REPUBLIQUE TUNISIENNE

Ministère de l'Agriculture,
des Ressources Hydrauliques et de la Pêche
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 2

Réalisation du diagnostic
Etat des lieux du secteur de l'eau et
Elaboration des orientations de base

RAPPORT DE SYNTHESE

Version Provisoire

Avril 2020

SOMMAIRE

LISTE DES TABLEAUX 5

LISTE DES FIGURES 7

Chapitre 1 : PREAMBULE

1.1. DONNEES CONTRACTUELLES 15
1.2. OBJECTIFS DE LA STRATEGIE « EAU 2050 » 16
1.3. ETAPES DE L'ETUDE 17
1.4. OBJECTIFS DE L'ETAPE « DIAGNOSTIC » 17
1.5. DECOUPAGE GEOGRAPHIQUE 18
1.6. CONTENU DU RAPPORT DE SYNTHESE 18
1.7. CONTENU ET GUIDE DE LECTURE DES VOLUMES DU DIAGNOSTIC 19

Chapitre 2 : ELEMENTS DE SOUTENABILITE GLOBALE DU SYSTEME EAU : CHOC DES TENDANCES

2.1. INTRODUCTION 21
2.2. TENDANCES DE LA MOBILISATION 21
2.2.1. Aux limites des ressources renouvelables 21
2.2.2. Eau de Surface : déterminisme de la variabilité des apports et de l'hétérogénéité spatiale 23
2.2.3. Stratégie de mobilisation de l'eau de surface : de la grande à la moyenne / petite hydraulique et fin de la marge de manœuvre 25
2.2.4. Des eaux souterraines sous pression 27
2.2.5. Des niveaux d'incertitude élevés sur le potentiel en eaux conventionnelles dans les années à venir 29
2.3. TENDANCES DE LA CONSOMMATION D'EAU POTABLE : VERS L'ALLOCATION DE TOUTES LES EAUX DE SURFACE A L'AEP 31
2.3.1. Introduction 31
2.3.2. Volumes « SONEDE » consommés par catégorie d'usage 31
2.3.3. Volumes prélevés versus volumes consommés 33
2.3.4. Progression du taux de desserte pour combler le gap en milieu rural 35
2.3.5. Consommation spécifique en augmentation 35
2.3.6. Bilan global AEP 37
2.4. TENDANCES EN MATIERE D'IRRIGATION 39
2.4.1. Extension des superficies irriguées, en particulier dans le Sud-Ouest 39
2.4.2. Glissement vers l'arboriculture aux dépends des autres spéculations 41
2.4.3. Externalités négatives sur les nappes souterraines 41
2.4.4. Prélèvements pour l'irrigation : difficulté de maitrise du système de gestion de l'eau par les modèles prévisionnels 43
2.4.5. Prélèvements pour l'irrigation : écarts entre besoins théoriques bruts et consommation réelle 45
2.4.6. Vers une gestion de la demande versus gestion de l'offre : timide transition du modèle 45
2.5. TENDANCE DES COUTS : DECONNEXION ENTRE COUTS, RENTABILITE ECONOMIQUE ET TARIFS 47

2.5.1. Coût économique, rente et tarif de l'eau 47
2.5.2. Déficit supporté par la SONEDE au m^3 distribué 47
2.5.3. Déficit supporté par l'ONAS 49
2.5.4. Coût de l'eau supporté par l'Etat annuellement 49
2.6. TENDANCE DE LA DEGRADATION DE LA QUALITE DE L'EAU 51
2.6.1. Salinisation des ressources et concentration en nitrates 51
2.6.2. Pollution hydrique 51
2.7. TENDANCE DE LA CHUTE DES PERFORMANCES PHYSIQUES ET ECONOMIQUES 53
2.7.1. Indicateurs de performance de l'utilisation de la ressource 53
2.7.2. Taux d'intensification dans les périmètres irrigués 57
2.7.3. Indicateurs de performance dans le système physique de l'AEP 57
2.7.4. Performances des dispositifs d'économie d'eau 61
2.7.5. Performance en matière de découplage « Consommation d'eau /PIB » 63
2.8. TENDANCE DES INCIDENTS 63
2.9. EFFETS TENDANCIELS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE 65

Chapitre 3 : PRINCIPAUX RESULTATS DU DIAGNOSTIC DU SYSTEME EAU

3.1. LA MOBILISATION DE L'EAU BLEUE DE SURFACE ET SOUTERRAINE 67
3.1.1. Eaux de surface 67
3.1.2. Eaux souterraines 79
3.2. L'UTILISATION DE L'EAU BLEUE DE SURFACE ET SOUTERRAINE 93
3.2.1. L'eau potable 93
3.2.2. L'irrigation 103
3.3. LES EAUX NON CONVENTIONNELLES 113
3.3.1. Le dessalement 113
3.3.2. Les EUT 119
3.3.3. Eau et Energie 127
3.3.4. Eléments de perspective des ressources non conventionnelles 129
3.3.5. Eau et Santé 131
3.3.6. Eau et Industrie 134
3.4. L'EAU VERTE 135
3.4.1. L'interaction précipitations / sol / végétation et notion d'eau verte 135
3.4.2. L'agriculture pluviale en tant que vecteur de pérennité des systèmes agroécologiques 135
3.4.3. Analyse de l'agriculture en termes d'équivalent-eau 138
3.4.4. Les leviers de développement de l'agriculture pluviale 139
3.4.5. La CES : l'innovation par les PADIT 141
3.4.6. Combinaison optimale « Eau Verte / Eau bleue / Eau virtuelle » 142
3.5. L'ECONOMIQUE DE L'EAU 143
3.5.1. Processus de décision dans les études de factibilité des projets hydro-agricoles 143

3.5.2. Contribution du secteur de l'agriculture irriguée à la production agricole nationale, aux exportations et à la sécurité alimentaire 145
3.5.3. Détermination du prix économique de l'eau 149
3.5.4. Calcul de la rente de l'eau dans les exploitations agricoles 155
3.5.5. Eléments de conclusion 157
3.6. LA GOUVERNANCE DE L'EAU 159
3.6.1. Efficacité de la planification 159
3.6.2. Efficacité de l'encadrement juridique et institutionnel 161
3.6.3. Articulation des niveaux de gestion des ressources hydriques 164
3.6.4. Enseignements de la crise 2015-2017 165
3.6.5. Renouveau du concept de gouvernance à l'échelle internationale 166
3.7. EAU ET TERRITOIRES 169
3.7.1. Introduction 169
3.7.2. Profil « eau » et développement socio-économique des régions 169
3.7.3. Principes Fondamentaux de l'Equité, du Développement Régional et des politiques publiques de l'eau 175
3.8. TECHNOLOGIE, RECHERCHE ET RENFORCEMENT DES CAPACITES 176
3.8.1. Etat des lieux de la recherche scientifique 176
3.8.2. Le continuum recherche - formation - vulgarisation 177
3.8.3. Effets potentiels d'une nouvelle dimension de la recherche dans la conduite de la politique publique de l'eau 177
3.9. SYSTEMES D'INFORMATION EN TANT QUE MARQUEUR DU PILOTAGE OPTIMAL 179

Chapitre 4 : SYNTHESE DE L'ANALYSE SWOT

4.1. FORCES 181
4.2. FAIBLESSES 182
4.3. OPPORTUNITES 183
4.4. MENACES 184

Chapitre 5 : SYNTHESE DES ORIENTATIONS PRELIMINAIRES

5.1. PROTEGER LES RESSOURCES AU MOYEN NOTAMMENT DE LA LUTTE CONTRE LA POLLUTION 185
5.2. LUTTER CONTRE L'EUTROPHISATION DES EAUX DE SURFACE 188
5.3. OPTIMISER LA GESTION DES BARRAGES 188
5.4. PRIORITE ABSOLUE A LA MAINTENANCE DES RESEAUX AEP 191
5.5. AJUSTER LES TARIFS DANS LE SECTEUR DE L'IRRIGATION 191
5.6. AJUSTER LES TARIFS DE L'EAU POTABLE ET DE L'ASSAINISSEMENT 193
5.7. GESTION DE LA DEMANDE AU « SENS FORT » 194
5.8. MISE A NIVEAU ET APPUI AUX GDA 196
5.9. DEVELOPPEMENT DES RESSOURCES NON CONVENTIONNELLES 197
5.10. EMPREINTE EAU ET MISE EN ŒUVRE D'UNE POLITIQUE DE REORIENTATION DES SPECULATIONS AGRICOLES 197

5.11. TRIADE INTEGREE DES EAUX BLEUE – VERTE –VIRTUELLE 199
5.12. ENCOURAGER A L'EQUIPEMENT EN CITERNES 200
5.13. BOOSTER LA R&D ET L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE 200
5.14. PROMOUVOIR LA FORMATION ET LE RENFORCEMENT DES CAPACITES 201
5.15. SECURISER L'EAU POTABLE 201
5.16. DEVELOPPER ET DIVERSIFIER LA CES 201
5.17. SOLUTION INTEGREE BARRAGES / RESERVOIRS SOUTERRAINS ET RENFORCEMENT DE LA RECHARGE DES NAPPES 202
5.18. VERS UN NOUVEAU MODE DE REGULATION 203
5.19. METTRE EN ŒUVRE LES SYSTEMES D'INFORMATION PERTINENTS POUR UN PILOTAGE OPTIMAL 205
5.20. METTRE LA COMMUNICATION AU SERVICE D'EAU 2050 206
ANNEXES

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n° 1 : Données contractuelles 15
Tableau n° 2 : Ressources potentielles renouvelables par région et au niveau national 21
Tableau n° 3 : Salinité des eaux de surface et souterraines en Tunisie 29
Tableau n° 4 : Synthèse des ressources en eau de surface en Tunisie 30
Tableau n° 5 : Tendances observées sur les volumes consommés et distribués 31
Tableau n° 6 : Volume consommé géré par la SONEDE par catégorie d'usage en 2018 (en Mm^3) 32
Tableau n° 7 : Evolution de l'occupation des sols au cours de la période 2000-2016 hors cultures intercalaires 42
Tableau n° 8 : Evolution prévisionnelle de la demande en eau par secteur d'usage selon Eau XXI 43
Tableau n° 9 : Consommations du secteur irrigué par type de culture (année sèche) 44
Tableau n° 10 : Besoins théoriques des cultures irriguées 46
Tableau n° 11 : Estimation du prix économique de l'eau 47
Tableau n° 12 : Cout de l'eau supporté par l'Etat : estimation 2017-2018 49
Tableau n° 13 : Situation récente du taux d'intensification des PI 57
Tableau n° 14 : Evolution des performances financières des cultures avec et sans le PNEE 61
Tableau n° 15 : Evolution de la salinité et des nitrates des eaux des nappes phréatiques (en mg/l) 88
Tableau n° 16 : Evolution de la salinité et des nitrates des eaux des nappes profondes (en mg/l) 88
Tableau n° 17 : Inventaire des sources de pollution 90
Tableau n° 18 : Equilibre comptable de l'eau potable gérée par la SONEDE (Mm^3) 96
Tableau n° 19 : Matrice des flux entre régions 96
Tableau n° 20 : Volumes prélevés, produits, consommés et facturés 97
Tableau n° 21 : Sources d'approvisionnement par région en 2015 et dépense « eau » par personne 98
Tableau n° 22 : Tarifs de la fourniture de l'eau potable par tranche de consommation trimestrielle 102
Tableau n° 23 : Essai de proposition de grille ajustée sur le coût de revient 102
Tableau n° 24 : Superficies moyennes des cultures irriguées et taux d'évolutions des occupations du sol 106
Tableau n° 25 : Caractéristiques GDA/Exploitations agricoles 106
Tableau n° 26 : Evolution du taux d'intensification dans les périmètres irrigués 108
Tableau n° 27 : les options retenues pour l'AEP par région 114
Tableau n° 28 : Capacités de Dessalement SONEDE par Région 116
Tableau n° 29 : Coûts des Stations de dessalement d'eaux saumâtres 116
Tableau n° 30 : Coût moyen du m^3 dessalé et impact sur le prix de revient de la SONEDE 116
Tableau n° 31 : Taux de réutilisation des eaux usées traitées 121
Tableau n° 32 : Cadre juridique et institutionnel de la réutilisation des EUT 122
Tableau n° 33 : Evolution de la consommation et du coût de l'énergie du m^3 d'eau potable 127
Tableau n° 34 : Consommation de l'énergie électrique par ressource en eau 127
Tableau n° 35 : Indicateurs de consommation de l'énergie pour l'assainissement 128
Tableau n° 36 : Potentiel en eau pluviale urbaine 129
Tableau n° 37 : Principaux Indicateurs de l´assainissement ; évaluation 2017 / 2018 132

Tableau n° 38 : Unités industrielles source de pollution dans le Bassin Versant de Mejerda 134
Tableau n° 39 : Apports par catégorie de ressource naturelle et renouvelable 138
Tableau n° 40 : Apports aux productions animales 139
Tableau n° 41 : Valeur de la production agricole irriguée et pluviale à prix courant (en Millions de DT)..... 146
Tableau n° 42 : Contribution de l'agriculture irriguée à la PAB agricole (au prix constant de 2017) 146
Tableau n° 43 : Evolution de la valeur des importations et du ratio Exportations/importations 147
Tableau n° 44 : Evolution de la valeur des exportations agricoles et agroalimentaires 148
Tableau n° 45 : Evolution de la valeur des importations et des parts des produits considérés comme des substituts à des produits importés 149
Tableau n° 46 : Coûts des barrages et des infrastructures de transfert des eaux en milliers de dinars (prix courant) 150
Tableau n° 47 : Coût économique des investissements et frais consentis 152
Tableau n° 48 : Coût économique du m^3 d'eau mobilisé 152
Tableau n° 49 : Caractéristiques des régions agricoles objet de l'enquête 156
Tableau n° 50 : Consommation d'eau et rente moyenne par région 158
Tableau n° 51 : Matrice d'échange des variables et paramètres entre acteurs par source 179
Tableau n° 52 : Optimisation de la gestion des barrages 189
Tableau n° 53 : Volume annuel récupérable grâce à une amélioration de l'IPLD (région SUD) 192
Tableau n° 54 : Niveau d'atteinte des objectifs de la tarification de l'eau d'irrigation 192

LISTE DES FIGURES

Figure n° 1 : Découpage géographique selon les TDR de l'étude 18
Figure n° 2 : Cartes des ressources potentielles Eau de Surface et Eaux Souterraines 22
Figure n° 3 : Variabilité pluviométrique pour la normale climatologique 1985-86 / 2014-15 24
Figure n° 4 : Fréquence pluviométrique pour la normale climatologique 1985-86 / 2014-15 24
Figure n° 5 : Stratégies de mobilisation des ressources de 1954-2010 26
Figure n° 6 : Evolution des estimations des Ressources en Eaux Souterraines (Mm^3/an) 27
Figure n° 7 : Localisation des nappes phréatiques (I), profondes (II) et superposition (III) 28
Figure n° 8 : Répartition géographique ressources eau de surface et eaux souterraines 28
Figure n° 9 : Ressources en eau de surface par bassin : apports potentiels, mobilisables et régularisables 30
Figure n° 10 : Volume d'eau desservie par la SONEDE par catégorie d'usage 32
Figure n° 11 : Volume consommé 2002-2018 à l'échelle nationale 32
Figure n° 12 : Evolution des volumes prélevés, produits, distribués et consommés 34
Figure n° 13 : Evolution des volumes produits pour l'AEP entre 2002 et 2018 par type de ressource 34
Figure n° 14 : Evolution du volume de production pour 1m^3 consommé 34
Figure n° 15 : Consommation spécifique nationale par région en milieu urbain et rural 36
Figure n° 16 : Evolution de la consommation spécifique par région en milieu urbain 36
Figure n° 17 : Evolution de la consommation spécifique par région en milieu rural 36
Figure n° 18 : Bilan global AEP 38
Figure n° 19 : Evolution de la superficie aménagée dans un cadre planifié 40
Figure n° 20 : Superficie irrigable PPI et PIP (2018) 40
Figure n° 21 : Evolution de l'occupation des sols au cours de la période 2000-2016 hors cultures intercalaires 42
Figure n° 22 : Evolution des prélèvements d'eau agricole à partir des nappes phréatiques (en millions de m^3) 42
Figure n° 23 : Evolution de la demande en eau par secteur d'usage selon les estimations de l'étude Eau XXI 44
Figure n° 24 : Consommation Globale du secteur irrigué au niveau national en référence à une année sèche (Mm^3) 44
Figure n° 25 : Besoin théorique brut par hectare 46
Figure n° 26 : Besoins théoriques des cultures irriguées 46
Figure n° 27 : Coûts d'investissement (Barrages et transferts) 48
Figure n° 28 : Estimation du prix économique de l'eau 48
Figure n° 29 : Evolution comparée du prix de revient et du prix de vente moyen (hors redevances) de l'eau par la SONEDE -unité millimes par m^3- 50
Figure n° 30 : Prix moyen du m^3 payé pour l'assainissement selon la catégorie d'abonné en 2017 50
Figure n° 31 : Taux de croissance comparés des raccordements à l'ONAS et à la SONEDE 50
Figure n° 32 : Nombre d'abonnés raccordés ONAS/SONEDE et raccordés SONEDE seulement 50
Figure n° 33 : Evolution de la Salinité entre 1998 et 2017 52
Figure n° 34 : Evolution Teneur en Nitrate entre 1998 et 2017 52

Figure n° 35 : Indice des ressources disponibles par habitant (IRH) 54
Figure n° 36 : IRH en tenant compte des transferts inter-régionaux 54
Figure n° 37 : Indice d'exploitation (global) 55
Figure n° 38 : Evolution du nombre de forages illicites par région (2010-2015) 55
Figure n° 39 : Indice d'exploitation Eaux de surface 56
Figure n° 40 : Indice d'exploitation Nappes phréatiques 56
Figure n° 41 : Indice d'exploitation Nappes profondes 56
Figure n° 42 : Indice de consommation (IC) 58
Figure n° 43 : Taux d'intensification cultural moyen entre 2006 et 2018 58
Figure n° 44 : Evolution du rendement du réseau AEP à l'échelle nationale 58
Figure n° 45 : Scores de performance du réseau 59
Figures n° 46 : Répartition par district selon l'ILPD et le rendement en 2018 60
Figures n° 47 : Répartition par district selon la densité d'abonnés et l'ILPD en 2018 60
Figure n° 48 : Evolution des taux d'équipement en économie d'eau par type de technique (Ensemble du pays) 62
Figure n° 49 : Evolution de la valorisation de l'eau (DT/m^3) avec et sans le PNEE 62
Figure n° 50 : Evolution de la Production de l'eau (Kg/m^3) avec et sans le PNEE 62
Figure n° 51 : Triade du défi de l'eau à l'horizon 2050 64
Figure n° 52 : Découplage prélèvements d'eau et PIB 64
Figure n° 53 : Qu'est ce qui favorise le découplage Eau/PIB ? 64
Figure n° 54 : Projections climatiques relatives à la Tunisie aux horizons 2050 et 2100 66
Figure n° 55 : Barrages opérationnels, construits et en projet + capacités 68
Figure n° 56 : Déséquilibre ressources / population 70
Figure n° 57 : Schéma des infrastructures de transfert de l'eau du Nord vers le Centre 70
Figure n° 58 : Carte des transferts 72
Figure n° 59 : Barrage SIDI SALEM Salem (cap: 643 Mm³), Bilan hydrique mensuel 1992-2018 74
Figure n° 60 : Barrage SIDI BARRAK (cap 255 Mm³), Bilan hydrique mensuel 2000 à 2018, ... 74
Figure n° 61 : Barrage BARBARA (cap.: 64,7 Mm³), Bilan hydrique mensuel 2000-2018 74
Figure n° 62 : Barrage NEBHANA (cap: 58,67Mm³), Bilan hydrique 2000-2018 74
Figure n° 63 : Les grands barrages selon leur capacité initiale [Mm³] 76
Figure n° 64 : Les grands barrages selon leur rendement hydrologique 76
Figure n° 65 : Relation entre Volume utile et volume d'envasement de dix grands barrages 76
Figure n° 66 : Ouvrages de CES surfaciques prévus par les stratégies I et II et taux de réalisation 78
Figure n° 67 : Détail de déplacement horizontal en joint de l'appui Barrage RMIL 78
Figure n° 68 : Fuites des vannes de garde de vidange et de prise d'eau Barrage MASRI 78
Figure n° 69 : Joint ouvert sur la culée gauche du seuil Barrage SEJNENE 78
Figure n° 70 : Fissure le long tout le coupé du coursier de l'évacuateur Barrage SEJNENE 78
Figure n° 71 : Systèmes aquifères de la Tunisie 80
Figure n° 72 : Localisation des nappes phréatiques 84
Figure n° 73 : Localisation des nappes profondes 84

Figure n° 74 : Superposition des nappes phréatiques et profondes 84
Figure n° 75 : Taux d'exploitation des nappes souterraines par Gouvernorat 84
Figure n° 76 : Accélération des prélèvements à partir des nappes profondes 86
Figure n° 77 : Prélèvements Eau de surface / Eaux souterraines 86
Figure n° 78 : Carte de situation des nappes rechargées au cours de l'année 2017 86
Figure n° 79 : Carte géologique du Sahara Septentrional (OSS, 2003) 92
Figure n° 80 : Production d'eau potable SONEDE par pôle-2018..... 94
Figure n° 81 : Pôle de production système Belli-Eaux du Nord 94
Figure n° 82 : Carte de la demande AEP 96
Figure n° 83 : Carte des flux entre régions..... 96
Figure n° 84 : Evolution comparée du prix de revient et du prix de vente moyen (hors redevances) de l'eau par la SONEDE - unité millimes par m^3-..... 98
Figure n° 85 : Dépense SONEDE par habitant selon les enquêtes de consommation des ménages (en DT) 98
Figure n° 86 : Dépenses par personne et par an en DT des factures SONEDE et STEG entre 1995 et 2015 selon les enquêtes de consommation 100
Figure n° 87 : Pertes récupérables/Production d'eau par la SONEDE entre 2002 et 2017..... 100
Figure n° 88 : Consommation d'eau en millions de m^3 par mois en 2005 et 2018 100
Figure n° 89 : Dépense par habitant selon la source d'approvisionnement en 2015 (en Dt)..... 102
Figure n° 90 : Niveau d'approvisionnement SONEDE et autre que SONEDE en 2015..... 104
Figure n° 91 : Extension des superficies irrigables publiques et privées 104
Figure n° 92 : Répartition de la superficie des PPI en ha selon les types d'ouvrages hydrauliques 106
Figure n° 93 :Consommation d'eau d'irrigation par spéculation par région dans les PPI 110
Figure n° 94 :Consommation d'eau d'irrigation par spéculation par région dans les PIP 110
Figure n° 95 : Capacités des stations de dessalement 114
Figure n° 96 : Evolution des volumes d'eaux usées traitées réutilisées en agriculture (en Mm^3)..... 120
Figure n° 97 : Superficies irrigables et irriguées par les EUT dans les PIP aménagés (2001-2017) 120
Figure n° 98 : Production des eaux usées traitées..... 120
Figure n° 99 : Répartition PPI en EUT..... 120
Figure n° 100 : Evolution du cadre réglementaire 122
Figure n° 101 : Volumes annuels et qualité des eaux traitées : DCO, DBO et MES 124
Figure n° 102 : Volumes annuels et qualité des eaux traitées : Nitrates et Phosphore 126
Figure n° 103 : Volumes annuels et qualité des eaux traitées : Streptocoques et Coliformes Fécaux 126
Figure n° 104 : Les prérequis à une plus grande efficacité de l'utilisation des EUT 130
Figure n° 105 : Evolution des taux de raccordement Eau Potable et Assainissement 132
Figure n° 106 : Lame d'eau précipitée moyenne sur la Tunisie et tendance à long terme (1916-2004) 136
Figure n° 107 : Répartition des étages bioclimatiques 136
Figure n° 108 : Evolution des échanges quantitatifs en eau virtuelle..... 140
Figure n° 109 : Evolution des ratios importations / exportations : volumes d'eau et valeur des échanges .. 140
Figure n° 110 : Part des investissements hydrauliques par rapport aux investissements totaux dans le secteur agricole par Plan de Développement Economique et Social 144

Figure n° 111 : Carte d'implantation des périmètres irrigués 144
Figure n° 112 : Evolution des agricultures irriguées à prix courant (en Millions de DT) 146
Figure n° 113 : Productions agricoles irriguées, pluviales et totales au prix constant de 2017 146
Figure n° 114 : Taux de croissance annuels 148
Figure n° 115 : Taux de croissance annuels 148
Figure n° 116 : Coût d'investissement des grands barrages et transferts 152
Figure n° 117 : Volumes réels produits en millions de m^3 152
Figure n° 118 : Répartition de l'échantillon de 51 exploitations agricoles enquêtées 156
Figure n° 119 : Rente moyenne pondérée (hors oasis) 158
Figure n° 120 : Taux des frais de l'eau sur l'ensemble des charges de production 158
Figure n° 121 : Stratégies de mobilisation des ressources de 1954-2020 160
Figure n° 122 : Répartition des barrages collinaires 160
Figure n° 123 : Répartition des Lacs collinaires 160
Figure n° 124 : Organisation territoriale selon les différents schémas d'aménagement 170
Figure n° 125 : Bilans hydriques dans les régions 170
Figure n° 126 : L'eau une ressource limitée 186

LISTE DES ABREVIATIONS

AEP	Alimentation en Eau Potable
AIC	Associations d'Intérêt Collectif
ANCSEP	Agence Nationale de Contrôle Sanitaire et Environnemental des Produits
ANME	Agence Nationale pour la Maitrise de l'Energie
ANPE	Agence Nationale de Protection de l'Environnement
APAL	Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral
ARP	Assemblée des Représentants du Peuple
AVFA	Agence de la Vulgarisation et de la Formation agricoles
BAD	Banque Africaine de Développement
BIRH	Bureau de l'Inventaire et des Recherches Hydrauliques
BOT	Build- Operate-Transfer
BPEH	Bureau de Planification et des Équilibres Hydrauliques
BV	Bassin Versant
CBS	Centre de Biotechnologie de SFAX
CCD	Convention relative à la lutte Contre la Désertification
CCNUCC	Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
CDPH	Commission du Domaine Public Hydraulique
CE	Centre-Est
CE	Code des Eaux
CEE	Communauté Economique Européenne
CERTE	Centre des Recherches et des Technologies des Eaux
CES	Conservation des Eaux et du Sol
CGDR	Commissariat Général au Développement Régional
CI	Continental Intercalaire
CITET	Centre International des Technologies de l'Environnement de Tunis
CMLT	Coût Marginal de Long Terme
CNE	Conseil National de l'Eau
CNEAR	Comité National d'Evaluation des Activités de la Recherche Scientifique
CNMR	Conforme aux Normes de rejet en Milieu Récepteur
CNRA	Conformes aux Normes de rejet au Réseau d'Assainissement
CO	Centre-Ouest
COP	Conférence of the Parties
COPEAU/SPORE	Système de Contrôle de la Pollution de l'Eau
CRDA	Commissariat Régional de Développement Agricole
CSP	Concentrated Solar Power (Energie Solaire Concentrée)
CTNS	Comité Technique National de Suivi
CTV	Centre Technique de Vulgarisation
DBO5	Demande Biochimique en Oxygène
DCO	Demande Chimique en Oxygène
DG/ACTA	Direction Générale de l'Aménagement et de la Conservation des Terres Agricoles
DGBGTH	Direction Générale des Grands Barrages et Travaux Hydrauliques
DGEDA	Direction Générale des Études et du Développement Agricole
DGEQV	Direction Générale de l'Environnement et de la Qualité de la Vie
DGGREE	Direction Générale du Génie Rural et Exploitation des Eaux
DGRE	Direction Générale des Ressources en Eau
DHMPE	Direction de l'Hygiène du Milieu et de la Protection de l'Environnement
DpE	Domaine privé de l'Etat

DPH	Domaine Public Hydraulique
EE	Empreinte- Eau
EESA	Etablissements d'Enseignement Supérieur Agricole
EIE	Etude d'Impact Environnemental
ENIS	École Nationale d'Ingénieurs de Sfax
ENIT	Ecole Nationale des Ingénieurs de Tunis
ERA	Etablissement de Recherche Agricole
ETP	Évapotranspiration Potentielle
EUT	Eaux Usées Traitées
FAO	Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
FODEP	Fonds de Dépollution
G.E.O.R.E	Gestion Optimale des Ressources en Eau
GCT	Groupe Chimique Tunisien
GDA	Groupement de Développement Agricole
GER	Grands Ensembles Régionaux
GIC	Groupement d'intérêt collectif
GIEC	Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
GIH	Groupement d'Intérêt Hydraulique
GIRE	Gestion Intégrée des Ressources en Eaux
GTTn	Groupe de Travail Thématique national
GTTr	Groupe de Travail Technique régional
GTZ	Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
IAA	Industrie Agro-Alimentaire
IC	Indice de Consommation
IE	Indice d'Exploitation
IE	Infiltration Efficace
IFPN	International Federation of Perioperative Nurses
ILPD	Indice linéaire des pertes sur distribution
IMCCV	Industries des Matériaux de Construction, de la Céramique et du Verre
INAT	Institut National Agronomique de Tunisie
INM	Institut National de Météorologie
INRGREF	Institut National de Recherches en Génie Rural, Eaux et Forêts
INS	Institut National de la Statistique
IRESA	Institution de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur Agricoles
IRH	Indice des Ressources Disponibles par Habitant
ISTEUB	Institut Supérieur des Technologies de l'Environnement de l'Urbanisme et de Bâtiment
ITES	Institut Tunisien des Etudes Stratégiques
IWA	International Water Association
JAXA	Agence aérospatiale japonaise
KFW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
MARHP	Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche
MEDD	Ministère tunisien de l'Environnement et du Développement Durable
MES	Matière en suspension
MIT	Massachusetts Institute of Technology
N	Azote
NCN	Non conforme aux Normes
NE	Nord-Est
NO	Nord-Ouest
NO3	Nitrate
NRW	Non Revenue Water

NT	Norme Tunisienne
ODD	Objectifs de Développement Durable
OI	Osmose Inverse
OMM	Organisation Météorologique Mondiale
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
OMV-PPI	Offices de Mise en Valeur des Périmètres Publics Irrigués
OMVVM	Office de Mise en Valeur de la Vallée de la Medjerda
ONAGRI	Observatoire National de l'Agriculture
ONAS	Office National de l'Assainissement
ORSTOM	Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer
OSS	Observatoire du Sahara et du Sahel
OTEDD	Observatoire Tunisien de l'Environnement et du Développement Durable
P	Phosphore
PADIT	Projets d'Aménagement et de Développement Intégré des Territoires
PAPS-Eau	Programme d'Appui aux Politiques Publiques de Gestion des Ressources en Eau
PDES	Plan Directeur des Eaux du Sud
PIB	Produit Intérieur Brut
PIP	Périmètres Irrigués Privés
PISEAU	Projet d'investissement dans le secteur de l'eau
PMH	Petite et Moyenne Hydraulique
PNAQ	Projet d'Amélioration de la Qualité des eaux desservies au sud tunisien
PNEE	Programme National d'Economie d'eau
PNUD	Programme des Nations unies pour le développement
PPI	Périmètres Publics Irrigués
PRONAGDES	Programme National de Gestion des Déchets solides
PRONGIDD	Programme National de la Gestion Intégrée et Durable des Déchets
REN	Revenu d'Exploitation Net
REUT	Réutilisation des eaux usées traitées
RFU	Réserve Facilement Utilisable du sol
RS	Résidu Sec
RSH	Régie des Sondages Hydrauliques
RU	Réserve Utile
SASS	Système Aquifère du Sahara Septentrional
SCP	Société Civile Professionnelle
SDEM	Station de Dessalement d'Eau de Mer
SDES	Station de Dessalement d'Eau Saumâtre
SE	Sud-Est
SECADENORD	Société d'Exploitation du Canal et des Adductions des Eaux du Nord
SINEAU	Système National d'Information sur l'Eau
SISOL	Système d'Information sur les Sols
SMVDA	Sociétés de Mise en Valeur et de Développement Agricole
SNAT	Schéma National d'Aménagement
SO	Sud-Ouest
SONEDE	Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux
SP	Station de Pompage
SPI	Serial Peripheral Interface
STEG	Société Tunisienne de l'Electricité et du Gaz
STEP	Station d'Epuration
SWOT	Strengths (Forces), Weaknesses (Faiblesses), Opportunities (Opportunités),Threats (Menaces)

SWRO	Seawater Reverse Osmosis
SYGREAU	Système de Gestion des Ressources en Eau
T.I	Taux d'Intensification moyen horizontal
TDR	Termes De Référence
TIFERT	Tunisian Indian Fertilizers
TRI	Taux de Rentabilité Interne
TVA	Taxe sur la Valeur Ajoutée
UCP	Unité de Coordination du Projet
UH	Unité hydrographique
UIC	Unité d'Information et de Communication

CHAPITRE 1 : PREAMBULE

1.1. DONNEES CONTRACTUELLES 15
1.2. OBJECTIFS DE LA STRATEGIE « EAU 2050 » 16
1.3. ETAPES DE L'ETUDE 17
1.4. OBJECTIFS DE L'ETAPE « DIAGNOSTIC » 17
1.5. DECOUPAGE GEOGRAPHIQUE 18
1.6. CONTENU DU RAPPORT DE SYNTHESE 18
1.7. CONTENU ET GUIDE DE LECTURE DES VOLUMES DU DIAGNOSTIC 19

1.1. DONNEES CONTRACTUELLES

STUDI International, en groupement avec GKW, a été mandaté par le Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche (MARHP) pour l'élaboration de la vision et de la stratégie du secteur de l'eau à l'horizon 2050 pour la Tunisie.

Le maitre d'œuvre du projet est le Bureau de la Planification et des Équilibres Hydrauliques (BPEH). Le suivi de l'étude et la validation de ses livrables relèvent de l'Unité de Coordination du Projet (UCP) et du Comité Technique National de Suivi (CTNS), créés à cet effet, ainsi que de l'assistance technique.

Tableau n° 1 : Données contractuelles

Marché N°	Contrat *:* Avis MI 17/2017/A
Date signature contrat	28 mars 2019
Ordre de service de démarrage	N° 110/2019/BPEH en date du 15 Avril 2019
Financement	BAD / KFW
Autorité contractante	Ministère de l'Agriculture des Ressources Hydrauliques et de la Pêche (MARHP) – Direction Générale du Bureau de Planification et des Equilibres Hydrauliques (BPEH)
Maître d'ouvrage	MARHP
Maîtrise d'œuvre	BPEH
Groupement de Bureaux d'études	STUDI International (Chef de file) / GKW
Instances de suivi et de validation	Unité de Coordination du Projet (UCP) / Comité Technique National de Suivi (CTNS) / Assistance technique
Délais d'exécution	Vingt (20) mois, hors délais d'approbation
Date d'achèvement (indicative)	Juin 2021

1.2. OBJECTIFS DE LA STRATEGIE « EAU 2050 »

Le Gouvernement Tunisien a initié l'élaboration de la vision et de la stratégie « Eau 2050 », selon une approche prospective et stratégique. La stratégie « Eau 2050 » a comme objectif la sécurisation, à cet horizon, de la disponibilité et de l'accès à la ressource en eau de manière durable, inclusive et équitable. Elle devra répondre à des impératifs de conservation et de protection des ressources naturelles, d'équité entre les régions, de durabilité du développement et de viabilité des activités économiques ainsi que de préservation des acquis sociaux.

La stratégie sera déclinée en plans d'actions, par pas de cinq ans.



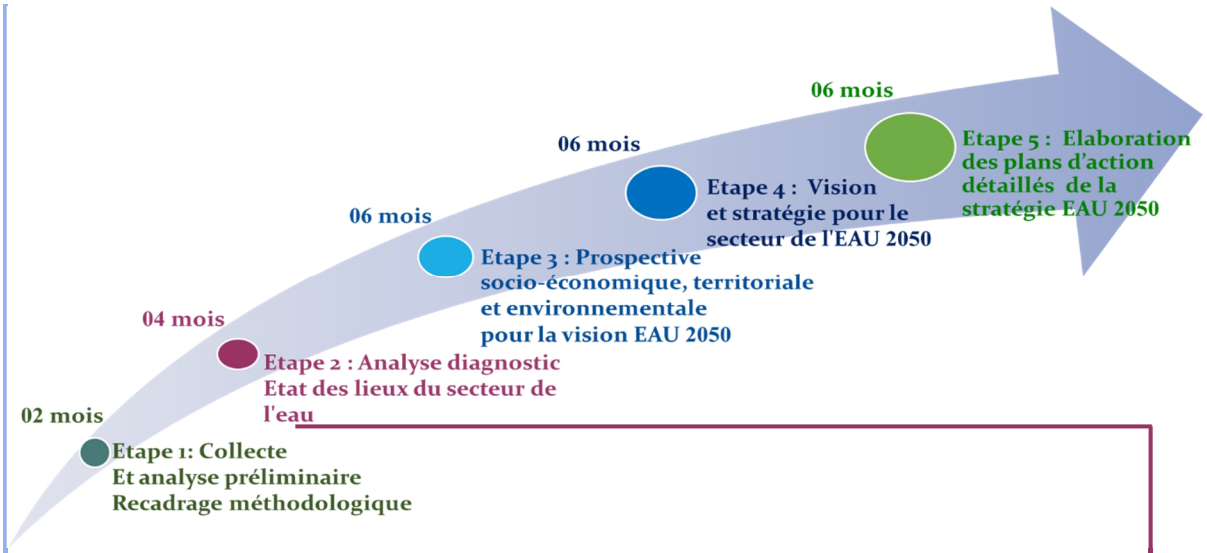
EAU 2050 devra :

Selon les termes de références de l'étude, cette stratégie doit contribuer à garantir *« La sécurité de la disponibilité de l'eau et l'accès durable, équitable et efficient à la ressource en eau »* pour les générations futures.

Elle aura une fonction *d'outil de décision et de planification adopté par le Gouvernement en tant que référentiel unique d'intervention pour tous les acteurs*.

- Constituer une feuille de route visant à générer un impact principal de « Sécurité de la disponibilité de l'eau et l'accès durable, équitable et efficient à la ressource en eau pour la Tunisie assurée grâce à des investissements structurants et des réformes appropriées du secteur de l'eau»,
- S'inscrire dans l'esprit de la nouvelle constitution tunisienne du 26 janvier 2014 qui consacre un certain nombre de droits et d'obligations en rapport avec l'eau, l'environnement et le renforcement de la gestion et des capacités locales (Articles 43, 44, 8,128 et 129),
- Etre en adéquation avec la stratégie de développement durable et le cadre de la politique de planification quinquennale du développement socioéconomique équitable et d'équilibre régional dont les deux priorités sont l'Aménagement du Territoire en vue d'un développement régional inclusif et la sécurité alimentaire pour tous les citoyens et pour les générations futures.

1.3. ETAPES DE L'ETUDE



1.4. OBJECTIFS DE L'ETAPE « DIAGNOSTIC »

La deuxième étape de la mission d'élaboration de la vision et de la stratégie Eau 2050, objet du présent rapport, vise à construire :

« Un diagnostic exhaustif participatif du secteur de l'eau à l'échelle nationale et au niveau des six grandes régions géographiques définies par les TDR en partant des données et des acquis actuels ».

Deux principes directeurs ont guidé son élaboration : (1) l'adoption d'une vision globale et systémique : l'eau dans son environnement agricole, social et économique ; (2) une attention particulière portée à la fiabilité des sources d'information, à la précision des concepts et méthodes d'évaluation.

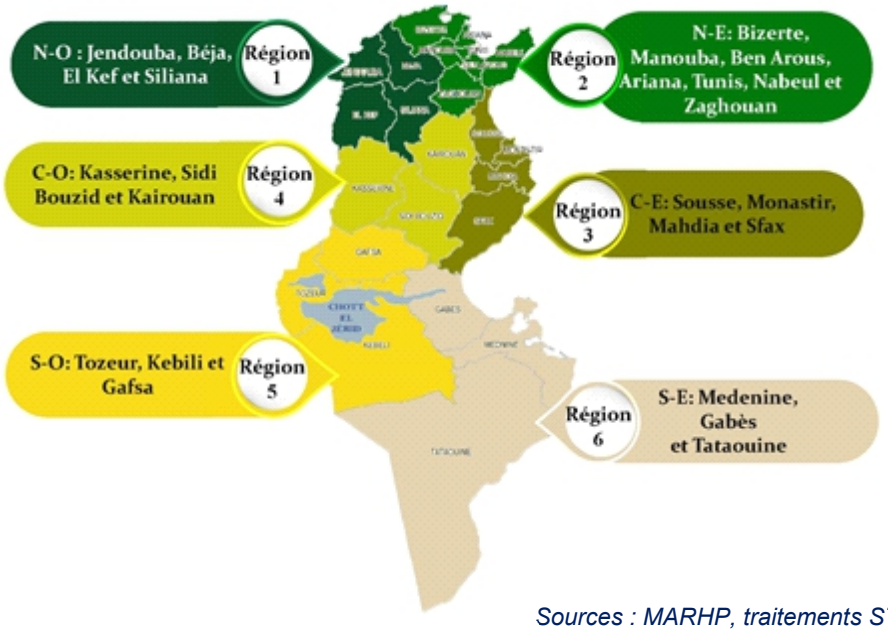
L'étape « diagnostic » précède et prépare une phase d'analyse prospective, basée sur une approche participative impliquant l'ensemble des parties-prenantes identifiées, qui conduira l'étude vers une panoplie de scénarios contrastés.

Le diagnostic comporte 5 volumes traitant respectivement de :
Démarche de l'étape « DIAGNOSTIC », SWOT et orientations de base
Mobilisation & Gestion hydrique / Utilisation durable des ressources hydrauliques
Eau & Environnement, bilan des eaux non conventionnelles & évaluation environnementale
L'économique de l'eau
Politiques publiques de l'eau, développement des territoires et systèmes de gouvernance et d'information

1.5. DECOUPAGE GEOGRAPHIQUE

Selon les termes de référence de l'étude, le découpage géographique à prendre en considération pour l'étude correspond aux 6 grandes régions géographiques représentées ci-dessous. Ce découpage, habituel dans le système de planification, est motivé par le niveau de développement, la littoralité et l'étage bioclimatique ; cela aboutit à une double stratification : Nord/Centre/Sud et Est/Ouest.

Figure n° 1 : Découpage géographique selon les TDR de l'étude



Sources : MARHP, traitements STUDI- Eau 2050

1.6. CONTENU DU RAPPORT DE SYNTHESE

Le présent document constitue une synthèse des volets du diagnostic et se décline en cinq (5) chapitres :

(i) Préambule

(ii) Eléments de soutenabilité globale du système eau de la Tunisie : choc des tendances

(iii) Principaux résultats du diagnostic, articulés selon les thématiques suivantes :

- ✓ La mobilisation de l'eau bleue, de surface et souterraine
- ✓ L'utilisation de l'eau bleue, eau potable et irrigation
- ✓ Les eaux non conventionnelles : dessalement, eaux usées traitées
- ✓ L'eau et l'énergie
- ✓ L'eau et la santé
- ✓ L'eau et l'industrie
- ✓ L'eau verte
- ✓ L'économique de l'eau
- ✓ La gouvernance de l'eau
- ✓ Eau et territoires
- ✓ Technologie, recherche et renforcement des capacités
- ✓ Systèmes d'information

(iv) Synthèse de l'analyse SWOT

(v) Orientations préliminaires issues de l'analyse diagnostique.

1.7. CONTENU ET GUIDE DE LECTURE DES VOLUMES DU DIAGNOSTIC

VOLUME 00

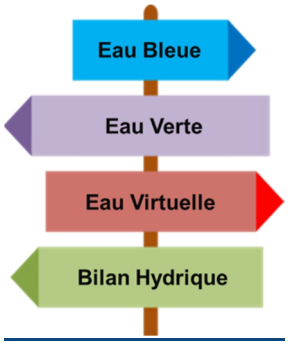
Démarche de l'étape « DIAGNOSTIC », SWOT et orientations de base

Ce document accompagne les quatre volumes du diagnostic. Il expose l'approche méthodologique adoptée pour cette étape de l'étude qu'il s'agira de soutenir dans la suite du projet.

Les chapitres suivants constituent une synthèse des analyses SWOT réalisées par les différents experts thématiciens. Enfin, le dernier chapitre propose un ensemble d'orientations de base à approfondir, à développer, en vue de l'élaboration des scénarii de l'étape 3.

Le processus participatif mené depuis le démarrage de l'étude a été l'occasion de « donner la parole » aux parties-prenantes du projet et de recueillir leur perception et leur vision du secteur de l'eau et du projet Eau 2050. Le contenu et les résultats des consultations menées sont relatés dans le volume 4.

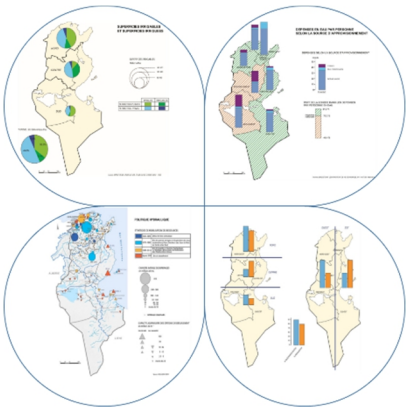
VOLUME 01



Mobilisation & Gestion hydrique / Utilisation durable des ressources hydrauliques

Ce volume fait le point de l'ensemble des connaissances disponibles concernant la ressource conventionnelle et ses usages. L'élaboration de ce document a nécessité un important travail de collecte de données auprès des directions productrices d'informations sur la ressource en eau de surface et en eaux souterraines, les usages agricoles et d'eau potable. Ces données ont été compilées, vérifiées, actualisées et consolidées. Les éléments de bilan ont été régionalisés selon le découpage en 6 régions défini par les termes de référence de l'étude. Des indicateurs de performance ont été calculés. Les processus tendanciels et facteurs de risques ont été mis en évidence. Le document final s'articule en plusieurs chapitres portant sur les ressources conventionnelles, leur mobilisation, les usages en eau potable, en irrigation, le bilan hydrique global et par région, l'agriculture pluviale, les aléas climatiques et l'impact des changements climatiques et enfin, le calcul des indices de performance.

VOLUME 02



Eau & Environnement, bilan des eaux non conventionnelles & évaluation environnementale

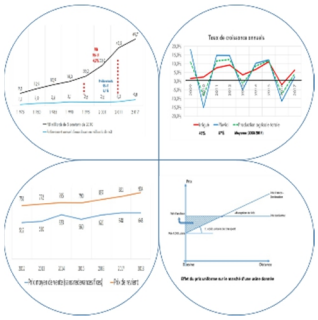
Ce volume du diagnostic met le focus sur les eaux non conventionnelles, eaux usées traitées et eaux dessalées, eaux de drainage dans certaines régions, et leur capacité, moyennant traitement adéquat, à accroitre l'offre d'eau disponible ou, a contrario, à la réduire en cas de non-maitrise des opérations de traitement. Cette partie de l'étude fait le point de la situation actuelle en termes de qualité des ressources, de pollutions hydriques diverses et met en évidence la dépendance qui existe entre mobilisation des ressources non conventionnelles et coûts technologiques, énergétiques et environnementaux.

L'économique de l'eau

VOLUME 03

La mobilisation du potentiel hydrique s'est faite dans le cadre d'une politique ayant un coût et visant à atteindre des objectifs précis. Ce volume de l'étude diagnostique s'intéresse aux aspects économiques de cette politique hydraulique (ressources et usages). Il va s'articuler autour des questions suivantes :

Quelle politique hydraulique menée ?
A quel coût ?
Avec quels résultats ?
Avec quel niveau d'efficacité des instruments de tarification ?
Quel degré de découplage PIB/ ressource « eau » ?



Politiques publiques de l'eau, développement des territoires & systèmes de gouvernance & d'information

VOLUME 04

Depuis tout temps, la question de l'eau et de sa mobilisation a été, en Tunisie, au cœur des politiques publiques d'aménagement du territoire. Les schémas d'aménagement successifs ont pris acte des plans directeurs et stratégies de mobilisation des ressources initiés dans les années 70. La politique hydraulique menée a eu pour socle :

(i) un construit juridique étoffé dont la pièce maitresse est le Code des eaux de 1975 qui a, entre autres, instauré le Domaine Public Hydraulique (DPH) ;

(ii) un construit institutionnel non moins conséquent qui capitalise aujourd'hui un savoir-faire réel en matière hydraulique, une expérience d'une trentaine d'années en déconcentration et gestion (partiellement locale) des ressources, et enfin, une masse importante d'études, stratégies et systèmes d'information autour de l'eau.

