du tarif d'achat de l'excédent : 5%
- Tarif uniforme de 0.3 DT

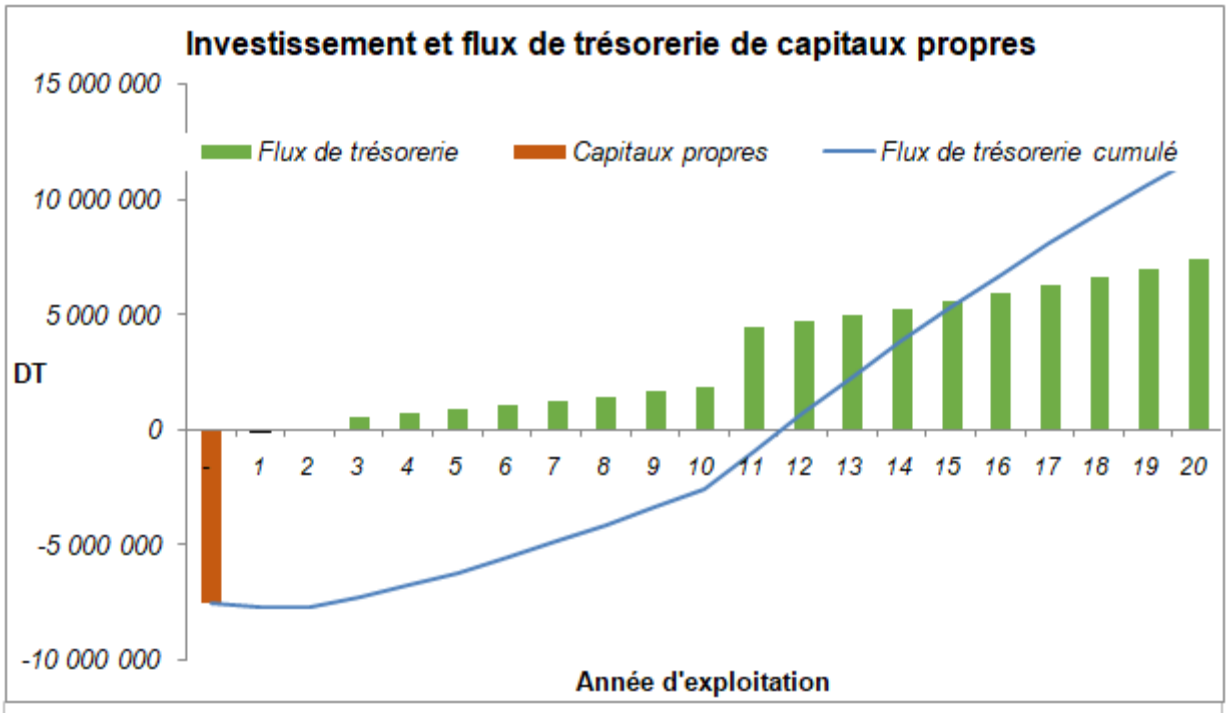
Ci-dessous les résultats de la simulation PROFIT PV pour les deux options :

Option existante avec puissance PV de 6 MWc :

Résultats

Variable	valeur	unité
Consommation brute annuelle	21 107 932	kWh
Production annuelle	9 300 000	kWh
Energie autoconsommée annuelle, tous sites	6 576 942	kWh
Transport d'énergie PV annuelle	0	kWh
Energie cédée annuellle (excédent)	2 723 058	kWh
Taux de couverture totale (Ratio Production PV : Consommation)	44%	-
Pourcentage de la production cédée (excédent)	29%	-
Pourcentage de la production transportée	0%	-
Montant à rembourser à la fin de l'année	0	DT/an
Coût Moyen Actualisé de l'Énergie (LCOE) avec subvention	0,293	DT/kWh
Facture annuelle sans PV	6 437 919	DT/an
Facture annuelle avec PV	4 431 952	DT/an
Vente annuelle de l'excédent à la STEG	326 316	DT/an
Temps de retour sur investissement	11,5507	années
Taux de rentabilité interne du projet	13,5%	-
Réduction d'émissions de gaz à effet de serre sur la vie du système PV	106 020	tonnes équivalent CO2