Avec les signes d'évolution des relations entre Etat et société depuis 2011, des pistes d'adaptation du dispositif de gouvernance sont avancées en vue de partager et faire partager une vision globale et objective du secteur de l'eau, d'améliorer l'efficacité économique des usages d'une eau, devenant de plus en plus rare et coûteuse, et de s'inscrire durablement dans une gestion régionalisée plus marquée des territoires et des ressources naturelles.



Synthèse

VOLUME 05

Le document de synthèse offre une vue d'ensemble cartographiée du système « eau » destinée à tous les acteurs de l'eau, quels que soient leurs champs d'intervention et de compétence, de façon à se réunir autour d'une lecture objective et consensuelle de la situation du secteur en tant que prérequis de l'élaboration de la vision et de la stratégie à l'horizon 2050.

CHAPITRE 2 : ELEMENTS DE SOUTENABILITE GLOBALE DU SYSTEME EAU : CHOC DES TENDANCES

2.1. INTRODUCTION 21

2.2. TENDANCES DE LA MOBILISATION 21

2.3. TENDANCES DE LA CONSOMMATION D'EAU POTABLE : VERS L'ALLOCATION DE TOUTES LES EAUX DE SURFACE A L'AEP 31

2.4. TENDANCES EN MATIERE D'IRRIGATION 39

2.5. TENDANCE DES COUTS : DECONNEXION ENTRE COUTS, RENTABILITE ECONOMIQUE ET TARIFS 47

2.6. TENDANCE DE LA DEGRADATION DE LA QUALITE DE L'EAU 51

2.7. TENDANCE DE LA CHUTE DES PERFORMANCES PHYSIQUES ET ECONOMIQUES 53

2.8. TENDANCE DES INCIDENTS 63

2.9. EFFETS TENDANCIELS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE 65

2.1. INTRODUCTION

L'analyse de l'expérience de 64 ans de développement du système eau met en évidence les efforts considérables qui ont été déployés, depuis l'indépendance, pour sécuriser l'approvisionnement en eau, mais aussi les limites qui se dessinent, faisant de la ressource « eau » un vecteur déterminant du changement de comportement économique, social, technique et institutionnel à initier pour les 30 prochaines années.

La Tunisie est aux limites hydriques et se trouve confrontée à des risques économiques, sociaux et environnementaux réels, si un changement radical et profond dans le système 'eau' n'est pas introduit. Les paramètres suivants passés en revue en témoignent et mettent en exergue les tendances en matière de :

- Mobilisation
- Consommation d'eau potable
- Prélèvement pour l'irrigation
- Coûts
- Recours aux eaux non conventionnelles
- Dégradation de la qualité de l'eau
- Chute des performances physiques et économiques
- Incidents et effets attendus du changement climatique

2.2. TENDANCES DE LA MOBILISATION

2.2.1. Aux limites des ressources renouvelables

Le concept d'eau bleue fait référence à l'offre de ressources potentielles renouvelables qui se décompose en eau de surface et en eau souterraine.

L'estimation du bilan hydrique est une étape nécessaire de toute étude stratégique sur l'eau. Plusieurs études et publications ont fait l'évaluation du bilan hydrique naturel, de ses différentes composantes et de leurs évolutions à long terme. Les approches et méthodologies peuvent différer mais les résultats finaux sont assez concordants et concluent au caractère limité des ressources dites conventionnelles.

Les limites sont de plusieurs ordres : limite du volume global et du disponible par habitant et par an, limite de la répartition spatiale avec des apports pluviométriques concentrés dans le Nord et une majorité du territoire sous climat aride ou semi-aride, et enfin, limite liée à la variabilité interannuelle des apports pluviométriques. Ainsi, selon l'étude stratégique eau 2050, publiée par l'ITES en 2011, les eaux bleues directement disponibles au pays (eau de surface/eaux souterraines) s'établissent à 4,8 milliards de m^3/an.

Elles ont été évaluées à 4 929 millions de m^3 dans le cadre de la présente étude, dont :
- 45% proviennent des nappes souterraines (2 197.5 millions de m^3),
- 55% proviennent des eaux de surface (2 731 millions de m^3).

Tableau n° 2 : Ressources potentielles renouvelables par région et au niveau national

En Mm^3	Apports potentiels Eaux 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%	

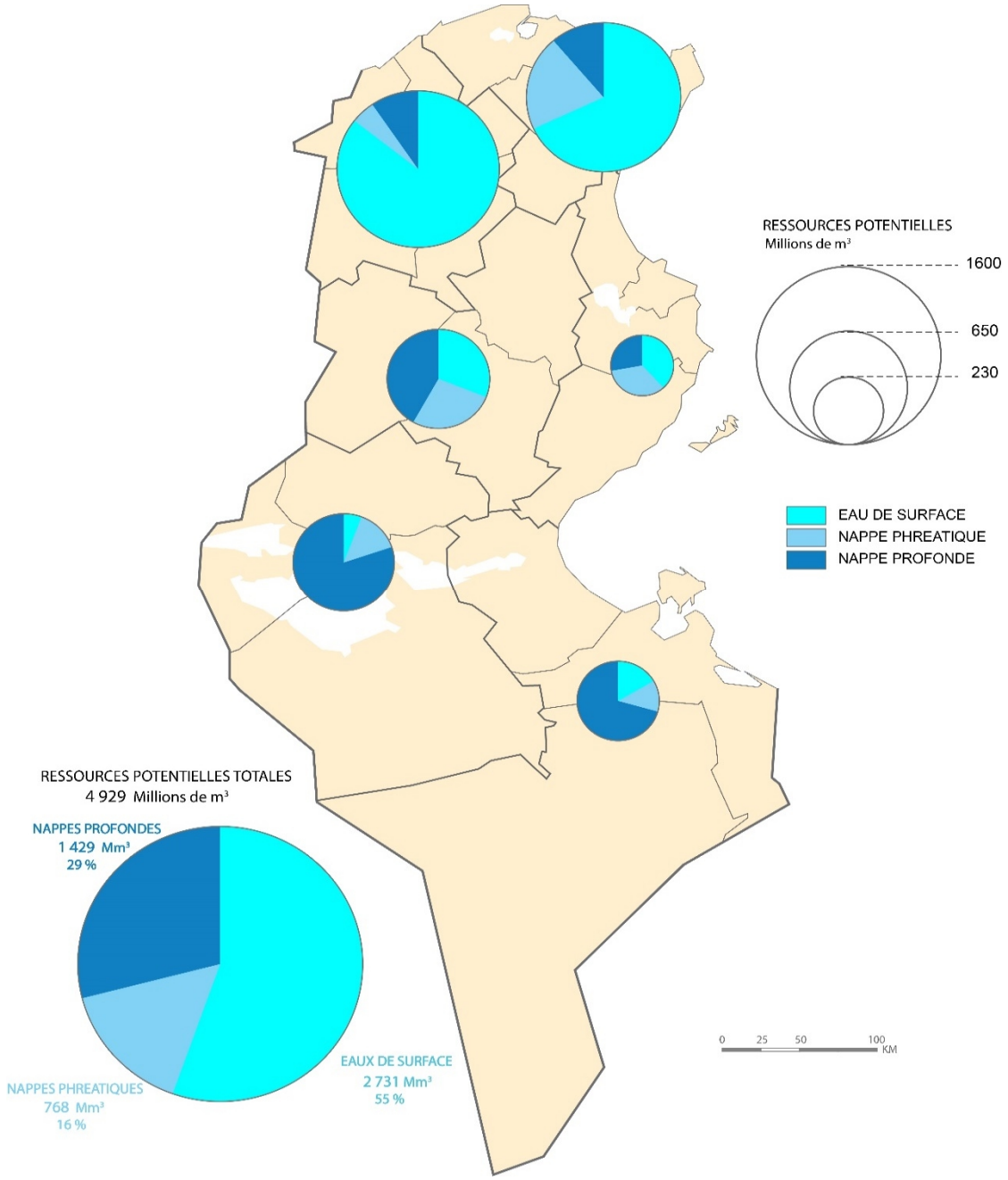
Sources : DGRE, traitements STUDI- Eau 2050

Cette eau bleue[1], selon l'ITES, ne représente qu'1/7 des précipitations totales qui tombent sur le territoire.

La répartition géographique, du Nord au Sud, est complémentaire entre eau de surface et ressources souterraines : le Nord fournit 61% des ressources, dont 77% provient de l'eau de surface, tandis que le Centre et le Sud se répartissent les 39% autres, dont 79% provient des nappes souterraines.

Du fait de la variabilité interannuelle, les ressources potentielles de surface ne sont que partiellement exploitables et mobilisables (au regard des contraintes techniques et économiques posées), c'est-à-dire maitrisables par des ouvrages hydrauliques.

Figure n° 2 : Cartes des ressources potentielles Eau de Surface et Eaux Souterraines



Sources : DGRE, traitements STUDI- Eau 2050

1 D'après l'ouvrage de M. Ennabli (2019) : De l'eau : ce qui est fluide, changeant et imprévisible

- **Ressources potentielles** : directement disponibles au pays, proviennent des ressources en eau de surface et en eaux souterraines et tiennent compte des contraintes d'utilisation in situ et des contraintes territoriales.
- **Ressources potentielles renouvelables** : part renouvelable des ressources potentielles qui ne prend pas en compte les ressources fossiles. On parle d'« Eau Bleue » ou encore de ressources dynamiques.
- **Ressources exploitables** : part des ressources potentiellement exploitable et maitrisable compte tenu des contraintes techniques (module des apports annuels, sites de barrages, qualité de l'eau…) et économiques (coût d'exploitation). Ce sont les ressources techniquement maitrisables et économiquement utilisables. On distingue les ressources exploitables renouvelables et les ressources exploitables non renouvelables.
- **Ressources mobilisables** : part des ressources potentiellement exploitables sur lesquelles se base le dimensionnement des ouvrages hydrauliques. Ce sont les ressources en eau de surface garanties à l'usage. De façon conventionnelle, on considèrera que les ressources mobilisables sont celles garanties 4 années sur 5 (efficience à 80%), soit, jusqu'à l'année quinquennale sèche. Les ressources mobilisables sont généralement les ressources calculées et garanties pour l'irrigation.
- **Ressources régularisables** : part des ressources mobilisables garantie à l'utilisation quelles que soient les conditions hydrologiques, généralement neuf années sur dix pour l'AEP dans des régions bien arrosées (efficience à 90%). En Tunisie et en régions plus arides, nous avons défini conventionnellement les ressources régularisables, comme étant celles garanties avec une probabilité d'occurrence de 19 années sur 20, c'est-à-dire avec une efficience rehaussée à 95%, soit en année vingtennale sèche. Les ressources régularisables sont les ressources calculées et garanties pour l'eau potable.

2.2.2. Eau de Surface : déterminisme de la variabilité des apports et de l'hétérogénéité spatiale

Le climat de la Tunisie est caractérisé par la nature très aléatoire des précipitations, marquée 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.

Ainsi, c'est l'analyse des aléas probables autour des quantités normales qui est le plus significatif. En effet, 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.

Les figures n°3 et 4 illustrent cette variabilité en prenant pour référence une période de 30 années (de 1985-86 à 2014/15). Ce que l'on peut constater :

- La pluviométrie[2] moyenne annuelle varie de moins de 100 mm dans l'extrême Sud à plus de 1500 mm dans l'extrême Nord-Ouest. L'extrême Nord-Ouest qui recueille plus de 1500 mm ne constitue qu'une frange assez étroite du territoire. En réalité, la pluviométrie moyenne de l'ensemble de la région Nord-Ouest est équivalente à celle du Nord-Est ;

- Nord-Ouest et Nord-Est présentent une pluviométrie moyenne de l'ordre de 500 mm par an. Les extrêmes sont respectivement de 799 et de 763 mm, les minimas de 341 et 254mm. Le coefficient de variabilité est légèrement plus marqué dans le Nord-Est (cf. figure n°3). Ces deux régions connaissent une année sèche environ tous les 5 ans (20% de déficit par rapport à la moyenne), une année très sèche tous les 10 ans (30% de déficit) et une année nettement excédentaire (+20% à + 30% par rapport à la moyenne) tous les 5 ans ;

- Dans le Centre, la pluviométrie moyenne est réduite de moitié par rapport au Nord : 274 mm dans le Centre-Ouest et 251 mm dans le Centre-Est. Le coefficient de variabilité est plus élevé, surtout pour le Centre-Est. 1 année sur 3 est considérée comme sèche, 1 année sur 5 très sèche et l'année humide (+20 à +30% d'excédent) se présente une fois tous les 5 ans ;

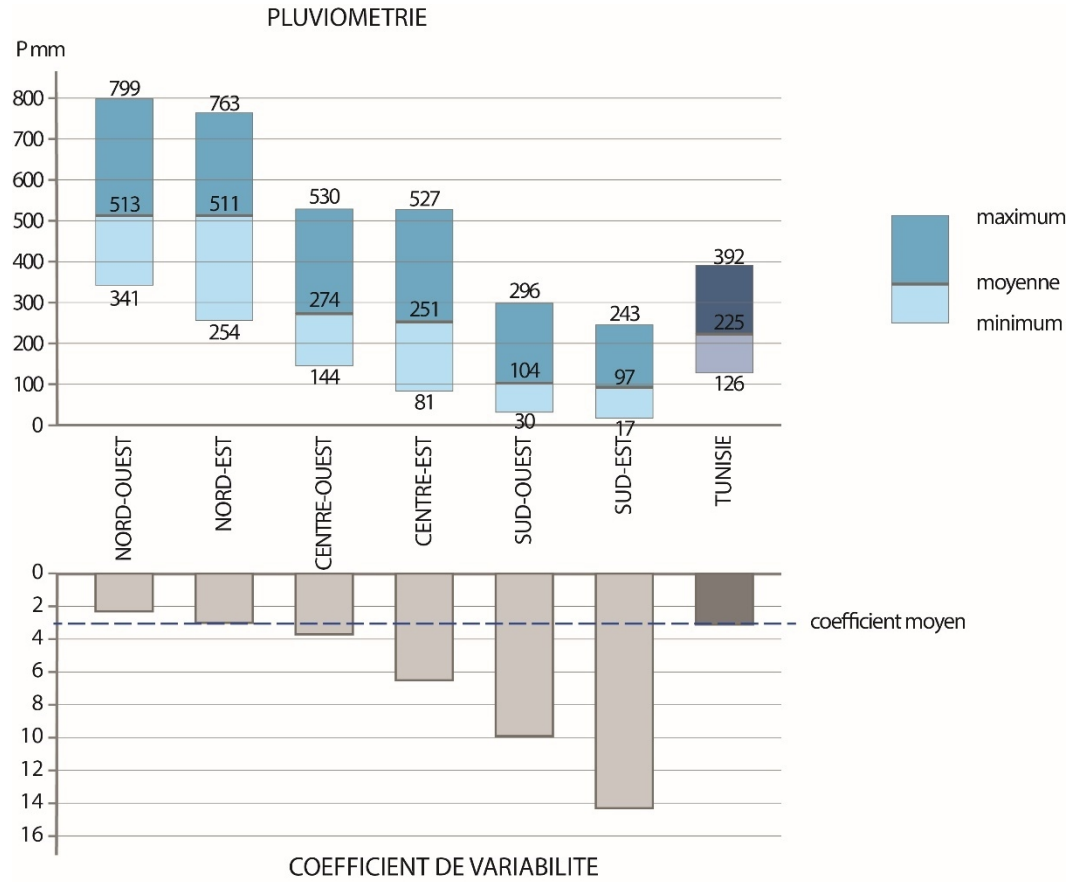
- Dans le Sud, la pluviométrie tombe à 100 mm par an de moyenne. Certaines années n'enregistrent quasiment pas ou très peu de pluie : 30 mm de minimum dans le Sud-Ouest et 17 mm dans le Sud-Est. Les coefficients de variabilité sont très élevés. Une année sur 2 est sèche (-20%), une année sur 3 est très sèche (-30%) et une année sur 5 est considérée comme très humide (Excédent de 30 à 50% par rapport à la normale).

Le coefficient de variabilité (rapport entre les pluies maximales et minimales) varie entre 2.3 dans le Nord-Est et 14.1 dans le Sud-Est.

Les années « sèches » ou inférieures à la normale sont plus fréquentes que les années pluvieuses. A l'échelle des régions, ces écarts à la normale, comme noté ci-haut, sont beaucoup plus significatifs et croissants dans un gradient Nord-Sud.

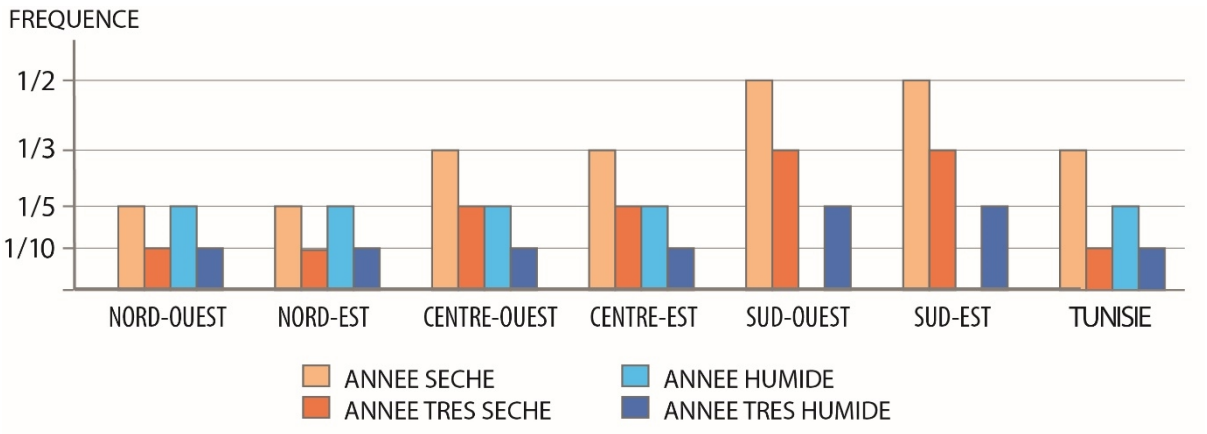
2 Selon l'annuaire pluviométrique 2017-2018 - DGRE, les observations pluviométriques sont relevées au niveau de 712 stations pluviométriques réparties à travers tout le pays dont les données sont minutieusement contrôlées à l'échelle centrale (DGRE), et au niveau des arrondissements des ressources en eau (CRDA).
Conformément aux recommandations de l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM), une période de trente années est suffisante pour l'analyse statistique des années sèches et humides et de la normalité. Les trente années de références de l'OMM couvrent la période allant de 1981 à 2010. Pour cette étude, on retient la période allant de 1985/86 à 2014/15 (décalage d'une quinquennale par rapport à la période OMM). En effet, cette période couvre la quinquennale la plus récente (étant donné que la période 2015 à 2020 n'est pas encore achevée).

Figure n° 3 : Variabilité pluviométrique pour la normale climatologique 1985-86 / 2014-15



Sources : DGRE, traitements STUDI- Eau 2050

Figure n° 4 : Fréquence pluviométrique pour la normale climatologique 1985-86 / 2014-15



Sources : DGRE, traitements STUDI- Eau 2050

ANNEE SECHE	Déficit de 20% par rapport à la moyenne
ANNEE TRES SECHE	Déficit de 30% par rapport à la moyenne
ANNEE HUMIDE	Excédent de 20 à 30% par rapport à la moyenne
ANNEE TRES HUMIDE	Excédent de 30 à 50% par rapport à la moyenne

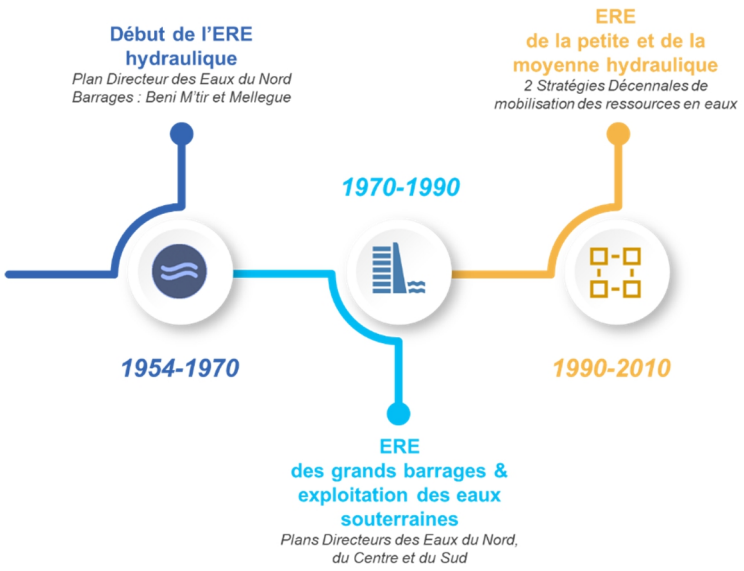
2.2.3. Stratégie de mobilisation de l'eau de surface : de la grande à la moyenne / petite hydraulique et fin de la marge de manœuvre

Face à la situation climatique, la puissance publique a développé depuis des décennies une stratégie de mobilisation des ressources de surface en initiant d'importants investissements hydrauliques. Si le premier objectif de ces équipements hydrauliques a été la collecte des eaux bleues du Nord en particulier, non moins important a été l'objectif de protection contre les inondations, parfois destructrices.

C'est ainsi que la vague de construction de barrages puis des ouvrages de transfert, démarrée en 1954 avec Beni M'tir et Mellegue, s'est poursuivie pendant plusieurs décennies à partie des années 70, selon une planification définie par :

- le Plan Directeur des Eaux du Nord qui visait la mobilisation maximale des eaux de surface des bassins situés dans le Nord du pays,

- le Plan Directeur des Eaux du Centre (1977) dont l'objectif principal était la maitrise des crues des oueds Zéroud et Merguellil qui menaçaient la ville de Kairouan et sa plaine, mais aussi la gestion intégrée des eaux des nappes profondes et phréatiques et la protection de ces dernières de la surexploitation par le développement de techniques de recharge artificielle.



Aujourd'hui, la Tunisie compte 37 barrages d'une capacité totale de près de 2,4 milliards de m^3.

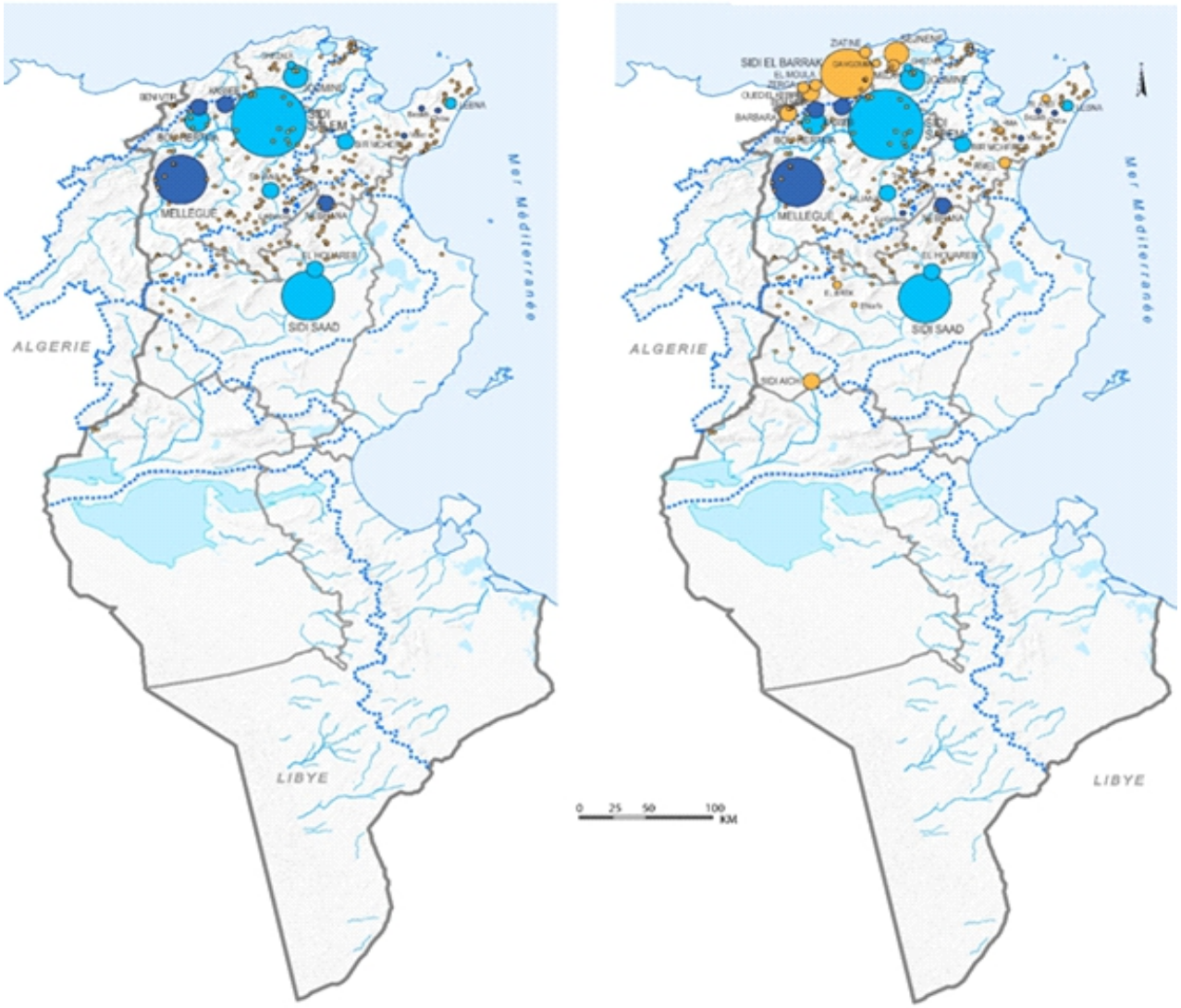
S'ajoute au programme de « grande » hydraulique, la petite hydraulique, formée de 253 barrages et 893 lacs collinaires disséminés sur le territoire qui totalisent une capacité de mobilisation complémentaire de 359 Mm^3 (Revue sectorielle de l'eau 2017).

Avec l'infrastructure érigée, on estime qu'à ce jour, 95% des ressources exploitables ont été mobilisées, traduisant une marge de manœuvre devenue très limitée sur le plan de la mobilisation des eaux superficielles par les ouvrages hydrauliques.

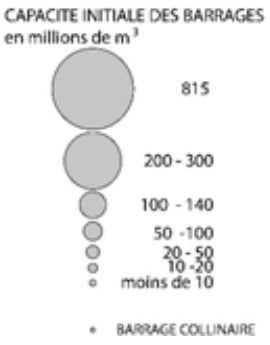
En effet, face à des apports potentiels en eau de surface estimés au niveau national à 2,731 milliards de m^3 (selon les résultats de l'étude), la capacité de mobilisation par les ouvrages hydrauliques s'établit à un niveau équivalent, soit 2,759 milliards de m^3. Cette capacité est néanmoins grevée de près de 20-25% par l'envasement, globalement observé dans les barrages les plus anciens (valeurs très variables d'un barrage à l'autre).

Cette eau collectée, outre les fonctions de protection contre les inondations et parfois de production électrique des barrages, est destinée à des usages multiples : alimentation en eau potable, irrigation de zones de production agricole et transfert vers des territoires déficitaires (Cap Bon et Sahel), recharge des nappes et alimentation des écosystèmes humides.

Figure n° 5 : Stratégies de mobilisation des ressources de 1954-2010



	1954-1970	Début de l'ère hydraulique
	1970-1990	Ere des grands barrages et d'exploration des eaux souterraines (Plans Directeurs des Eaux du Nord, du centre et du Sud)
	Depuis 1990	Ere de la petite et moyenne hydraulique (2 Stratégies Décennales de mobilisations des ressources en Eaux) et continuité des Plans Directeurs



Sources : D.G.B.G.T.H 2019, Traitements STUDI- Eau 2050

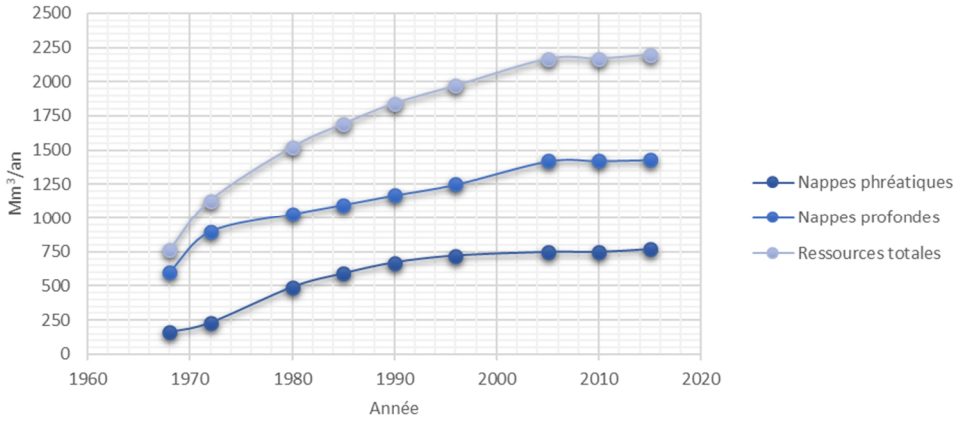
2.2.4. Des eaux souterraines sous pression

Le sous-sol de la Tunisie renferme des réservoirs souterrains inestimables qui s'étendent sur plusieurs pays et des ressources souterraines conséquentes dans le Centre et le Sud qui sont la solution d'approvisionnement salutaire pour 4/5ème d'un territoire pauvre en pluviométrie, tant pour l'eau potable que pour l'irrigation. On estime que 78% du territoire national est aquifère (Source : SINEAU).

Le Plan Directeur des Eaux du Sud (PDES) a fourni une évaluation des potentialités des eaux souterraines et des possibilités de leur exploitation, aussi bien en ce qui concerne les nappes fossiles comme celles du Continental Intercalaire ou du Complexe Terminal, que pour d'autres nappes superficielles, comme celle de la Jeffara, et a proposé la réalisation de forages profonds et de puisages pour l'exploitation de ces nappes.

Le potentiel des ressources en eaux souterraines est actuellement estimé à 2 197 Mm^3 (DGRE,2015), contre 760 Mm^3 en 1968 ; ceci, grâce aux investigations, prospections et inventaires réalisés exhaustivement sur tout le territoire. Cependant, depuis 2005, l'estimation évolue peu et les ressources souterraines du pays sont pratiquement cernées et connues : 65% des ressources en eaux souterraines proviennent des nappes profondes et 35% des nappes phréatiques.

Figure n° 6 : Evolution des estimations des Ressources en Eaux Souterraines (Mm^3/an)



Sources : DGRE- traitements STUDI- Eau 2050

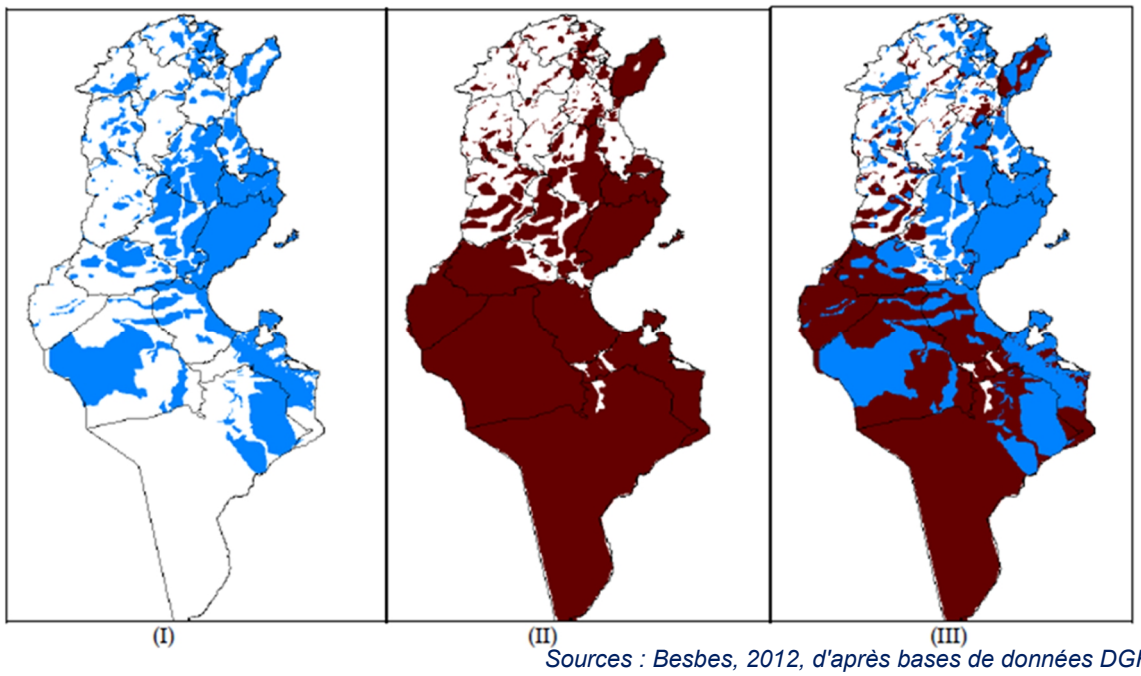
Les nappes souterraines, phréatiques et profondes, dont sont dotées en particulier les régions du Centre et du Sud, fournissent respectivement 746 et 1429 millions de m^3 (selon la DGRE). Clé de voute du développement agricole dans ces régions, elles sont captées par environ 28 158 forages (2016) et 151 850 puits de surface (2015).

Ainsi, environ 45% des besoins d'eau potable et 75% des besoins en irrigation sont assurés à partir des eaux souterraines, ce qui dénote de l'importance prise par ces ressources dans le dispositif hydraulique global, à la faveur du développement des techniques de forage et de pompage photovoltaïque.

Outre le fait d'être en partie fossiles, ces nappes sont donc assez fortement sollicitées. En effet, depuis les années 70, une nette tendance vers l'intensification des prélèvements est observée, tant à partir des nappes phréatiques (exploitées par puits de surface) que des nappes profondes (exploitées par forages). La courbe des prélèvements à partir des nappes profondes s'est nettement accélérée depuis 2010. Entre 1980 et 2015, la croissance moyenne des prélèvements à partir des nappes phréatiques a été de 2,4% contre 3,6% pour les nappes profondes. Ceci se traduit par une baisse des niveaux piézométriques et une dégradation de la qualité des eaux souterraines (salinisation). Sur les 28 158 points d'eau d'exploitation des nappes profondes, presque la moitié sont des forages illicites (11 593 forages illicites depuis 2011).

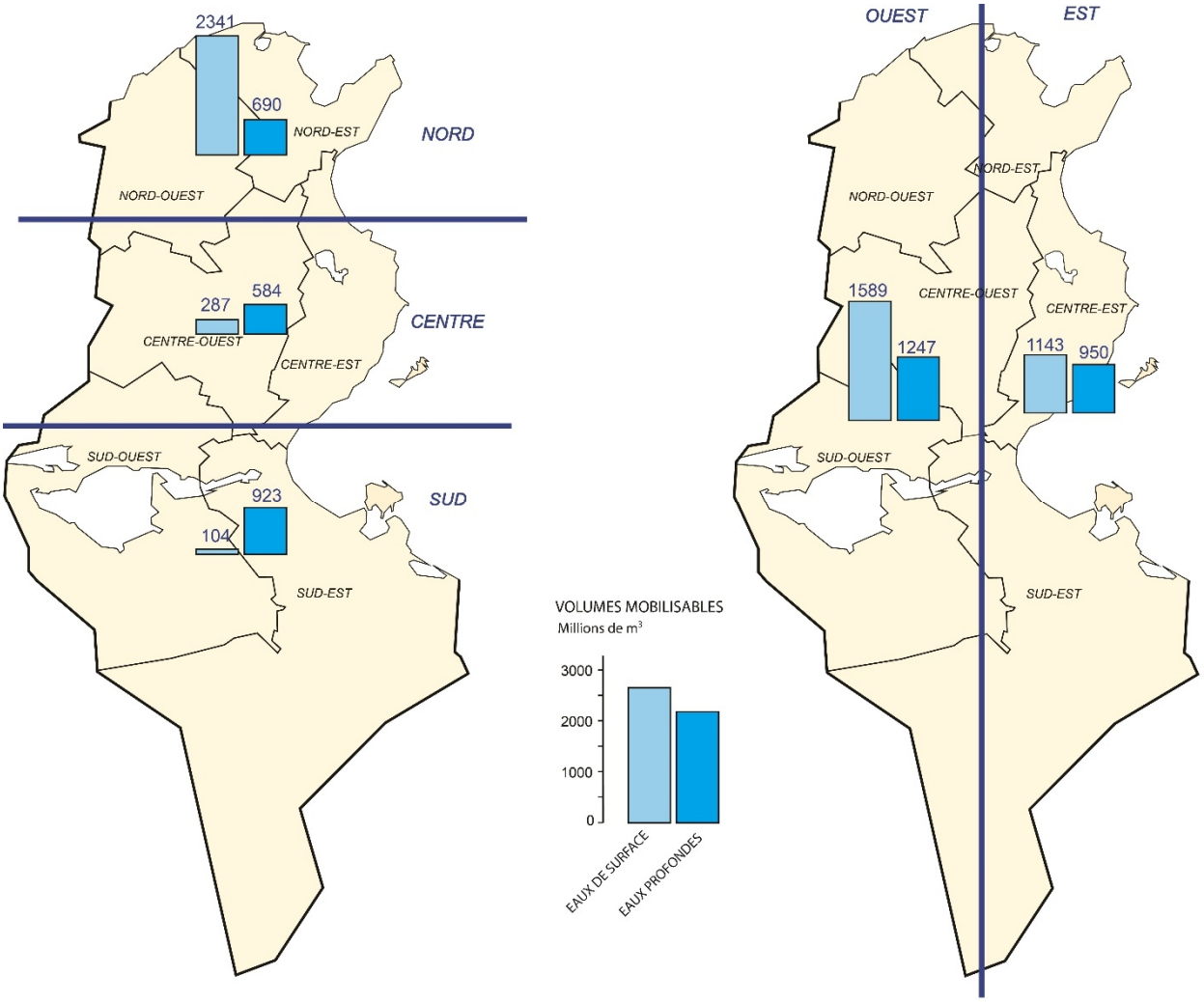
Cette situation pèse lourdement sur la pérennité de ces ressources dont environ 30% sont considérées non renouvelables (47% des ressources issues des nappes profondes) et interroge l'urgence de la mise en place d'une gestion plus rigoureuse et durable des eaux souterraines, dans le cadre d'une stratégie de contrôle visant la sauvegarde de la ressource.

Figure n° 7 : Localisation des nappes phréatiques (I), profondes (II) et superposition (III)



Sources : Besbes, 2012, d'après bases de données DGRE, cité par Hamdane, 2014.

Figure n° 8 : Répartition géographique ressources eau de surface et eaux souterraines



Sources : D.G.R.E - traitements STUDI- Eau 2050

2.2.5. Des niveaux d'incertitude élevés sur le potentiel en eaux conventionnelles dans les années à venir

Partout où la topographie et la faisabilité technique et économique le permettaient, des barrages et des ouvrages de mobilisation de la ressource de surface ont été érigés permettant d'affirmer, aujourd'hui, que les possibilités d'extension de ces capacités sont désormais très limitées voire inexistantes à un coût supportable par la collectivité.

S'agissant des eaux souterraines, les prélèvements sur les nappes profondes (qui fournissent 65% des ressources souterraines totales) ont atteint 1.895 Mm^3 en 2016, soit 1/3 de plus que le débit total exploitable annuellement, évalué à 1,429 milliards de m^3. S'il est admis que les nappes souterraines peuvent supporter une exploitation intensive pendant un certain nombre d'années, sur le long terme, il s'agira de déterminer et de respecter la limite supérieure de la fraction de l'écoulement souterrain moyen, que l'on pourra exploiter par captage dans la nappe, sans risque de surexploitation (y compris sur les domaines limitrophes).

D'autre part, seulement 20% des nappes profondes et 8% des nappes phréatiques ont une salinité inférieure à 1,5 gr/l, ce qui entrave d'une certaine façon les capacités de mobilisation de cette ressource, sauf à consentir le coût de son dessalement.

Tableau n° 3 : Salinité des eaux de surface et souterraines en Tunisie

Désignations	Superficielles		Souterraines		Toutes ressources
	Quantité Million m^3	Pourcentage total %	Quantité Million m^3	Pourcentage total %	
Salinité< 1.5 g/l*	1 944	72	346	16	47%
1.5 g/l < Salinité <3 g/l**	594	22	1851	84	53%
Salinité > 3 g /l***	162	6			
Total	2 700	100	2 197	100	100%

Source : DGRE, R. KALLEL 1995

*Eau de bonne qualité ; ** : Eau de qualité moyenne ; *** Eau de qualité médiocre*

Les chiffres relatifs au taux de résidu sec des ressources ne sont pas très précis et peuvent varier au cours de l'année. L'ordre d'idée à retenir est qu'environ la moitié de l'eau bleue (majoritairement de l'eau de surface) présente une salinité inférieure à 1,5 gr/l, considérée comme une eau de bonne qualité ; l'autre moitié, provenant des nappes essentiellement, est de qualité moyenne, voir médiocre (environ le tiers des ressources souterraines présente une salinité supérieure à 3 g/l).

Pour résumer :

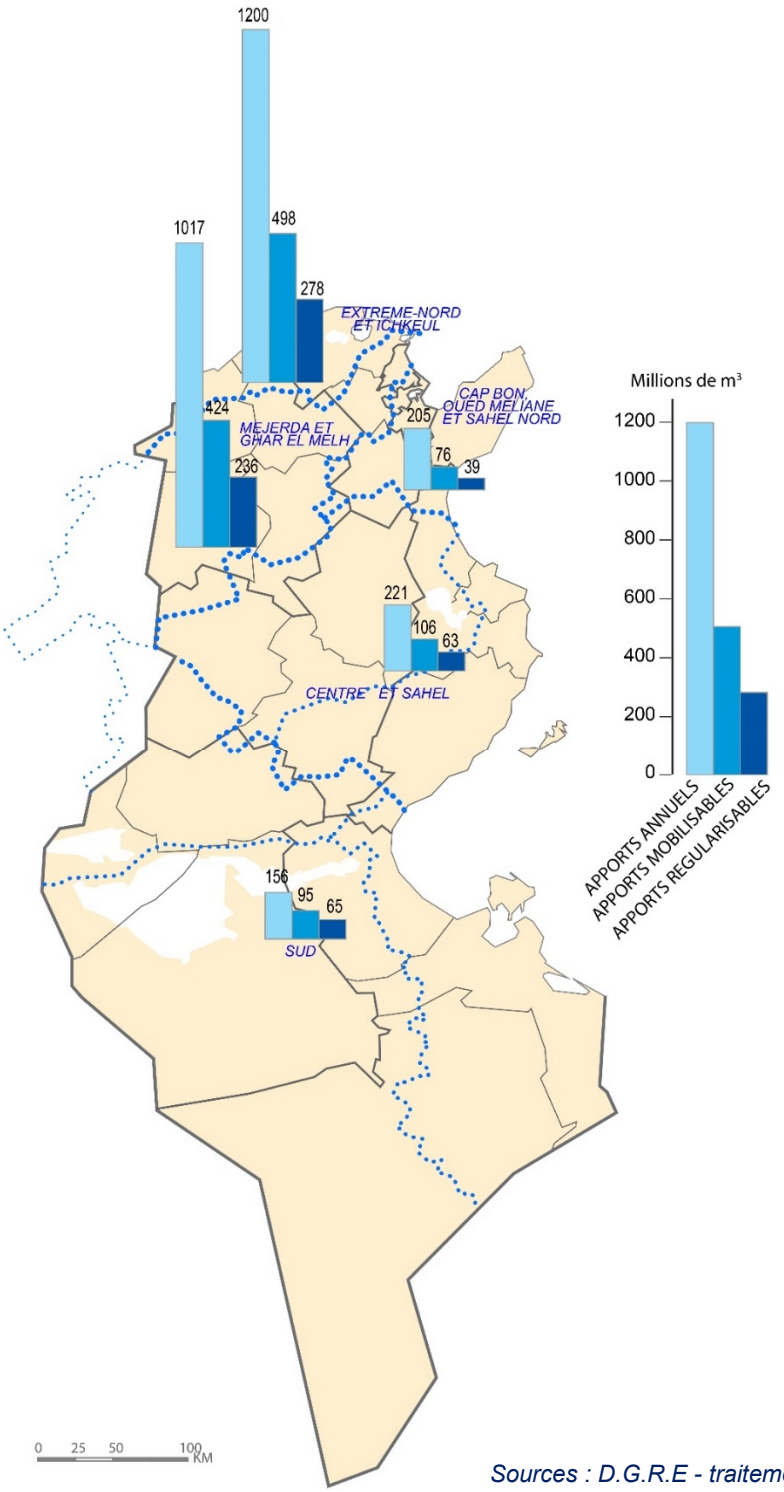
(i) La part fossile des eaux souterraines est plus ou moins connue et maitrisée ; elle subira potentiellement des prélèvements toujours plus importants au gré de la demande croissante des pays partageant les mêmes nappes et de leurs populations ;

(ii) Seulement 51% des apports potentiels en eaux de surface, sont dits « mobilisables » car garantis 4 années sur 5 (et donc maîtrisables par des ouvrages hydrauliques) et 31% sont dits « régularisables » c'est-à-dire garantis 19 années sur 20, pour les usages en eau potable.

(iii) 80% des apports moyens annuels d'eaux superficielles, 66% des apports mobilisables et 60% des apports régularisables proviennent des deux bassins du Nord et de l'Extrême Nord (Bassins 3 et 5). Ces eaux seront potentiellement très impactées à l'avenir par la baisse des précipitations due aux changements climatiques (entre -10 et -15% à l'horizon 2050).

(iv) Plus de 50% de l'eau bleue présente une salinité supérieure à 1,5 g/l, la classant dans une catégorie de qualité moyenne qui peut convenir à l'irrigation (dans certaines limites) mais nécessite un dessalement pour l'AEP.

Figure n° 9 : Ressources en eau de surface par bassin : apports potentiels, mobilisables et régularisables



Sources : D.G.R.E - traitements STUDI- Eau 2050

Tableau n° 4 : Synthèse des ressources en eau de surface en Tunisie

Apports	Bassin 3 (Extrême-Nord et Echkeul)	Bassin 4 (Cap Bon, Meliane,…)	Bassin 5 (Mejerda et Ghar El Melh)	Bassin 6 et 7 (Centre et Sahel)	Bassin 8 et 9 (Sud)	Pays
Moyens (Mm^3)	1 180	205	1 017	221	156	2 732
Mobilisables (Mm^3)	498	76,4	424,2	106,4	95	1 385
Régularisables (Mm^3)	278	39	234,5	63,2	65	850,5

Sources : DGRE, BIRH, traitements STUDI- Eau 2050

2.3. TENDANCES DE LA CONSOMMATION D'EAU POTABLE : VERS L'ALLOCATION DE TOUTES LES EAUX DE SURFACE A L'AEP

2.3.1. Introduction

L'alimentation en eau potable (AEP) urbaine et rurale constitue un axe de demande prioritaire en termes quantitatif et qualitatif. L'accès à la ressource et sa fiabilité ainsi que la qualité du service de l'eau, auprès de l'usager final, sont des déterminants incontournables du développement socio-économique, de la santé, du développement humain de manière générale.

A travers le diagnostic de la demande AEP urbaine et rurale, il s'est agi de quantifier les tendances en termes de consommation, de prélèvements sur la ressource, de taux de desserte et de fiabilité des réseaux de distribution et d'apprécier la « soutenabilité » du bilan hydrique global de l'eau potable.

2.3.2. Volumes « SONEDE » consommés par catégorie d'usage

L'analyse de la tendance de consommation d'eau potable est menée à partir des données de la SONEDE et concerne le milieu urbain (100% desservi) et le milieu rural ou semi-rural, desservi par la SONEDE (52,7% de la population rurale).

L'eau domestique représente 92% de l'eau potable consommée issue des réseaux SONEDE, les 8% restants se répartissant entre industrie (5%) et tourisme (3%).

L'analyse des tendances de consommation a porté sur les volumes consommés entre 2002 et 2018. Elle révèle une tendance à la hausse des volumes consommés par les ménages dans les 6 régions. Ainsi :

- Le volume consommé global a connu une progression d'environ 51% entre 2002 et 2018. Il a atteint 447,2 Mm^3 en 2018 contre 296,2 Mm^3 en 2002 (+2,6% de croissance annuelle moyenne).

- la consommation domestique en est l'élément déterminant. Elle a cru de 64% entre 2002 et 2018, passant de de 250 à 411 Mm^3.

- toutes les régions sans exception ont connu une hausse des volumes consommés entre 2002 et 2017 selon un rythme annuel moyen national de +3,14% ; on observe un léger fléchissement en 2018 (cf. figure n°11).

Tableau n° 5 : Tendances observées sur les volumes consommés et distribués

Données (2002-2018)	NE	NO	CE	CO	SE	SO
Volume consommé facturé-Domestique	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Volume consommé facturé-Tourisme	→	→	↓	↑	↓	↓
Volume consommé facturé-Industrie	→	→	→	↓	↓	→
Volume distribué	↑	↑	↑	↑	↑	↑

Légende:

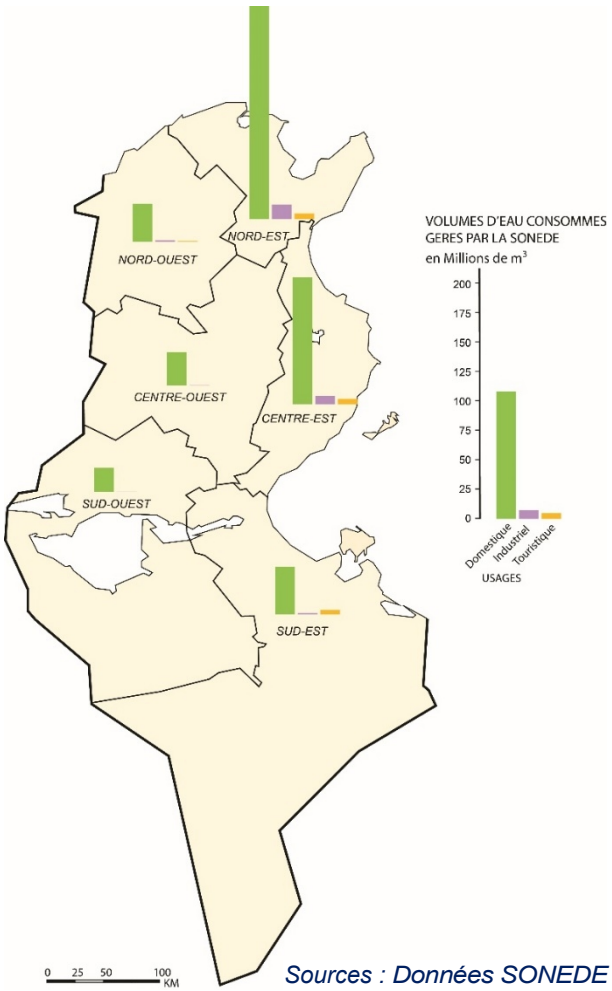
↑ Tendance à la hausse

→ Tendance à la stabilité

↓ Tendance à la baisse

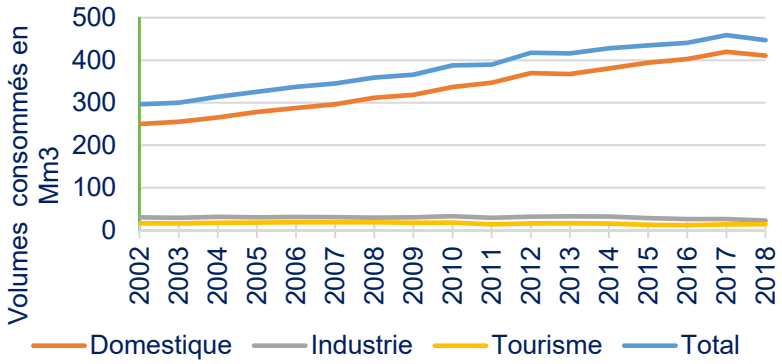
Sources : Données SONEDE - traitements STUDI- Eau 2050

Figure n° 10 : Volume d'eau desservie par la SONEDE par catégorie d'usage



Sources : Données SONEDE - traitements STUDI- Eau 2050

Figure n° 11 : Volume consommé 2002-2018 à l'échelle nationale



Sources : Données SONEDE - traitements STUDI- Eau 2050

Tableau n° 6 : Volume consommé géré par la SONEDE par catégorie d'usage en 2018 (en Mm^3)

Régions	Domestique		Industrie		Tourisme		Total
	Mm^3	%	Mm^3	%	Mm^3	%	Mm^3
NO	32,2	96%	1	3%	0,4	1%	33,6
NE	181	91%	12,5	6%	4,8	2%	198,3
CO	28,4	99%	0,4	1%	0	0%	28,8
CE	108,1	90%	7,3	6%	4,8	4%	120,2
SO	20,8	99%	0,2	1%	0,1	0%	21
SE	40,4	89%	1,1	2%	3,7	8%	45,2
National	410,8	92%	22,4	5%	14	3%	447,2

Source : Données SONEDE 2018 - traitements STUDI- Eau 2050

2.3.3. Volumes prélevés versus volumes consommés

En se basant à nouveau sur les données de la SONEDE, il a été procédé à l'analyse des tendances des prélèvements par source d'eau (eau de surface, eau souterraine). Là aussi, on observe une forte hausse des volumes prélevés, plus rapide que les volumes consommés.

- Ainsi, entre 2002 et 2018, ces volumes ont augmenté de 86% correspondant à une croissance moyenne de 4% par an. Il en est de même des volumes produits. Les volumes consommés évoluant moins vite (+51% et +2.6% par an), le rendement volume consommé/volume prélevé se dégrade : en 2002, pour 1 m^3 consommé, il fallait prélever 1,26 m^3 d'eau contre 1,56 m^3 en 2018.

  D'après la SONEDE, les réseaux et les ouvrages d'eau ne sont pas parfaitement étanches d'une part et les consommations d'eau ne sont pas toutes connues avec exactitude d'autre part. De ce fait, il y a toujours une différence entre le volume introduit dans le système à l'amont et les quantités d'eau arrivant au bout du système à l'aval. Cette différence constitue les « pertes d'eau » et les volumes de service. Les pertes d'eau sont soit des pertes apparentes (commerciales) soit des pertes réelles (physiques).

  Les pertes apparentes sont des volumes d'eau consommés mais intégrés dans les pertes en raison d'erreurs de mesure (imprécision des compteurs) et de consommations détournées (fraudes), tandis que les pertes réelles sont les volumes des pertes d'eau effectives du service jusqu'au compteur de l'abonné. Elles couvrent tous types de fuites (conduites, branchements), ruptures de conduites, débordements de réservoirs, etc.

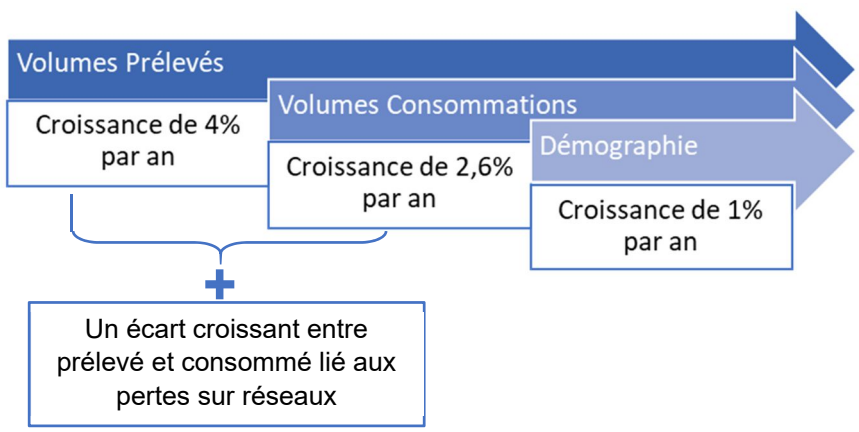
  L'eau perdue à cause des fuites, des fraudes, du sous-comptage aux abonnés ou de mauvais contrôles des systèmes d'eau, génère un déficit, dans la mesure où la société a déployé des moyens pour la prélever, la traiter et la distribuer. L'IWA (International Water Association) utilise la notion de « Non Revenue Water (NRW) » lors de l'établissement du bilan d'eau (Source : Rapport statistique, SONEDE, 2018).

- Les prélèvements AEP issus des eaux de surface ont augmenté plus vite que ceux provenant des eaux souterraines. Cela est la traduction de la sécurisation des infrastructures de stockage et de transfert (augmentation du nombre de barrages, conduites de transfert améliorées, interconnexions plus efficaces) qui a profité aux réseaux du Nord et du Centre. Toutefois, faire reposer l'alimentation en eau potable de 60% de la population sur une eau de surface à caractère hydrologique relativement aléatoire (cf. la question des volumes régularisables) et dont la mise à disposition est très énergivore (pompages) peut être source de vulnérabilité tant que les dispositifs de gestion ne sont pas maîtrisés parfaitement.

  Le fait d'avoir deux sources d'approvisionnement différentes, l'une prenant le relais de l'autre en cas de rupture, et la mise en place de systèmes d'AEP régionaux ou locaux fonctionnels, sont des pistes de réduction de la vulnérabilité à moyen et long terme.

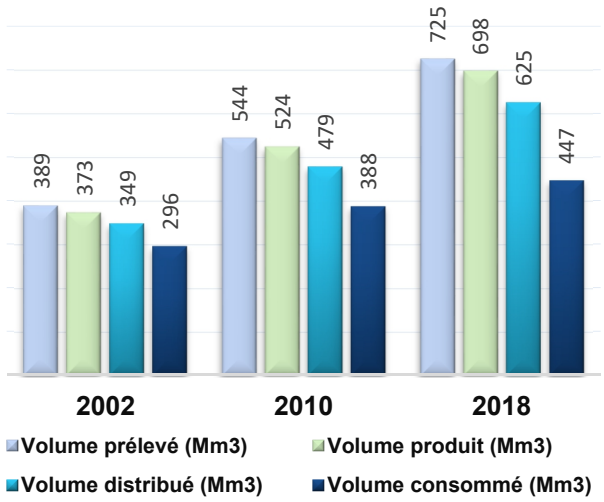
A l'horizon 2050, si les volumes prélevés continuent à croître de 4% par an, pour couvrir une consommation qui elle-même croît plus vite que le croît démographique (respectivement 2,6% et 1 %), avec un écart croissant entre prélevé et consommé lié aux pertes susmentionnées :

Les volumes à prélever pour l'AEP du réseau SONEDE atteindraient plus de 2,5 milliards de m^3 par an, soit quasiment la totalité des ressources superficielles.



Les volumes prélevés nécessaires à l'AEP du réseau SONEDE
≈
plus de 2,5 milliards de m^3 par an.

Figure n° 12 : Evolution des volumes prélevés, produits, distribués et consommés entre 2002 et 2018

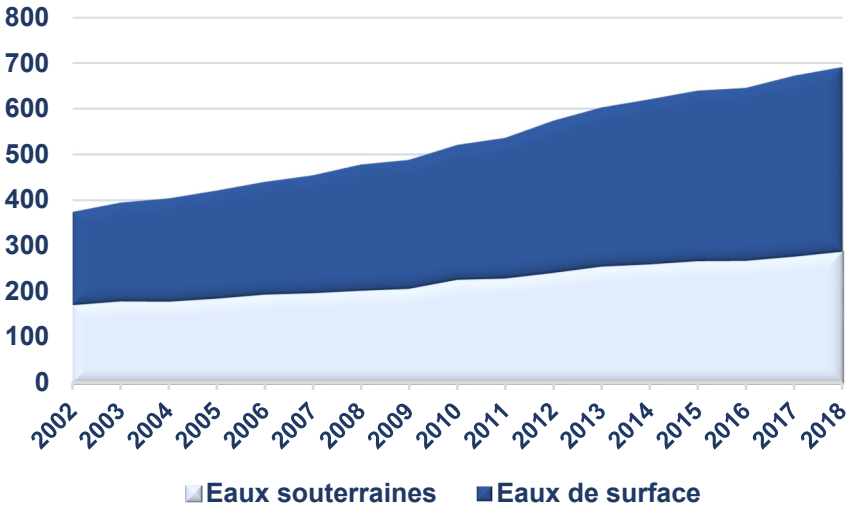


Mm³	2002	2010	2018	Evol
V. prélevé (1)	389	544	725	86%
V. produit (2)	373	524	698	87%
V. distribué (3)	349	479	625	79%
V. consommé (4)	296	388	447	51%
(1) / (4)	1,31	1,4	1,62	
(1) / (2)	1,04	1,04	1,04	
(1) / (3)	1,12	1,14	1,16	
(2) / (4)	1,26	1,35	1,56	

Sources : Données SONEDE - traitement STUDI - Eau 2050

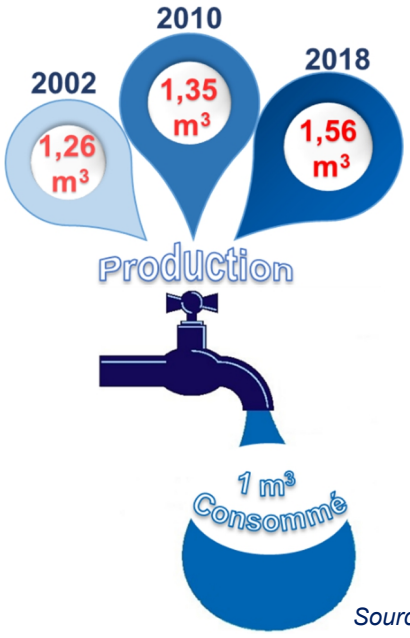
Sources : Données SONEDE - traitements STUDI- Eau 2050

Figure n° 13 : Evolution des volumes produits pour l'AEP entre 2002 et 2018 par type de ressource



Sources : Données SONEDE - traitements STUDI- Eau 2050

Figure n° 14 : Evolution du volume de production pour 1m³ consommé



Source : STUDI- Eau 2050

2.3.4. Progression du taux de desserte pour combler le gap en milieu rural

Le taux de desserte a progressé de 9% entre 2002 et 2018. Il a atteint 85% en 2018 provenant d'un taux de 100 % en milieu urbain (7,920 Millions d'habitants en 2018) et de 52,7% en milieu rural (1,942 Millions d'habitants en 2018). Cette progression de 9% indique qu'il y a peu à gagner sur le milieu urbain mais que les efforts dans la desserte ciblent le gap en milieu rural.

Le taux de desserte global en milieu rural est évalué à 94,2% (52,7% SONEDE et 41,5% DGGREE) et a nettement progressé au cours de cette dernière décennie.

L'amélioration du taux d'accès en milieu rural s'accompagne d'une augmentation progressive du niveau de consommation spécifique des ruraux. Les figures n°15 et 17 l'illustrent.

2.3.5. Consommation spécifique en augmentation

La consommation spécifique se définit comme étant le volume de l'eau potable consommé par jour et par habitant desservi ; elle a été déterminée sur la base des consommations et de l'évolution démographique. Les caractéristiques de la consommation spécifique par milieu, par région sont comme suit :

- Augmentation significative en moyenne nationale : de 108 l/j/habitant desservi en 2005 à 122 l en 2016, soit + 17% ;
- Augmentation en milieu urbain, de 117 l/j/hbt en 2002 à 126l/j/hbt en 2016 ;
- Rattrapage en milieu rural, de 70 l/j/hbt en 2002 à 107 l/j/hbt en 2016 ;
- A l'échelle des régions, les zones Ouest se sont rapprochées, en termes de consommation spécifique, des régions de l'Est. En 2016, les régions de l'Ouest présentent un niveau de consommation de l'ordre de 100 l/j/hab. alors que dans les régions de l'Est, elle se situe entre 120 et 130 l.hab./j. Cette disparité, peu significative pour l'AEP (20 à 25l/j/hbt de différence), est liée aux activités économiques et sociales et taux d'urbanisation caractérisant chaque région ;
- Consommation spécifique en hausse dans 5 régions sur 6 ; le Sud-Est voit sa consommation diminuer légèrement.

Ainsi, les consommations spécifiques en milieu urbain et rural ont progressé respectivement à un rythme annuel moyen d'environ 7% et 4,5%, résultant de l'accroissement des volumes consommés à des taux annuels moyens de 2% pour l'urbain et de 6% pour le rural entre 2005 et 2016, conjugué à l'accroissement de la population urbaine et rurale desservies, dans la même période, à des taux moyens annuels respectifs de 1% et 2%.

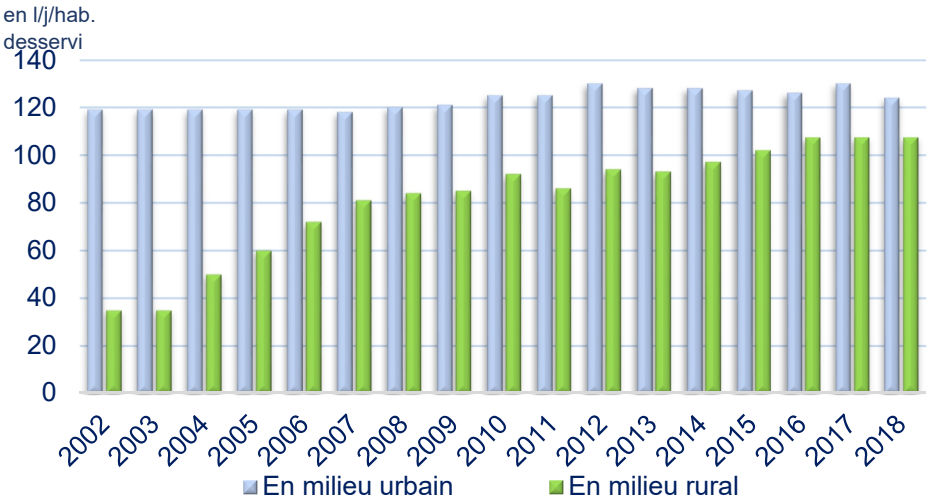
L'augmentation de la consommation spécifique en milieu rural est liée à l'amélioration du taux d'accès et de desserte. En revanche, en milieu urbain, cette hausse trouve peu d'explication, les niveaux de consommation étant déjà assez haut en 2002.

Le niveau moyen de consommation spécifique de 122 l/j/hab. atteint au niveau national est jugé suffisant pour un réel confort selon les critères de l'OMS. Ce niveau nous classe dans un groupe de pays comme l'Allemagne, les Pays-Bas, la Belgique, la Hongrie, la Bulgarie ou la Pologne.

Selon Eurostat, Ifen et le Conseil mondial de l'eau, la consommation d'eau domestique par pays (en L/j/hab.) est la suivante :

- Canada, Etats-Unis, Japon, Australie, Suisse : supérieure à 250 L/j/hab
- Finlande, Italie, Espagne, Portugal, Corée du sud, Grèce, Suède : de 160 à 250 L/j/hab
- Danemark, Royaume-Uni, Autriche, France, Luxembourg, Irlande : de 130 à 160 L/j/hab
- Allemagne, Pays-Bas, Hongrie, Bulgarie, Pologne, République Tchèque : inférieure à 130 L/j/hab
- Asie et Amérique Latine : de 50 à 100 L/j/hab
- Afrique Sub-Saharienne : de 10 à 20 L/j/hab

Figure n° 15 : Consommation spécifique nationale par région en milieu urbain et rural



Sources : Données SONEDE - traitements STUDI- Eau 2050

Figure n° 16 : Evolution de la consommation spécifique par région en milieu urbain

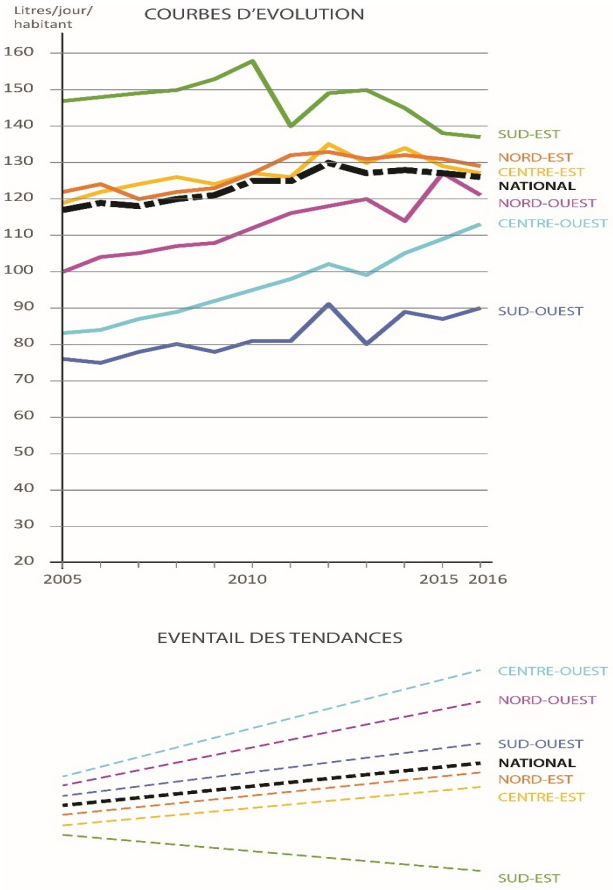
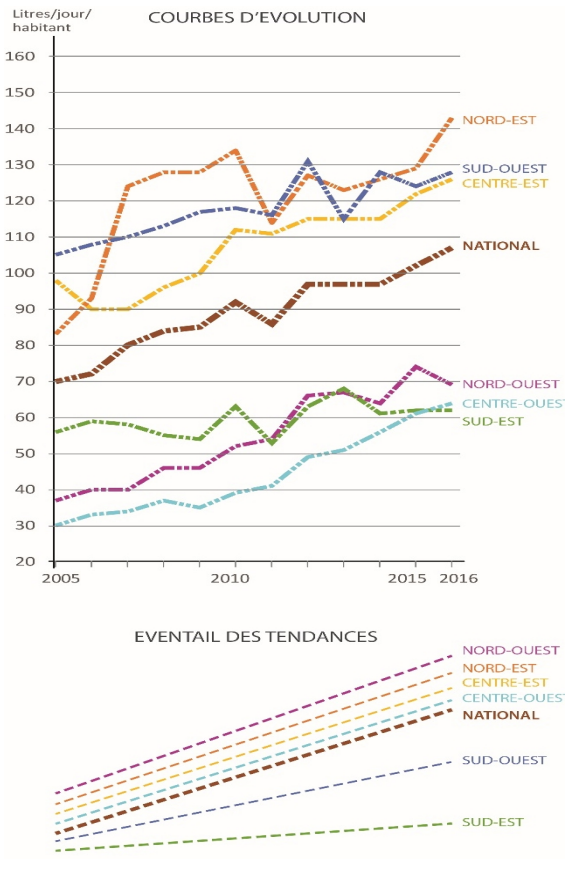


Figure n° 17 : Evolution de la consommation spécifique par région en milieu rural



Sources : SONEDE 2018 - traitements STUDI- Eau 2050

2.3.6. Bilan global AEP

S'agissant du déploiement de l'infrastructure et de l'atteinte des objectifs en termes de taux d'accès :

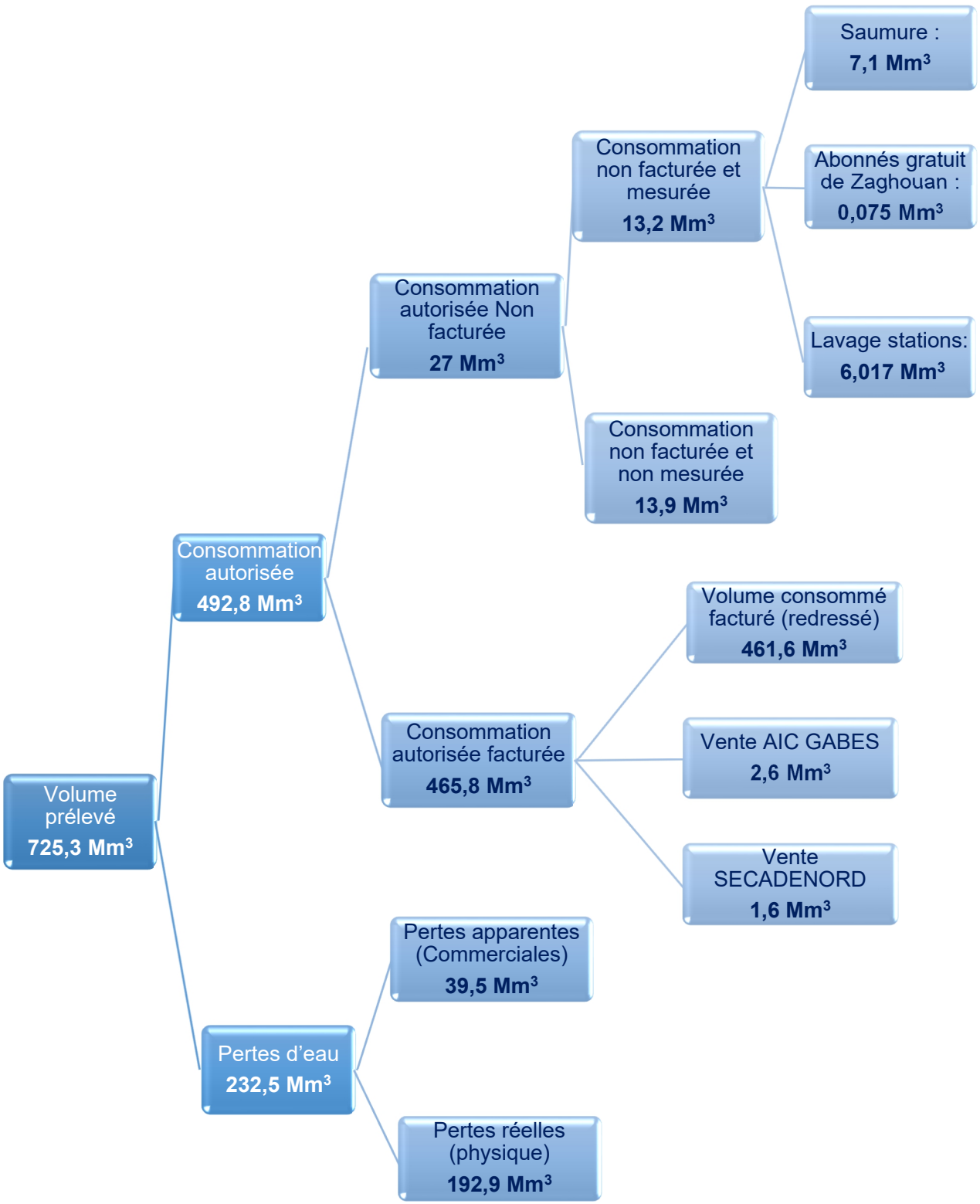
- Le taux de desserte par la SONEDE a progressé de 9% entre 2002 et 2018. Il a atteint 85% en 2018 provenant d'un taux de 100 % en milieu urbain (7,920 Millions d'habitants en 2018) et de 52,7% en milieu rural (1,942 Millions d'habitants en 2018). Cette progression de 9% indique que les efforts en matière de desserte ont en toute logique ciblé le gap en milieu rural ;
- Le taux de desserte global en milieu rural est évalué à 94,2% (52,7% SONEDE et 41,5% DGGREE) et a nettement progressé au cours de cette dernière décennie ;
- Les prélèvements AEP issus des eaux de surface ont augmenté plus vite que ceux provenant des eaux souterraines. La sécurisation des infrastructures de stockage et de transfert ont permis un renforcement des possibilités d'approvisionnement des réseaux AEP par l'eau de surface ;
- Le niveau moyen de consommation spécifique de 122 l/j/hab. atteint au niveau national est jugé suffisant pour un réel confort selon les critères de l'OMS. Ce niveau nous classe dans un groupe de pays comme l'Allemagne, les Pays-Bas, la Belgique, la Hongrie, la Bulgarie ou la Pologne.

S'agissant des tendances de prélèvements et de consommation :

- L'eau domestique représente 92% de l'eau potable consommée issue des réseaux SONEDE. Elle en est donc l'élément déterminant. Elle a cru de 64% entre 2002 et 2018, passant de de 250 à 411 Mm^3.
- Pour toutes sortes de raisons, les volumes prélevés par la SONEDE ont augmenté plus vite que les volumes consommés et facturés : de 86% entre 2002 et 2018, soit une croissance moyenne de 4% par an versus +51% et +2.6% par an.
- Ainsi, le rendement volume consommé/volume prélevé se dégrade : en 2002, pour 1 m^3 consommé, il fallait prélever ou produire 1,26 m^3 d'eau contre 1,56 m^3 en 2018.
- La différence entre le volume prélevé et celui consommé en 2018 constitue l'eau non vendue et comporte, en plus des pertes d'eau, d'autres volumes tels que : les eaux de saumure des stations de dessalement ; les eaux pour le lavage des stations ; les ventes aux AIC de Gabes ; la vente SECADENORD ; au total moins de 20 millions de m^3 (cf. figure suivante).
- A l'horizon 2050, si la tendance en matière de rendement se poursuit : croissance des volumes prélevés de 4% par an pour couvrir une consommation qui elle-même croît plus vite que le croît démographique (respectivement 2,6% et 1 %), les volumes à prélever pour l'AEP du réseau SONEDE atteindraient plus de 2,5 milliards de m^3 par an, soit quasiment la totalité des ressources superficielles disponibles.
- Enfin, les consommations spécifiques en milieu urbain et rural ont progressé respectivement à un rythme annuel moyen d'environ 4,5% et 7%, résultant de la conjugaison de : (i) l'accroissement des volumes spécifiques consommés à des taux annuels moyens de 2% pour l'urbain et de 6% pour le rural entre 2005 et 2016 ; (ii) l'accroissement de la population urbaine et rurale desservies, dans la même période, à des taux moyens annuels respectifs de 1% et 2%.

Si l'accroissement en milieu rural s'explique par la hausse des taux d'accès, une utilisation de l'eau pour l'abreuvement du bétail en période de sécheresse, des changements de mode de vie qui se rapprochent de celles du milieu urbain, la hausse des consommations spécifiques en milieu urbain questionne les efforts réalisés en matière de sensibilisation à l'économie d'eau et à la réduction du gaspillage.

Figure n° 18 : Bilan global AEP



Source : STUDI- Eau 2050

2.4. TENDANCES EN MATIERE D'IRRIGATION

L'Irrigation forme le pilier de consommation volumique des ressources en eau dans le monde et en Tunisie. Ce pilier est prioritaire en termes de souveraineté alimentaire, de nutrition et d'équilibre de la balance commerciale. Néanmoins, l'usage irrigation reste en seconde place en cas de compétition avec l'AEP, en termes de volumes et de qualité.

L'usage efficient, durable et équitable relève de la plus haute importance dans la comptabilité des ressources en eau et dans l'équilibre socio-économique du pays. En plus de l'accès à la ressource eau et sol, la fiabilité du service de l'eau pour l'irrigation est primordiale, particulièrement pour des cultures pérennes comme l'arboriculture.

Les chapitres suivants visent à quantifier les tendances actuelles, en relation avec les consommations réelles observées dans différentes régions et sur différents étages bioclimatiques : tendances en matière de superficies irriguées, de cultures pratiquées et de volumes d'eau prélevés.

2.4.1. Extension des superficies irriguées, en particulier dans le Sud-Ouest

Selon les données du MARHP, la superficie aménagée dans un cadre planifié a atteint 435.000 ha en 2018. Le taux moyen de développement de cette superficie au cours des deux dernières décennies a été de l'ordre de 2 % par an.

Mais, selon l'enquête Périmètres Irrigués 2016-2017 (DG/EDA- MARHP, 2018) qui tient compte des extensions dites « illicites », la superficie irriguée s'établirait à 524 000 ha (soit 21,5% de plus), composée de :

- 254 000 ha (48,5 % de la superficie irrigable) de périmètres irrigués publics alimentés à partir de barrages (128 000 ha), de forages (113 000 ha), des eaux usées traitées (7 200 ha) et d'autres menues ressources (7 000 ha),
- 270 000 ha, (soit 51,5 % de la superficie totale irrigable) de périmètres privés, alimentés essentiellement à partir de puits de surface (169 000 ha), de forages privés (83 000 ha), des écoulements d'oueds (12 000 ha) et de lacs et barrages collinaires (6 000 ha).

Selon les données DG/EDA les plus récentes, la superficie irrigable atteindrait 532.650 ha en 2018, dont 256.020 ha de périmètres publics (48,1%) et 276.630 ha de périmètres privés (51,9%) . Face à ce potentiel, la superficie irriguée en maîtrise totale serait de 406.540 ha, soit 76% des superficies irrigables.

S'ajoutent à ces superficies, celles bénéficiant d'une irrigation de complément et par épandage : (i) systèmes traditionnels de collecte des eaux de ruissellement ou d'épandage de crues (Tabias, Meskats, Mgouds) ; (2) systèmes modernes d'épandage de crues dans le Centre du pays, puits, forages et lacs collinaires utilisés d'une manière conjoncturelle pendant les périodes de sécheresse en vue de la sauvegarde de l'arboriculture, conduite en temps normal sous culture pluviale.

Les superficies irriguées par ces systèmes sont difficiles à cerner et peuvent être évaluées entre 30 000 et 50 000 ha par an en fonction des conditions climatiques, mais elles sont appelées à se développer à l'avenir avec la densification des points d'eau dans le monde rural. En potentiel, ce type d'irrigation peut atteindre 150 000 ha pour les années climatiquement difficiles avec un usage épisodique d'une eau de salinité assez élevée.

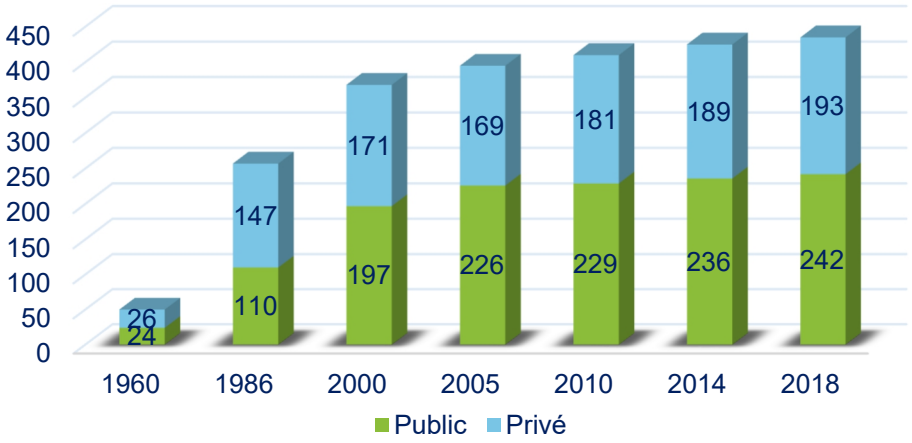
Si les superficies irrigables sont encore à parts quasi-égales entre le public et le privé en 2018, les taux d'extension sont en revanche en faveur du développement des superficies aménagées par les opérateurs privés : 1% de croissance pour le public et 3% pour le privé pour la période 2006-2018.

L'implantation dans les régions est comme suit :

- Les périmètres publics (PPI) sont prépondérants dans les régions du Nord-Ouest (N.O :75%), du Nord-Est (N.E : 64%) et du Sud Est (S.E : 58%).
- Les périmètres privées (PIP) marquent plus le Centre-Ouest (77%), le Centre Est (C.E :62%) et le Sud-Ouest (S.O : 62%).

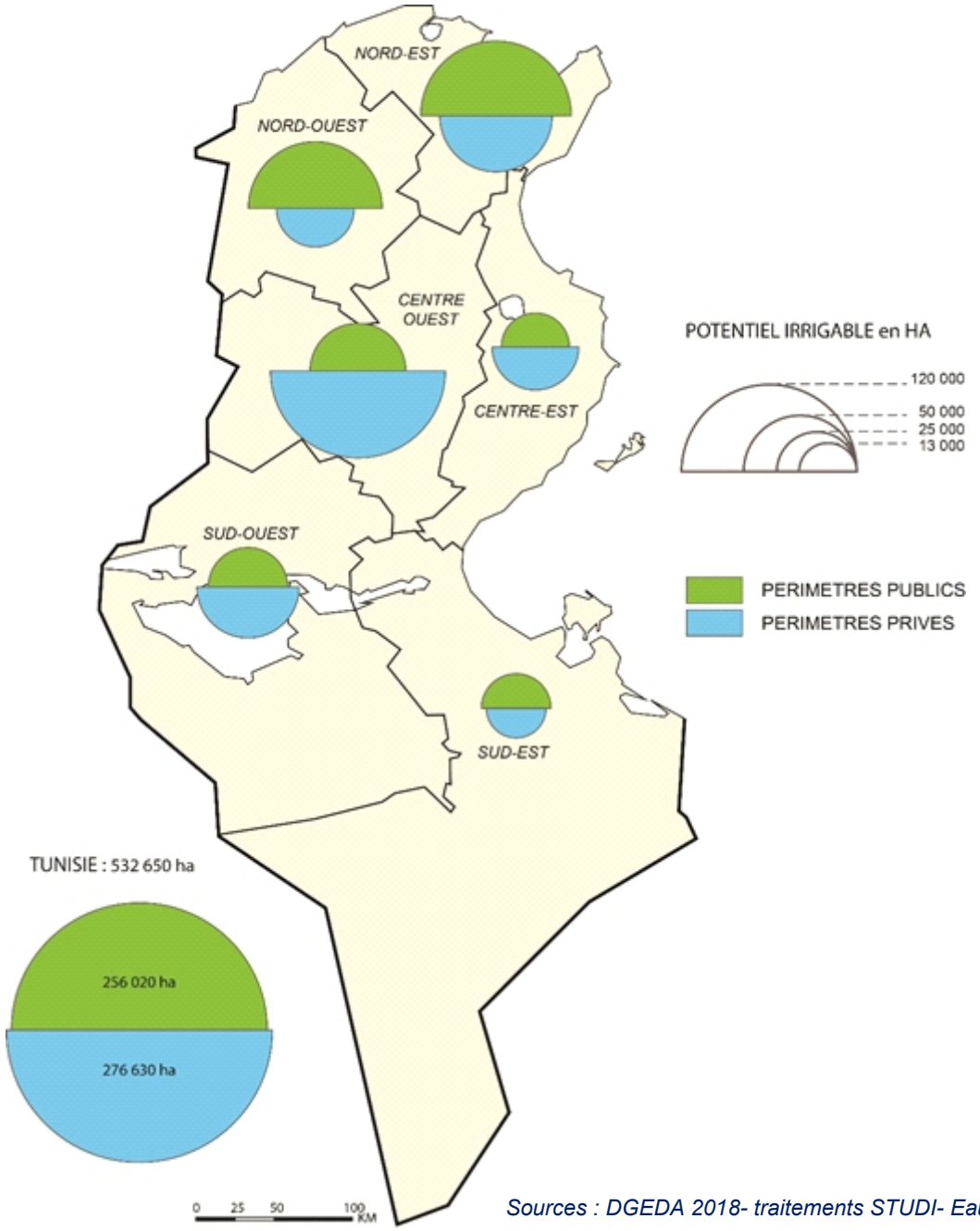
Les périmètres privés se développent en particulier dans le Centre-Est (+5%), le Centre-Ouest (+3%) mais l'extension la plus importante est observée dans le Sud-Ouest, autour de 10% annuellement.

Figure n° 19 : Evolution de la superficie aménagée dans un cadre planifié



Sources : D.G.G.R.E.E- traitements STUDI- Eau 2050.

Figure n° 20 : Superficie irrigable PPI et PIP (2018)



Sources : DGEDA 2018- traitements STUDI- Eau 2050.

2.4.2. Glissement vers l'arboriculture aux dépends des autres spéculations

Les périmètres irrigués sont essentiellement voués à l'arboriculture (oliviers, agrumes, dattes, espèces à pépins ou à noyaux) en fort développement au cours de la dernière décennie. Au cours de la campagne 2016-2017, l'arboriculture a occupé près de 50 % des terres irriguées mises en culture, suivie du maraîchage (tomates, pommes de terre, piments…) dont le poids n'est que de 26%.

- En 2016, les superficies irriguées mises en culture ont atteint 524.000 ha ;
- 100.000 ha d'augmentation sont attribuables au développement de l'arboriculture dont les superficies sont passées, entre 2000 et 2016, de 155.000 ha à 255.000 ha ;
- Les superficies exploitées en maraichage et en grandes cultures ont augmenté jusqu'en 2010 puis ont connu une décroissance ;

Selon les résultats des enquêtes des périmètres irrigués, les cultures pratiquées sont restées les mêmes depuis quelques décennies, aucune spéculation nouvelle n'a été introduite à grande échelle pour créer d'autres filières agroindustrielles dynamisant le secteur irrigué.

Les cultures sous serres, développées à partir des années 1970, occupent actuellement environ 13 000 à 15 000 ha, dont 10 000 ha situés au Centre et particulièrement dans les gouvernorats de Monastir et Sfax. Les superficies occupées par les cultures sous tunnels sont estimées à 3 000 ha situés pour l'essentiel dans le gouvernorat de Sfax. Les eaux géothermales dans certaines régions du Sud (Tozeur, Kébili, Gabès) ont permis de développer les cultures maraîchères sous abris chauds sur environ 150 ha. Le potentiel géothermique est estimé à 310 ha déterminé en fonction des ressources en eau chaude disponibles dans le Sud.

Les innovations dans les pratiques culturales ont été relativement lentes. L'adoption du système d'irrigation localisée dans le cadre du PNEE au cours des vingt dernières années semble avoir été aussi un élément positif dans l'intensification verticale du système de production irrigué.

2.4.3. Externalités négatives sur les nappes souterraines

La domination de l'arboriculture est expliquée par son adaptation à divers contextes climatiques et édaphiques, à un marché plus favorable comparativement aux autres spéculations mais aussi à la priorité d'irrigation, donnée aux zones arborées, lors des périodes de sécheresse.

Les aménagements hydro-agricoles, publics ou privés, engagés pendant les dernières décennies en vue de développer et d'étendre l'agriculture irriguée, ont entraîné, notamment dans le Sud et le Centre, une demande en eau agricole croissante et en conséquence une tendance à l'exploitation intensive des ressources en eau, notamment des ressources souterraines phréatiques facilement accessibles.

Cette situation a provoqué la surexploitation de certaines nappes, avec des conséquences « Silencieuses » qui se sont traduites sur le plan hydrogéologique par :

(i) un abaissement continu du niveau piézométrique de la nappe concernée qui a dépassé 20m dans certains périmètres irrigués ;

(ii) une réduction de la productivité des ouvrages de captage ;

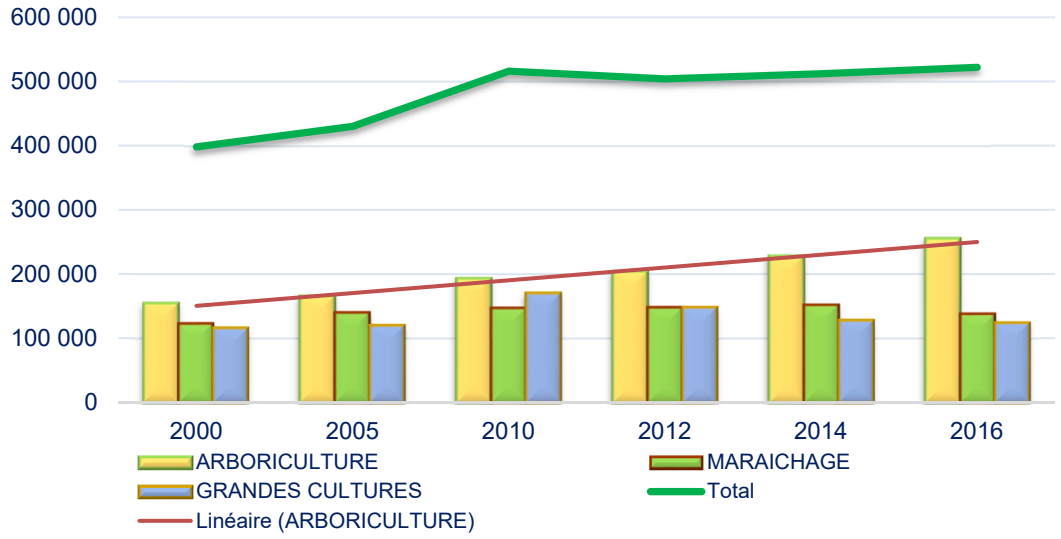
(iii) un accroissement continu de la salinisation des eaux de la nappe, à la suite de la rupture d'équilibre entre l'eau douce et l'eau salée favorisant l'intrusion du biseau salin.

De façon générale, l'irrigation, qui absorbe 80% des prélèvements, pèse fortement sur les ressources souterraines dans la mesure où les eaux d'irrigation proviennent pour 75% des eaux souterraines, pour 23% des eaux de surface, et pour 2% de la réutilisation des eaux usées traitées.

Tableau n° 7 et Figure n° 21 : Evolution de l'occupation des sols au cours de la période 2000-2016 hors cultures intercalaires

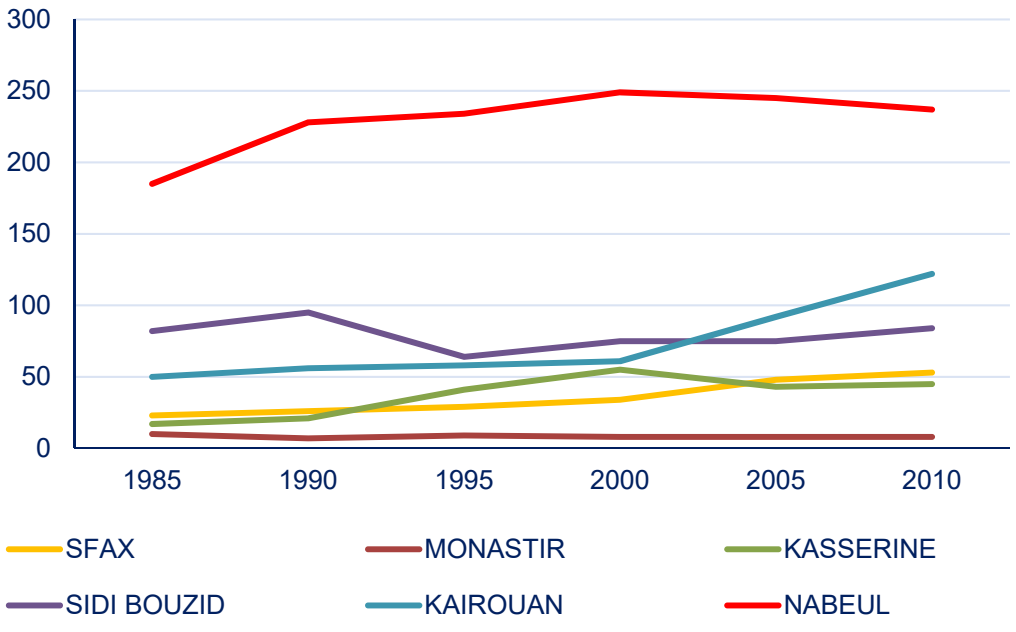
Nature des cultures	Arboriculture		Maraichage		Grandes cultures		Cultures industrielles & divers		Total en ha
	en ha	%	en ha	%	en ha	%	en ha	%	
2000	155 000	39	123 000	31	116 000	29	4 000	1	398 000
2005	166 000	39	140 000	33	120 000	28	4 000	1	430 000
2010	193 000	37	147 000	28	170 000	33	6 000	1	516 000
2012	204 000	40	148 000	29	148 000	29	4 000	1	504 000
2014	228 000	45	152 000	30	128 000	25	7 000	1	512 000
2016	255 000	49	138 000	26	124 000	24	5 000	1	522 000

Source : D'après enquêtes PI- DGEDA



Source : D'après enquêtes PI-DGEDA- traitements STUDI- Eau 2050

Figure n° 22 : Evolution des prélèvements d'eau agricole à partir des nappes phréatiques (en millions de m³)



Source : DGRE, 2014

2.4.4. Prélèvements pour l'irrigation : difficulté de maitrise du système de gestion de l'eau par les modèles prévisionnels

Dans le cadre de l'étude Eau XXI on avait tablé sur une révision à la baisse des volumes d'eau alloués au secteur irrigué pour diverses raisons : la priorité donnée à d'autres secteurs tels que l'eau potable, le renforcement des techniques d'économie d'eau, l'adoption de variétés moins gourmandes en eau, etc.…

Il avait été estimé que l'allocation moyenne à l'hectare passerait d'environ 6.000 m^3/ha dans les années 1990 à 4.350 m^3 à l'horizon 2030. Ces hypothèses amenaient à une stabilisation des volumes prélevés par le secteur agricole autour de 2 milliards de m^3.