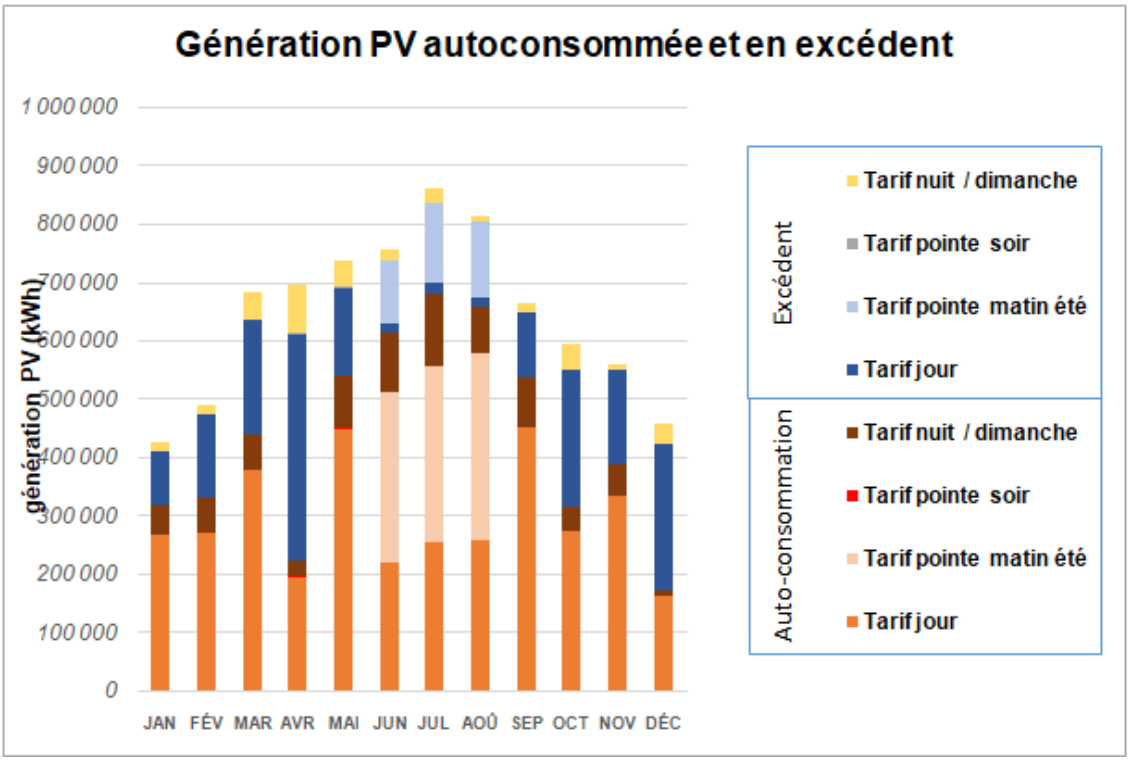

Génération PV autoconsommée et en excédent
1 200 000
1 000 000
800 000
600 000
400 000
200 000
0
génération PV (kWh)
JAN FÉV MAR AVR MAI JUN JUL AOÛ SEP OCT NOV DÉC
Excédent
Tarif nuit / dimanche
Tarif pointe soir
Tarif pointe matin été
Tarif jour
Auto-consommation
Tarif nuit / dimanche
Tarif pointe soir
Tarif pointe matin été
Tarif jour