Tableau n° 8 : Evolution prévisionnelle de la demande en eau par secteur d'usage selon Eau XXI

USAGES DE L'EAU	**HORIZONS**				
en Mm^3	**2010**	**2015**	**2020**	**2025**	**2030**
EAU POTABLE (1)	548	593	638	686	735
Eau domestique	381	410	438	464	491
Eau industrielle	136	150	164	183	203
Eau touristique	31	33	36	39	41
EAU AGRICOLE (2)	2 140	2 115	2 082	2 058	2 035
Superficie des cultures irriguées (1000 ha)	410	417	433	450	467
Volume unitaire en M^3/ha	5 200	5 000	4 800	4 600	4 350
TOTAL TOUS USAGES (1 + 2)	**2 688**	**2 708**	**2 720**	**2 744**	**2 770**

Source : « Eau XXI »

En 2010, au regard des chiffres disponibles alors, on avait estimé que l'irrigation consommait 2 140 Mm^3.

En 2018, bien qu'il s'agisse d'une année assez pluvieuse, les prélèvements ont atteint environ 2 400 Mm^3, soit +16,5%, et s'écartent des projections de l'étude Eau XXI.

Si l'on se réfère aux données de l'IRESA relatives aux consommations sur un ensemble d'années (2009-10, 2012-13, 2015-16, 2016-17) classées sèches sur l'ensemble du pays (index SPI), on aboutit à une consommation annuelle réelle par l'irrigation au cours de ces années sèches comprise entre 2,4 et 2,5 milliards de m^3, équivalente à ce qui a été observé en 2018.

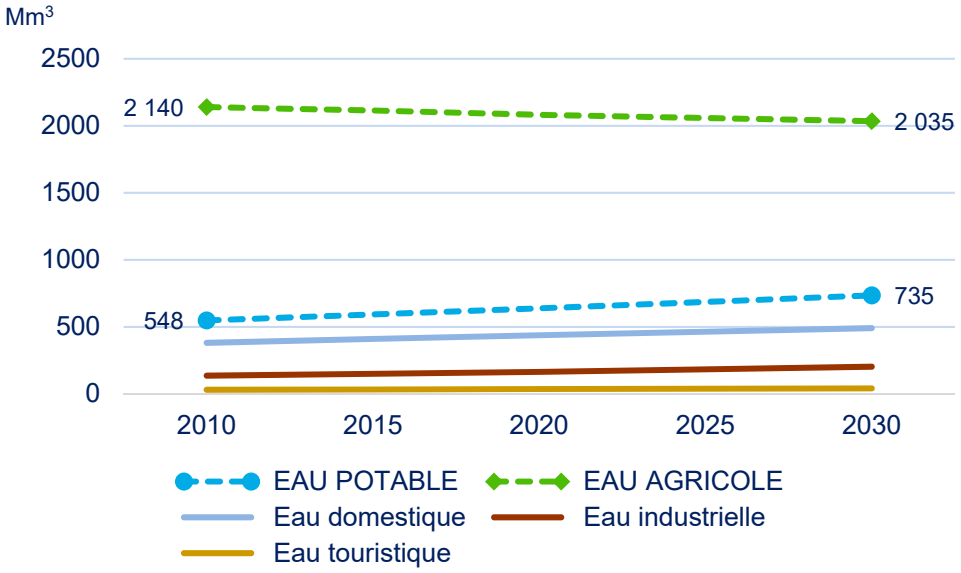
Sur cette base, la consommation brute par hectare serait de l'ordre de 6600 m^3/Hectare (en année sèche), consommation brute qui augmenterait avec l'accroissement des superficies arboricoles d'une part, le développement des périmètres privés d'autre part.

- Selon la même étude de l'IRESA, la consommation moyenne dans les périmètres privés se situerait à 7100 m^3/ ha, portant la consommation globale annuelle à 1,25 millions de m^3 ;
- La consommation moyenne dans les périmètres publics est plus basse, 5800 m^3/ha et la consommation globale s'établirait à 1,12 millions de m^3.

Le poids du secteur privé dans la consommation brute est à peu près le même que celui du PPI, mais si on le rapporte à l'hectare, la moyenne de la consommation pour les PIP est nettement au-dessus de celle des PPI. Cet écart provient du fait que les périmètres privés sont davantage branchés sur des forages d'eau et des puits de surface (sur plus de 50% de la superficie) et au fil de l'eau, conférant à l'irrigation une plus grande flexibilité, fiabilité et faible vulnérabilité au service de l'eau, contrairement à la situation dans les PPI.

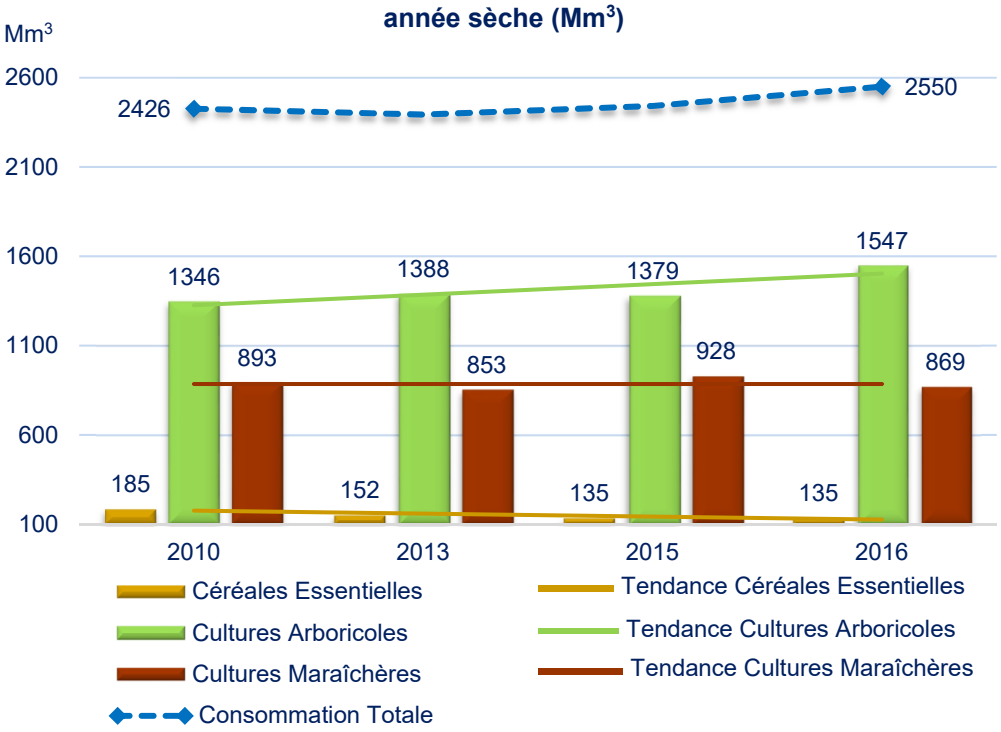
En outre, les périmètres privés ont développé l'arboriculture (164 000 ha) davantage que les périmètres publics (112 500 ha) et de ce fait prélèvent plus d'eau toute l'année.

Figure n° 23 : Evolution de la demande en eau par secteur d'usage selon les estimations de l'étude Eau XXI



Sources : « Eau XXI » - traitements STUDI- Eau 2050.

Figure n° 24 : Consommation Globale du secteur irrigué au niveau national en référence à une année sèche (Mm³)



Sources : MARHP - traitements STUDI- Eau 2050.

Tableau n° 9 : Consommations du secteur irrigué par type de culture (année sèche)

Année	Cs Céréales essentielles	Cs Total Céréales	Cs Cultures Arboricoles	Cs Céréales & Arboricoles	Cs Cultures Maraîchère	Cs totale
2010	185	187	1346	1533	893	2426
2013	152	152	1388	1540	853	2394
2015	135	135	1379	1514	928	2442
2016	135	135	1547	1682	869	2550
Moyenne	152	152	1415	1567	886	2453
Max	185	187	1547	1682	928	2550
Min	135	135	1346	1514	853	2394
Ecart type	24	24	90	77	32,4	68

Source : MARHP

2.4.5. Prélèvements pour l'irrigation : écarts entre besoins théoriques bruts et consommation réelle

Un autre angle d'attaque a été testé dans la présente étude, celui du calcul des besoins théoriques bruts par grandes catégories de cultures en prenant pour référence les éléments consignés dans le recueil de la DGGREE. On aboutit à un besoin théorique à l'hectare de 8000 m^3, portant le besoin théorique global entre 3,4 et 4,4 milliards de m^3 selon les années climatiques.

La confrontation de ces besoins théoriques avec les consommations mesurées sur le terrain et citées ci-haut montre un écart assez conséquent qui peut avoir plusieurs origines :

- logique d'irrigation en déficit physique et selon un optimum recherché par l'agriculteur,
- mesures d'économie d'eau mises en place sur terrain qui ont un effet sur la consommation à l'hectare,
- ou encore un calcul des besoins théoriques des cultures surévalué car basé sur des zones de forte évapotranspiration.

Néanmoins, cette estimation, même légèrement surévaluée, peut être considérée comme une tendance plausible dans un schéma de réchauffement climatique, d'accroissement des superficies arboricoles et d'une agriculture irriguée qui continuerait à se développer dans la moitié Sud du pays.

2.4.6. Vers une gestion de la demande versus gestion de l'offre : timide transition du modèle

Ajuster l'offre à la demande en eau a été longtemps le seul mode de gestion de la ressource. Progressivement, face à une ressource qui n'est plus inépuisable, la tendance s'inverse en ajustant la demande sur l'offre. La gestion de la demande vise à obtenir des niveaux et des modalités plus efficaces de l'utilisation de l'eau. La planification réunit ces deux aspects et assure, en principe, la base analytique nécessaire, en vue de procéder à des choix.

Il est admis en général que la gestion de la demande devrait traiter des mesures qui visent à réduire la consommation de l'eau, en vue de la contenir dans les limites des ressources en eau disponibles. Cet objectif de réduire les consommations est incomplet tant que le mode de gestion de l'eau ne prend pas en considération les aspects d'efficacité, d'environnement et d'équité.

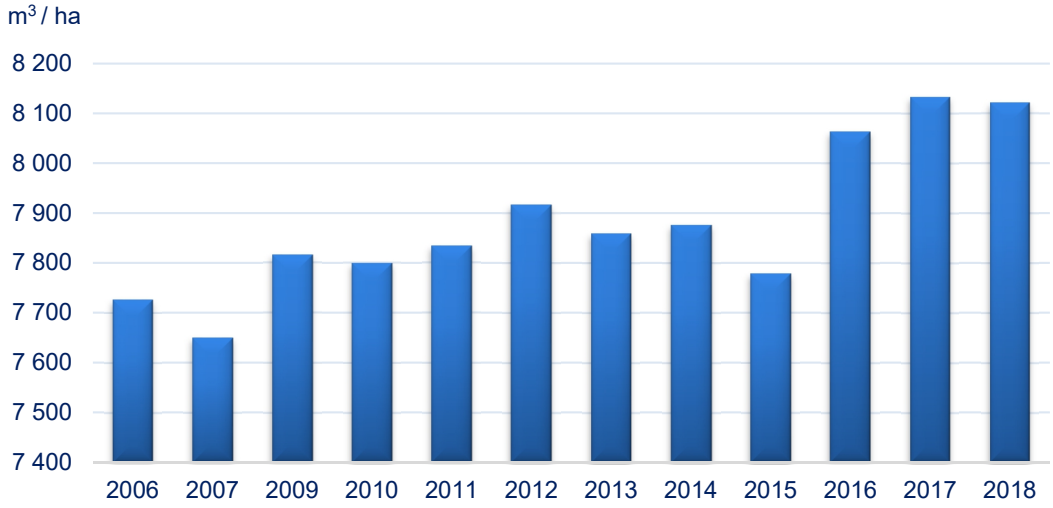
Pour le Plan Bleu [Fréjus (1997), Fiuggi (2002)], la gestion de la demande dans le monde méditerranéen est une voie complémentaire de la gestion de l'offre, elle vise à optimiser les usages de l'eau du point de vue économique, social et environnemental. D'une manière plus simple, on considère la gestion de la demande comme un moyen de maximiser le profit de l'utilisation de l'eau et surtout de la considérer comme un concept de gouvernance.

Sur le plan pratique, la gestion de la demande en irrigation couvre, selon le contexte, une panoplie d'instruments que l'on classe généralement en quatre grandes catégories :

- Les instruments techniques qui peuvent avoir plusieurs objectifs intermédiaires, tels que la réduction des pertes d'eau dans les réseaux, l'amélioration de la qualité de service, la rationalisation de l'utilisation de l'eau au niveau des usagers par la promotion de technologies performantes, le recyclage des eaux domestiques et dans les industries, etc.
- Les instruments économiques : recouvrement des coûts, autosuffisance financière des organismes gestionnaires en vue d'améliorer l'exploitation et la maintenance des systèmes d'eau, partenariats-publics-privés, etc.
- Les instruments législatifs et institutionnels visant particulièrement la protection des ressources en eau, la restriction quantitative de l'exploitation de la ressource, le rationnement, la décentralisation de la gestion, la régulation et la coordination des services publics, la participation des usagers dans la gestion, etc.
- La quatrième catégorie se rapporte aux mesures qui visent le changement de comportement des usagers à l'égard de la conservation et de l'utilisation de la ressource, grâce à des programmes d'information, de sensibilisation et de mobilisation des acteurs, ainsi que l'amélioration des capacités au moyen de la formation, etc.

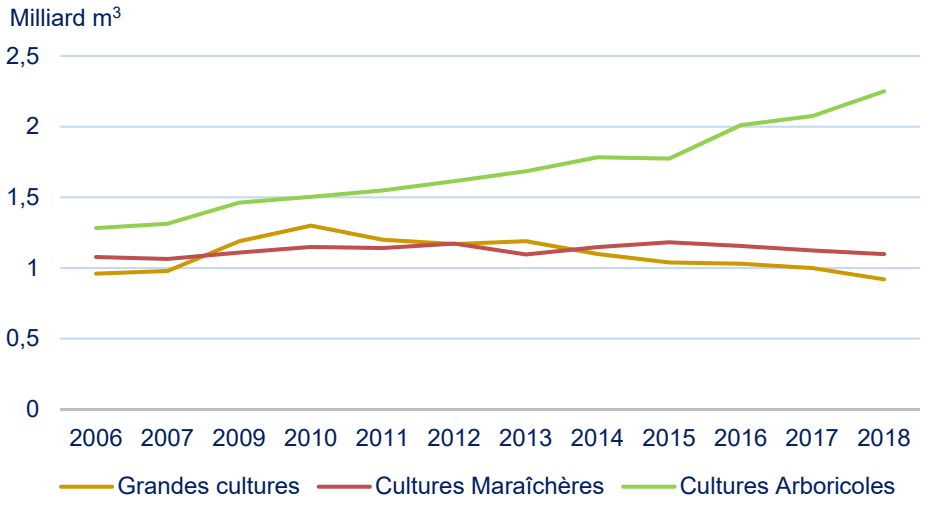
La Tunisie est en train d'évoluer progressivement vers une politique considérée encore très timide de la gestion de la demande en eau, mais tout en continuant à mener de front l'aménagement de ressources supplémentaires à des coûts parfois onéreux, particulièrement dans certaines zones encore en déficit hydrique.

Figure n° 25 : Besoin théorique brut par hectare



Sources : MARHP - *traitements STUDI- Eau 2050.*

Figure n° 26 : Besoins théoriques des cultures irriguées



Sources : MARHP - *traitements STUDI- Eau 2050.*

Tableau n° 10 : Besoins théoriques des cultures irriguées

Année	Superficie (ha)					Besoins théoriques Brut m³/ha	Besoins théoriques globaux (10^9m³)
	Irriguée	Cultures Irriguées	Grandes cultures	Cultures Maraîchères	Cultures Arboricoles		
2006	343 790	430 130	124 580	139 530	166 020	7 726	3,32
2007	347 130	437 970	127 010	139 200	171 760	7 649	3,35
2009	364 370	483 410	154 170	142 020	187 220	7 815	3,78
2010	390 850	516 550	176 320	147 370	192 860	7 799	4,03
2011	379 990	499 510	155 970	145 760	197 780	7 833	3,91
2012	380 520	504 290	152 100	148 230	203 960	7 916	3,99
2013	391 740	507 780	153 890	139 500	214 390	7 859	3,99
2014	399 030	514 030	141 750	145 840	226 440	7 876	4,05
2015	406 660	515 050	134 890	152 000	228 160	7 778	4,01
2016	412 539	526 610	133 880	143 350	249 380	8 063	4,25
2017	402 670	523 050	129 560	138 260	255 230	8 133	4,25
2018	406 540	531 680	119 350	135 190	277140	8 121	4,32

Sources : MARHP - *traitements STUDI- Eau 2050.*

2.5. TENDANCE DES COUTS : DECONNEXION ENTRE COUTS, RENTABILITE ECONOMIQUE ET TARIFS

La mobilisation du potentiel hydrique s'est faite dans le cadre d'une politique ayant un coût et visant à atteindre des objectifs précis. Ce chapitre s'intéresse aux aspects économiques de cette politique hydraulique (ressources et usages). Il va s'articuler autour des questions suivantes :

- Quels coûts consentis pour la politique hydraulique ?
- Quel « coût de l'eau » pour l'ensemble de l'économie ?

2.5.1. Coût économique, rente et tarif de l'eau

Il s'agit de déterminer le prix moyen de l'eau renouvelable mobilisée. Ce prix peut être déduit de l'équation égalisant les coûts de mobilisation de ces eaux (coûts d'investissements consentis, coûts de renouvellement et frais de fonctionnement et d'entretien) et la valeur des quantités capitalisées.

Le coût réalisé l'année t est exprimé en prix constants d'une année de référence puis actualisé. Le taux d'actualisation des fonds publics est à distinguer d'une approche financière de rentabilité d'un capital investi. Il traduit plutôt la recherche d'une rentabilité socio-économique, reflet de l'impact positif que l'investissement génèrera pour la société dans son ensemble (usagers, hommes politiques, contribuables).

Le coût d'investissement des grands barrages et transferts estimé sur 1954-2012 s'établit à 6 milliards de dinars au prix constant de 2018 sans appliquer de taux d'actualisation. Le coût économique capitalisé en prenant en compte un taux d'actualisation de 10% par an (qui semble être le plus pertinent par rapport à l'évolution des prix) s'établirait à près de 343 milliards de DT.

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

Tableau n° 11 : Estimation du prix économique de l'eau

Taux d'actualisation	**10%**
Coût capitalisé au prix constant de l'année 2018	En Milliards de dinars
❖ **des investissements (1954 – 2018)**	342,8
❖ **des frais d'entretien et de maintenance (1984 – 2018)**	0,6
❖ **des frais d'énergie pour le pompage des eaux (1984 – 2018)**	3,9
❖ **des frais de gestion (1984 – 2018)**	1,7
Total général	349,0
❖ **Eau produite actualisée au niveau des barrages durant la période 1984 - 2018 (milliards de m^3)**	210,1
Prix économique de l'eau (dinars/m^3)	**1,661**

Sources : DGBGTH - *traitements STUDI- Eau 2050.*

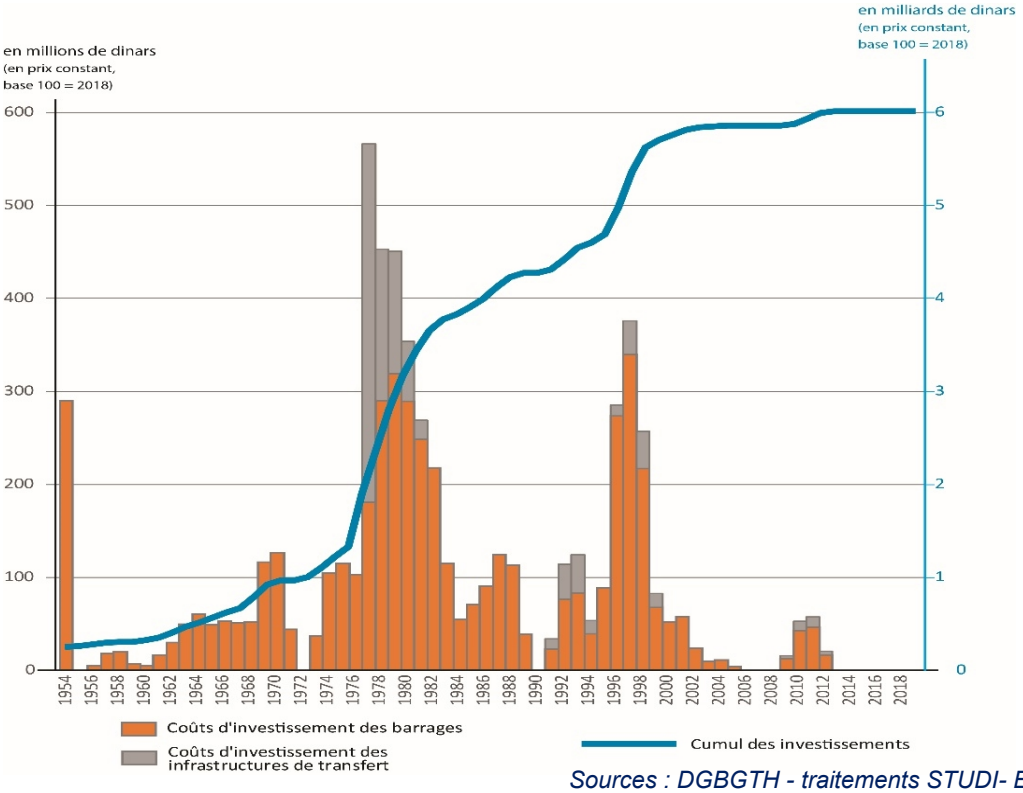
Il s'agirait de relever l'écart très significatif, à la limite non viable, entre ce prix économique de 1,661 DT/m^3 de mobilisation des eaux de surface distribuées auprès des agriculteurs et :

- la rente économique de l'eau générée par l'activité agricole en irrigué qui a été évaluée, selon l'enquête réalisée dans 5 Gouvernorats, à 676 millimes du m^3, soit environ 40% du coût investi au m^3,
- le tarif moyen de l'eau payé par les exploitants agricoles de 138 millimes/m^3.

2.5.2. Déficit supporté par la SONEDE au m^3 distribué

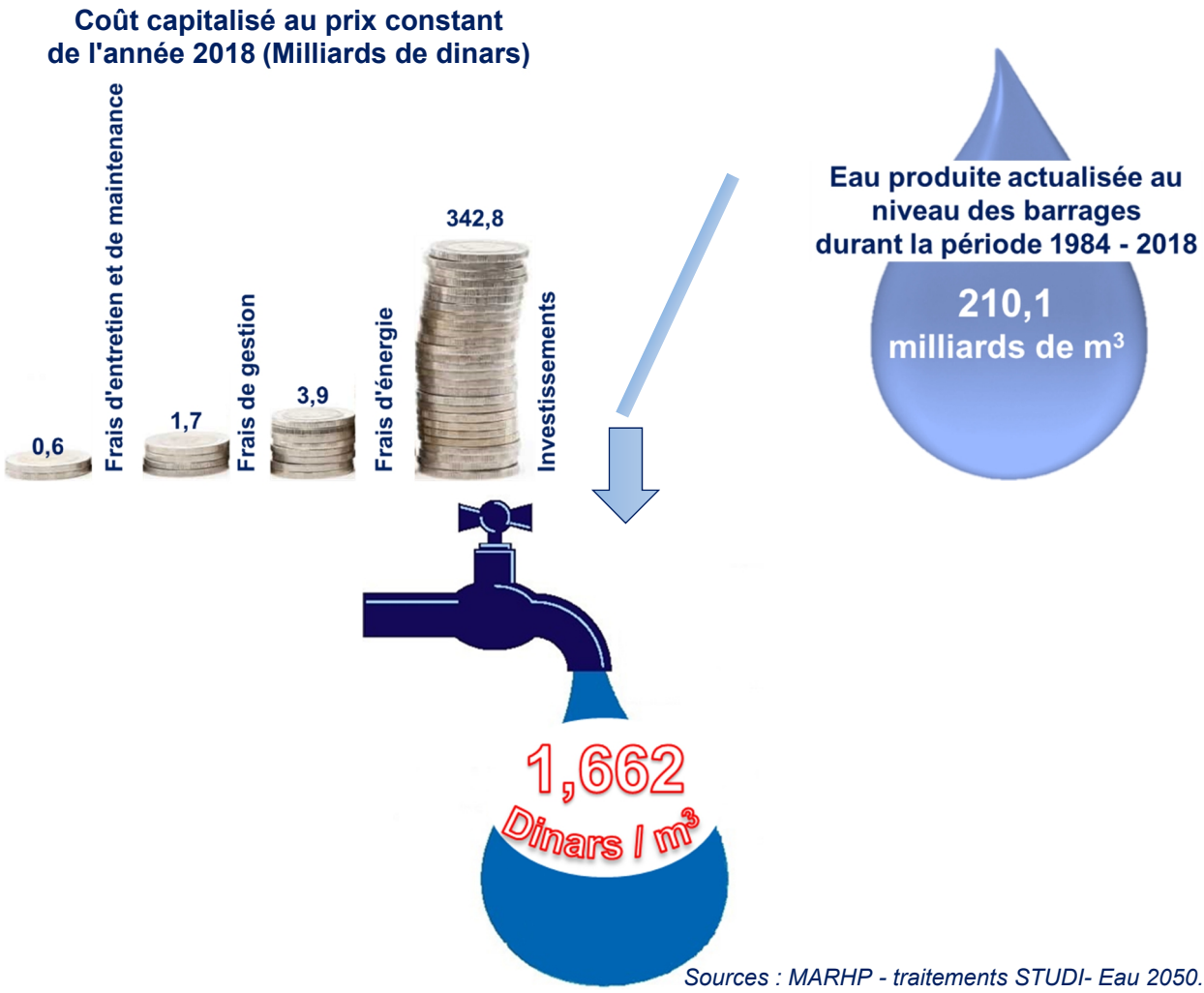
Pour l'accès à l'eau potable, le prix de revient du m^3 d'eau s'établit à 934 millimes en 2018. Il s'est renchéri de 24% entre 2012 et 2018. Dans le même temps, le prix moyen de vente s'établit à 286 millimes du m^3 en dessous de ce prix de revient, générant un déficit permanent dans les équilibres financiers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

Figure n° 27 : Coûts d'investissement (Barrages et transferts)



Sources : DGBGTH - traitements STUDI- Eau 2050.

Figure n° 28 : Estimation du prix économique de l'eau



Sources : MARHP - traitements STUDI- Eau 2050.

2.5.3. Déficit supporté par l'ONAS

L'ONAS subit également 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 situerait, selon différentes sources et hypothèses, entre 0,960 DT/m^3 traité et 1,061/m^3 traité. Selon une source non officielle ce coût pourrait atteindre 1,5 DT/m^3. Or le prix de vente moyen de l'ONAS est à peine supérieur 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 ».

Le raccordement d'un usager d'eau potable au réseau d'assainissement en milieu urbain est une nécessité si l'on ne veut pas hypothéquer la situation environnementale de nos territoires et l'état sanitaire de la population. Il s'agit d'un droit humain fondamental, décrété par l'ONU en 2010, au même titre que le droit à l'eau. Ce que l'on constate sur 40 ans (figure n°32) est que le nombre d'abonnés raccordés au réseau SONEDE a évolué plus vite que celui des raccordés à l'ONAS en milieu urbain.

Or, au début des années 1980, deux tiers des abonnés de la SONEDE n'étaient pas raccordés au réseau de l'ONAS ; en 2017, environ 1/3 soit tout de même près d'un million d'abonnés SONEDE (959 131 exactement). Si l'on poursuit la tendance illustrée par le graphique n°32, on peut estimer qu'il y aura encore 25% des abonnés de la SONEDE non raccordés au réseau de l'ONAS à l'horizon 2050, soit plus d'1,5 million de foyers.

2.5.4. Coût de l'eau supporté par l'Etat annuellement

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 dans les barrages jusqu'à l'assainissement et la réutilisation des eaux usées traitées, s'élève à près de 3,8 milliards de DT pour une année.

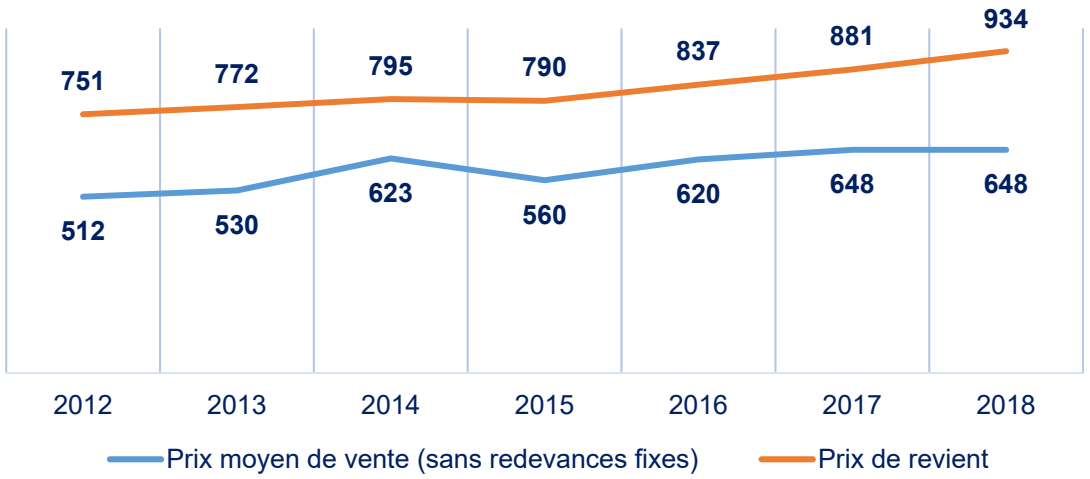
Dans le même temps, le chiffre d'affaires généré par les ventes de services et de l'eau s'établirait à 0,7 milliards de DT. La différence, soit environ 3,1 milliards de DT, est la part du coût total de l'eau supportée chaque année par l'Etat et qui constitue une sorte de subvention aux différents opérateurs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

Tableau n° 12 : Cout de l'eau supporté par l'Etat : estimation 2017-2018

Usage et indicateurs de la date la plus récente disponible*	Quantité en millions de m^3 (1)	Prix moyen de vente en DT le m^3 (2)	Coût en DT le m^3 (3)	Total Vente en millions de DT (4) = (1)*(2)/10^6	Total coût en millions de DT (5)=(1)*(3)/10^6	Excédent/Déficit supporté par la collectivité (6)=(4)-(5)
Irrigation agricole	1 610,0	0,140	1,840	225,4	2 962,4	-2 737,0
Eau potable SONEDE (totale)	446,6	0,644	0,934	287,6	417,1	-129,5
Eau potable DGGREE	67,1	0,140	1,500	9,4	100,7	-91,3
Assainissement (ONAS)	307,2	0,532	1,016	163,4	312,0	-148,6
Réutilisation	50,0	0,024	0,088	1,2	4,4	-3,2
Total				687,0	3 796,6	-3 109,6
Déficit en DT par m^3 d'eau (production, distribution et assainissement)				-1,5		

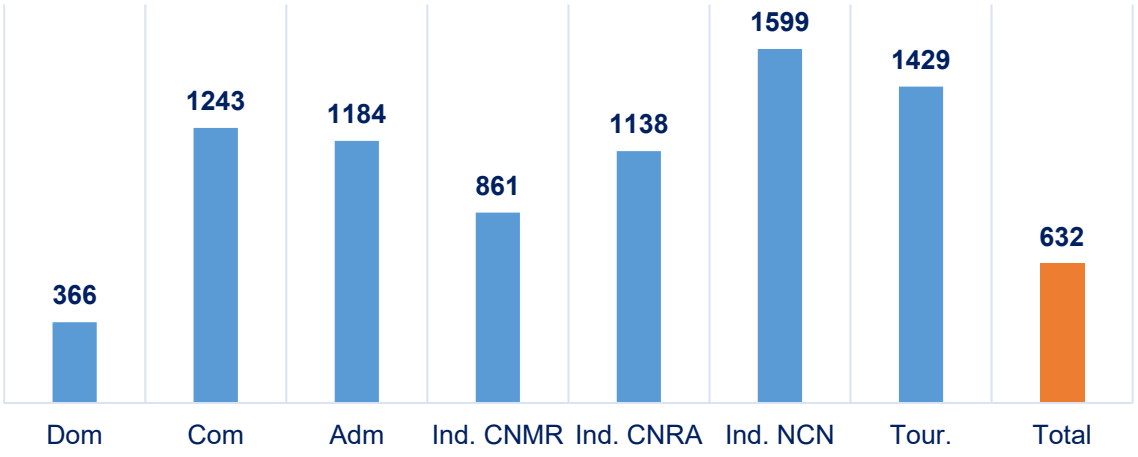
Sources : MARHP, ONAS, SONEDE - traitements STUDI- Eau 2050.

Figure n° 29 : Evolution comparée du prix de revient et du prix de vente moyen (hors redevances) de l'eau par la SONEDE -unité millimes par m³-



Sources : Données ONAS - traitements STUDI- Eau 2050

Figure n° 30 : Prix moyen du m³ payé pour l'assainissement selon la catégorie d'abonné en 2017 (en millimes le m³)



NB :
CNMR : Conforme aux normes de rejet en milieu récepteur ; CNRA : Conformes aux Normes de rejet au réseau d'assainissement ; NCN : Non conformes aux normes

Sources : Données ONAS - traitements STUDI- Eau 2050

Figure n° 31 : Taux de croissance comparés des raccordements à l'ONAS et à la SONEDE

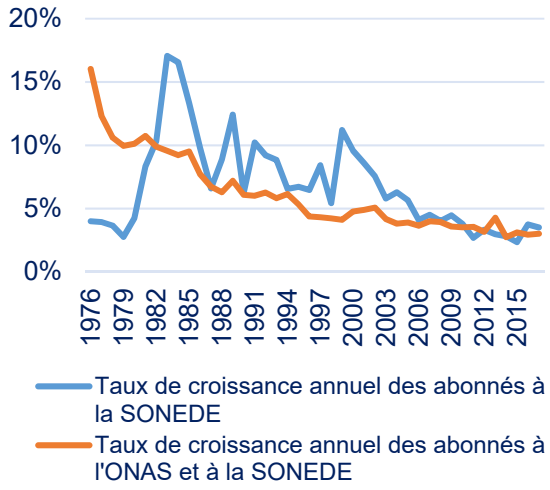
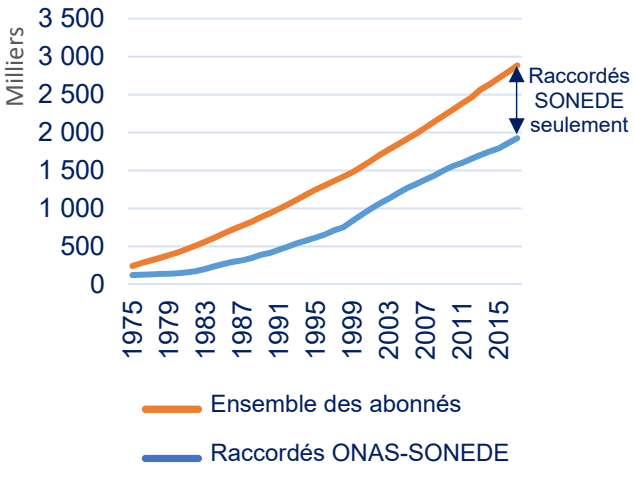


Figure n° 32 : Nombre d'abonnés raccordés ONAS/SONEDE et raccordés SONEDE seulement



Sources : Données ONAS - traitements STUDI- Eau 2050

2.6. TENDANCE DE LA DEGRADATION DE LA QUALITE DE L'EAU

2.6.1. Salinisation des ressources et concentration en nitrates

Les eaux disponibles en Tunisie dépassent facilement les standards sanitaires ou agronomiques de salinité. A peine 50 % des ressources en eaux présentent une salinité inférieure à 1,5 g/l, réparties en eaux de surface à hauteur de 72 %, 20 % issues des nappes profondes et à peine 8 % des nappes phréatiques. 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.

- S'agissant des eaux souterraines, les cartes suivantes (figures n°33 et 34) illustrent l'évolution de la salinité des nappes phréatiques et des nappes profondes par gouvernorat. Les seuils considérés vont de « <1,5 gr/l » jusqu'à « >6 gr/l » pour les nappes phréatiques. Certaines données sont manquantes, ce qui ne facilite pas l'identification de tendances.
  Les plus forts niveaux de salinité des nappes profondes s'observent dans les secteurs Nord-Est, Centre-Est surtout dans les nappes côtières, et Sud-Ouest dans les endroits limitrophes aux chotts. Pour les nappes phréatiques, les fortes salinités s'observent au niveau des secteurs Nord-Est, Centre-Est, Sud-Est et Sud-Ouest.
  Surexploitation, intrusion de l'eau de mer au niveau des nappes côtières et des endroits limitrophes aux chotts en sont les raisons principales.
- Les nitrates accusent aussi 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.

2.6.2. 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 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 ;

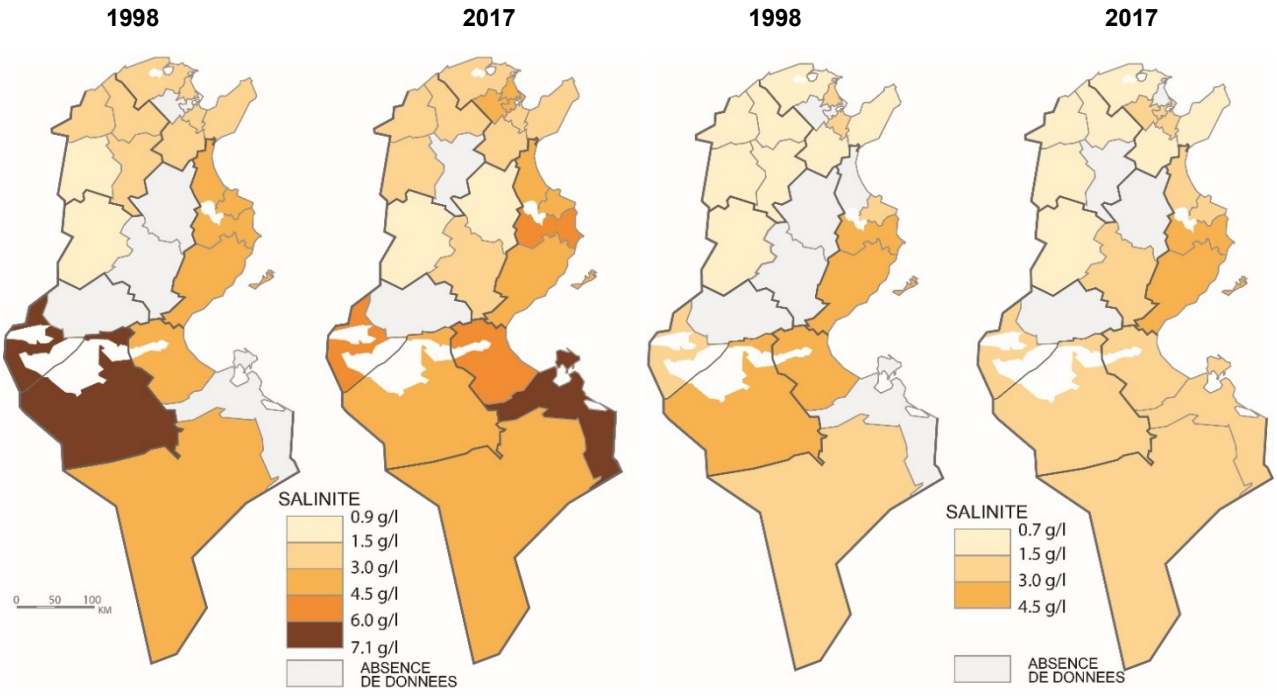
Selon les estimations de l'étude de 2004, on rejette dans les différents milieux récepteurs identifiés (234) du Domaine Public Hydraulique (DPH) 158 Mm^3 /an de rejet hydrique. La quantité annuelle de DCO déversée dans ces différents milieux récepteurs s'élève à 84 189 tonnes.

- 17 % de la totalité des rejets hydriques sont concentrés dans le Gouvernorat de Gafsa, ce qui représente 11,9 % de la charge totale en termes de DCO (Demande Chimique en Oxygène).
- L'oued Béja du gouvernorat de Béja et l'oued l'Andlou à Kasserine sont les deux milieux les plus exposés. Ils reçoivent chacun plus que 5% de la charge totale annuelle de DCO.
- Les 24 milieux récepteurs les plus exposés à une pollution hydrique reçoivent environ 43 % de la totalité des quantités de DCO déversées dans le DPH.

Tous ces résultats datent de 2004, on est en droit de s'interroger de la situation 15 ans après, sachant qu'une pollution hydrique engendre le gel de la partie de la ressource nécessaire à son autoépuration. On reviendra plus en détail sur ce sujet dans la partie relative aux eaux usées traitées.

Figure n° 33 : Evolution de la Salinité entre 1998 et 2017

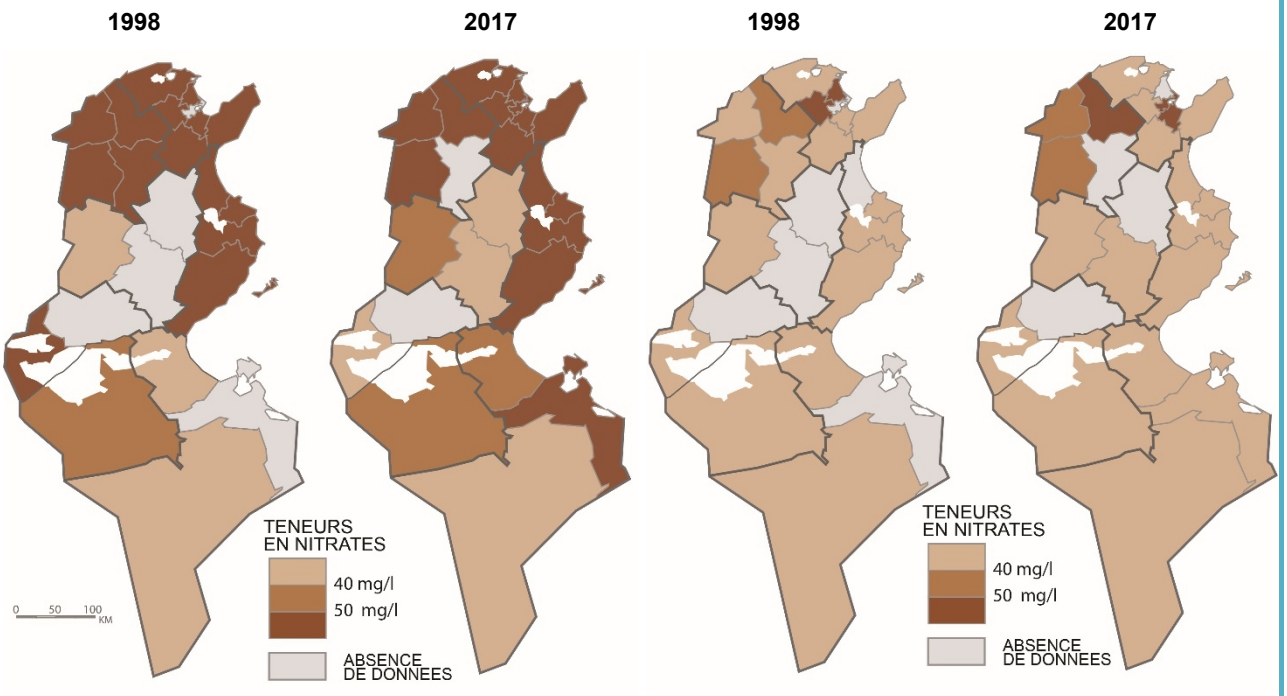
Nappes phréatiques **Nappes profondes**



Sources : DGRE - traitements STUDI- Eau 2050

Figure n° 34 : Evolution Teneur en Nitrate entre 1998 et 2017

Nappes phréatiques **Nappes profondes**



Sources : DGRE - traitements STUDI- Eau 2050

2.7. TENDANCE DE LA CHUTE DES PERFORMANCES PHYSIQUES ET ECONOMIQUES

2.7.1. Indicateurs de performance de l'utilisation de la ressource

Les mesures retenues portent sur 3 indices :

- L'indice des ressources disponibles par habitant (IRH = V / Pop (m^3/j/hab,), avant et après transferts inter-régionaux ;
- L'indice d'exploitation (IE = (P / R) x 100 (en %)), calculé en considérant la somme des volumes des prélèvements annuels en eau naturelle renouvelable conventionnelle pour toutes utilisations, incluant les pertes lors du transport (P), divisée par le Volume du flux annuel moyen de ressources en eau naturelles renouvelables totales (R).
- L'indice de consommation (IC = (C / R) x 100 (en %)) ; somme des consommations finales traduites par tout prélèvement, déduction faite des restitutions, (C), divisée par le volume du flux annuel moyen de ressources en eau naturelles renouvelables totales (R). Les consommations finales sont le solde de la soustraction : Prélèvements totaux - Restitutions aux eaux continentales du pays (évapotranspiration, déversements).

Trois (3) années de référence ont été considérées : 2005, année pluvieuse ; 2010, année sèche et 2015, année moyenne.

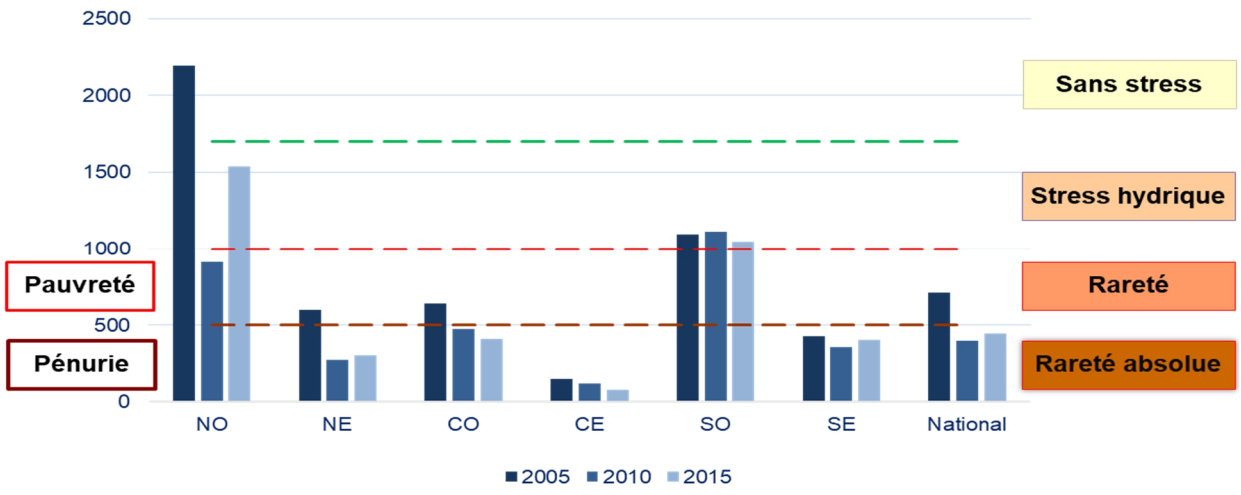
➔ **L'indice des ressources disponibles par habitant (IRH)**

L'IRH illustre la part moyenne d'eau disponible par habitant et par an tout usage confondu ; il est calculé en divisant le volume d'eau disponible, pour prélèvement annuel, par la population totale. On parle de seuil de pauvreté en eau en dessous de 1000 m^3/hab./an et de seuil de pénurie en eau en-dessous de 500m^3/hab./an.

Hormis le Nord-Ouest, pluvieux, et le Sud-Ouest, dont le niveau de disponibilité est amélioré par le traitement des eaux saumâtres par dessalement, toutes les autres régions sont en-dessous du seuil de pauvreté quelle que soit la pluviosité de l'année. Le Centre-Est, et dans une moindre mesure le Sud-Est, sont en niveau de rareté absolue de l'eau.

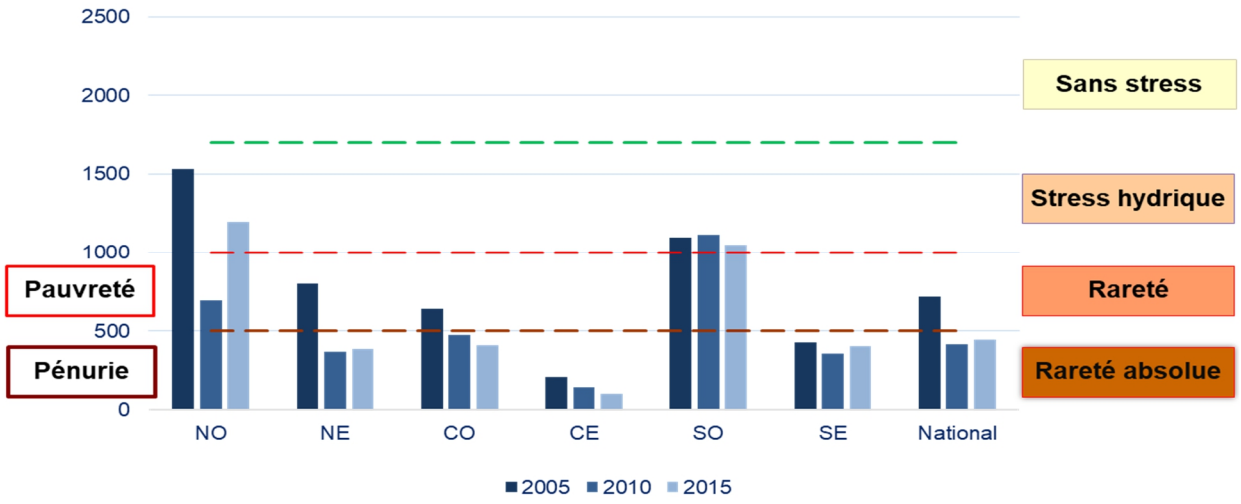
C'est cette situation de rareté qui a probablement motivé les décisions de transfert qui ont été prises et dont l'utilité est illustrée par la figure n°36, même si l'impact n'est pas si remarquable (les régions côtières demeurent en situation de rareté absolue même avec les transferts).

Figure n° 35 : Indice des ressources disponibles par habitant (IRH)



Sources : MARHP - traitements STUDI- Eau 2050.

Figure n° 36 : IRH en tenant compte des transferts inter-régionaux



Nb : 2005 : année pluvieuse ; 2010 : année sèche ; 2015 : année normale.

Sources : MARHP - traitements STUDI- Eau 2050.

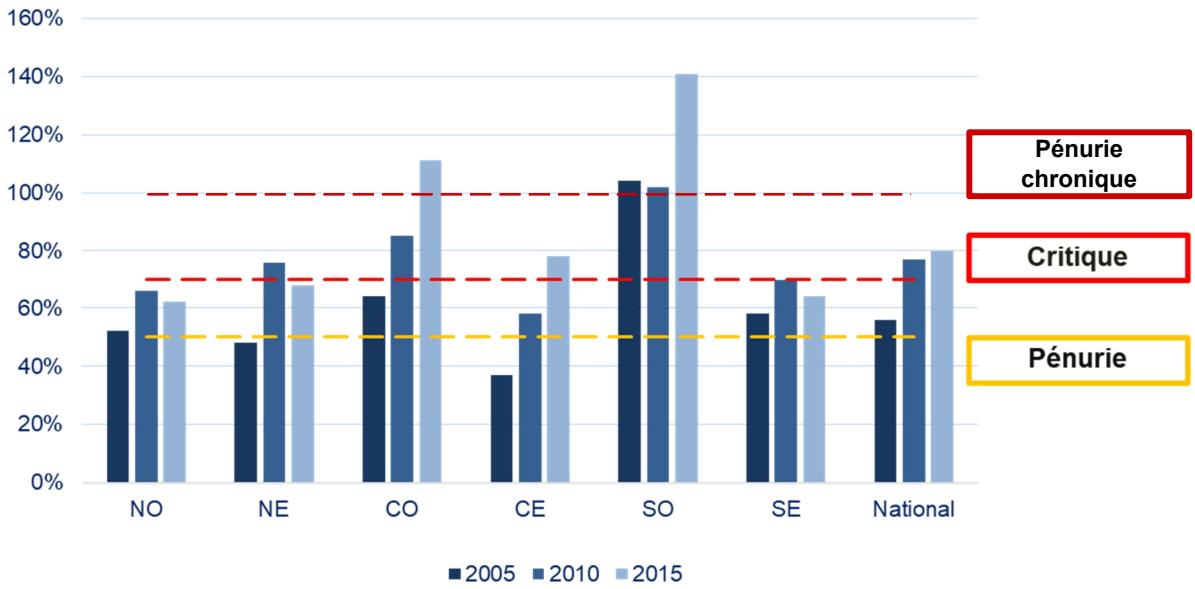
➔ L'indice d'exploitation (IE)

L'IE mesure la pression relative des prélèvements annuels (P) sur les ressources d'eau naturelles renouvelables. C'est un indicateur d'opportunité pour une gestion « volontariste » de l'eau.

Un pays fait face à une situation de pénurie d'eau si ses prélèvements dépassent 50 % des ressources en eau disponibles ; s'ils sont supérieurs à 70 %, alors la situation est dite critique.

L'indice d'exploitation, quelles que soient la région et la pluviosité de l'année, est pratiquement toujours au-dessus du seuil de pénurie de 50%. A l'échelle nationale, l'indice d'exploitation a cru de 43% entre 2005 et 2015 traduisant une pression croissante sur les ressources souterraines (c'est observable pour les régions Sud-Ouest et Centre-Ouest qui sont très au-dessus du seuil critique de 70% et dépassent 100% en 2015) et sur les eaux de surface.

Figure n° 37 : Indice d'exploitation (global)

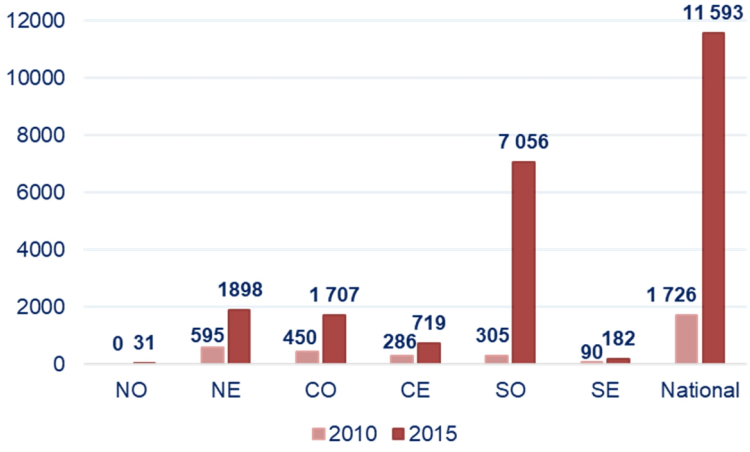


Sources : MARHP - traitements STUDI- Eau 2050.

L'indice d'exploitation des nappes profondes à l'échelle nationale a fortement augmenté de 2005 à 2015 sous l'effet conjugué : (1) du rationnement, imposé par la sécheresse, de l'irrigation par les eaux de surface (de 2015 à 2018), (2) de l'accroissement des besoins en eau des zones arboricoles, et, (3) de la multiplication des forages illicites profonds. Le manque de moyens de contrôle du Domaine Public Hydraulique est aussi un facteur important de cette surexploitation.

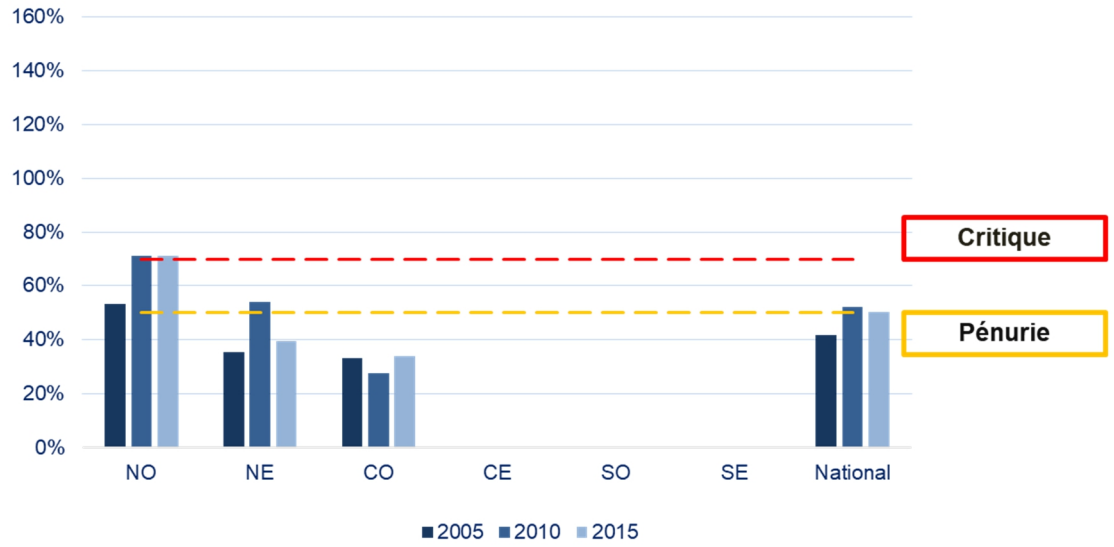
A l'instar de la prolifération des forages illicites durant les deux dernières décennies dans le gouvernorat de KEBILI (région du Sud-Ouest), ce phénomène s'est étendu à la plupart des autres régions, notamment Nord-Est et Centre-Ouest. En conséquence, on dénombrait 1 726 forages illicites en 2010, on en dénombre 11 593 en 2015 dont environ 7 000 forages à KEBILI (60% du total).

Figure n° 38 : Evolution du nombre de forages illicites par région (2010-2015)



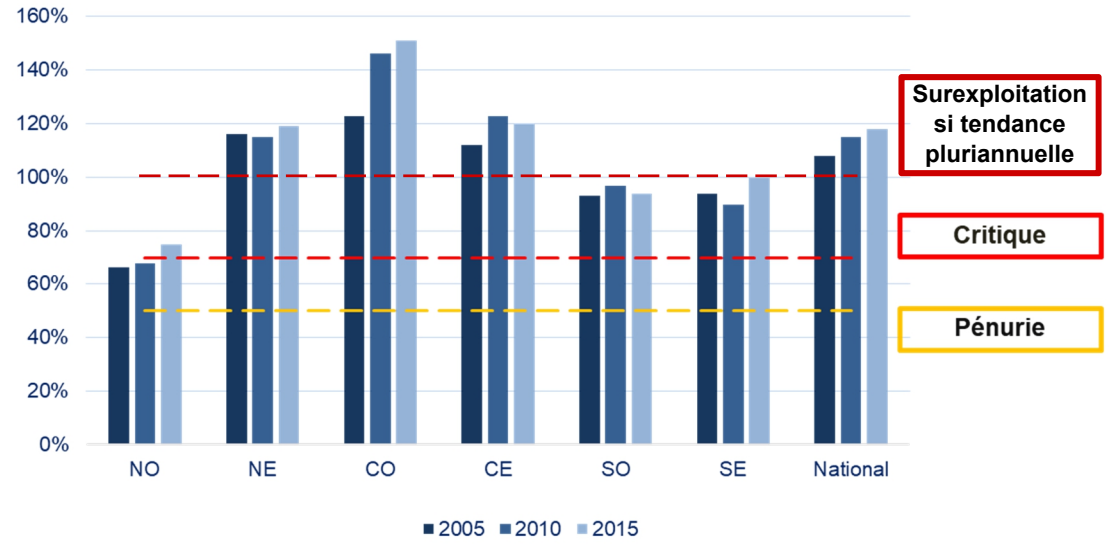
Sources : DGRE - traitements STUDI, Eau 2050

Figure n° 39 : Indice d'exploitation Eaux de surface



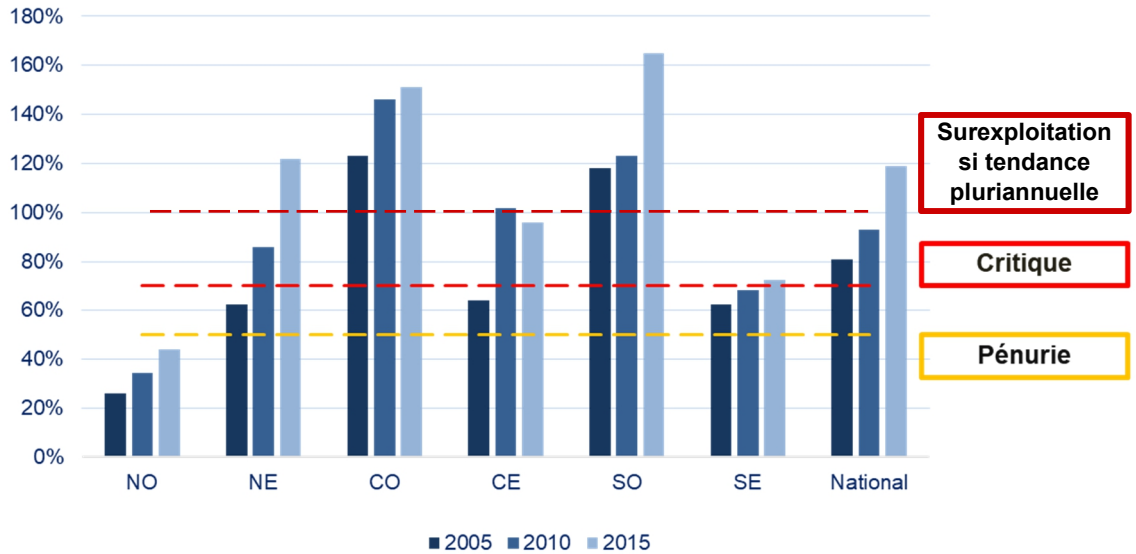
Sources : MARHP - traitements STUDI- Eau 2050.

Figure n° 40 : Indice d'exploitation Nappes phréatiques



Sources : MARHP - traitements STUDI- Eau 2050.

Figure n° 41 : Indice d'exploitation Nappes profondes



Sources : MARHP - traitements STUDI- Eau 2050.

➔ **L'indice de consommation (IC)**

L'IC révèle encore plus finement que l'IE, les pressions sur la ressource puisqu'il s'intéresse aux consommations finales. Il détecte une présomption plus au moins forte de situations critiques conjoncturelles ou chroniques. Lorsque cet indicateur approche les 100%, le risque de «pénurie structurelle » devient réel, la consommation devenant du même ordre de grandeur que les ressources renouvelables, sachant qu'entre les deux il y a toujours une proportion importante de pertes techniques et autres.

A l'échelle nationale, l'IC reste stable autour de 62% entre 2010 et 2015. Cet indicateur varie d'une façon significative d'une région à une autre. Les régions qui ont constaté une élévation de l'indice de consommation sont le Centre-Ouest, le Centre-Est et le Sud-Ouest (respectivement de +32%, +34% et +39% entre 2005 et 2015). Les autres régions ont vu une diminution légère de 12% en moyenne.

2.7.2. Taux d'intensification dans les périmètres irrigués

Selon les résultats de la dernière enquête sur les périmètres irrigués (campagne agricole 2016-2017), la superficie des cultures réellement irriguées (compte tenu des pratiques de « double cropping » et non compris les cultures intercalaires) s'est établie à 456 000 ha face à une superficie totale potentiellement irrigable, en intensif et semi intensif, de 524 000 ha, soit un taux d'intensification moyen horizontal (T.I) pour l'ensemble du pays de 87 %. Il est à noter que le taux d'intensification moyen est plus élevé dans les périmètres privés : 77% dans les périmètres publics (PPI) et 96% dans les périmètres privés (PIP) en 2016-2017 (selon la DGDE) et respectivement 81% et 100% en moyenne sur la période 2006-2018 (figure n°43).

Tableau n° 13 : Situation récente du taux d'intensification des PI

Campagne d'irrigation	S. irrigable Ha	S. Irriguée Ha	Taux Intensification %
2011-2012	469 000	416 000	89%
2014-2015	496 000	407 000	82%
2016-2017	524 000	456 000	87%

Source : DGDE- MARHP

Le taux de 87% en 2016-2017 est à comparer aux 104 % de la campagne 2010-2011 et de 96 % pour celle de 2009-2010. Dans l'ensemble, le T.I est globalement faible (on s'attendrait à un taux d'intensification d'au minimum 120% voire 150%) et semble régresser légèrement au cours de la dernière décennie tandis que la superficie irrigable est en augmentation.

Ainsi, le niveau actuel d'intensification et de valorisation de l'agriculture irriguée reste globalement assez faible eu égard aux efforts engagés pour l'aménagement des terres et aux disponibilités en eau dans certaines régions. Il est à déplorer qu'une marge importante de progrès dans la voie de la sécurité alimentaire ne soit pas saisie.

2.7.3. Indicateurs de performance dans le système physique de l'AEP

Les indicateurs visent à rendre compte des rendements du réseau hydraulique, des taux de pertes et niveaux d'efficience :

(i) Rendement du réseau d'adduction (Ra en %)

Ce rendement compare la totalité de l'eau qui arrive dans l'adduction (VEA) à celle qui en sort: Eau distribuée (VD), volume du service adduction (Vsa), volume de service des stations (Vss), volume de saumure (Vsm) et volume de vente SECADENORD et Piquage (Vsep):

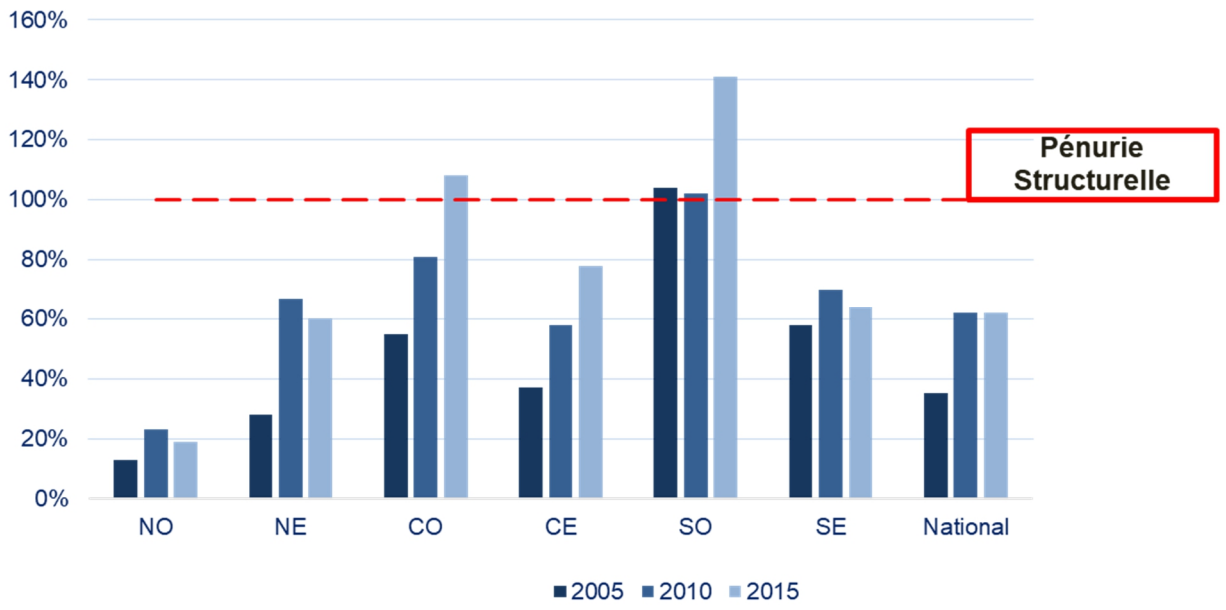
$$Ra = \frac{VD + Vsa + Vss + Vsm + Vsep}{VEA} * 100$$

(ii) Rendement du réseau de distribution (Rd en %)

Ce rendement compare la totalité de l'eau consommée (VC) à la quantité d'eau mise en distribution (VD) :

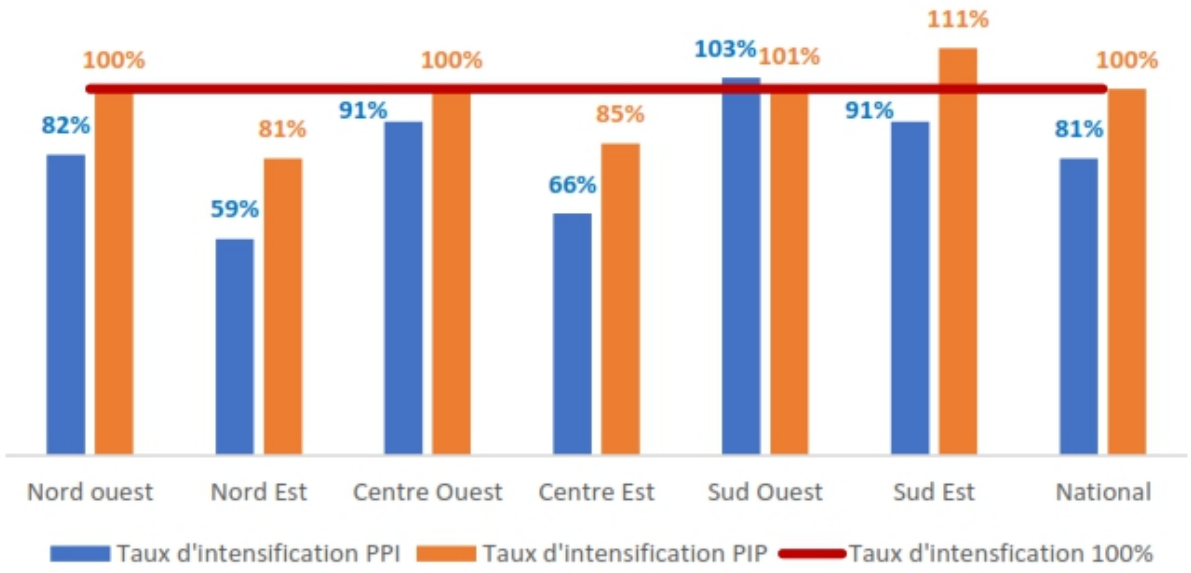
$$Rd = \frac{VCf + VCnf}{VD} * 100 = \frac{VC}{VD} * 100 = \frac{ILC}{ILP + ILC}$$

Figure n° 42 : Indice de consommation (IC)



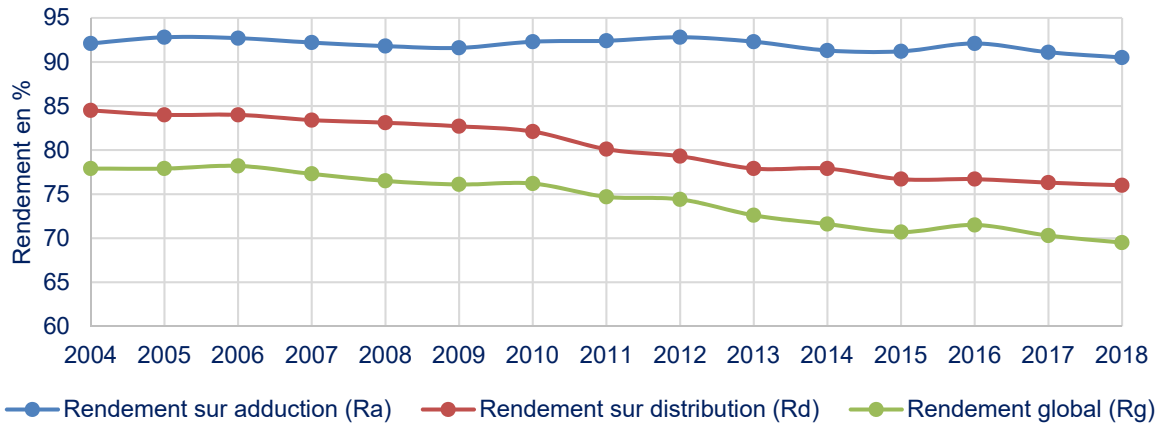
Sources : MARHP - traitements STUDI- Eau 2050.

Figure n° 43 : Taux d'intensification cultural moyen entre 2006 et 2018



Sources : MARHP - traitements STUDI- Eau 2050.

Figure n° 44 : Evolution du rendement du réseau AEP à l'échelle nationale



Sources : Données SONEDE - traitements STUDI- Eau 2050.

(iii) Rendement global du réseau (Rg en %)

Cet indicateur est un outil d'appréciation de l'efficience de l'ensemble des réseaux (adduction et distribution) :

$$Rg = \frac{VC + Vsm + Vss + Vsa + Vsep}{VEA} * 100$$

Ces indicateurs certes importants pour apprécier les rendements des réseaux d'adduction et de distribution, présentent des limites et n'informent pas suffisamment sur les efforts d'économie d'eau à prévoir.

(i) Indice linéaire des pertes sur distribution (ILPD)

L'ILPD permet de connaître la part des volumes mis en distribution qui ne sont pas consommés par km de réseau. Il s'agit du ratio entre le volume de pertes, qui est la différence entre le volume mis en distribution et le volume consommé, et le linéaire de réseau de desserte. Il représente le volume journalier d'eau perdu par longueur de réseau (LD étant la longueur du réseau de distribution).

(ii) Indice de densité (D : Nombre d'abonnés/km de réseau de distribution)

Avec un rendement global des réseaux de 69,5% en 2018 (70,3% en 2017 et 78.1% en 2004), l'efficience des réseaux de la SONEDE s'est dégradée de 8.4 points par rapport à 2004. La tendance baissière du rendement global des réseaux est continue depuis une quinzaine d'années. Elle s'explique par :

- La baisse du rendement des réseaux de distribution : - 16 point, 71% en 2018 contre 85% en 2004.
- La baisse du rendement sur adduction n'est que de 2 points (efficience entre 90 et 92% depuis 2004).

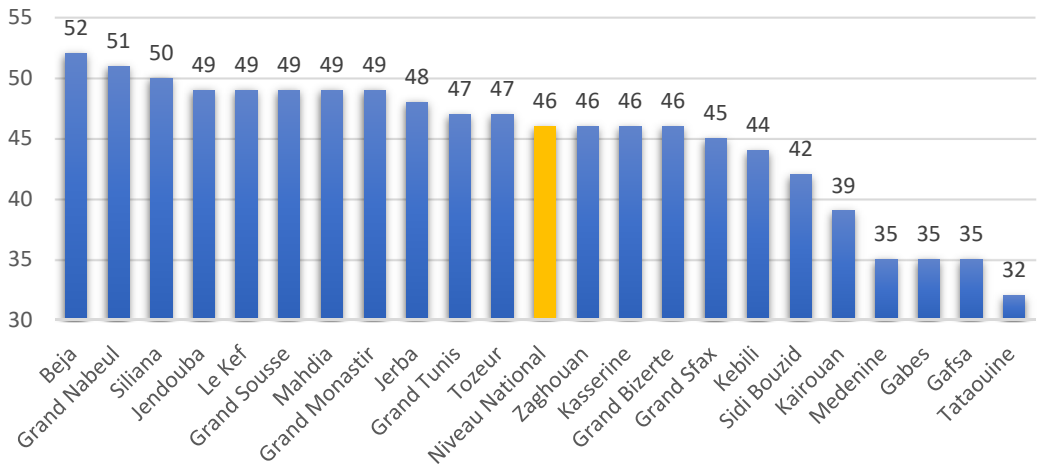
La baisse du rendement global est plus importante dans le Sud-Ouest et le Sud-Est (-25% et -35%) du fait du vieillissement du réseau de distribution qui est d'autant plus vulnérable lorsque l'eau est très chargée en sel.

La diminution des efficiences sur la distribution est corroborée par la tendance à l'augmentation de l'indice linéaire de pertes sur distribution (ILPD). Au niveau national, cet indice a perdu 4,4 points par rapport à 2002.

Il est à noter que les informations fournies relatives aux rendements des réseaux de distribution de la SONEDE ne distinguent pas le milieu rural du milieu urbain et les réseaux vétustes de ceux qui sont plus récents.

Néanmoins, plusieurs districts avec une « bonne » et « moyenne » performance de réseau en 2005 ont migré vers un état « moyen » et « médiocre » en 2018, tels que Kebili, Tataouine, Gafsa et Gabès.

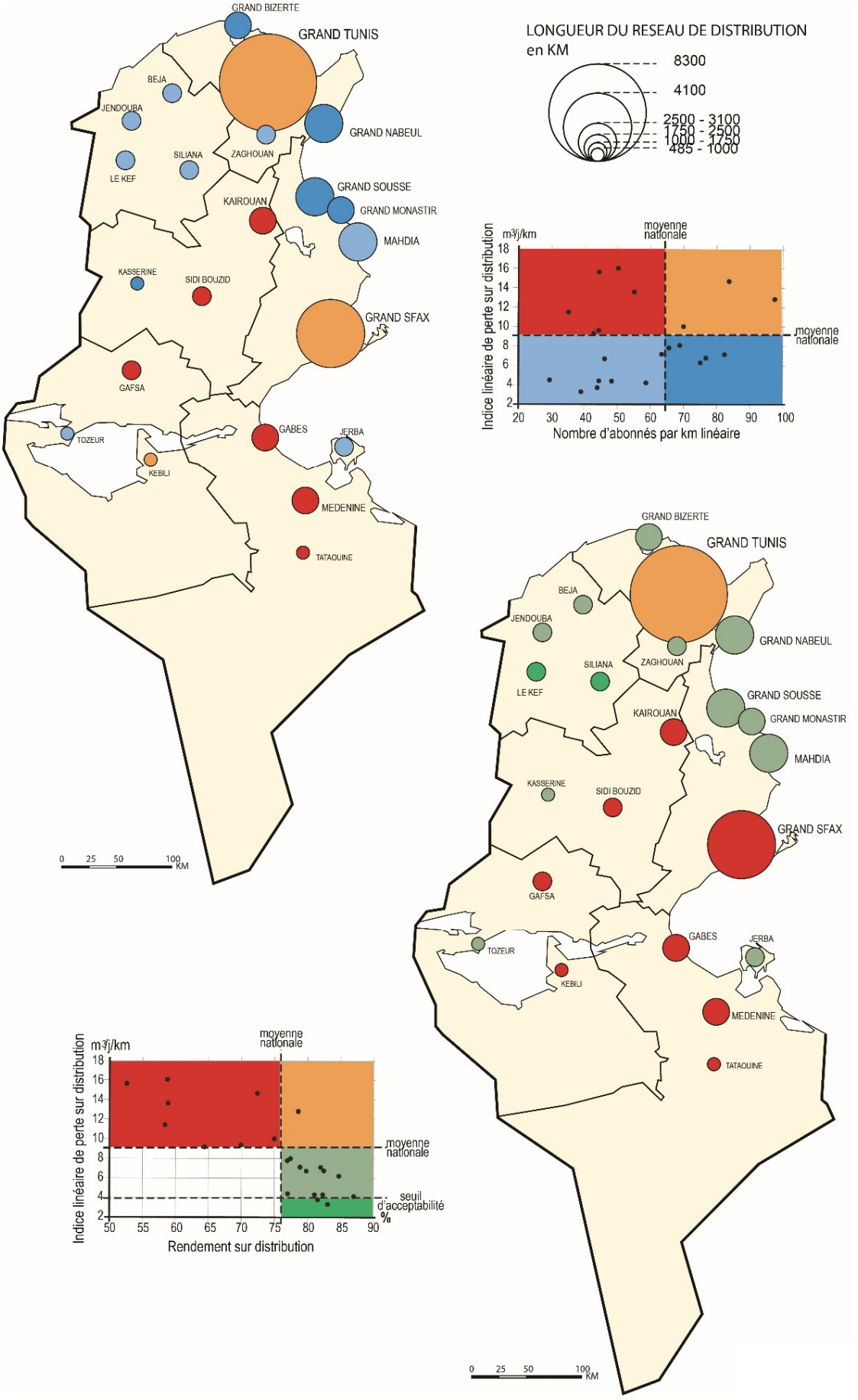
Figure n° 45 : Scores de performance du réseau



Sources : SONEDE 2018 - traitements STUDI, Eau 2050

Figures n° 46 : Répartition par district selon l'ILPD et le rendement en 2018

Figures n° 47 : Répartition par district selon la densité d'abonnés et l'ILPD en 2018



Sources : Données SONEDE- traitements STUDI, Eau 2050

2.7.4. Performances des dispositifs d'économie d'eau

En 20 ans et grâce au PNEE, les conditions d'exercice de l'agriculture irriguée ont considérablement changé sur les plans technique et économique. De nouveaux acteurs sont apparus dans le paysage institutionnel (industries, conseils, etc.). Le secteur privé représenté par l'agro-alimentaire et l'aval des filières en général a pris une place non quantifiée mais qu'on ne peut plus ignorer aujourd'hui pour l'aide à l'équipement en irrigation, particulièrement pour les grandes exploitations.

L'évolution des taux d'équipement en dispositifs d'économie d'eau entre 1995 et 2014 est illustrée par la figure n°48.

Il ressort de l'évaluation du programme PNEE les impacts principaux suivants (MARHP, 2016) :

- En 20 ans, la superficie totale équipée avec des moyens d'économie d'eau d'irrigation a quasiment triplé, et l'irrigation localisée s'est progressivement substituée aux autres types d'équipement pour représenter aujourd'hui la principale superficie pour l'irrigation,
- En moyenne, la moitié des exploitations a vu se stabiliser sa consommation d'eau, tandis qu'elle a baissé pour un tiers, et qu'une faible minorité a augmenté ses prélèvements d'eau. Ces résultats mitigés en termes de réduction de l'utilisation de l'eau sont à mettre en regard d'une forte augmentation des rendements des cultures sur 70 % des exploitations.
- On observe une augmentation significative de la productivité de l'eau qui a plus que doublé en 20 ans pour les fourrages, le maraîchage et l'arboriculture, en particulier pour l'orge en vert, le piment, la vigne et le pommier.

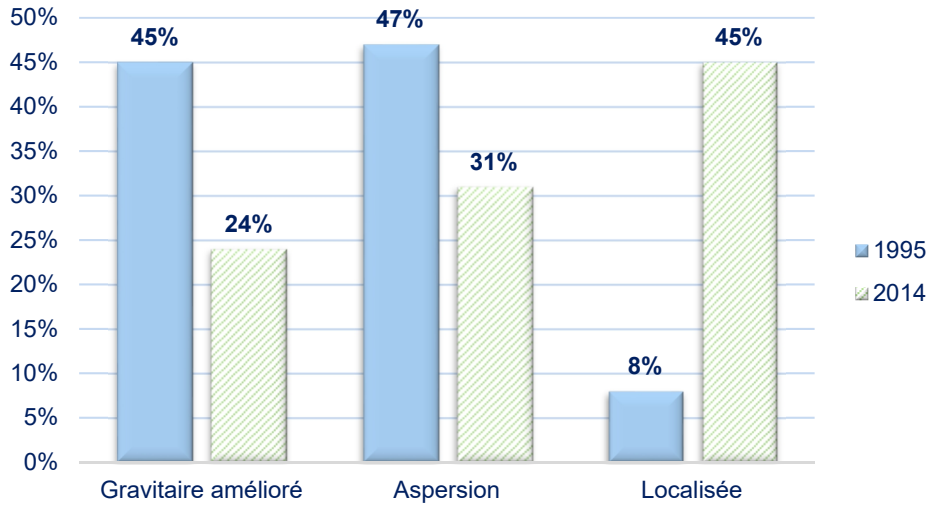
En réalité, l'amélioration de la gestion de l'eau à l'échelle de l'exploitation agricole est encore à ses débuts et la technologie offerte très largement sous-utilisée. Les voies de réduction des consommations et de maximisation de la productivité des maigres ressources disponibles constituent les vrais enjeux pour l'avenir du secteur de l'irrigation en Tunisie.

Tableau n° 14 : Evolution des performances financières des cultures avec et sans le PNEE

Moyenne pondérée	Valorisation de l'eau (DT/m^3)	Charge eau / Charges totales	Production de l'eau (Kg/m^3)
Céréales			
Avec PNEE	0.358	19.8%	1.756
Sans PNEE	0.204	25%	1.073
Fourrages			
Avec PNEE	1.793	13.9%	10.841
Sans PNEE	1.103	16.6%	5.155
Maraîchage			
Avec PNEE	0.985	14.1%	5.622
Sans PNEE	0.665	13.5%	3.439
Arboriculture			
Avec PNEE	1.063	14.7%	1.95
Sans PNEE	0.38	25.4%	0.88

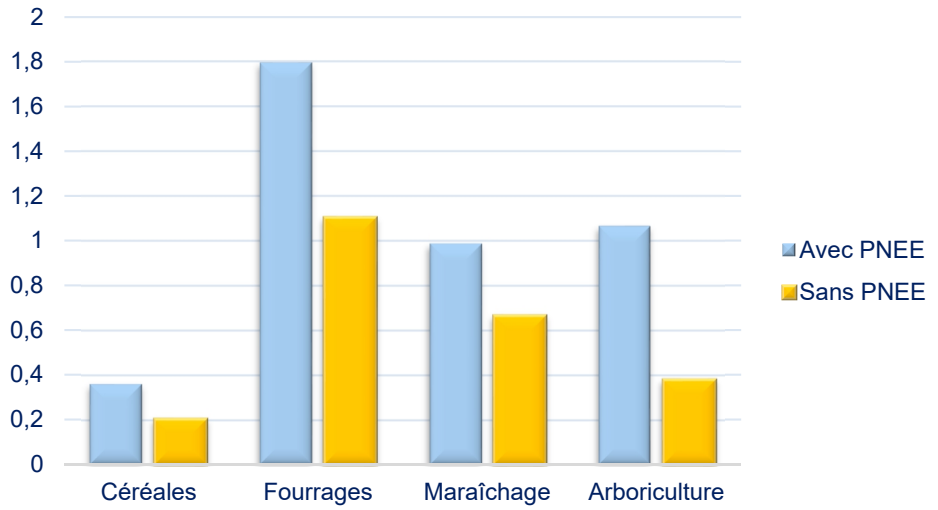
Source : DGGREE, 2015

Figure n° 48 : Evolution des taux d'équipement en économie d'eau par type de technique (Ensemble du pays)



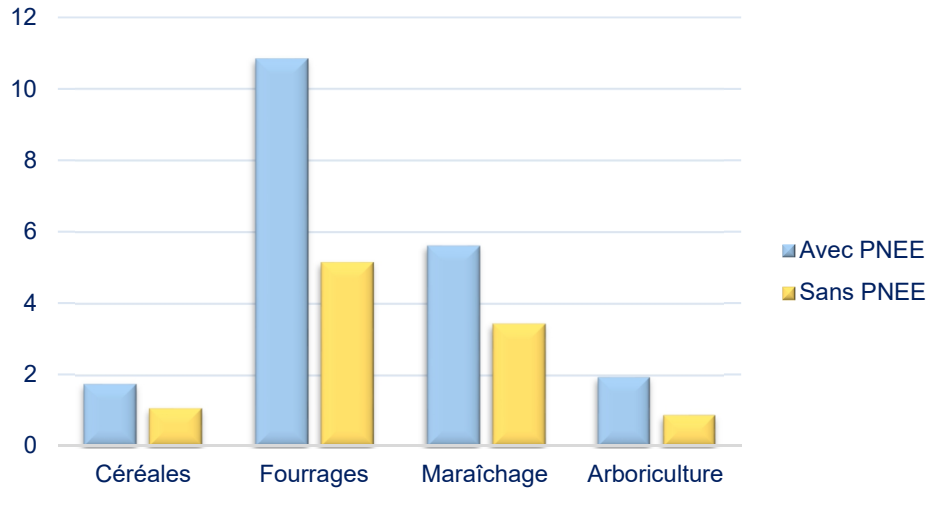
Sources : DGGREE, 2015- traitements STUDI, Eau 2050

Figure n° 49 : Evolution de la valorisation de l'eau (DT/m^3) avec et sans le PNEE



Sources : DGGREE, 2015- traitements STUDI, Eau 2050

Figure n° 50 : Evolution de la Production de l'eau (Kg/m^3) avec et sans le PNEE



Sources : DGGREE, 2015- traitements STUDI, Eau 2050

2.7.5. Performance en matière de découplage « Consommation d'eau /PIB »

Le défi de l'eau à l'horizon 2050 s'exprime selon une triade Disponibilité / Niveau des prélèvements / Rendements.

Plus le rendement de l'eau est élevé, plus on tire un meilleur parti de chaque m^3 d'eau et plus on relève, d'une certaine façon, la contrainte générée par l'eau physiquement disponible.

Le concept de découplage consiste à réduire le contenu « eau »de l'évolution du PIB. On parle de découplage relatif lorsque le contenu « eau » progresse moins vite que le PIB et de découplage absolu lorsque le contenu « eau » diminue tandis que le PIB continue à progresser.

Le graphique suivant (figure n°52) superpose les deux courbes des prélèvements d'eau et du PIB. Le découplage est net à partir de 1990 et s'accentue ensuite :

- Entre 1975 et 2011, le PIB a augmenté en moyenne annuelle de 4,3% alors que les prélèvements d'eau ont augmenté de 3,1%, traduisant un découplage relatif.
- De 1975 à 1990, on observe une perte de rendement des prélèvements à la marge de l'eau : croissance annuelle moyenne du PIB de 4,5% versus +7,3% pour les prélèvements en eau,
- C'est donc la sous période 1990-2011 qui a permis « le découplage » : croissance du PIB au taux de 4,2% par an contre +0,2% pour les prélèvements d'eau.
- Le tassement de l'élan de découplage observé entre 2011 et 2017 ne remet pas en cause l'ensemble de la tendance. Cette dernière période est marquée par plusieurs difficultés liées à la transition politique et économique en cours.

Qu'est ce qui favorise le découplage Eau/PIB ?

- L'économie d'eau,
- La migration du PIB vers des activités moins gourmandes en eau, de l'agriculture vers l'industrie vers les services,
- Les changements dans la structure des branches industrielles, les industries agro-alimentaires et textiles par exemple étant classées plus grandes consommatrices d'eau que l'industrie automobile.
- Les économies d'échelle, par exemple un accroissement du nombre de touristes alors que les quantités d'eau consommées tendent à se stabiliser ou à augmenter de façon marginale à partir d'un certain seuil.

2.8. TENDANCE DES INCIDENTS

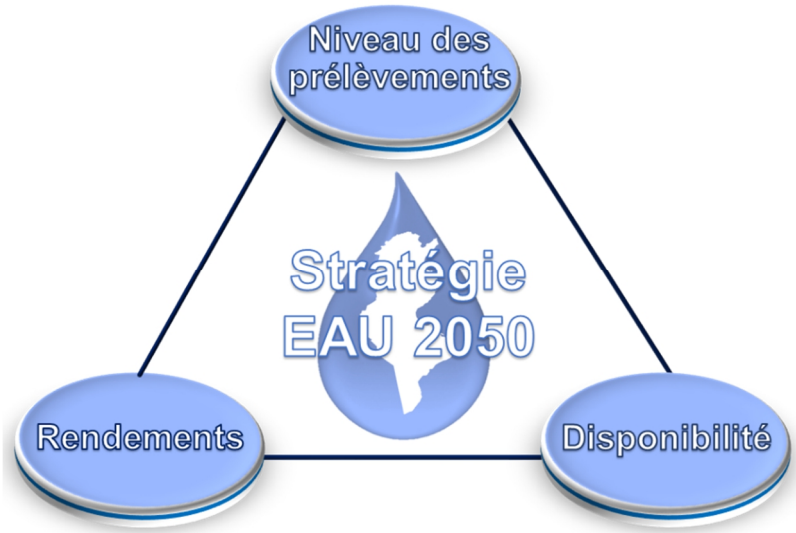
La crise 2015-2018 s'est exprimée de manière différenciée dans les différents gouvernorats, en fonction :

- des ressources en eau propres disponibles,
- de la diversification des sources d'eau d'irrigation,
- du niveau de dépendance par rapport aux autres gouvernorats et régions.

Ainsi, il existe une combinaison d'éléments qui a conduit à une crise aigüe dans certaines zones :

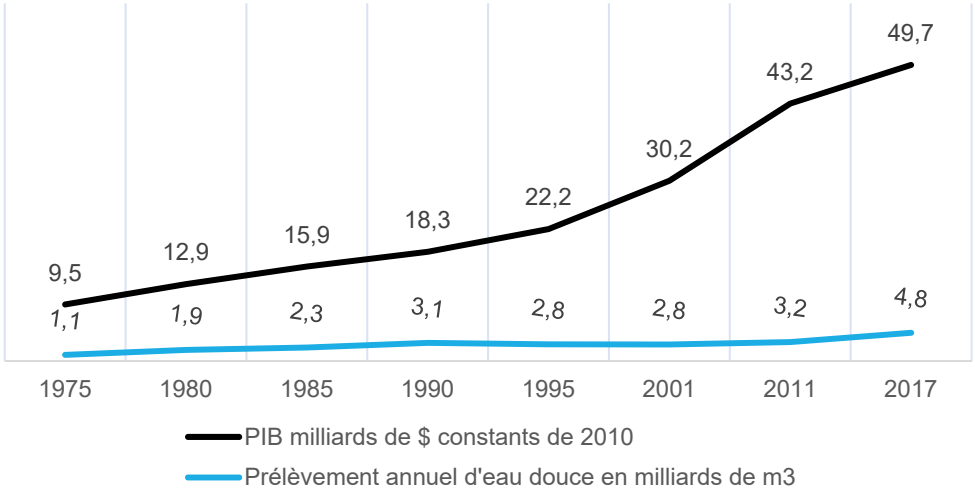
- La dépendance à une seule source d'eau ;
- L'absence ou l'indigence des dispositifs de gestion locale des ressources qui entravent la concertation sur les quotas d'eau alloués et leur répartition de façon consensuelle selon le degré de criticité,
- la vétusté des infrastructures et la dégradation des équipements,
- la dérégulation des filières et l'absence d'organisations de producteurs dynamiques,
- le coût de l'énergie, les coupures d'électricité,
- les contraintes techniques en amont d'envasement des barrages, de transferts non optimisés,
- la compétition en période estivale entre tourisme et agriculture,
- le manque de coordination entre gestionnaires.

Figure n° 51 : Triade du défi de l'eau à l'horizon 2050



Source : STUDI, Eau 2050

Figure n° 52 : Découplage prélèvements d'eau et PIB



Sources : MARHP - traitements STUDI, Eau 2050

Figure n° 53 : Qu'est ce qui favorise le découplage Eau/PIB ?



Source : STUDI, Eau 2050

2.9. EFFETS TENDANCIELS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les ressources en eau conventionnelle supplémentaires réellement disponibles dans les années à venir, c.à.d. que l'on pourrait encore mobiliser, seraient surtout la part la plus variable des écoulements, celle des crues exceptionnelles en particulier qui sont dévastatrices et dont le rôle écologique est de ce fait problématique. A l'horizon 2050, il est fort probable cependant que l'essentiel des crues de la Medjerda en provenance d'Algérie aura été retenu hors du territoire national, et il serait prudent de s'armer pour faire face à une possible réduction des ressources en eau même s'il reste aujourd'hui difficile de quantifier les effets du changement climatique.

Si l'on se réfère aux sorties des projections climatiques de l'INM[3], et par rapport à une période de référence 1971-2000, les principaux éléments à relever sont les suivants :

- une hausse des températures moyennes qui varie entre 2,1°C et 2,4°C à l'horizon 2050 pour atteindre l'intervalle de 4,2°C et 5,2°C à la fin du siècle en 2100 ; les zones côtières du pays devraient connaître le réchauffement le plus modéré et correspondent aux zones les moins vulnérables comparées aux autres régions du pays.
- Quant aux précipitations, tous les modèles convergent vers une diminution des cumuls annuels de précipitations aux horizons 2050 et 2100. En effet, Les précipitations moyennes connaitront des diminutions de 1% à 14% en 2050, qui s'aggraveront davantage en fin de siècle pour atteindre 18% à 27% en 2100. Des disparités spatiales plus marquées s'amorcent à l'horizon 2100 avec des précipitations de plus en plus faibles notamment au nord-ouest du pays (gouvernorats de Jendouba et Le Kef) et dans la zone désertique (gouvernorat de Tataouine).