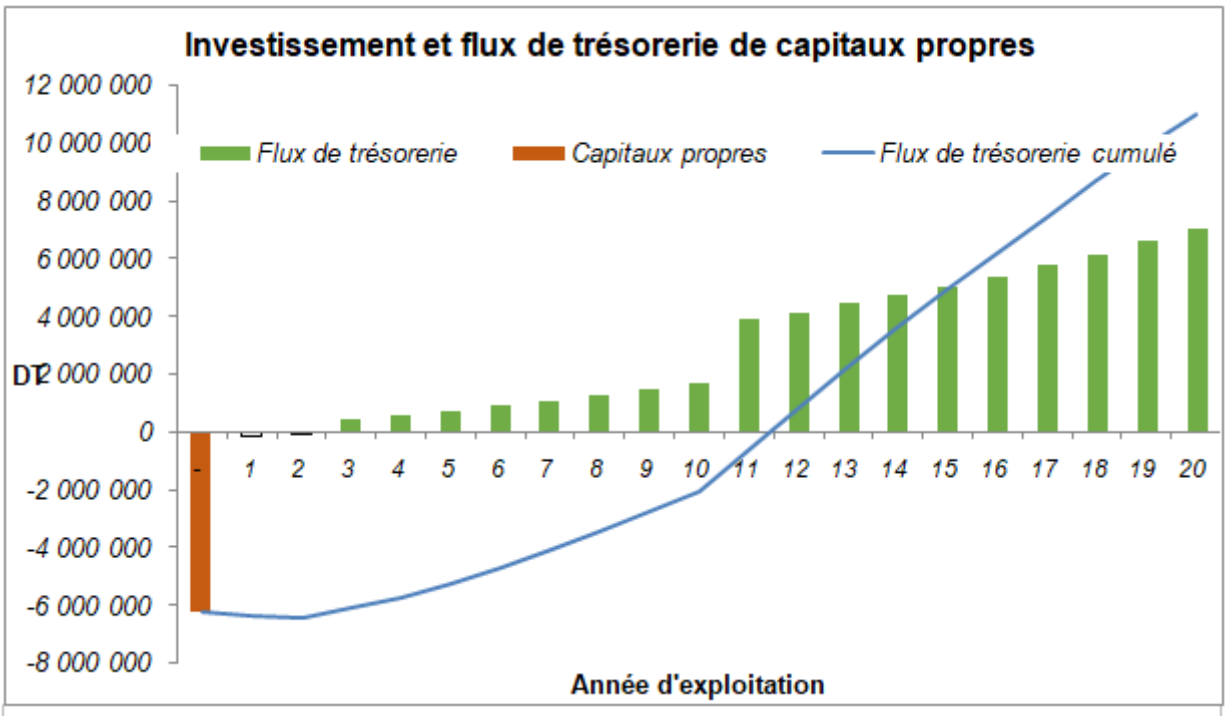

Investissement et flux de trésorerie de capitaux propres
15 000 000
10 000 000
5 000 000
0
-5 000 000
-10 000 000
DT
Flux de trésorerie
Capitaux propres
Flux de trésorerie cumulé
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
Année d'exploitation

Option 2 avec la construction du Tunnel puissance PV de 5 MWc :

Résultats

variable	valeur	unité
Consommation brute annuelle	16 304 824	kWh
Production annuelle	7 750 000	kWh
Energie autoconsommée annuelle, tous sites	5 235 099	kWh
Transport d'énergie PV annuelle	0	kWh
Energie cédée annuellle (excédent)	2 514 901	kWh
Taux de couverture totale (Ratio Production PV : Consommation)	48%	-
Pourcentage de la production cédée (excédent)	32%	-
Pourcentage de la production transportée	0%	-
Montant à rembourser à la fin de l'année	22 942	DT/an
Coût Moyen Actualisé de l'Énergie (LCOE) avec subvention	0,292	DT/kWh
Facture annuelle sans PV	4 972 971	DT/an
Facture annuelle avec PV	3 376 266	DT/an
Vente annuelle de l'excédent à la STEG	280 881	DT/an
Temps de retour sur investissement	11,4137	années
Taux de rentabilité interne du projet	14,0%	-
Réduction d'émissions de gaz à effet de serre sur la vie du système PV	88 350	tonnes équivalent CO2