Une évaluation des impacts directs et indirects du changement climatique sur les ressources en eau et sur le potentiel disponible à l'horizon 2030, sous conditions de changement climatique, a été menée dans le cadre de la stratégie nationale d'adaptation du secteur agricole et des écosystèmes au changement climatique en 2007. Elle prévoit une réduction des ressources souterraines de 28 % à l'horizon 2030 et une baisse des apports au niveau des barrages de 5 % au même horizon. Ces estimations ont été retenues dans le cadre de la 2nde communication nationale de la Tunisie au titre de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC)).

Si les barrages peuvent répondre à l'objectif de stocker l'eau pour se prémunir contre la variabilité saisonnière ou interannuelle des écoulements, mais aussi pour lutter contre les inondations et dans une moindre mesure répondre à la demande en énergie hydro-électrique, le stockage dans des lacs de barrage en surface coûte cher en investissement et génère des pertes de ressources par évaporation, non négligeables en zone aride d'autant plus si le climat se réchauffe. Pour échapper à la perte de ressources par évaporation il s'agira de promouvoir une gestion intégrée eaux de surface/ eaux souterraines de façon à favoriser l'écoulement des eaux de pluies vers les réservoirs souterrains.

A long terme, les incidences du réchauffement climatique doivent être nécessairement intégrées dans la gestion des ressources en eau dans la mesure où il conduira vraisemblablement à :

- une réduction des écoulements et des réserves d'eau. L'aridité et les changements climatiques pourraient donc exacerber davantage le stress hydrique,
- des extrêmes climatiques et hydrologiques plus intenses et plus fréquents (sécheresses et inondations),
- un risque d'amplification des disparités régionales entre le Nord, le Centre et le Sud,
- une hausse du niveau de la mer de 30 à 40 cm à l'horizon 2050,
- enfin, une dégradation des conditions de vie ne peut être éludée tant l'homme et le climat réunis influencent fortement le cycle de l'eau et modifient ses bilans quantitatifs et qualitatifs dans l'espace et dans le temps.

Les changements climatiques en Tunisie risquent de se conjuguer avec une certaine fragilité rurale (écologique et socio-économique) qui ne peut qu'en aggraver les effets et générer des impacts en cascades :

- sécheresses et désertification,
- baisse des ressources eau,
- instabilités urbaines et régionales…
- Renchérissement des produits agricoles de base (céréales) sur le marché international et augmentation exagérée de l'eau virtuelle correspondante (risque de dépendance accrue envers l'extérieur).

Figure n° 54 : Projections climatiques relatives à la Tunisie aux horizons 2050 et 2100

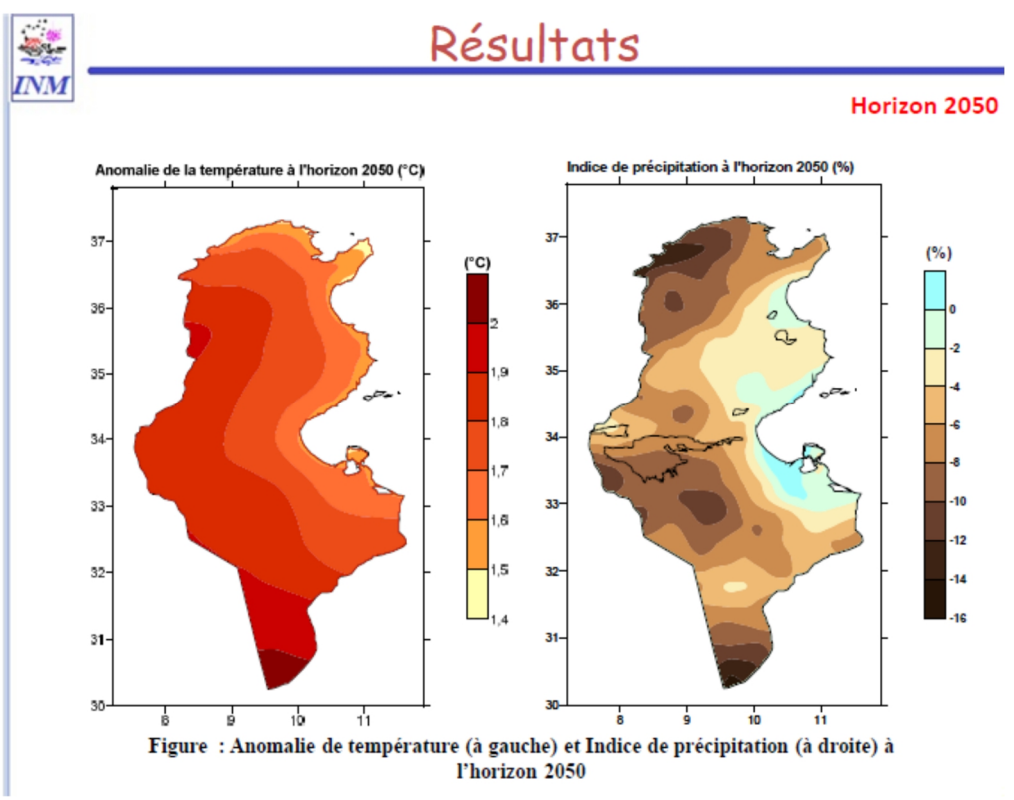


Figure : Anomalie de température (à gauche) et Indice de précipitation (à droite) à l'horizon 2050

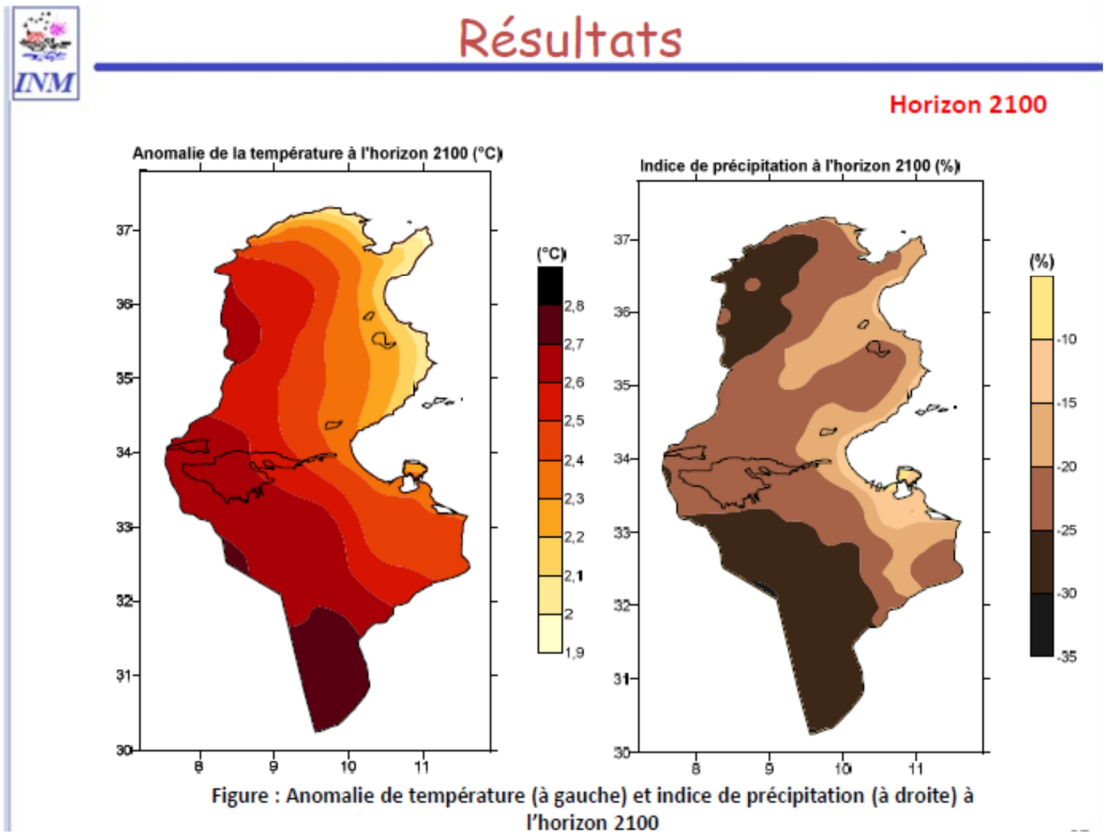


Figure : Anomalie de température (à gauche) et indice de précipitation (à droite) à l'horizon 2100

3 L'Institut National de la Météorologie (INM) a élaboré des projections climatiques relatives à la Tunisie aux horizons 2050 et 2100, avec une résolution fine de 12,5 km. Ces projections constituent une base scientifique de référence pour les études d'impact et d'autres utilisations de l'information climatique à une échelle réduite. Cette approche de réduction d'échelle est celle suivie par l'ensemble de la communauté internationale (CORDEX). Les projections climatiques sont obtenues à partir d'un certain nombre de modèles climatiques (http://cmip-pcmdi.llnl.gov/cmip5/data_portal.html).

CHAPITRE 3 : PRINCIPAUX RESULTATS DU DIAGNOSTIC DU SYSTEME EAU

3.1. LA MOBILISATION DE L'EAU BLEUE DE SURFACE ET SOUTERRAINE 67

3.2. L'UTILISATION DE L'EAU BLEUE DE SURFACE ET SOUTERRAINE 93

3.3. LES EAUX NON CONVENTIONNELLES 113

3.4. L'EAU VERTE 135

3.5. L'ECONOMIQUE DE L'EAU 143

3.6. LA GOUVERNANCE DE L'EAU 159

3.7. EAU ET TERRITOIRES 169

3.8. TECHNOLOGIE, RECHERCHE ET RENFORCEMENT DES CAPACITES 176

3.9. SYSTEMES D'INFORMATION EN TANT QUE MARQUEUR DU PILOTAGE OPTIMAL 179

3.1. LA MOBILISATION DE L'EAU BLEUE DE SURFACE ET SOUTERRAINE

3.1.1. Eaux de surface

3.1.1.1. L'infrastructure de mobilisation des eaux de surface

Les eaux de surface sont mobilisées principalement selon trois modes :

- Par les grands barrages qui mobilisent actuellement 2252 Mm³ par an, utilisés principalement pour la régulation des eaux de surface et le transfert dans les régions. Certains barrages sont à buts multiples (irrigation, AEP, protection contre les inondations, hydroélectricité, pisciculture, etc) ;
- Par les barrages et lacs collinaires, un volume d'environ 360 Mm³ par an peut être mobilisé pour l'utilisation locale pour l'irrigation et également l'AEP.
- Par pompage direct dans les cours d'eau en aval des barrages vers les champs d'irrigation qui se trouvent assez proches des cours d'eau.

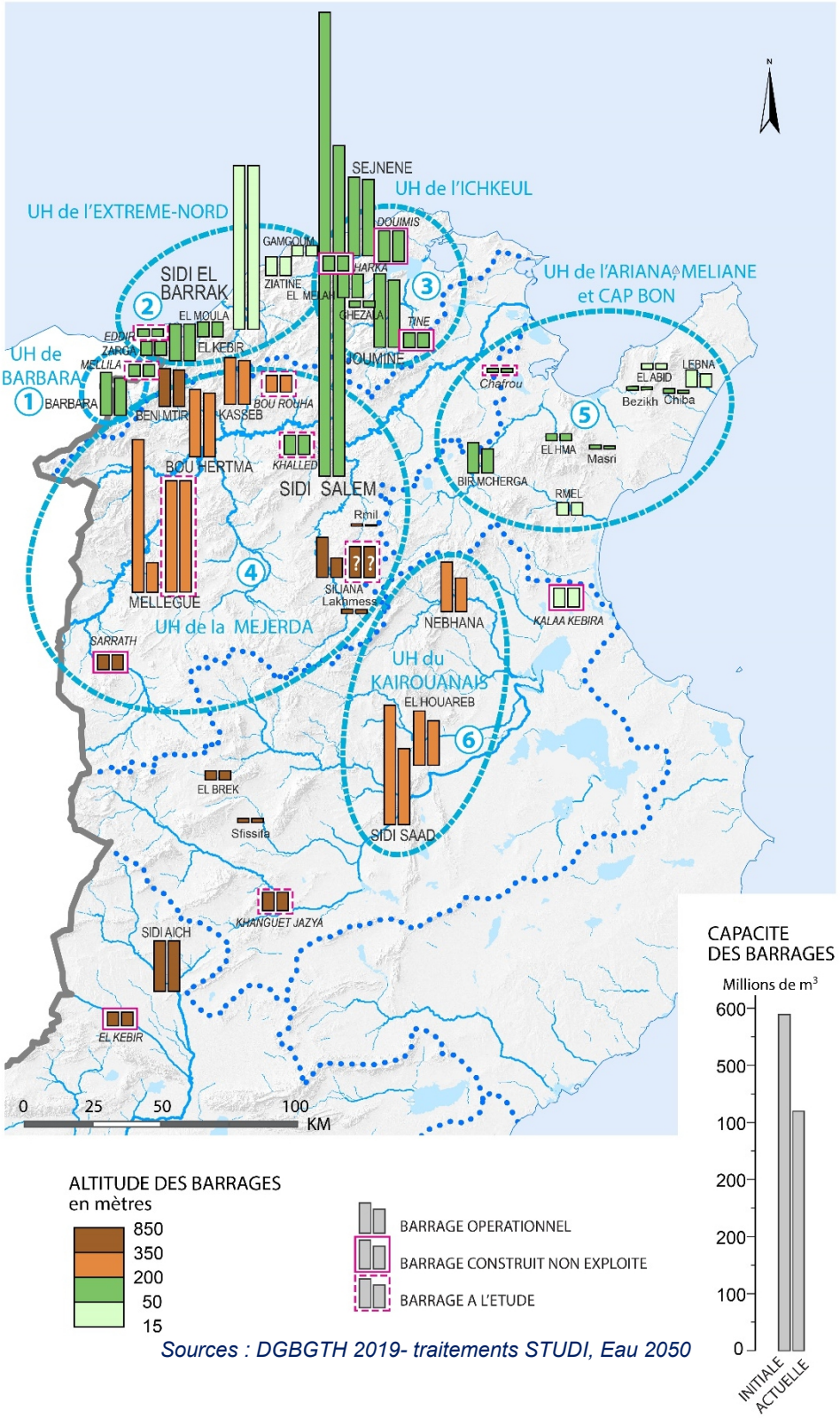
Il existe actuellement 33 grands barrages en service avec une capacité totale actuelle de 2252 Mm³, tous gérés par la DGBGTH. Les quatre (4) barrages les plus récemment construits avec une capacité de 129 Mm³ ne sont pas encore intégrés dans le système de barrages. Trois (3) barrages sont en cours de construction. Une douzaine de barrages sont à l'étude.

Ces barrages peuvent être affectés à 6 complexes de grands barrages selon l'unité hydrographique à laquelle ils appartiennent. Quelques autres barrages dispersés ne font pas partie d'une Unité hydraulique.

Les tableaux récapitulant les caractéristiques des unités hydrauliques sont joints en annexe.

- **L'UH de BARBARA** comprend trois (3) barrages principaux, Barbara, Mellila et Zouitina. Il a vocation à renforcer l'UH de Mejerda. Ses eaux peuvent être transférées vers Bouhertma moyennant une galerie actuellement obstruée. Le niveau d'envasement du barrage est de 14% et les déversements (vers l'Algérie) ont représenté 45% des apports entre 2000 et 2016. On peut considérer que cette unité hydraulique et peu ou mal exploitée.
- **L'UH de l'EXTREME-NORD** comprend six (6) barrages : Sidi El Barrak, Kebir, Moula, Zerga, Ziatine et Gamgoum. Les eaux retenues par Moula, Kebir et Zerga peuvent être transférées vers Sidi El Barrak moyennant pompage. Sidi El Barrak est connecté au complexe Sejnane-Joumine. En raison des coûts de pompage, l'eau de très bonne qualité de cet ensemble a été en grande partie perdue jusqu'à présent. Entre 2000 et 2016, 80% des apports ont été déversés. L'eau de cette unité hydraulique constitue une réserve de sécurité en cas de sécheresse et l'unité en elle-même renforce en quelques sortes l'UH d'Ichkeul-Sejnane-Joumine ;
- **L'UH de l'ICHKEUL** est constituée de quatre (4) barrages : Sejnane, Melah, Joumine, Tine. Cette Unité hydraulique réunit plusieurs fonctions : approvisionnement en eau potable de la ville de Bizerte, besoin écologique de la réserve d'Ichkeul, transfert vers le Cap Bon via la 3ème conduite vers 2ème tronçon Canal MCB (CMCB 2). Le transfert est gravitaire. Ces barrages sont très peu ou pas envasés (Joumine : 9%), les déversements sont en nette diminution depuis le renforcement du système de transfert. De façon générale, leur volume utile est bien utilisé et ces barrages constituent également un bon volume de sécurité.
- **L'UH de MEJERDA** comprend sept (7) barrages, Sidi Salem, Kasseb, Beni M'tir, Mellegue, Bouhertma, Siliana et Laaroussia. C'est l'Unité hydraulique qui retient et transfère les eaux de la Mejerda vers le Cap Bon et le Sahel. Kasseb et Beni M'tir alimentent le grand Tunis. Sidi Salem a une fonction de production d'énergie. Laaroussia a été conçu pour la déviation des eaux de Mejerda via un canal vers le Cap Bon et le Sahel. Mellegue et Bouhertma alimentent Mejerda. L'ensemble du système est gravitaire. Certains barrages sont fortement envasés : Sidi Salem, 29% ; Mellegue, 72% et Siliana, 52%. Cette UH a un rôle central dans la sécurité d'approvisionnement d'une bonne partie du pays. Le maintien d'un stock de sécurité de 400 Mm³ à Sidi Salem est la règle de gestion habituellement observée.
- **L'UH ARIANA, MELIANE, CAP BON et RMEL** comprend dix (10) petits barrages exploités localement et sans liaison avec le dispositif de transfert.
- **L'UH du KAIROUANAIS** comprend les barrages de Nebhana, El Houereb et Sidi Saad. Leurs fonctions respectives sont un usage local, l'irrigation et la recharge des nappes. Leurs niveaux d'envasement sont assez élevés : respectivement 31%, 19% et 36%. Globalement, cette unité hydraulique atteint ses limites et ne peut pas répondre à un surcroît de demande.

Figure n° 55 : Barrages opérationnels, construits et en projet + capacités



Sources : DGBGTH 2019- traitements STUDI, Eau 2050

1 L'UH de BARBARA au Nord-Ouest

2 L'UH de l'extrême Nord

3 L'UH de l'ICHKEUL

4 L'UH de MEJERDA

5 L'UH ARIANA, MELIANE, CAP BON et RMEL

6 L'UH du KAIROUANAIS

3.1.1.2. L'infrastructure de transfert

Les schémas d'aménagement (Villes et développement en 1973, le SNAT de 1985 et le SNAT de 1996) ont intégré la contrainte de l'eau et en ont fait une priorité, pour des impératifs d'alimentation des villes en eau potable et de développement rural par l'agriculture irriguée.

Or, il est aisé de constater qu'en Tunisie, le déséquilibre spatial de disponibilité des ressources en eau se superpose à un déséquilibre démographique :

- D'Ouest en Est : les régions intérieures détiennent 70% des ressources en eaux alors que l'Est du pays abrite 60 à 65 % de la population ;
- Du Nord vers le Sud : Nord et Sud totalisent 80 à 85% des ressources en eau et 65% de la population contre, respectivement, 15 à 20% et 35% pour le Centre.

Face à ce déséquilibre, les transferts d'eau des régions excédentaires vers les régions déficitaires apparaissaient comme un choix crucial d'aménagement du territoire de même que l'interconnexion des réseaux.

Lors de l'élaboration du SNAT de 1985, il était déjà question de transformer profondément la structure des adductions : d'une structure ponctuelle à un réseau interconnecté.

Ce choix aura des conséquences très importantes sur la construction des territoires et l'aménagement en général.

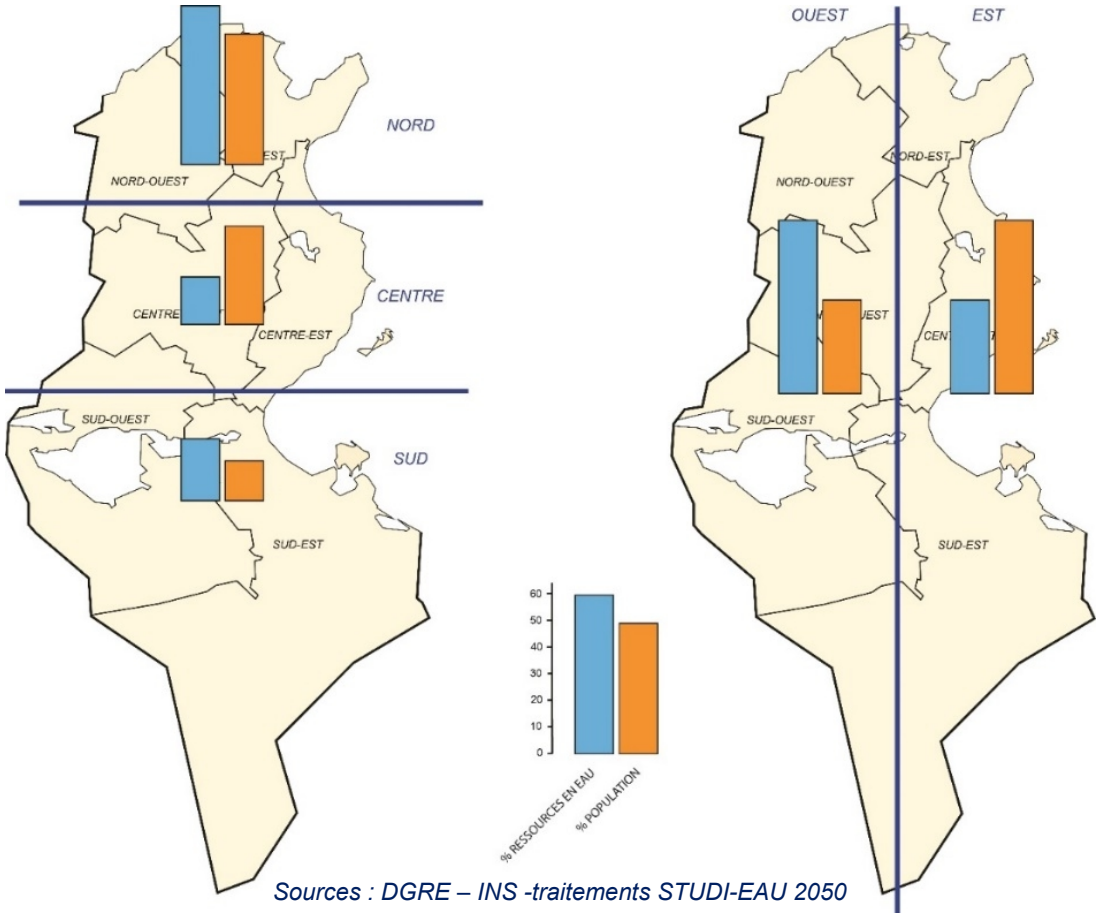
Le SNAT 1985 justifiait la mise en place de ce réseau interconnecté par le principe de solidarité territoriale, la structure des adductions en réseau devant réduire sa vulnérabilité en cas de défaillance locale dans l'alimentation.

Au fil des décennies, un réseau d'interconnexion et de transfert a été mis en place. On dénombre ainsi 11 grands réseaux de transfert rappelés ci-après :

- N°1 : Réseau de l'Extrême Nord, Sejnene et Joumine
- N°2 : Réseau Nord Beni M'tir, Kasseb
- N°3 : Amont du barrage Sidi Salem
- N°4 : Sidi Salem - Laaroussia, moyenne vallée de la Medjerda
- N°5 : Aval de Laaroussia (dont certains en rive sud sont régularisés)
- N°6 : Ancien grand canal de la basse vallée de la Medjerda
- N°7: Nouveaux périmètres de la basse vallée de la Medjerda
- N°8: Le canal Medjerda-Cap Bon (Canal MCB)
- N° 9: Belli- Kairouanais-Sahel
- N° 10: Belli – Centre Ouest
- N°11: Le réseau d'interconnexion Médenine – Tataouine

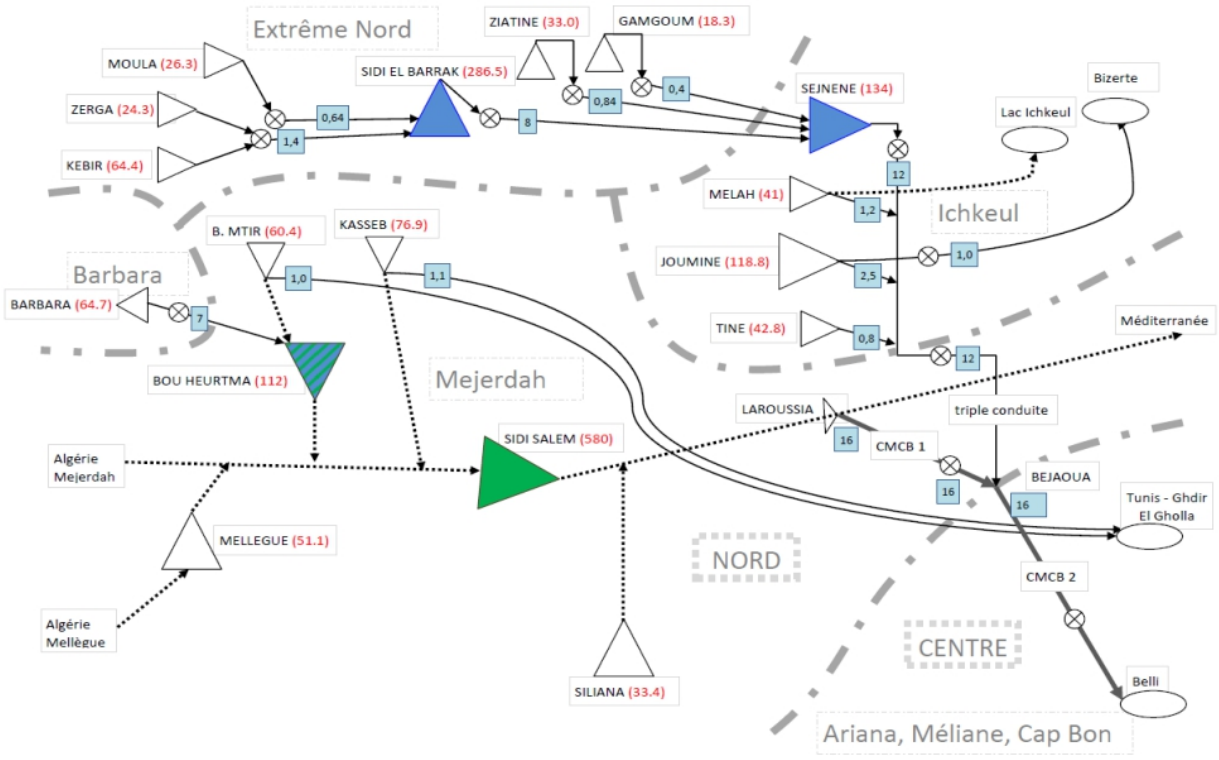
Le schéma suivant (figure n°57) illustre les dispositifs de transfert concernant les deux axes du Nord : position du site dans le réseau, taille des barrages, dispositif de pompage et interconnexion.

Figure n° 56 : Déséquilibre ressources / population



Sources : DGRE – INS -traitements STUDI-EAU 2050

Figure n° 57 : Schéma des infrastructures de transfert de l'eau du Nord vers le Centre



Sources : SECADENORD et SONEDE

3.1.1.3. Le développement des régions d'origine des transferts d'eau

Les deux axes de transfert des ressources en eau du Nord-Ouest vers le Nord-Est et vers le Centre actuellement en fonction sont :

- Le complexe Sidi El barrak – Sejnane – Joumine
- Le complexe Bouhertma- Mellègue-Sidi Salem- Laroussia

Ces deux axes sont connectés avec le canal Mejerda-Cap Bon qui fait 120 km et a été conçu pour transporter 470 Mm^3 d'eau par an.

Le SNAT de 1985 fixait comme objectif de « réduire les déséquilibres existants entre le littoral et l'intérieur du pays, d'une part, la capitale et le reste du pays d'autre part ».

L'analyse développée par le SNAT 1985 établit une relation entre croissance démographique et urbaine d'une côté et déséquilibre régional de l'autre. Pour ce document, la croissance urbaine et l'exode rural constituaient « un frein au développement » et la réalisation de l'équilibre régional passait par le maintien des populations rurales dans leurs régions d'origine. Le développement devait « assurer l'intégration du territoire national », et parmi les mesures, il était proposé d'«égaliser les avantages offerts aux entreprises et aux ménages sur l'ensemble du territoire».

Ainsi, tout en prenant acte de la nécessité des transferts d'eau des régions excédentaires du Nord-Ouest vers les régions déficitaires et de l'interconnexion des réseaux pour plus de flexibilité et d'adaptabilité à la demande, la mise en œuvre d'un développement régional visant à corriger les déséquilibres socio-économiques régionaux constatés entre littoral /intérieur et Nord/Sud faisait partie des points phares du SNAT de 1985.

Mais les résultats de ce SNAT furent très limités. Le clivage littoral-intérieur s'accentua, puisque le capital privé se dirigea préférentiellement vers les villes littorales pour des raisons de compétitivité et d'économie d'échelles, malgré les nombreuses mesures incitatives de la part de l'État pour encourager la localisation des entreprises à l'intérieur du pays. Des villes moyennes de l'intérieur comme Sidi Bouzid, Kasserine, Tataouine, Kébili, Tozeur, Jendouba, Le Kef ou Béja, qui étaient par ailleurs chefs-lieux de Gouvernorats, enregistrèrent des taux de croissance urbaine parfois élevés, sans pour autant constituer de véritables pôles, capables de polariser leur arrière-pays par des activités de production, de services et d'équipements.

La Stratégie Eau 2050 est partie intégrante de la stratégie de développement économique et social du pays, l'une ne peut être conçue sans l'autre.

- les revendications d'emploi, de dignité et de liberté ont marqué la révolution de décembre 2010-janvier 2011, partie des régions intérieures. La conception de stratégies pour satisfaire ces revendications ne peut pas se faire ex-nihilo, car chaque stratégie est une construction permanente où s'articulent espace et temps.

- ainsi la Stratégie Eau 2050 devra être construite en prenant appui sur les réalisations de cinq décennies d'aménagement des ressources en eau mais aussi en tenant compte de la nouvelle donne économique et sociale. Elle ne doit pas être sectorielle, se limitant à l'eau, mais doit s'insérer dans une approche globale du développement, répondant aux aspirations légitimes des régions intérieures. C'est d'un nouveau paradigme qu'il s'agit : faire de l'eau un facteur essentiel de développement des régions intérieures pour réaliser l'équité territoriale, mais pas l'unique. Une meilleure gestion des dotations des transferts Nord-Ouest/Littoral permettrait de garder un volume d'eau supplémentaire sur place dans le Nord-Ouest et qui pourrait être utilisé dans l'irrigation in situ.
- les réserves stockées dans le barrage de Sidi El Barrak pourraient aussi être mises à profit de certaines industries agroalimentaires ou pharmaceutiques, exigeant une eau de bonne qualité et qui s'installeraient dans la région. Les autoroutes Tunis-Béja-Jendouba et Tunis-El Kef-Siliana, outre le désenclavement du Nord-ouest, offriront des externalités positives à ces nouvelles implantations, tout comme leur prolongement jusqu'à la frontière algérienne.

Figure n° 58 : Carte des transferts



		CONDUITE	CONDUITE SOUTERRAINE	OUED	CANAL	EXTENSION POSSIBLE
OUEST						
EST						
CENTRE	DIRECT					
	DETOUR					

Sources : SECADENORD - SONEDE - traitements STUDI- Eau 2050

3.1.1.4. Le modèle de gestion des barrages et ses risques

Le bilan hydrologique d'un barrage consiste à analyser les volumes d'eau entrée-sortie d'une retenue hydraulique. Un barrage qui fonctionne correctement est, basiquement, un barrage dont le volume évolue fortement en cours d'année indiquant une bonne utilisation du volume utile, une bonne capacité d'absorption des crues et de protection contre les inondations, tout en maintenant un stock minimum de sécurité.

Selon les informations obtenues, il n'existe pas de consignes de gestion des barrages clairement définies et décrites. La gestion respecte néanmoins les règles fondamentales de prudence comme de conserver un volume minimum de sécurité, d'une part, prévoir une capacité d'écrêtement disponible avant la saison des pluies, d'autre part, afin de pouvoir réagir aux fortes crues en laminant les pointes et assurer ainsi une certaine protection contre les inondations.

L'examen et l'analyse des données hydrologiques des barrages en Tunisie mettent en évidence des dysfonctionnements qui handicapent la gestion et l'exploitation optimale des barrages :

- La gestion des eaux de surface, au niveau des barrages, nécessite une vérification rigoureuse de tous les paramètres entrée-sortie des barrages afin d'aboutir à un modèle de gestion pour chaque retenue et en toute situation hydrologique (année sèche/normale/humide). Or, même si l'on dispose de données historiques sur les 20 dernières années, celles-ci présentent des lacunes, d'une part, ne sont pas basées sur les données d'input adéquates pour bien suivre et maitriser le comportement de chaque retenue selon la situation hydrologique, d'autre part.
- Les barrages sont généralement dimensionnés en vue d'équilibrer les apports des cycles humides et des cycles secs sur les données d'un régime hydrologique moyen. Lorsque les barrages sont conçus en cascade, les déversements éventuels peuvent être utilisés en aval pour l'irrigation, la recharge des nappes, etc… En revanche, lorsqu'il s'agit de barrages terminaux, les volumes déversés sont perdus (en mer, vers l'Algérie). Cinq barrages terminaux structurants sont concernés par la question des déversements. Il s'agit de Sidi El Barrak qui, de 2000 à 2016, a déversé pratiquement autant que l'apport qu'il a retenu. Sidi El Barrak, étant en connexion avec les trois petits barrages de Moula, Kebir et Zerga, les transferts d'eau à partir de ceux-ci vers Sidi El Barrak, par pompage de surcroît, sont en quelques sortes une 'perte sèche'. Le second barrage terminal qui a connu des déversements importants est Barbara du fait de l'obstruction de la galerie de communication avec les barrages plus en aval (Bouhertma). Les trois autres barrages terminaux qui ont déversé entre 2000 et 2016 sont Sidi Salem, Sejnane et Joumine. Pour Sejnane et Joumine les déversements ont été nettement réduits depuis le renforcement du système de transfert. Pour Sidi Salem, le déversement est aggravé par le niveau d'envasement du barrage.
- L'envasement des barrages est devenu un problème prégnant tant il diminue drastiquement le volume utile des barrages et entrave ainsi leur fonction de mobilisation et de régulation des eaux de surface. Les barrages les plus impactés, avec des taux d'envasement de 30% et plus sont Sidi Salem, Mellègue, Nebhana, Sidi Saad, Siliana. C'est l'équivalent du volume utile actuel du barrage de Sidi Salem qui est perdu du fait de l'envasement observé dans une dizaine de barrages principaux.
- Outre son envasement, les indicateurs de performance du barrage de Nebhana, jusqu'à présent pièce maitresse de l'Unité Hydraulique du Kairouannais, révèlent son incapacité croissante à répondre à la demande qui s'exprime à son aval (irrigation, eau potable, recharge artificielle) de façon fiable, en adéquation aux besoins et avec une certaine flexibilité. En effet, le système Nebhana apparait peu fiable, vulnérable et peu résilient et ceci pour trois raisons principales : (1) le déficit d'apports (15 années sur 26 observées) qui occasionne un déficit de stock (16 années sur 26) par rapport à un stock cible de 25 Mm^3 ; (2) une forte pression de la demande sur le barrage, indiquant un surdimensionnement des centres de demande par rapport aux capacités du barrage ; (3) des possibilités limitées d'accès à d'autres sources d'eau pour prendre le relais du barrage dans les phases de déficit. On dira que le barrage de Nebhena est géré la plupart du temps en mode de pré-crise ou de crise.

Figure n° 59 : Barrage SIDI SALEM Salem (cap: 643 Mm³), Bilan hydrique mensuel 1992-2018

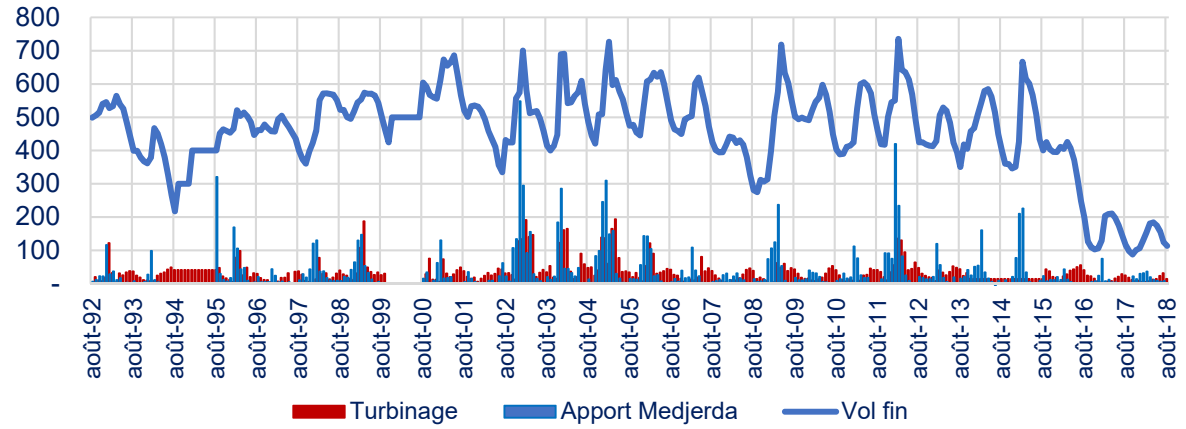


Figure n° 60 : Barrage SIDI BARRAK (cap 255 Mm³), Bilan hydrique mensuel 2000 à 2018,

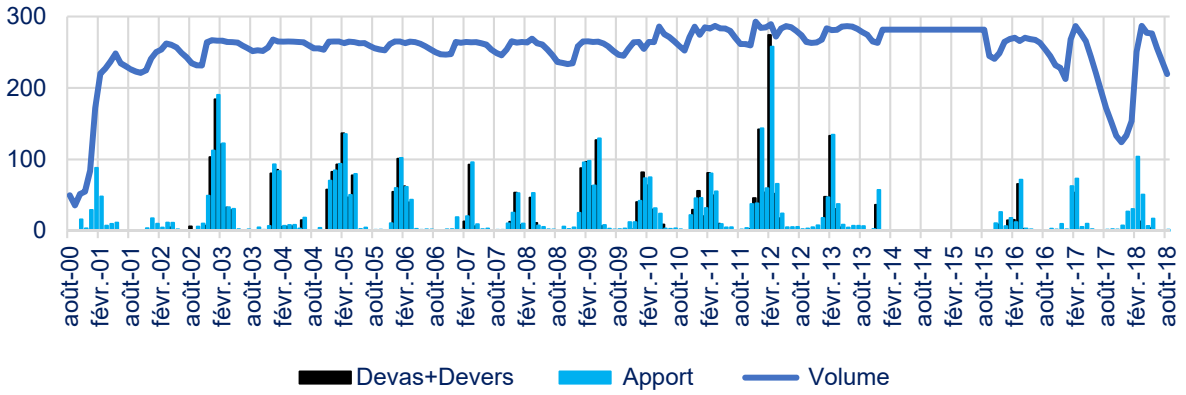


Figure n° 61 : Barrage BARBARA (cap.: 64,7 Mm³), Bilan hydrique mensuel 2000-2018

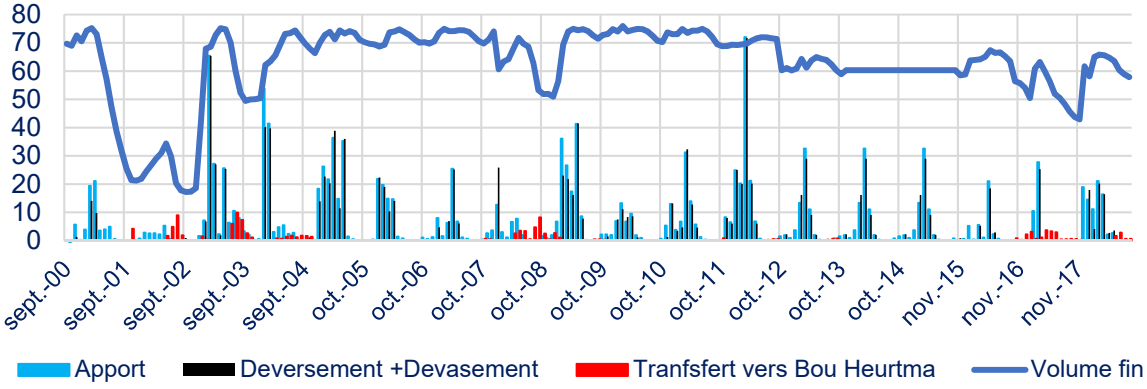
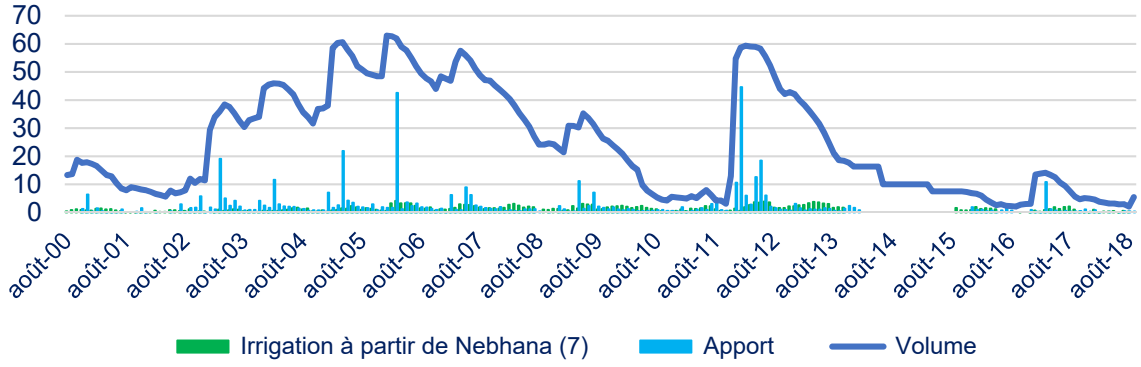


Figure n° 62 : Barrage NEBHANA (cap: 58,67Mm³), Bilan hydrique 2000-2018



Sources : DGBGTH - SECADENORD - traitements STUDI, Eau 2050

- La non-intégration des coûts de pompage en tant qu'élément de la gestion de routine des transferts et, le cas échéant, la mise en place de solutions s'appuyant sur les énergies renouvelables pour réduire les frais de pompage liés à l'énergie, prive le système d'une eau de très bonne qualité issue du château d'eau du Nord qui pourrait être mieux valorisée, en particulier pour l'alimentation en eau potable mais également dans l'industrie.
- Ainsi, si la construction des barrages des unités hydrauliques de l'extrême-nord et de Barbara répondaient à un souci légitime de collecte des eaux les plus précieuses, en termes de qualité chimique et de régularité des apports, la mise en place des moyens nécessaires tant en termes d'infrastructures (aménagements hydro-agricoles au niveau local par exemple) que de moyens de gestion (budget de pompage par exemple) n'a pas suivi, occasionnant un déficit de valorisation de cette ressource de haute qualité.

3.1.1.5. L'envasement notamment en rapport avec la CES

L'entrée des sédiments dépend de plusieurs facteurs, dont les plus importants sont la pente du bassin versant, le type et le revêtement du sol. Les efforts par soutirage au moment des crues montrent parfois un effet positif de dévasement, mais ils ne peuvent pas arrêter ou même freiner de manière significative le processus d'envasement.

La perte moyenne de volume utile des barrages par envasement est de 22 Mm³ par an avec de grandes différences selon les conditions, le taux maximal de perte par an étant observé aux barrages de Sidi Salem de 6,3 Mm³ /an et Mellègue de 2,2 Mm³/an. Vu l'âge de ces barrages, Sidi Salem (1981) et Mellègue (1954), la perte de volume depuis leur construction est de plus de 450 Mm³.

Les dix barrages qui présentent un risque majeur d'envasement sont : Sidi Salem, Sidi Saad, Mellegue, El Houereb, Nebhena, Barbara, Siliana, Kasseb, Bir Mcherga, Lebna. Ils ont déjà perdu 647 Mm³ de volume utile ce qui représente 35% du volume initial. Ce sont les barrages Sidi Salem et Mellègue qui contribuent pour la plus grande part à cette situation.

Ainsi, le volume d'envasement des très grands barrages dépasse aujourd'hui largement le volume utile de plusieurs barrages, eux-mêmes classés parmi les grands barrages.

Si l'envasement des barrages se poursuit au même rythme que par le passé, on doit s'attendre à l'envasement complet des barrages suivants dans un futur proche : Mellègue en 2033, Rmil en 2035 et Sidi Saad en 2085. La retenue de Sidi Salem sera drastiquement réduite (- 200Mm³) en 2050.

Afin de préserver la pleine fonctionnalité du système hydraulique, il est donc impératif de maintenir la capacité utile des barrages en assurant la substitution de la capacité perdue, soit par la construction de nouveaux barrages, soit par la surélévation des barrages existants.

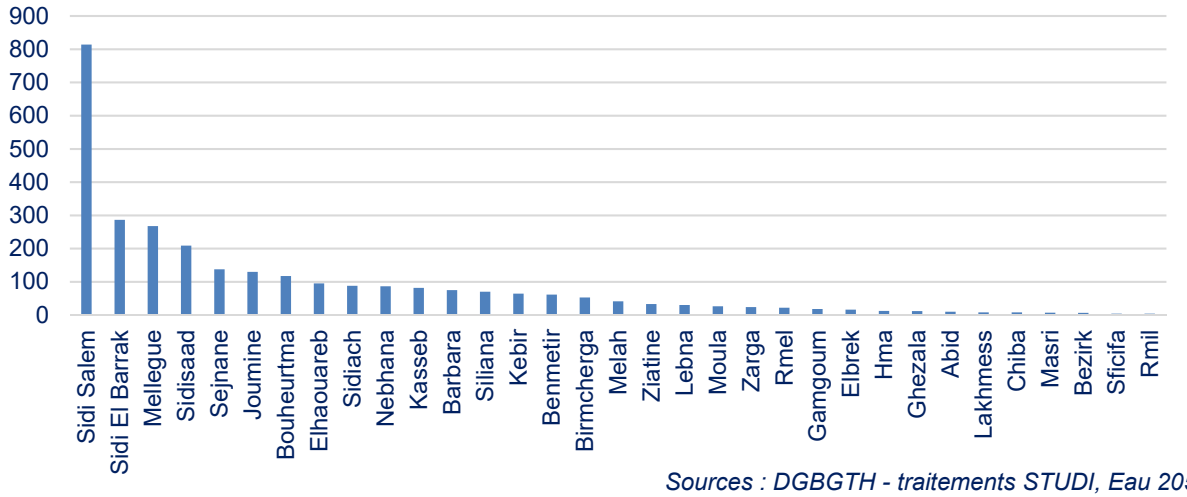
Les études de faisabilité de l'augmentation de la capacité de stockage dans les bassins suivants sont à accélérer : Siliana, Ghezala ou Magroun dans le bassin Bou Hertma, Joumine amont, El Maaden dans le bassin d'Ichkeul, Zaguella dans le bassin de Zeroud.

Il s'agit d'intervenir en parallèle sur la demande des ressources en eau de surface en renforçant les capacités de stockage et de compensation près des utilisateurs. La planification des ouvrages de stockage de Saida pour le grand Tunis et Kalaa (Kebira) pour le Sahel sont déjà assez avancés et doivent être maintenant réalisés.

Les mesures de conservation des sols (CES) jouent également un rôle important dans le ralentissement de l'envasement des barrages par les actions d'"aménagement de bassins versants". Il s'agit surtout de l'aménagement de banquettes sur les versants des jebels ou collines quand le substrat est filtrant, dans le but de contrôler les ruissellements lors des pluies torrentielles, permettre l'infiltration vers les nappes et limiter le transport de matériel sur les versants.

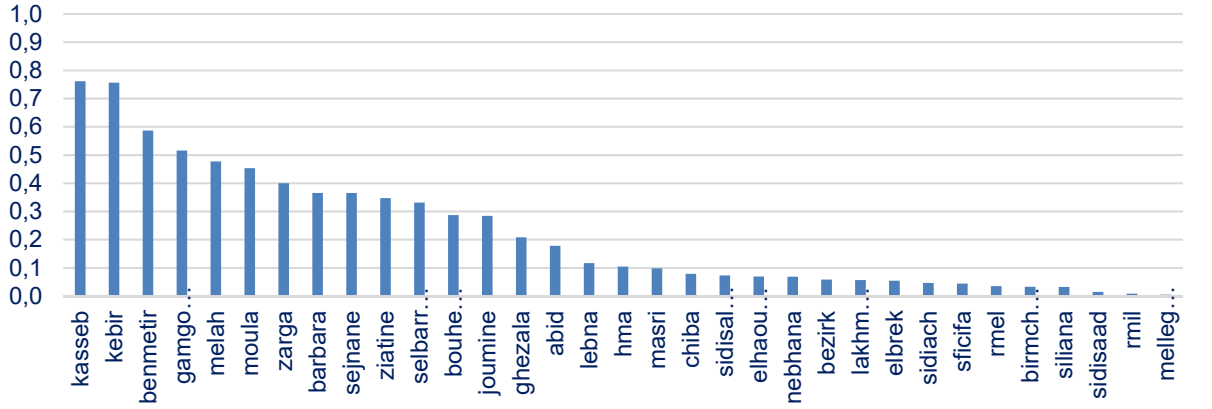
Etant réalisées en courbes de niveau, les banquettes, munies de déversoirs, permettent d'évacuer successivement vers les banquettes d'aval, les volumes d'eau qu'elles ne peuvent retenir. Plus d'1,5 millions d'ha ont ainsi été aménagés au cours des deux stratégies de CES (1990-2001 et 2002-2011).

Figure n° 63 : Les grands barrages selon leur capacité initiale [Mm³]



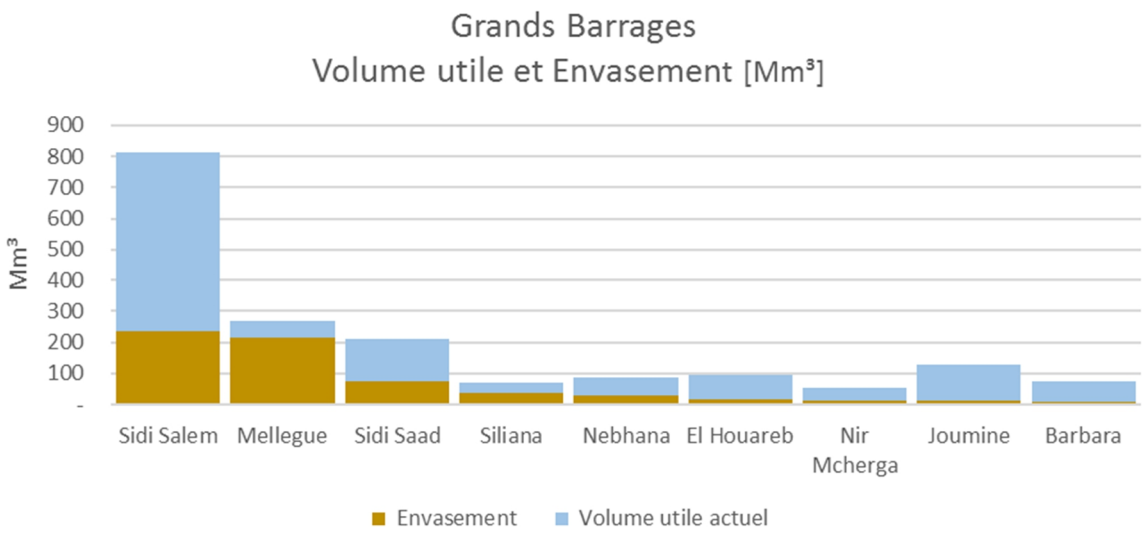
Sources : DGBGTH - traitements STUDI, Eau 2050

Figure n° 64 : Les grands barrages selon leur rendement hydrologique



Sources : DGBGTH - traitements STUDI, Eau 2050

Figure n° 65 : Relation entre Volume utile et volume d'envasement de dix grands barrages



Sources : DGBGTH - traitements STUDI, Eau 2050

Globalement, les réalisations en matière d'aménagement de bassins versants ont dépassé les prévisions initiales. Toutefois, la question de l'efficacité de ces réalisations contre l'envasement des barrages reste posée pour différentes raisons :

- L'absence de suivi de ces ouvrages et de maintenance au moment opportun,
- L'adoption de certains choix techniques sans prise en compte suffisante du contexte agro-climatique de la zone à aménager, des systèmes de culture en place, de l'avis des populations,….
- Le faible niveau de réalisation des travaux dits de « techniques douces » malgré le faible coût et la facilité de leur mise en place ; techniques qui peuvent venir en complément d'ouvrages plus conséquents et renforcer l'impact positif sur la réduction de l'érosion, l'amélioration de la fertilité des sols, le maintien et la reconstitution du couvert végétal (cultures, parcours et forêts),…

Il est à noter que la nouvelle stratégie CES, élaborée en novembre 2017, s'inscrit dans une nouvelle orientation visant à adopter une approche "participative, territoriale et intégrée". Participative, en associant les populations ciblées par les projets mais aussi les autres acteurs de la conservation des eaux et des sols tels que gestionnaires des sols, des eaux, des forêts.

La CES relève d'un système territorial complexe où les composantes entretiennent des interactions multiples. C'est dans ce sens que l'approche à adopter ne peut être qu'intégrée.

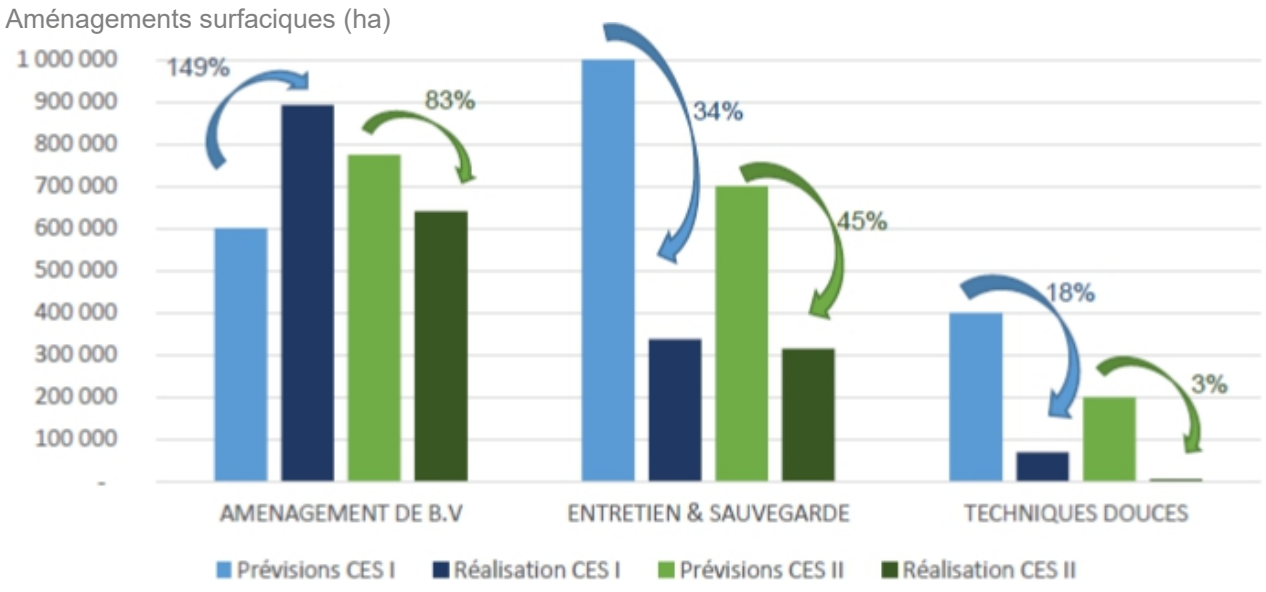
3.1.1.6. La pathologie et les perspectives de traitement

La surveillance des barrages est une activité primordiale, la rupture d'un tel ouvrage pouvant occasionner d'importants dégâts matériels et humains. En outre, le coût élevé de la construction d'un barrage justifie son entretien et sa maintenance pour prolonger sa durée de vie et optimiser son utilisation.

L'auscultation et l'inspection visuelle de 12 barrages (lots 3 et 5) concluent à un état acceptable de la plupart des ouvrages d'un point de vue Génie Civil avec quelques recommandations pour la partie barrage et l'entretien de ses équipements :

- Une surveillance et un entretien régulier du barrage par l'exploitant, afin de freiner les processus de vieillissement de l'ouvrage ;
- Un dossier de l'ouvrage devra être constitué pour chaque barrage contenant tous les documents y relatifs et permettant d'avoir une connaissance la plus complète possible de l'ouvrage ;
- Un contrôle de la végétation sur l'ouvrage et ses abords ;
- Un entretien des parements en maçonnerie ;
- Un comblement des ravines sur le remblai ;
- Une réparation des zones en enrochement ou en gabions ;
- Un entretien des ouvrages hydrauliques (évacuateur de crue) ;
- Une réparation des fissures et des fuites existantes sur l'ouvrage ;
- Une application d'un traitement anticorrosif pour les équipements endommagés ;
- La mise en fonction du système électrique.

Figure n° 66 : Ouvrages de CES surfaciques prévus par les stratégies I et II et taux de réalisation



Sources : MARHP- DGACTA - 2017 - traitements STUDI, Eau 2050

Figure n° 67 : Détail de déplacement horizontal en joint de l'appui Barrage RMIL



Figure n° 68 : Fuites des vannes de garde de vidange et de prise d'eau Barrage MASRI



Figure n° 69 : Joint ouvert sur la culée gauche du seuil Barrage SEJNENE



Figure n° 70 : Fissure le long tout le coupé du coursier de l'évacuateur Barrage SEJNENE



Source : STUDI- Eau 2050

3.1.2. Eaux souterraines

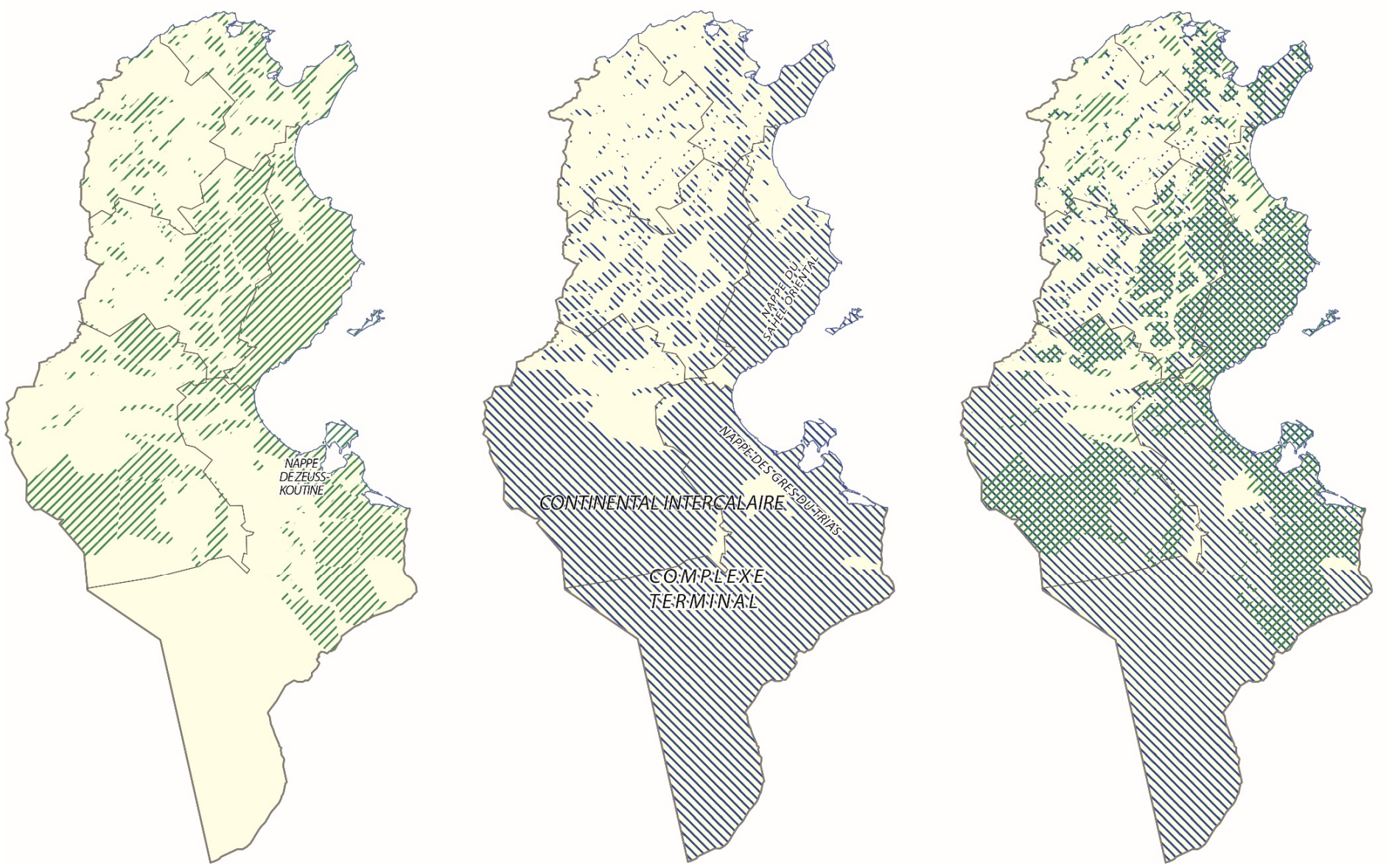
3.1.2.1. Contexte hydrogéologique

Les principaux systèmes aquifères de la Tunisie et leurs caractéristiques sont résumés dans le tableau ci-après:

Localisation	Formations	Epaisseur et étendue de la nappe	Qualité chimique	Exploitation	Nombre de points de prélèvements	Capacité de renouvellement	Niveau de risque de surexploitation	Zones d'Interdiction et de Sauvegarde
Réservoirs de la Tunisie septentrionale								
Nord du pays, plaines de Ghardimaou, Kalaa Khasba, le Fahs	Formations détritiques sableuses et gréseuses, alluviales ou parfois calcaires	Nappes alluviales assez étendues dont l'épaisseur peut atteindre une centaine de mètres	Résidu sec <1,5 gr/l	Puits de surface à grand diamètre et forages allant jusqu'à 100 à 200 m.	Nappes phréatiques : 17673 puits Nappes profondes : 1948 forages dont 326 forages illicites	Elevée car alimentation par les pluies (assez abondantes dans la zone) et les eaux des crues des oueds.	Très bas < 70% des ressources ; les structures karstifiées ont un niveau plus accentué mais < 130%¨des ressources	2 zones d'interdictions Mateur decret n°53 du 03/12/1953 et Djebba décret n°778 du 03/6/2016
Sommets des reliefs et Tunisie Orientale (Jebel Sra Ouertane, Bargou, Djouggar, Zaghouan)	Formations carbonatées	Etendues limitées, régime d'écoulement fortement lié à la pluviométrie	Résidu sec <0,5 gr/l	Forages, captage de sources à l'aide de puits ou de galeries	Nappes phréatiques : 42524 puits Nappes profondes : 4687 forages dont 1902 forages illicites	Elevée car alimentation par les pluies (assez abondantes dans la zone)	Généralement très bas <80%. Néanmoins les structures karstifiées sont vulnérables à surexploitation peut atteindre 200%¨des ressources	3 zones d'interdictions Nabeul-Hammamet N°105 du 2/9/1941 Soliman oriental décret N°59 du 14/1/1981 Menzel Tmim et Menzel Horr décret N° 61 du 14/1/19815 zones de sauvegarde Fahs decret n°3582 du 18/11/2009 et Nadhour Saouef décret n°162 du 13/02/2013 cote orientale du cap bon, Grombalia-Menzel bouzalfa et Béni Khalled décret N° 155 du 22/1/2008 rectifiant le décret N° 39 du 10/1/1981 Plaine de Mornegue décret N° 1014 du 24/4/2007 rectifiant lr décret N° 1200 du 9/7/1991
Réservoirs de la Tunisie centrale								
Sahel oriental	Formations détritiques multicouches de nature souvent gypseuse	Nappe de charriages moyennement étendues. L'épaisseur peut atteindre 200m mètres	Mauvaise, forte salinité du fait de la nature gypseuse du réservoir aquifère et de l'intrusion des eaux salées des sebkha et de la mer en zone côtière	Puits de surface à grand diamètre jusqu'à 35 m Puits de surface à bras de sondage jusqu'à 100 m Faorage tubés en PVC allant de100 jusqu'à 200 m.	Nappes phréatiques : 15050 puits Nappes profondes : 2720 forages dont 1405 forages illicites	Alimentation naturelle par les pluies très active. Elevée pour les nappes superficielles Moyenne pour les nappes profondes	Accentué de 130% à 200%	02 zones d'interdiction jbeniana-elhzag-ellouza decret n°852 du 18/06/1981 actualisée décret N°1545 du 21/6/2010 et sidi Abid décret n°853 du 18//06/1981 06 zones de sauvegarde Bkalta-Tebolba décret n°1398 du 25/12/2017 Zramdine-Béni Hassen décret N° 1400 du 25/12/2017 Baloome-kalaa kbira décret N°1392 du 11/06/2007 Knaiess décret N° 1948 du 6/8/2010 Souani-sidi M »hadheb-Esskhira decret N°1546 du 2/6/2010 rectifiant le décret N° 1367 du 20/101981 Echaffar décret N° 1949 du 6/8/2010

Figure n° 71 : Systèmes aquifères de la Tunisie

Nappes Phréatiques | **Nappes Profondes** | **Nappes Souterraines (Superposition)**



Sources : DGRE - traitements STUDI - Eau 2050

Localisation	Formations	Epaisseur et étendue de la nappe	Qualité chimique	Exploitation	Nombre de points de prélèvements	Capacité de renouvellement	Niveau de risque de surexploitation	Zones d'Interdiction et de Sauvegarde
Réservoirs du Sahara (Trias et Jurassique)								
Nappes des grés du Trias du Sahel El Ababsa (Médenine, Bir Lahmer et El Mzar)	Formation à dominance gréseuse	Nappe pratiquement libre	Résidu sec <2,5 gr/l	Puits à bras de sondages et forage tubé ne dépassant pas 100m	Nappes phréatiques : 15620 puits Nappes profondes : 716 forages dont 214 forages illicites	Alimentation active naturelle à partir des underflows d'Oued et tributaires de la pluviométrie	Prononcée dans le cas de l'underflow de Zeuss- Coutine à Médnine 180%	1 zone d'interdiction Eljorf-mednine décret N° 479 du 14/3/1987 02 zones de sauvegardes Jerba décret N°1108 Elmguarine plaine Ababssa décret N° 2198 du 14/7/2009
Nappe fossile des grés du Trias de Médenine S'étend sur presque la totalité du Sud Est Tunisen : plaine de la Djeffara centrale, sud-ouest de la plaine de ElHamada et toute la plaine d'El Ouara	Formée de deux niveaux gréseux et argilo-gréseux	Nappe souvent artésienne avec un toit profond de plusieurs centaines de mètres plongeant vers l'Est	Résidu sec 1,5< RSgr/l <3.5	Forages de 50 à 100 m de profondeur	Nappes phréatiques : 8120 puits214 Nappes profondes : 1471 forages dont 1256 forages illicites	1. l'infiltration partielle des précipitations et des eaux de ruissellement sur les aires de recharge, 2. les apports souterrains profonds en provenance du Continental Intercalaire via le système de failles constituant ce qu'on appelle l'« exutoire tunisien »	La baisse de la charge artésienne des forages (1 à 1.5m/an) au niveau du	
Nappes du jurassique Dans la région de Zeuss Koutine, s'étend vers le Sud-Est et vers le Nord	Nappe conglomératiq ue avec des intercalations gréseuses	Aquifère libre ou légèrement captif dans les régions de Tataouine et Remada	Résidu sec 2,5< RSgr/l <3.5	Forages de 50 à 100 m de profondeur	Nappes phréatiques : 1216 puits Nappes profondes : 2451 forages dont 2093 forages illicites	Alimentation peu active	Prononcée 178%	01 zone d'interdiction Ghannouch Nord décret N° 480 du 14/3/1987 01zone de sauvegarde Elhamma-gabes décret N° 1105 du 7/9/1985 Kettana-limaiua-hgl$; décret N° 1401 du 25/12/2017

Localisation	Formations	Epaisseur et étendue de la nappe	Qualité chimique	Exploitation	Nombre de points de prélèvements	Capacité de renouvellement	Niveau de risque de surexploitation	Zones d'Interdictions et de Sauvegardes
Système aquifère du Sahara septentrional (SASS)								
Continental Intercalaire (toute l'étendue du Sahara soit environ 1.100.000 Km2)	Formation Boudinar : alternance de grés blancs, d'argiles versicolores, de gypse et de dolomie Formation Sidi Aich plutôt sableuse, formation à dominante argileuse au sommet	captif dans les régions de Kebelli Tozeur Gafsa et Gabes	La salinité varie de 1 à 2,5 g/l pour les eaux de la nappe du CT Elle atteint les 8g/l dans les région de Gouifla (Gafsa)	Située à plus de2000 m de profondeur Fortement artésienne et géothermale (70°C).	Nappes profondes : 980 forages	Alimentation peu active	la baisse de la charge artésienne des forages (1 à 1.5m/an) au niveau du sillon des chotts Djrérid et Fejjej et par conséquent la diminution graduelle des débits artésiens. Cette baisse chronique semble aller dans un sens critique inéluctable du plan d'eau dans les alentours des chotts par le renversement du sens d'écoulement Instauration zone de sauvegarde: Continental Intercalaire Décret N°1104 du 07/09/1985	01 zone de sauvegarde CI Nafzaoua décret N° 1104 du 7/9/1985
Complexe terminal (bas Sahara entre dorsale du Mzab à l'Ouest, Dahar à l'Est, 350.000 Km2)	Le Trias supérieur et le Jurassique inférieur sont évaporitiques et salifères et forment un puissant écran étanche entre le Jurassique supérieur et le Trias inférieur. Les profondeurs considérables qu'il faudrait atteindre pour éventuellement capter le Trias grèseux en font, de toute façon, un objectif peu attrayant	Captif dans les régions de Kebelli Tozeur Gafsa et Gabes	Salinité de l'ordre de 5 g/l pour celles du CI	Forages de profondeur très variable (entre 10 et 500 m) Puits de surface entre 5 et 70 m.	Nappes phréatiques : 1260 puits Nappes profondes : 4802 forages dont 5023 forages illicites	les nappes phréatiques des oasis s'alimentent essentiellement par l'infiltration des eaux d'irrigation. Par contre, les nappes phréatiques du Sahara, s'aliment sporadiquement par l'infiltration des eaux de ruissèlement descendant des monts du Sud tunisien	la baisse de la charge artésienne des forages <100% des ressources Instauration Zone de sauvegarde : Complexe Terminal Décret N°1109 du 29/08/1985	02 zones de sauvegarde CT Nafzaoua décret N° 1109 du 29/8/1985 CT Draa djerid décret N° 3583 du 18/11/2009

3.1.2.2. Etat des connaissances des ressources souterraines

Le sous-sol de la Tunisie renferme des réservoirs souterrains gigantesques d'une ressource précieuse pour les populations et agriculteurs du Centre et du Sud, solution d'approvisionnement quasi-unique pour un territoire pauvre en pluviométrie, tant pour l'eau potable que pour l'irrigation.

Le potentiel des ressources en eau souterraine, actuellement estimé à 2 197 Mm^3 (DGRE,2015), d'après les diverses prospections réalisées depuis les années 60, s'est stabilisé depuis 2005 et l'on ne peut espérer de grandes évolutions dans le futur. A l'échelle du pays, on estime que les nappes profondes fournissent 65% des ressources en eaux souterraines versus 35% pour les nappes phréatiques.

Le pays est doté de plusieurs centaines de nappes qui se superposent à plusieurs endroits du territoire : 226 nappes phréatiques et 264 nappes profondes. Cela représente une superficie au sol de 121.740 km^2 ; ainsi 78% du territoire national peut être considéré comme aquifère.

3.1.2.3. Etat de l'exploitation des ressources souterraines

La question de la surexploitation des ressources souterraines est une question sans cesse posée et qu'il s'agit de traiter avec la plus grande attention.

Pendant longtemps, l'exploitation des eaux souterraines en Tunisie a conservé une forme extensive. Son développement résultait d'initiatives personnelles. La nécessité de régler et de planifier les exploitations ne s'imposait pas.

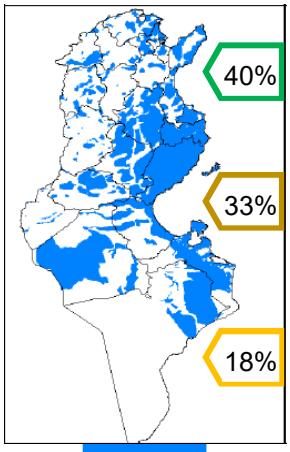
L'objectif des autorités de la Tunisie d'après l'indépendance fut d'abord et surtout, d'évaluer les possibilités de production des nappes dans leur ensemble et de déterminer le meilleur plan d'exploitation pour l'avenir. C'était une stratégie de planification et de prévision :

- Depuis les années 1970, avec l'élaboration du Plan Directeur des Eaux du Sud (PDES) centré sur l'évaluation des potentialités des eaux souterraines et des possibilités de leur exploitation (nappes fossiles du Continental Intercalaire , du Complexe Terminal et d'autres nappes comme celle de la Jeffara) et l'orientation vers la réalisation de forages profonds pour l'exploitation de ces nappes, une nette intensification des prélèvements s'est installée progressivement, tant sur les nappes phréatiques (exploitées par puits de surface) que sur plusieurs nappes profondes (exploitées par forages).
- Ainsi, entre 1980 et 2010, les prélèvements sur les nappes souterraines ont cru en moyenne annuelle de 2,9%, 3,1% pour les nappes profondes et 2,6% pour les nappes phréatiques.
- Entre 1980 et 1995, les prélèvements sur les nappes phréatiques ont cru de 4,3% puis leur croissance moyenne s'est ralentie pour se situer à 0,8% entre 1995 et 2010.
- En revanche, à la faveur d'une technologie toujours plus performante et, plus tard, avec l'apparition des panneaux photovoltaïques, l'exploitation des nappes profondes a pris le relais. Elle a connu une croissance annuelle moyenne de 2,3% entre 1995 et 2010.

Mais c'est depuis 2010 que l'exploitation des ressources souterraines s'est intensifiée de manière relativement inquiétante, intensification dont il s'agit de mesurer à la fois l'ampleur, les impacts et le caractère irréversible de ces impacts :

- Le nombre de forages creusés entre 2010 et 2016 s'est établi à 15.962, soit en moyenne près de 2660 forages de plus chaque année. Les prélèvements sur les nappes profondes se font aujourd'hui à partir de 28.158 points d'extraction, dont plus de 40% sont des forages illicites creusés depuis 2011 (11.593 forages).
- Ainsi, les prélèvements sur les nappes qui se sont beaucoup accrus depuis 2010 ont particulièrement ciblé les nappes profondes, dont on sait qu'une grande partie est peu ou pas renouvelable. On estime que 47% des ressources issues des nappes profondes sont non renouvelables, soit 30% des ressources souterraines dans leur ensemble.

Figure n° 72 : Localisation des nappes phréatiques



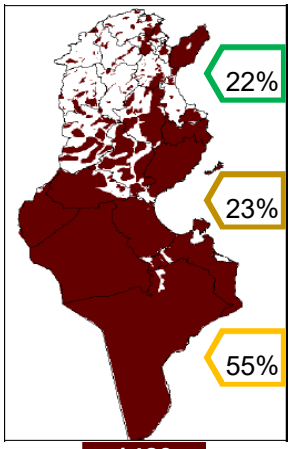
746 Mm³

Potentiel de ressources

151.850

Puits de surface en 2015

Figure n° 73 : Localisation des nappes profondes



1429 Mm³

Potentiel de ressources

28.158

Forages en 2016
dont 11.593 illicites

Figure n° 74 : Superposition des nappes phréatiques et profondes

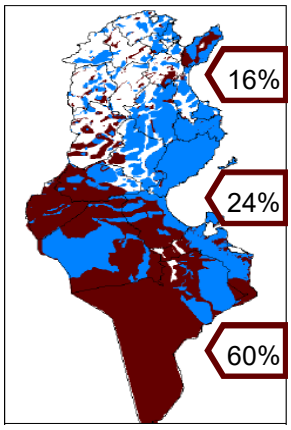
Volumes prélevés
2798 Mm³

903 Mm³

1895 Mm³

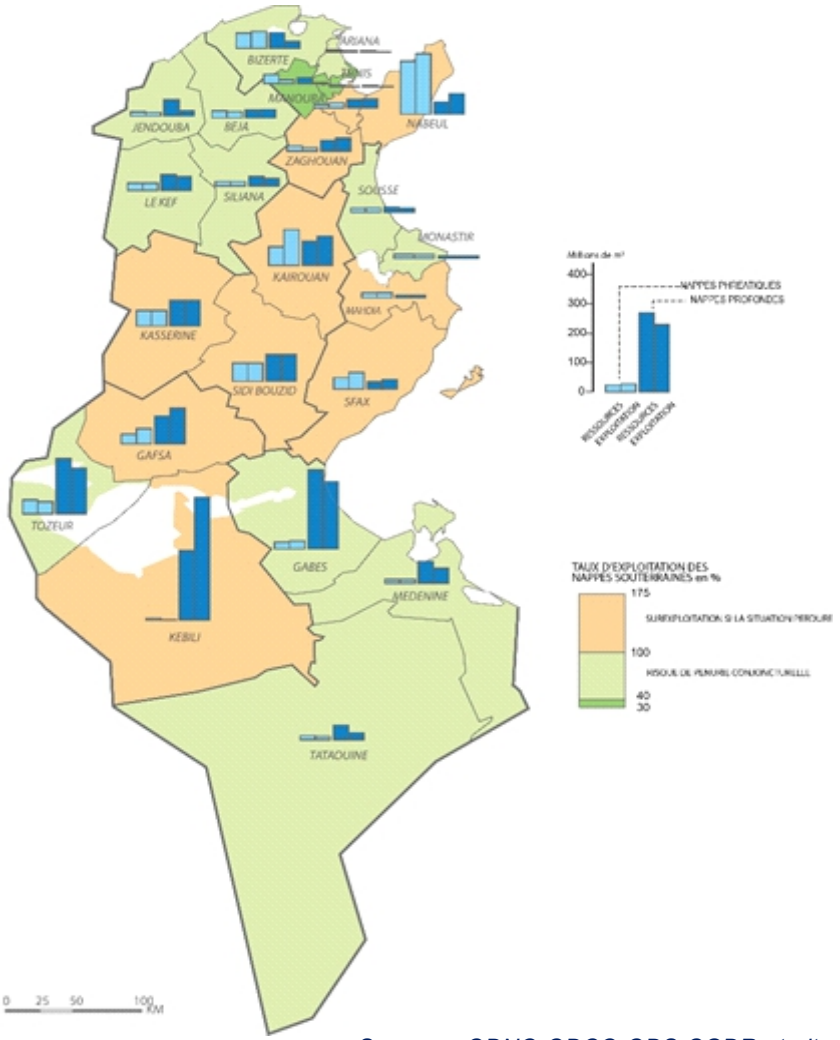
Potentiel de ressources

2175 Mm³



Source : Besbes, 2012, DGRE, Hamdane, 2014- traitements STUDI, Eau 2050

Figure n° 75 : Taux d'exploitation des nappes souterraines par Gouvernorat



Sources : ODNO-ODCO-ODS-CGDR - traitements STUDI-Eau 2050

- Entre 2010 et 2016, les prélèvements totaux réalisés sur les nappes profondes sont passés de 1321 Mm^3 à 1895 Mm^3, soit une croissance annuelle sur cette période de 6,2%, double de celle qui a caractérisé la période 1980-2010 (+3,1% par an).
- Or ce chiffre de 1895 Mm^3 prélevés par an, atteint en 2016, est supérieur de 33% à la ressource « prélevable » dans les nappes profondes pour une année donnée, évaluée à 1425 Mm^3. Il masque des situations régionales encore plus alarmantes : 248% des ressources disponibles dans le Centre-Est en 2016 bien qu'il s'agisse d'eaux de qualité médiocre, 178% dans le Sud-Ouest et 136% dans le Centre- Ouest.
- Pour les nappes profondes, celles qui sont considérées en surexploitation, totalisent un potentiel de ressources de 682 Mm^3/an. Or, en 2016, le volume qui en a été extrait est évalué à 1382 Mm^3, soit plus du double du volume dit « disponible ». Pour les nappes phréatiques fortement sollicitée, le déficit de 266 Mm^3 enregistré entre prélevé (672 Mm^3 en 2015) et prélevable (406 Mm^3) n'est que très partiellement compensé par la recharge artificielle (39 Mm^3 en 2015).

On estime aujourd'hui que 45% des besoins d'eau potable et 75% des besoins en irrigation sont assurés à partir des eaux souterraines, reflétant le niveau de sollicitation de cette ressource. Cela génère, de surcroît, un certain déséquilibre avec l'utilisation des eaux des barrages, réputées plus renouvelables et dont la mobilisation a accaparé une bonne partie des investissements dans le domaine agricole (cf. figure n° 110).

Des impacts sérieux sont signalés :

- Un abaissement continu des niveaux piézométriques de certaines nappes ;
- Une réduction de la productivité des ouvrages de captage ;
- Une dégradation de la qualité des eaux souterraines par salinisation en lien avec une rupture d'équilibre entre eau douce et l'eau salée favorisant l'intrusion du biseau salin.

Le secteur le plus concerné par les prélèvements sur les nappes souterraines est, de toute évidence, le secteur agricole qui a accaparé 81% des volumes consommés en 2016 et dont la consommation a crû de près de 40% entre 2012 et 2016 (cf. figure n°76)

Ces constats militent pour une gestion plus rigoureuse des eaux souterraines, très sollicitées dans certaines régions.

Ces aquifères mériteraient a minima :

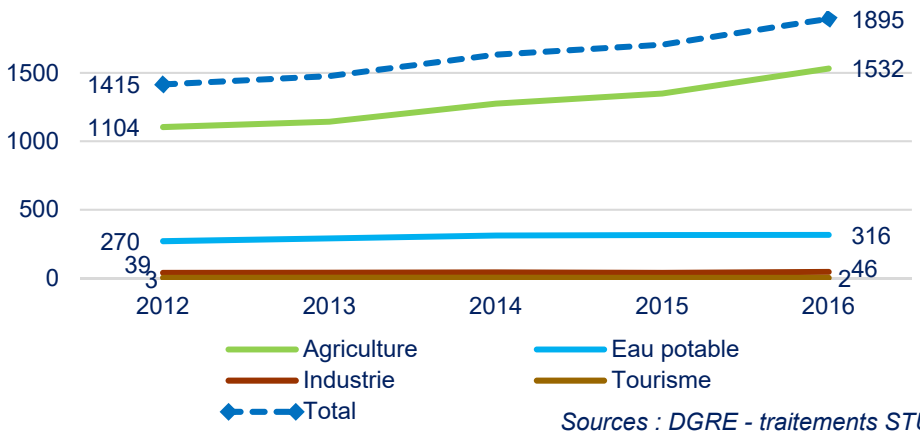
- Une analyse plus rigoureuse et une corrélation pluriannuelle pertinente avec les occurrences pluviométriques ainsi qu'une caractérisation précise de leurs conditions aux limites, afin de déterminer sans ambiguïté l'irréversibilité de l'état de surexploitation : conjoncturelle temporaire ou structurelle et définitive.
- Une estimation quantitative sérieuse de l'exhaure et une localisation précise des prélèvements intensifs. En effet, avec l'intensification de l'exploitation des nappes par la généralisation des moyens d'exhaure modernes et l'électrification, il arrive que dans certains secteurs particulièrement bien équipés et dans un contexte de sécheresse prolongée, une sollicitation vigoureuse et soutenue des ressources en eau déséquilibre le régime naturel de l'écoulement souterrain. Ces perturbations qui modifient la fonction régulatrice des nappes, compliquent considérablement, si elles ne la brouillent pas, la signification des fluctuations de la surface piézométrique.

C'est donc une connaissance précise du comportement de chaque aquifère, d'une part, un suivi rapproché des prélèvements d'autre part, qui constituent les prérequis de la mise en œuvre d'une véritable stratégie de réglementation et de conservation de ces ressources, désormais nécessaire.

La recharge artificielle des nappes est une pratique initiée à titre expérimental depuis les années 70 et qui se poursuit dans une cinquantaine de sites contribuant à la recharge de 26 nappes, côtières essentiellement et kairouanais. Elle fait appel à diverses sources : transferts des barrages, eaux de crues, eaux usées traitées, lâchers dans les oueds, injections dans les puits, recharge à partir des barrages collinaires, etc…..

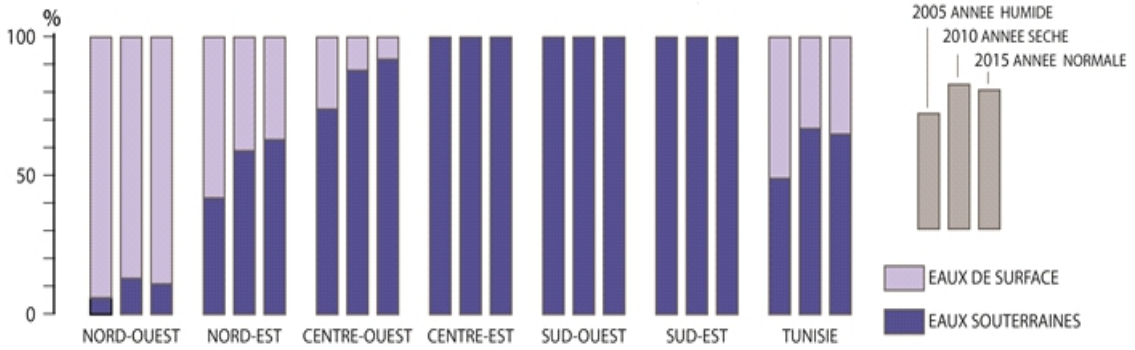
Si la recharge artificielle a permis d'accumuler près d'1 milliard de m^3 en 25 ans (1992-2017), à l'échelle de l'année cela reste assez modeste : 37 Mm^3/an en moyenne, soit 5% de la ressource des nappes phréatiques. L'impact annuel sur les ressources des nappes rechargées est évalué à 12,2%.

Figure n° 76 : Accélération des prélèvements à partir des nappes profondes au cours des dernières années



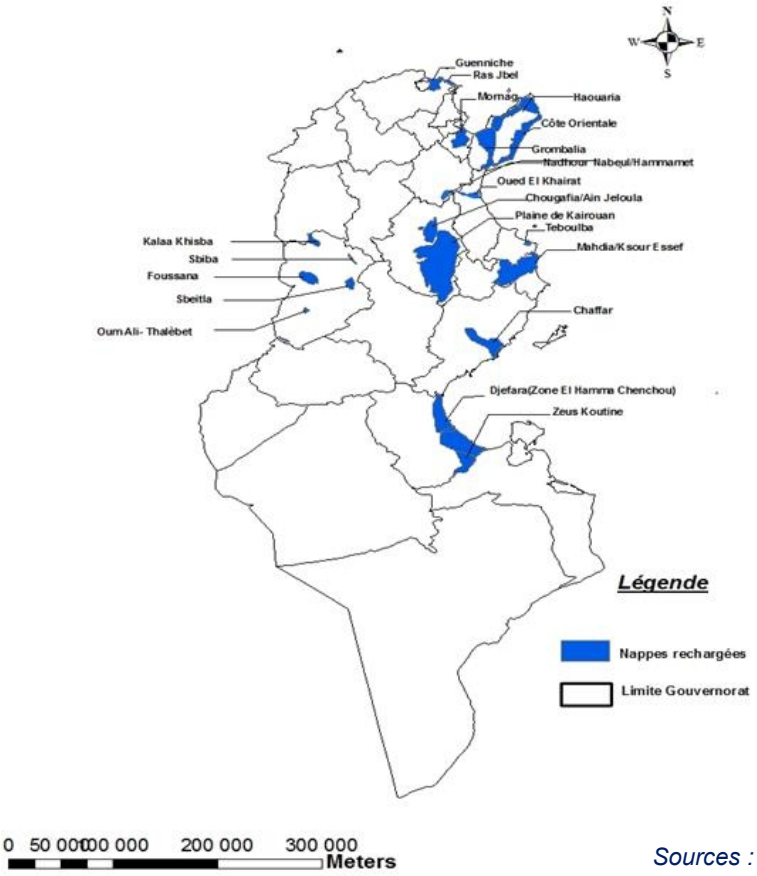
Sources : DGRE - traitements STUDI-Eau 2050

Figure n° 77 : Prélèvements Eau de surface / Eaux souterraines



Sources : MARHP - traitements STUDI-Eau

Figure n° 78 : Carte de situation des nappes rechargées au cours de l'année 2017



Sources : DGRE

Les facteurs limitants de la recharge artificielle peuvent être résumés ainsi :

- le volume rechargé varie assez fortement d'une année sur l'autre (entre 14 et 66 Mm^3 durant les 25 dernières années) selon la pluviométrie enregistrée.
- Les sites de recharge nécessitent des actions d'entretien régulières, pour limiter le colmatage et l'envasement.

L'intégration des eaux usées traitées dans le dispositif de recharge est une initiative très intéressante et d'avenir expérimentée par la Tunisie depuis 1986 (projets RAB/080 et PISEAU) ; néanmoins, elle nécessite la résolution d'un certain nombre de contraintes en lien avec la qualité sanitaire et environnementale des eaux infiltrées et la mise en place d'un dispositif de monitoring précis.

3.1.2.4. Salinité et charge en nitrates

L'état de la qualité des nappes phréatiques et profondes est évalué en se basant essentiellement sur deux paramètres : la salinité exprimée en Résidu Sec (RS) et la teneur en nitrates exprimée en concentration en NO3.

Les eaux disponibles en Tunisie dépassent facilement les standards sanitaires ou agronomiques de salinité. A peine 50 % des ressources en eaux présentent une salinité inférieure à 1,5 g/l, réparties en eaux de surface à hauteur de 72 %, eaux des nappes profondes pour 20 % et des nappes phréatiques pour à peine 8 %.

Les ressources de haute qualité sont donc fournies essentiellement par les eaux de surface, qui offrent directement les meilleures utilisations et servent souvent à amender la qualité d'autres catégories d'eaux.

S'agissant des eaux souterraines :

- Les nappes profondes sont moins chargées en sels que les nappes phréatiques quelle que soit la région : pour les nappes profondes on se situe, en 2017, dans une fourchette allant d'1 g/l dans le Nord-Ouest à 3,2 g/l dans le Centre-Est tandis que pour les nappes phréatiques, on se situe entre 1,5 g/l dans le Centre-Ouest et plus de 5g/l dans le Sud-Ouest et le Sud-Est.
- La tendance observée pour les nappes profondes, à partir des données recueillies de 1998 à 2017, montre une certaine stabilité de la salinité dans les régions Sud-Est, Sud-Ouest, Nord-Ouest, et une augmentation de la salinité dans le Centre-Ouest, Centre-Est et Nord-Est. Il s'agit de données moyennes qui peuvent cacher des situations spécifiques. Ce que l'on sait, c'est que la salinité dans les ressources profondes est impactée par la proximité des Chotts, de la côte et par le niveau d'exploitation, ce qui relative le constat de stabilité dans le Sud-Ouest.
- Pour les nappes phréatiques, la salinité moyenne s'est aggravée dans les zones côtières, Nord-Est et Sud-Est en particulier. Cet accroissement de la salinité peut être expliqué par la surexploitation et/ou l'intrusion de l'eau de mer et des eaux des sebkhas. Il peut être aggravé en cas d'absence de système de drainage des sols dans les périmètres irrigués.

Les nitrates accusent aussi des concentrations de plus en plus élevées surtout dans les régions Nord-Ouest, Sud-Ouest et Centre-Est pour les nappes profondes et Nord-Est, Nord-Ouest, Centre-Est et Sud-Est pour les nappes phréatiques. Les concentrations moyennes atteignent des niveaux supérieurs aux normes admises par l'OMS de 50 mg/l pour l'eau potable dans :

- 3 régions s'agissant des nappes phréatiques (Nord-Est, Nord-Ouest et Sud-Est) ;
- Les nappes profondes du Nord-Ouest.

Cet accroissement des nitrates peut être expliqué par la pollution diffuse due aux cultures intensives et à l'utilisation d'engrais chimiques dans les périmètres irrigués mais aussi par les rejets clandestins d'eaux usées dans le milieu récepteur.

Si la salinité s'accroit dans un gradient allant du Nord vers le Sud et de l'Ouest vers l'Est, la charge en nitrates, en revanche, est nettement plus élevée dans le Nord du pays (que ce soit Est ou Ouest). Les zones côtières, Sud-Est et Centre-Est, sont également assez impactées.

Tableau n° 15 : Evolution de la salinité et des nitrates des eaux des nappes phréatiques (en mg/l)

	1998		2004		2009		2014		2017	
	RS	[NO3]	RS	[NO3]	RS	[NO3]	RS	[NO3]	RS	[NO3]
Sud-Est	3557,96	27,09	4150,96	54,87	4035,48	44,86	4107,11	36,86	5137,42	52,00
Sud-Ouest	6835,72	56,19	4748,24	32,82	3975,02	29,27	3927,54	41,14	5021,79	26,97
Centre-Ouest	1400,62	34,5	2549,43	34,74	1439,85	20,27	1931,17	32,055	1520,59	27,51
Centre-Est	3951,69	73,58	3554,05	71,88	3239,48	42,07	3848,49	77,18	3907,32	87,35
Nord-Ouest	1805,87	68,63	1748,16	77,12	1748,58	66,09	1859,18	82,10	1727,53	93,43
Nord-Est	2539,48	105,47	1970,54	120,82	2595,52	87,73	2707,15	108,23	2893,00	116,56

Source :DGRE

Tableau n° 16 : Evolution de la salinité et des nitrates des eaux des nappes profondes (en mg/l)

	1998		2004		2009		2014		2017	
	RS	[NO3]	RS	[NO3]	RS	[NO3]	RS	[NO3]	RS	[NO3]
Sud-Est	2795,50	15,01	2665,40	24,15	2692,54	20,70	2508,61	14,40	2676,27	20,16
Sud-Ouest	2990,14	16,58	2637,85	17,64	2419,78	15,68	2906,53	20,60	2911,45	20,25
Centre-Ouest	1088,9	25,85	2187,92	26,14	1494,8	19,125	2339,25	27,67	1513,05	20,01
Centre-Est	3186,60	11,11	2991,30	21,26	2964,43	9,79	3632,97	16,23	3220,46	13,83
Nord-Ouest	1014,57	36,56	883,50	44,04	994,97	37,67	954,21	35,99	1084,67	54,99
Nord-Est	1378,63	33,47	2040,73	78,18	1064,26	21,93	1619,51	45,28	1768,73	39,77

Source :DGRE

3.1.2.5. Les autres sources de pollution des eaux souterraines

Deux inventaires aujourd'hui assez anciens des principales sources de pollution hydrique ont été menés en Tunisie, respectivement en 1994 et 2004 par la DGRE et la DGEQV.

Le second inventaire était assorti de la mise en place d'un réseau de surveillance, financé dans le cadre du PISEAU. Cet inventaire, réalisé dans le cadre de l'étude de l'actualisation de l'inventaire des principales sources de pollution de l'eau, s'est décliné en trois missions :

- ✓ Mission 1 : « Actualisation de l'inventaire des principales sources potentielles de pollution hydrique» ;
- ✓ Mission 2 : « Elaboration d'un plan d'action pour la maîtrise de la pollution hydrique » ;
- ✓ Mission 3 : « Mise en place d'un réseau national de surveillance de la pollution des eau».

La mission 3 a proposé la mise en place de 206 points de surveillance dont 77 points concernent les eaux souterraines et 129 concernent les eaux de surface (voir tableau n°…….). 161 points sont gérés par l'ANPE et le reste est confié à divers autres organismes (SONEDE, SECADENORD, …). Les derniers résultats sont ceux indiqués dans le rapport de l'ANPE 2009.