Génération PV autoconsommée et en excédent
1 000 000
900 000
800 000
700 000
600 000
500 000
400 000
300 000
200 000
100 000
0
génération PV (kWh)
JAN FÉV MAR AVR MAI JUN JUL AOÛ SEP OCT NOV DÉC
Excédent
Tarif nuit / dimanche
Tarif pointe soir
Tarif pointe matin été
Tarif jour
Auto-consommation
Tarif nuit / dimanche
Tarif pointe soir
Tarif pointe matin été
Tarif jour


Investissement et flux de trésorerie de capitaux propres
12 000 000
10 000 000
8 000 000
6 000 000
4 000 000
2 000 000
0
-2 000 000
-4 000 000
-6 000 000
-8 000 000
DT
Flux de trésorerie
Capitaux propres
Flux de trésorerie cumulé
- 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
Année d'exploitation

SCENARIO 2

ETUDE DE PREFAISABILITE DES CENTRALES EOLIENNES AU NIVEAU DES STATIONS DE POMPAGE ET DE TRANSFERT DES EAUX DE LA SECADENORD- SITE DE SIDI BARRAK A SEJNANE

1. L'énergie éolienne : une énergie propre

Une énergie propre par excellence. Une éolienne n'entraîne pas de pollution des sols (absence de production de suies, de cendre, de déchets), pas de pollution de l'eau (absence de consommation d'eau et de rejet d'effluents dans le milieu aquatique, absence de production de métaux lourds), pas de pollution de l'air (absence d'émissions de gaz à effet de serre, de poussières, de fumées, d'odeurs, de gaz à l'origine des pluies acides).

Par ailleurs, les éoliennes occupent de façon temporaire les terrains, sur une durée liée à l'exploitation du parc et limitée à une vingtaine d'années.

Le démantèlement des installations intervient en fin de vie du parc éolien et les terrains sont remis en état, selon les engagements pris avec les propriétaires et exploitants agricoles, en conformité avec la législation française.

Au final, le sol et le sous-sol n'étant pas pollués, tout type d'usage peut être envisagé sur ces terrains libérés.

Enfin, la majeure partie des matériaux démantelés est réutilisée pour d'autres usages industriels et ne constituent pas de déchets « orphelins » ou difficiles à stocker, comme cela est actuellement le cas pour d'autres sources de production d'électricité. Globalement les impacts des éoliennes implantées dans des sites bien choisis sont très limités, temporaires et réversibles.

1.1.Avantages de l'énergie éolienne

L'énergie éolienne produite grâce au souffle du vent, cette énergie ne connait aucun risque de pénurie, le productible peut être dispatché 24h (Jour et nuit) , elle a aussi la particularité d'avoir un rendement supérieur en hiver, car le vent est généralement plus fort pendant la saison froide. C'est un point très positif pour la gestion du réseau énergétique, car les besoins des consommateurs sont nettement supérieurs au cours de la période hivernale.

Par ailleurs, le principe même d'une éolienne fait que la surface au sol nécessaire pour produire de l'énergie est relativement faible, à la différence de l'énergie solaire dont les panneaux photovoltaïques occupent une vaste superficie pour une puissance maximale limitée. L'énergie éolienne.

1.2.Contrainte de l'énergie éolienne

Le coût de la construction d'une éolienne reste important, car son implantation nécessite l'intervention d'engins spéciaux et a donc un coût de génie civil à prendre en compte, ainsi le coût d'opération et de maintenance est très élevé.

Pas de disponibilité du gisement de vent, elle sera confrontée après avoir mettre une station de mesure. Ces mesures de vent seront effectuées sur le site identifié pour le futur parc éolien. Un mât, muni d'anémomètres et de girouettes placées à différentes hauteurs est installé pendant au moins 6mois pour évaluer la direction et la vitesse moyenne du vent qui change selon les saisons. Il est également possible d'utiliser un LIDAR (Light Detection and Ranging), appareil utilisant un laser pour mesurer la force et la direction du vent à différentes altitudes. Cette technique s'avère plus chère mais plus aisée à installer que le mât ; Une fois les mesures effectuées, elles seront analysées en fonction du nombre d'heures de production pendant lesquelles l'éolienne pourrait tourner à pleine puissance.

2. Dimensionnement de l'installation

Comme la zone est ventée, on va donc considérer une variante avec une disponibilité du vent de 25% et une autre de 30%.

2.1.Option existante

Disponibilité du vent	**25%**
Productible annuelle	**9675 MWh/an**
Puissance éolienne à installer	**4,5 MW (3 éoliennes de 1,5 MW chacune)**

Disponibilité du vent	**25%**
Coût d'investissement	**15,750 MDT**
Coût O&M	**2% du coût d'investissement/an, soit donc 315 000 TND./an**

Disponibilité du vent	**30%**
Productible annuelle	**10320 MWh/an**
Puissance éolienne à installer	**4 MW (2 éoliennes de 2 MW chacune)**
Coût d'investissement	**14 MDT**
Coût O&M	**2% du coût d'investissement/an, soit donc 280 000 TND./an**

1.1.Option avec Tunnel

Disponibilité du vent	**25%**
Productible annuelle	**7525 MWh/an**
Puissance éolienne à installer	**3,5 MW (5 éoliennes de 700KW chacune)**
Coût d'investissement	**12,250 MDT**
Coût O&M	**2% du coût d'investissement/an, soit donc 245 000 TND./an**

Disponibilité du vent	**30%**
Productible annuelle	**7740 MWh/an**
Puissance éolienne à installer	**3 MW (2 éoliennes de 1,5 MW chacune)**
Coût d'investissement	**10,500 MDT**
Coût O&M	**2% du coût d'investissement/an, soit donc 210 000 TND./an**

SCENARIO 3

ETUDE DE PREFAISABILITE DES CENTRALES HYBRIDE EOLIEN/PV AU NIVEAU DES STATIONS DE POMPAGE ET DE TRANSFERT DES EAUX DE LA SECADENORD- SITE DE SIDI BARRAK A SEJNANE

1. Description du système :

La centrale sera alimentée par un système hybride de sources d'énergie renouvelables PV/éolien.

- **Pour la Partie PV :**

Il s'agit d'une centrale PV flottante de puissance 2MWc, l'énergie produite est estimé à 3200 MWh/an.
Le choix des modules s'est porté sur des modules monocristallins JINKO SOLAR Half cells 545W de puissance unitaire pour une surface de 2 m² chacun, il s'agit d'installer 11010 modules PV.

Les onduleurs centraux choisis seront de puissance 1 MW (2 onduleurs de 1 MVA).

IV.

L'installation photovoltaïque est constituée de plusieurs éléments :

- le système photovoltaïque contenant 3670 modules PV de type JINKO 545 Wc (monocristallin-half cells) installés sur des structures flottantes
- 02 onduleurs centraux de 1MVA chacun
- les câbles de raccordement,
- les locaux techniques,
- la clôture et les accès.
- Structure de supportage en aluminium sur l'eau de manière flottante
- le raccordement de la centrale PV au réseau électrique national.
- Un système de contrôle à distance et de monitoring

- **Pour la Partie éolienne**

Il s'agit d'un parc éolien de 3 MW, l'énergie produite estimé est de 7740MWh pour une disponibilité de vent maximale de 30%.
La figure ci-dessous présente le principe de raccordement d'un parc éolien au réseau d'électricité. Une ligne enterrée relie les éoliennes au poste de livraison. Ce dernier est relié par un réseau enterré au poste source le plus proche qui permet l'évacuation de l'électricité produite sur le réseau local.
Les raccordements sont en totalité réalisés au moyen de câbles normalisés enfouis. Des câbles de télécommunication sont également nécessaires pour l'exploitation et la télésurveillance du parc éolien.



Figure 2: Composants du parc éolien

Le coût d'investissement pour ce scénario hybride/PV flottant est estimé à 18,5 MDT.