Si les deux inventaires semblent conclure à une diminution du nombre de sources de pollutions entre 1994 et 2004, de 1581 points de pollutions identifiés en 1994 à 756 en 2004, et attribuent ce bon résultat aux projets de dépollution menés par l'ANPE et l'ONAS dans cet intervalle de temps, le dernier inventaire signale néanmoins que les sources de pollution inventoriées rejettent dans le Domaine Public Hydraulique (DPH) :

- 158 Mm^3/an de rejets hydriques potentiellement pollués,
- près de 85.000 tonnes de DCO (Demande Chimique en Oxygène)
- 102 nappes phréatiques et 132 oueds et sebkhas sont exposés à cette pollution.

Le ratio DCO/rejets hydriques s'établit à 532 mg O^2/l, près de 4 fois supérieur à la norme tunisienne.

Dans le même ordre d'idée, l'inventaire préliminaire des sources polluantes du Medjerda (DGEQV - 2018) représente le meilleur exemple des impacts encourus par nos hydro systèmes. Ce bilan établi, par type d'activité, sur la base de données bibliographiques et d'enquêtes montre que le BV de la Medjerda, subit des pollutions urbaines et agro-industrielles, qui ont des impacts certains sur les ressources en eau, en sol, et sur la biodiversité. Ainsi, chaque année le BV de la Medjerda reçoit environ:

- 37 millions de m^3 d'eaux usées urbaines et industrielles,
- 60 000 tonnes de DCO urbaines et industrielles.
- 21 600 tonnes de DBO5 urbaines et industrielles.
- 17 400 tonnes de MES urbaines et industrielles.
- des quantités importantes d'engrais et pesticides chimiques.
- des quantités de minéraux, dont des métaux lourds.

L'eutrophisation des bassins hydrologiques du Nord-Est est également signalée comme une contrainte sérieuse pour une utilisation durable des ressources stockées dans les retenues de barrages.

3.1.2.6. La géopolitique des eaux de surface et des eaux souterraines

Les ressources hydrauliques transfrontalières en jeu sont de deux sortes s'agissant de la Tunisie et de ses voisins : des eaux de surface communes avec l'Algérie et des eaux souterraines partagées avec l'Algérie et la Lybie.

Pour les eaux de surface, il s'agit principalement des systèmes hydrographiques suivants :

Tableau n° 17 : Inventaire des sources de pollution

Gouvernorat	Inventaire DGRE Nombre des sources de pollution (1994)	Inventaire 2004							
		Nbr sources de pollution (2004)	Nbr sources de pollution visitées	Quantité de rejet (m³/j)	Quantité de DCO (t/an)	Nbr nappes Phréatiques exposées à la pollution	Nbr Oueds / Sebkha exposés à la pollution	Milieu récepteur le plus exposé à une pollution dans le gouvernorat	
								Nom du milieu récepteur	Quantité de DCO (t/an)
Ariana	72	13	9	6039	2255	2	0	Nappe Basse vallée Medjerda	1136
Ben Arous	129	37	29	48625	3735	1	2	Oued Méliane	2946
Bizerte	182	39	18	9559	3268	11	8	Oued Joumine	680
Béja	25	54	37	16254	6193	6	9	Oued Béja	4295
Gabès	30	22	18	5679	1122	3	3	Oued ElMaleh	518
Gafsa	52	28	23	73993	10036	6	6	OuedThelja	2908
Jendouba	34	34	19	20594	1680	2	10	Oued Madjerda	464
Kairouan	121	37	28	21632	5068	6	8	Nappe Plaine de Kairouan	2186
Kasserine	21	19	12	35233	6242	4	9	Oued Andlou	4321
Kef	23	25	23	14124	2393	0	11	OuedYazid	663
Kébili	21	12	18	7472	1332	3	1	NappeKébili	624
Mahdia	200	36	10	7576	3044	8	7	Nappe Chebba - Ghedabna	771
Manouba	0	27	19	8867	5640	3	2	Oued Chafrou	3257
Médenine	31	18	8	14301	3056	4	1	Nappe de Ben Guerdane	1501
Monastir	105	35	16	19234	4336	7	3	Sebkhat Moknine	1902
Nabeul	52	114	37	35248	8017	5	22	Oued Tahouna	1492
Sfax	38	33	13	3454	1856	7	2	Nappe Agareb Sfax	690
Sidi Bouzid	55	34	20	4660	1380	6	3	Oued El Leban	333
Siliana	64	30	30	9335	2288	1	10	OuedTessa	649
Sousse	236	44	15	47325	6160	5	7	Oued Hallouf	2382
Tataouine	25	19	19	7335	872	5	1	Nappe de Ghomrassen	442
Tozeur	7	7	8	7890	667	1	1	Chott El Jerid	451
Tunis	-	13	13	1563	564	2	1	Sebkhat Sijoumi	548
Zaghouan	58	37	12	8194	2986	4	5	Nappe Oued Rmel	1306
Total	**1581**	**767**	**454**	**434186**	**84190**	**102**	**132**		**36465**

Source : Actualisation de l'inventaire et mise en place d'un réseau de surveillance de la pollution hydrique réal - Projet PISEAU- DGEQV (2004)

- l'oued Zarga affluent de l'oued Kébir de Tunisie (région de Tabarka)
- l'oued Mellila
- l'oued Barbara
- l'oued Eddir
- l'oued Mejerda
- l'oued Rarai, affluent de l'oued Mejerda
- l'oued Ezzarga–Mélah affluent de l'oued Mellègue
- l'oued Haidra formant la partie amont de l'oued Sarrat en Tunisie
- l'oued Safsaf affluent amont (en Algérie) de l'oued Kébir
- l'oued Kébir formant l'une des deux branches de l'oued Bayech;
- l'oued El Khanga, prolongement en Tunisie de l'oued Horchane.

A l'exception des oueds Barbara, Mellila et Eddir, tous les écoulements se font de l'Ouest vers l'Est, soit de l'Algérie vers la Tunisie.

Quant aux ressources hydrauliques transfrontalières souterraines, elles se trouvent concentrées dans le Sud-Ouest de la Tunisie, le Sud-Est de l'Algérie et l'Ouest de la Libye. Elles s'étendent sur une superficie de plus d'un million de km^2. Elles forment le système aquifère du Sahara septentrional (SASS) constitué de dépôts continentaux renfermant deux grandes nappes souterraines : le continental intercalaire et le complexe terminal.

Les textes et accords les plus importants qui régissent ces eaux transfrontalières sont :

- la Convention sur le droit relatif aux utilisations des cours d'eau internationaux à des fins autres que la navigation ou « Convention de Washington », adoptée par l'Assemblée générale des Nations Unies le 21 mai 1997 et entrée en vigueur le 17 aout 2014. Elle concerne les eaux de surface. La Tunisie a signé cette Convention le 19 mai 2000 et l'a ratifiée le 22 avril 2009. L'Algérie, n'a pas jusqu'à présent effectué la même démarche tandis que la Libye y a seulement adhéré.

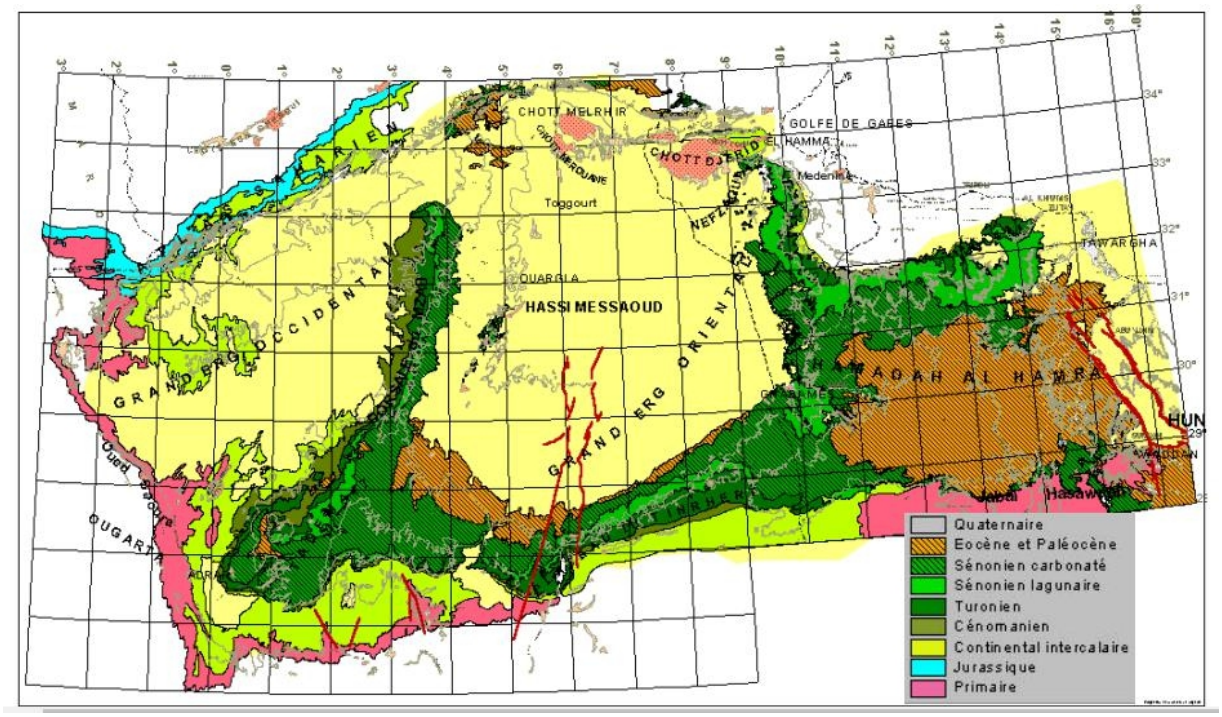
  Or, il s'agit d'un texte fondateur qui définit les droits et les obligations des pays riverains en la matière, dans l'optique de : (i) faciliter et rendre pérenne la coopération entre Etats transfrontaliers dans le domaine de l'eau, qui par essence peut générer des situations conflictuelles, (ii) combler les éventuelles lacunes des juridictions nationales, (iii) proposer un cadre exhaustif et cohérent en tant que base d'élaboration d'accords bilatéraux ou multilatéraux plus spécifiques ; (iv) favoriser le partage et la répartition des obligations mais aussi des bénéfices liés à la gestion de ces ressources communes ; et (v) mettre en avant les obligations sociales et environnementales en lien avec la gestion de ces cours d'eau communs.

- la Convention relative à la lutte contre la Désertification (CCD) à laquelle la Tunisie a adhéré depuis le 5 juin 1992, demande aux États de promouvoir la réhabilitation, la conservation et la gestion durable de la terre et de l'eau, ainsi que de coopérer pour la protection de ces ressources. La CCD recommande de joindre les efforts des Etats pour développer des programmes d'action incluant la gestion commune et durable des ressources en eau transfrontalières.

- L'accord du SASS (Système Aquifère du Sahara Septentrional), incluant l'Algérie, la Lybie, la Tunisie, est un accord régional portant sur la création d'un mécanisme tripartite permanent de concertation pour la gestion commune du SASS. Ses attributions sont multiples et centrées autour de la production d'indicateurs de suivi, du développement des bases de données et des modèles, de la promotion d'études, de recherches et de formations, de la réflexion sur l'évolution future du mécanisme tripartite permanent de concertation.

Les trois pays semblent être satisfaits des résultats obtenus des différentes études entreprises sur les disponibilités et les utilisations des ressources du SASS. Toutefois, un document « diplomatique » a constaté la désapprobation de l'Algérie des activités libyennes portant sur le transfert des eaux de l'Albien faisant partie du SASS vers le centre du pays. La partie algérienne invoque les effets négatifs sur ses projets hydrauliques de Ain Salah-Tamanrasset.

Figure n° 79 : Carte géologique du Sahara Septentrional (OSS, 2003)



Source : OSS-2003

3.2. L'UTILISATION DE L'EAU BLEUE DE SURFACE ET SOUTERRAINE

3.2.1. L'eau potable

3.2.1.1. Introduction

La Constitution de 2014, en son Article 44, stipule que ''Le droit à l'eau est garanti. La préservation de l'eau et la rationalisation de son exploitation est un devoir de l'État et de la société''.

Ainsi, l'Etat, agissant selon le principe du bon père de famille, ne peut plus se défaire de son devoir de garantir la disponibilité de l'eau à tous les citoyens et à tous les secteurs économiques. Cette responsabilité n'a été atténuée par aucune condition particulière telle que le cas de force majeure ou, à l'extrême limite, la guerre.

Cela concerne prioritairement l'eau potable mais également l'eau destinée aux autres usages.

S'agissant de l'alimentation en eau potable (AEP) urbaine et rurale, il s'agit d'un axe de demande prioritaire tant en quantité qu'en qualité. Sa satisfaction revêt la plus haute importance dans l'affectation des ressources en eau, l'accès à cette ressource et sa fiabilité ainsi que la fiabilité du service de l'eau pour l'usager final.

Aussi, s'intéressera-t-on, dans la suite de nos propos, à évaluer, au moyen d'indicateurs adéquats, la capacité du dispositif actuel de répondre à la demande croissante formulée par les usagers, tout au long de l'année et quelle que soit la zone de demande, en quantité, en qualité et avec un haut niveau de fiabilité du service.

3.2.1.2. Transferts inter-régions et faiblesse de gestion des risques

Le cœur du système AEP étant la SONEDE, on s'appuiera prioritairement sur les données de cette institution pour la présente analyse. Dans le cadre de ses activités, la SONEDE définit sept (7) pôles de production, chacun étant alimenté par diverses sources, eaux de surface, eaux souterraines et eaux dessalées.

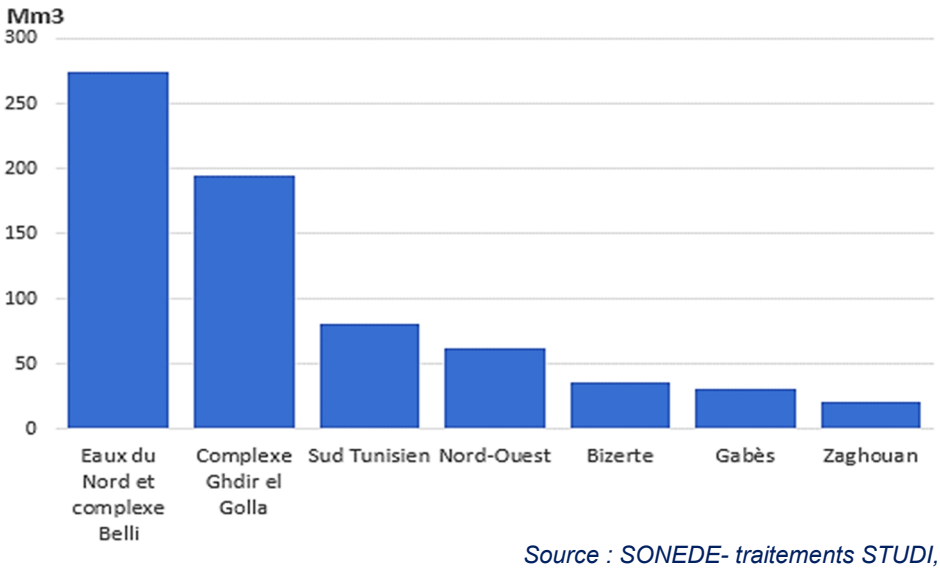
Certains pôles de production sont autonomes, d'autres sont reliés aux réseaux nationaux de production et de transfert. Ce découpage en pôles de production de la SONEDE n'est pas superposable au découpage régional défini par les TDR de l'étude. Aussi a-t-il été nécessaire de consolider les données traitées selon les limites des régions définies par les TDR.

Les prélèvements à partir des barrages nécessitent un passage obligatoire par les stations de traitement.

Les prélèvements à partir des sources souterraines ne nécessitent aucun traitement particulier sauf pour les eaux chargées en sel ou en fer qui subissent un traitement dans les stations de dessalement ou de « déferrisation » (Rapport statistique, SONEDE 2018).

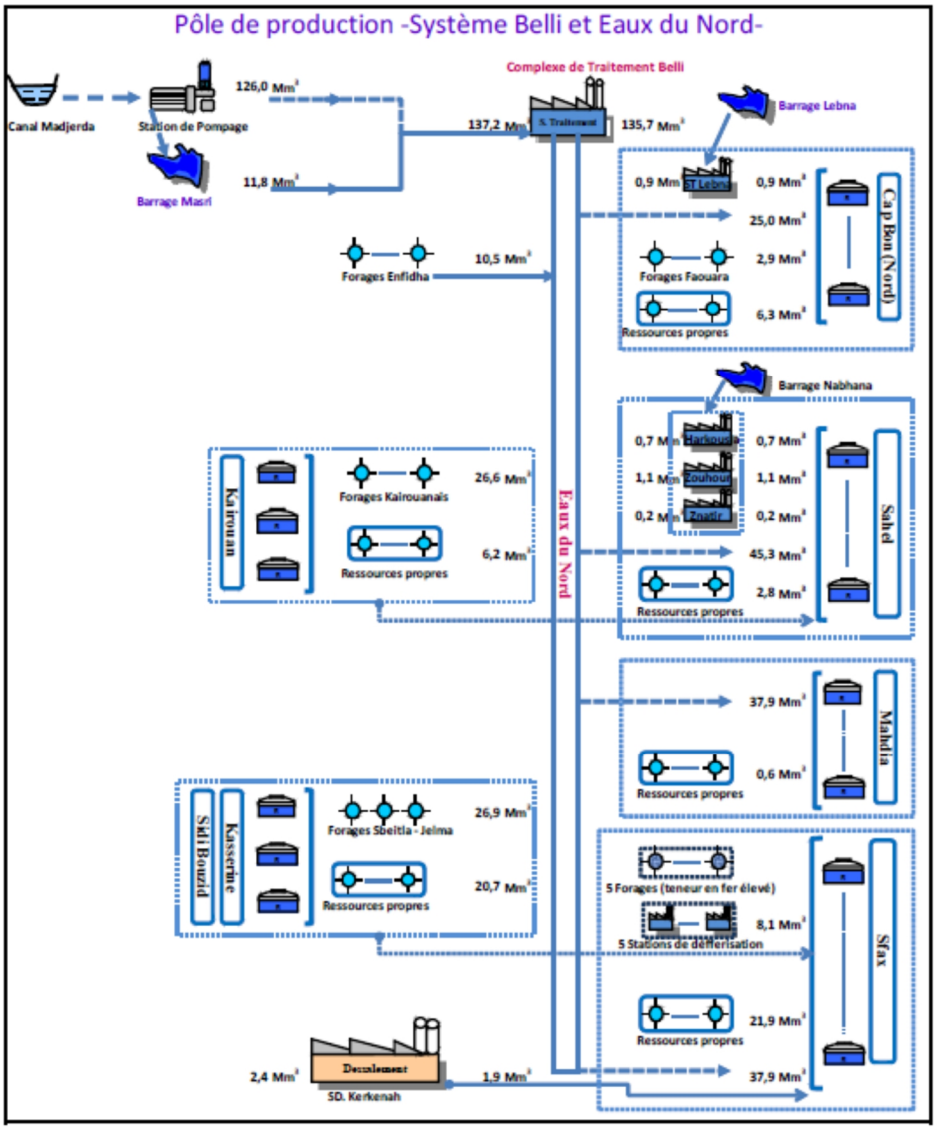
La cartographie des prélèvements et des flux d'eau visant à alimenter chaque pôle de production régional permet de visualiser les éléments de l'équilibre comptable de l'eau obtenu à cette échelle, et par voie de conséquence de quantifier les interdépendances entre régions, les niveaux d'autonomie de chacune, et de qualifier à travers cela le niveau de fragilité de ces pôles de production régionaux.

Figure n° 80 : Production d'eau potable SONEDE par pôle-2018



Source : SONEDE- traitements STUDI, Eau 2050

Figure n° 81 : Pôle de production système Belli-Eaux du Nord



Source : SONEDE

- **Le Centre-Est** (Gouvernorats de Sousse, Monastir, Mahdia, Sfax) est la deuxième région à fort niveau de consommation sans ressources propres suffisantes.
  La région s'approvisionne localement à hauteur de 13,5% de ses besoins par le biais de forages sur les nappes profondes et de la station de dessalement de Kerkennah. Près de 60% de ses besoins proviennent du Canal Mejerda-Cap Bon. Le reste, soit 26,5%, provient du Centre-Ouest : forages de Sbeitla et Jelma qui approvisionnent Sfax, forages du Kairouanais et d'Enfidha et Barrage de Nebhana.
  L'ensemble forme le système Belli-Kairouanais-Sahel. Ainsi, la région Centre-Est présente le plus faible niveau d'autonomie (13,5%) et est dépendante d'un système complexe se fournissant dans le Nord-Ouest et dans le Centre-Ouest pour 86.5% de ses besoins.
- **Le Nord-Ouest** (Gouvernorats de Béja, Jendouba, Siliana, El Kef) mobilise 90,8% de ses besoins en eau **potable** localement à partir des barrages de Bouhertma, Kasseb, Beni M'tir et à partir de forages sur ses nappes profondes. Les 9,2% restants proviennent du Nord-Est (forage de Zaghouan).
  En matière d'eau potable, le Nord-Ouest ne consomme que 11% des ressources produites dans la zone pour cet usage.

Les 3 autres régions s'alimentent sur des ressources produites localement et sont donc à 100% autonomes :

- **Le Centre – Ouest** (Kairouan, Sidi Bouzid, Kasserine) puise ses besoins dans les nappes profondes du kairouanais, de Sbeitla-Jelma et Kasserine-Sidi Bouzid ;
- **Le Sud-Est** (Médenine, Tataouine, Gabes) s'alimente à partir des forages de Médenine-Tataouine et des stations de dessalement qui se sont développées dans la zone.
- **Le Sud- Ouest** (Tozeur, Kébili, Gafsa) utilise également les eaux saumâtres dessalées prélevées dans les nappes profondes de la région.

La rareté des ressources locales a imposé la desserte des grandes agglomérations urbaines par des systèmes interconnectés complexes, mettant en œuvre plusieurs centres de production et des adductions fonctionnant en parallèle, de façon à garantir à ces agglomérations un service d'eau potable continu et dit « sécurisé ».

Le Grand Tunis en particulier, est alimenté à partir de 4 sources : les sources de Zaghouan, le barrage de Ben M'tir, le Barrage Kasseb et une prise sur le canal Medjerda-Cap Bon. De plus, des réserves d'eau brute de 15 millions de m^3 situées à proximité du centre de production de Ghdir El Goulla assurent à l'agglomération une autonomie de plus de 20 jours des besoins.

Dans la région de Sousse, un ambitieux projet de création d'une réserve de 25 Millions de m^3 et d'une station de traitement va conférer à tout le système de transfert des eaux du Nord une sécurisation dont l'absence a été à l'origine de perturbations parfois graves de la desserte sur l'axe Belli-Sfax durant les 8 dernières années.

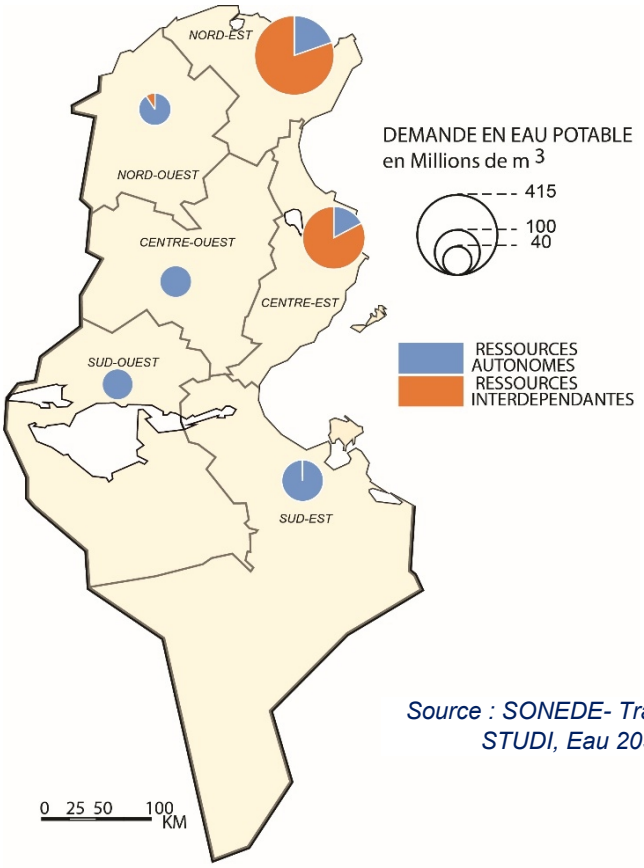
Les investissements réalisés au cours des dernières années (ou programmés d'ici 2025) en matière de dessalement, de transferts et d'interconnexion des réseaux, devraient permettre de sécuriser la distribution de l'eau potable en toute saison et en tout lieu.

Tableau n° 18 : Equilibre comptable de l'eau potable gérée par la SONEDE (Mm^3)

Région	Ressources prélevées	Ressources importées	Ressources exportées	Usage Local
NE	65,3	251,2	4,8	311,7
NO	410,7	4,8	363,6	51,9
CE	27,6	160	0	187,6
CO	92,9	0	47,6	45,3
SE	85,7	0,1	0	85,8
SO	43,1	0	0,1	43

Source : SONEDE- Traitements STUDI, Eau 2050

Figure n° 82 : Carte de la demande AEP



Source : SONEDE- Traitements STUDI, Eau 2050

Figure n° 83 : Carte des flux entre régions

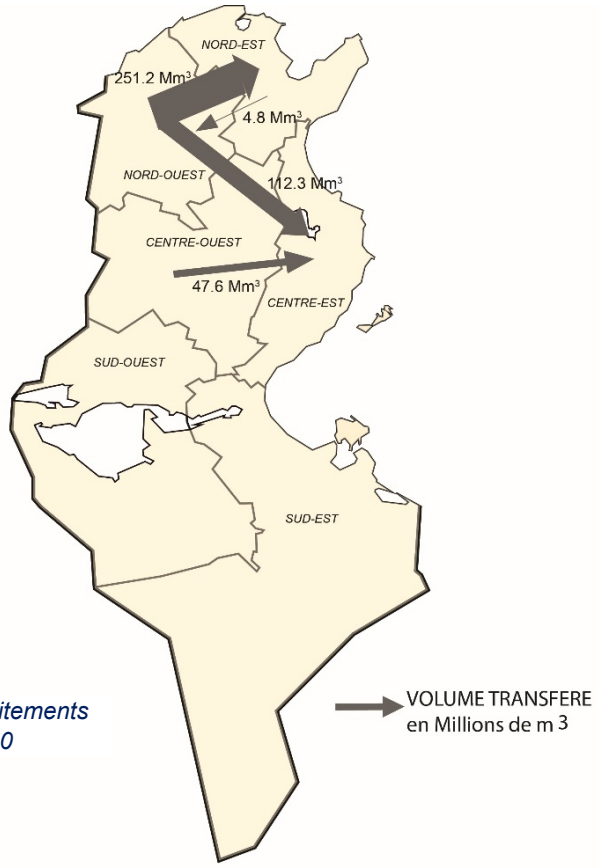


Tableau n° 19 : Matrice des flux entre régions

Région	NE	NO	CE	CO	SE	SO
NE	61,5	4,8	0	0	0	0
NO	251,2	47,1	112,3	0	0	0
CE	0	0	25,3	0	0	0
CO	0	0	47,6	45,5	0	0
SE	0	0	0	0	85,7	0
SO	0	0	0	0	0,1	43
Total	**312,7**	**51,9**	**175,3**	**45,5**	**85,8**	**43**

Source : SONEDE - traitements STUDI, Eau 2050

En revanche, c'est dans la maintenance de ces équipements, d'une part, la gestion de la ressource d'autre part (arbitrages entre eau potable et irrigation en temps de sécheresse, pompage de l'eau des barrages de l'extrême-Nord pour réduire les déversements et capitaliser cette eau) que se situent les faiblesses.

Une autre faiblesse réside dans l'absence de plans détaillés et écrits pour chaque système et pour chaque ville de gestion en temps de crise, c'est-à-dire un document qui décrit le mode de gestion de la pénurie (distribution par rotation, distribution durant des périodes annoncées d'avance, etc.). Cela suppose que les réseaux de distribution aient été conçus dans une optique de distribution « précautionneuse » et économe. C'est loin d'être le cas. Les habitudes ont été plutôt façonnées dans une période de relative abondance et seront certainement à changer dans les années à venir.

3.2.1.3. Le blocage tarifaire

La tarification de l'eau comporte 2 volets : une partie rémunérant la fourniture de l'eau (SONEDE) et une partie liée au service d'assainissement (ONAS).

S'il s'agit d'analyser le comportement du consommateur, c'est le montant total de la facture qu'il faut considérer. Mais pour l'analyse des équilibres financiers des opérateurs, on considérera chaque partie séparément.

Cela fait plusieurs années que la SONEDE subit une faible couverture de ses coûts de revient par le prix de vente moyen pratiqué. Il en résulte un écart de l'ordre de 240 millimes par m^3 en 2012 et qui atteint près de 290 millimes/m^3 en 2018.

Appliqué à un volume consommé de 447,2 Mm^3 en 2018, c'est près de 128 millions de dinars.de subvention qu'il s'agit de mobiliser chaque année pour équilibrer les comptes de la SONEDE. Le décalage entre prix de revient et prix de vente est explicable en partie par les tarifs bas pratiqués mais aussi par les écarts considérables qui existent entre les volumes prélevés, les volumes produits (donc traités pour être potables) et les volumes réellement consommés et facturés.

Tableau n° 20 : Volumes prélevés, produits, consommés et facturés

	2018 (En Mm^3)	%
Prélevé sur la ressource (1)	725,3	100%
Produit (potabilisé) (2)	698,1	(2)/(1) : 96%
Consommé et facturé (3)	447,2	(3)/(1) : 62% ; (3)/(2) : 64%

Source : SONEDE, traitements STUDI, Eau 2050

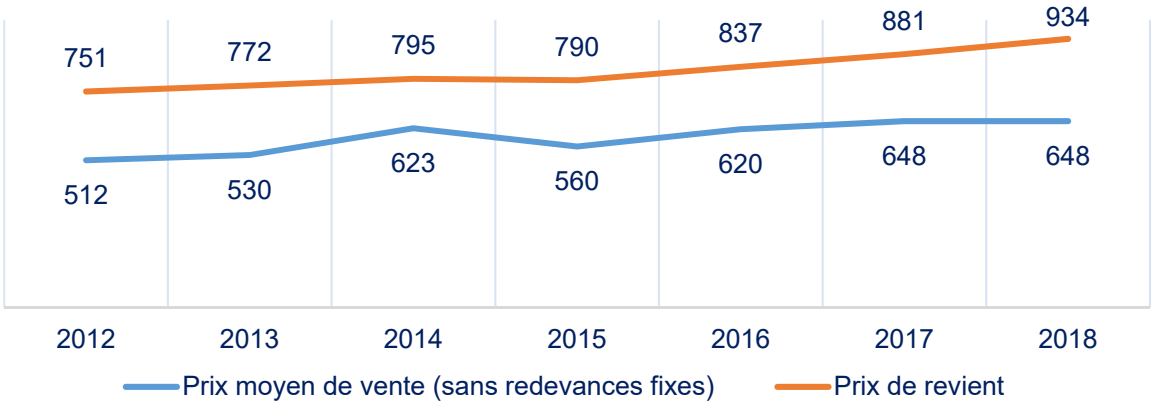
Ainsi, dans une première approximation grossière, les pertes d'eau entre ce qui est prélevé sur la ressource et ce qui est réellement consommé et facturé, s'établissent à près de 40%, niveau d'efficience inacceptable lorsque l'on sait ce que la mobilisation de cette ressource a coûté et coûtera encore pour la collectivité.

De même, entre la quantité d'eau qui a fait l'objet d'un traitement de potabilisation et la quantité consommée et facturée, la perte est de 36%.

S'il est admis que les réseaux de transport et de distribution d'eau connaissent un taux incompressible de pertes, un écart de 36% entre ce qui est produit et ce qui est consommé semble totalement en dehors des normes admises. Une analyse plus fine des rendements des réseaux AEP sera développée ci-après.

S'agissant des tarifs pratiqués, on estime que la dépense « Eau de la SONEDE » pèse 1,2% du budget moyen des ménages tunisiens, à mettre en perspective des pratiques internationales qui considèrent qu'une eau qui coûte entre 2 et 6% du budget des ménages reste abordable. Même si l'on intègre dans la dépense « eau » du ménage tunisien, les achats d'eau de citerne (citernes itinérantes) et les achats d'eau en bouteille, le budget reste en dessous du seuil de 2% du budget moyen global.

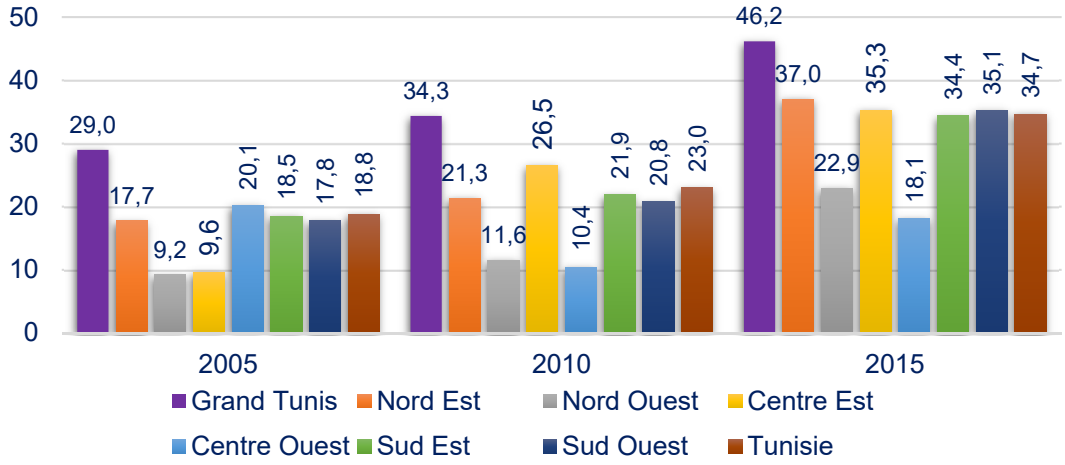
Figure n° 84 : Evolution comparée du prix de revient et du prix de vente moyen (hors redevances) de l'eau par la SONEDE - unité millimes par m³-



	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
P. Vente /P. Revient	68%	69%	78%	71%	74%	74%	69%

Source : SONEDE- traitements STUDI, Eau 2050

Figure n° 85 : Dépense SONEDE par habitant selon les enquêtes de consommation des ménages (en DT)



Source : Enquêtes sur les conditions de vie des ménages (INS) - traitements STUDI, Eau 2050

Tableau n° 21 : Sources d'approvisionnement par région en 2015 et dépense « eau » par personne

Sources d'eau, indicateurs et régions	Grand Tunis	Nord		Centre		Sud		National
		Est	Ouest	Est	Ouest	Est	Ouest	
Facture SONEDE	46,2	37,0	22,9	35,3	18,1	34,4	35,1	34,7
Eau minérale	11,9	2,5	1,0	4,6	1,8	3,7	2,4	5,2
Citernes itinérantes	0,3	5,0	5,0	2,2	19,1	2,2	20,9	5,6
Total eau potable	**58,3**	**44,5**	**28,9**	**42,0**	**39,1**	**40,3**	**58,4**	**45,4**
% de la dépense pour l'eau dans la dépense totale par personne	1,1%	1,3%	1,1%	1,0%	1,6%	1,2%	1,9%	1,2%
Part de la SONEDE dans total DPA eau	79,1%	83,1%	79,3%	84,0%	46,4%	85,4%	60,2%	76,3%

Source : Enquêtes sur les conditions de vie des ménages (INS) - traitements STUDI, Eau 2050

Outre, un niveau très bas, la comparaison de l'évolution, entre 1995 et 2015, de la dépense « eau » avec celle de l'électricité est parlante : selon les enquêtes de ménage de l'INS, la dépense d'électricité par habitant et par an est passée, entre 1995 et 2015, de près de 20 DT à 127 DT, soit une multiplication par 6,5. Dans le même temps, la dépense en eau de la SONEDE par habitant et par an, est passée de 9 DT à près de 35 DT, soit une multiplication par 3,8 d'un coût à l'origine très bas.

Il est à préciser que les tarifs de la STEG ont crû de 9,7% en moyenne annuelle, répercutant essentiellement la hausse des cours du pétrole (+9.3% sur la période). Le taux de croissance annuel des tarifs SONEDE s'est établi à 7%.

Les conséquences d'une telle situation, lorsqu'elle perdure, sont de plusieurs ordres :

- Tout d'abord la difficulté de maintenir en état les équipements. La SONEDE, qui a la charge d'entretenir plus de 55.000 km de réseaux d'adductions, estime ne pouvoir remettre en état que 100 à 200 km par an. En témoignent la batterie de ratios relatifs au rendement du réseau de distribution et à l'indice linéaire de pertes sur distribution (IPLD) présentée dans l'analyse des tendances : le rendement sur distribution s'établit à 76% au niveau national, allant de 53% à 87% selon les gouvernorats, tandis que l'indice IPLD traduit des pertes sur distribution de 9,1 m^3/j/km en moyenne nationale, avec un minimum à Siliana de 3,3 m^3/j/km et un maximum à Gabès de 16,1 m^3/j/km. Il est rappelé que ce dernier indice est passé de moins de 5 m^3/j/km en moyenne nationale en 2002 à plus de 9 m^3/j/km en 2018.
- De plus, même s'il n'existe pas de référentiel unique des valeurs de l'ILPD partagé par les gestionnaires de l'eau potable, on peut adopter les valeurs de référence raisonnables suivantes :
  - ✓ en dessous de 2,1 m^3/j/km, il s'agit de pertes inévitables et dont le coût de récupération serait trop élevé ;
  - ✓ le seuil de 4 m^3/j/km est le seuil maximum d'acceptabilité de pertes à ne pas dépasser.

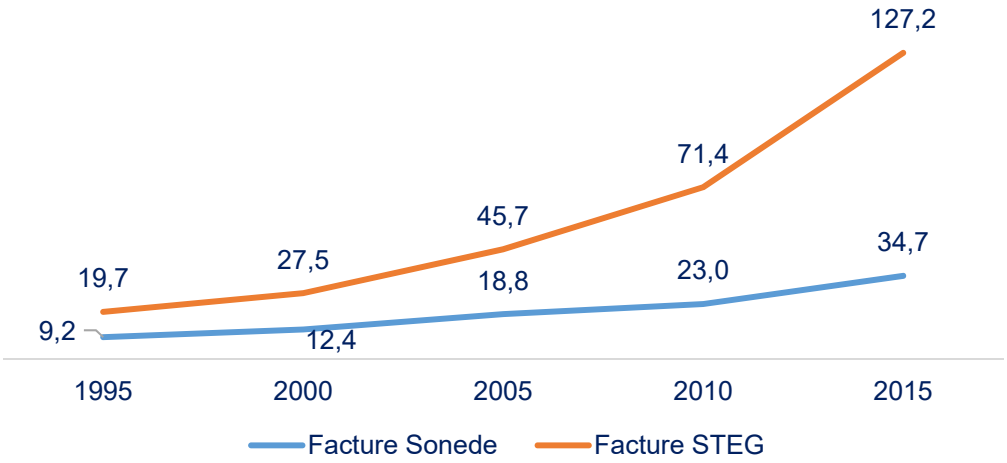
  On notera qu'en 2018, la moyenne nationale est très au-dessus de ce seuil d'acceptabilité et que seuls deux gouvernorats, Siliana et El Kef, sont en dessous de 4m^3/j/km avec respectivement 3,3 et 3,8 m^3/j/km en 2018.
- Alors que les pouvoirs publics continuent à investir dans des stations de traitement et de dessalement pour répondre à la demande croissante des usagers, la réparation et la maintenance des réseaux doivent être inscrit dans les priorités. En permettant d'améliorer les rendements et de réduire les pertes sur réseau qui augmentent d'année en année (cf. figure n°87) ; c'est un moyen de retarder l'échéance d'investissements lourds.
- La dégradation de la situation financière de la SONEDE fait, qu'au fil des années, elle peine à mener les projets qui s'imposent, dans les délais impartis. L'augmentation des tarifs de l'eau constitue ainsi une priorité pour rétablir les équilibres financiers et apporter le flux de trésorerie nécessaire pour arrêter la spirale : tarifs bas / gaspillage et absence de moyens pour la maintenance / dégradation physique des réseaux / dégradation des performances du service de l'eau en général.
- L'absence de prise de conscience de l'usager de la nécessité d'économiser l'eau et de ne pas la gaspiller. En termes de consommation domestique, celle-ci a atteint une moyenne nationale de 122 l.hab/j, ce qui outre d'être classés dans une situation de confort selon les normes OMS, place la Tunisie dans un groupe de pays loin de partager les questions de rareté de la ressource qui pèsent sur la Tunisie.
- La figure n°88 compare la consommation mensuelle d'eau en 2005 et en 2018 et met en évidence l'évolution nette des volumes consommés.

Les tarifs de la fourniture de l'eau potable par tranche de consommation trimestrielle, actuellement en vigueur, sont donnés par le tableau n°22.

En général, la tarification de l'eau potable poursuit deux d'objectifs difficiles à concilier :

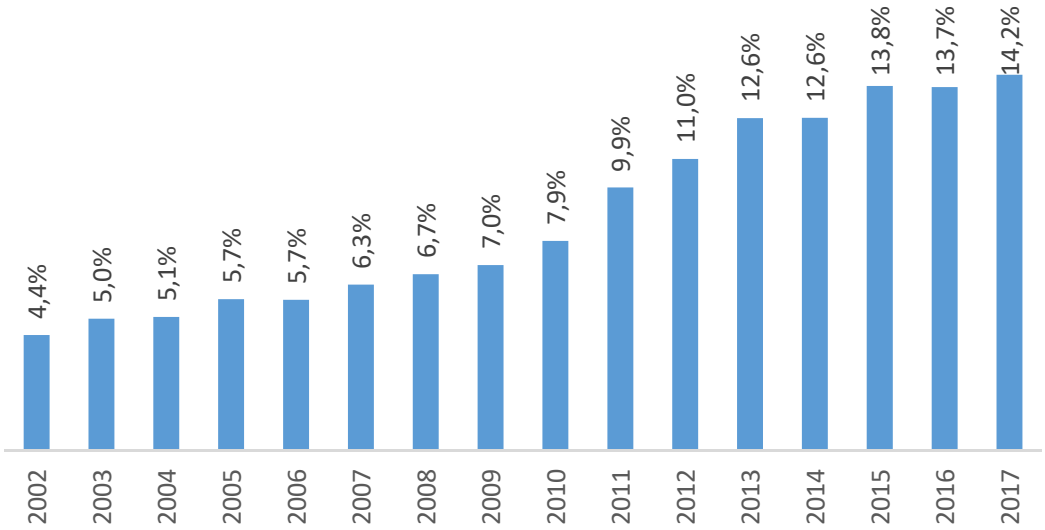
- Le premier est celui de la pérennité du service qui implique que les coûts du dispositif puissent être couverts par les recettes et ressources collectées par l'opérateur et éventuellement par une subvention de l'Etat.
- Le deuxième objectif est celui de permettre l'accès de la population, en particulier la plus démunie, à la ressource à un prix et à des conditions acceptables

Figure n° 86 : Dépenses par personne et par an en DT des factures SONEDE et STEG entre 1995 et 2015 selon les enquêtes de consommation



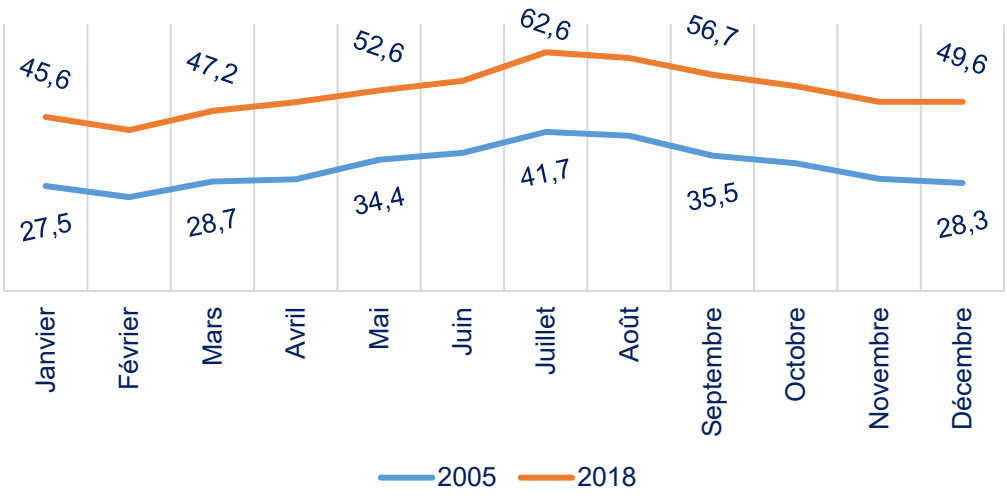
Source : Enquêtes sur les conditions de vie des ménages (INS) - traitements STUDI, Eau 2050

Figure n° 87 : Pertes récupérables/Production d'eau par la SONEDE entre 2002 et 2017



Source : Données SONEDE- traitements STUDI, Eau 2050

Figure n° 88 : Consommation d'eau en millions de m³ par mois en 2005 et 2018



Source : Données SONEDE- traitements STUDI, Eau 2050

La grille tarifaire retenue doit donc être ajustée de façon à maintenir un tarif dit « social » pour les populations ayant une faible capacité à payer et un tarif plus élevé pour les catégories plus aisées.

La pratique la plus répandue pour satisfaire ces deux objectifs à la fois est d'avoir une grille par tranche avec un tarif qui augmente en fonction du volume consommé. C'est ce type de grille tarifaire qui est pratiquée par la SONEDE.

Or ce type de grille tarifaire suppose de revisiter fréquemment les tarifs de façon à toujours couvrir le prix de revient, d'une part, à satisfaire l'objectif de la redistribution, d'autre part.

Par ailleurs, ce mode, considéré comme efficace pour assurer les transferts croisés, présente néanmoins certaines limites. :

- La première est qu'il n'est pas certain que les petits consommateurs soient systématiquement ceux ayant la plus faible capacité à payer ;
- -D'autre part, en voulant faire supporter aux plus gros consommateurs la plus grande charge correspondant au tarif le plus élevé, pour compenser le déficit lié à la tranche sociale, l'opérateur court le risque de voir ces grands consommateurs chercher des ressources alternatives telles que forages privés, recours à l'eau usée traitée, etc. Sans être nécessairement un choix non bénéfique pour la collectivité, cela empêche le système de trouver son équilibre, étant donné le poids des consommations de la tranche sociale.

Les pratiques internationales en la matière sont détaillées ci-après :

- Plusieurs modèles de tarification sont mis en pratique : le forfait, le tarif monôme et le tarif binôme. Le forfait est pratiquement abandonné et reste en vigueur seulement pour les cas isolés, spécialement en cas de partage d'une source collective. Le tarif monôme consiste à facturer l'eau en fonction du niveau de la consommation aussi bien pour les redevances de gestion du compteur que pour l'usage de l'eau. Le tarif binôme consiste à facturer une redevance fixe pour la location du compteur et une redevance variable pour la consommation.
- Le taux de TVA est le plus souvent proche du taux courant.
- Une redevance proportionnelle à la consommation liée au service d'assainissement est comptabilisée, parfois même à l'ensemble des usagers, y compris ceux qui ne sont pas raccordés au service.
- Une contribution au coût de dégradation de l'environnement est parfois prévue.
- La péréquation entre bénéficiaires de la tranche sociale et consommateurs plus aisés est une pratique courante. Néanmoins, l'équilibre est difficile à trouver dans la mesure où l'on a souvent des catégories aisées dont le tarif et la consommation ne permettent pas de couvrir le déficit lié aux catégories qui contribuent le moins et qui sont général dominantes en termes de nombre d'abonnés et de volumes consommés.
- Même s'il n'existe pas de norme en la matière, le taux par rapport au budget des ménages, considéré comme abordable (eau et assainissement) dans les pays en développement est de l'ordre de 5% à 6%. Dans les pays développés, où le budget des ménages voit la part réservée à l'alimentation et à l'eau diminuer au profit des loisirs notamment, le taux (eau et assainissement) est en général inférieur à 2%-2,5%.
- Le recours au secteur privé pour l'investissement et la gestion de la production et de la distribution de l'eau est devenue une pratique courante : la distribution de l'eau est confiée à des entreprises d'affermage. La gestion des infrastructures est, de son côté, confiée à des entreprises de patrimoine. Les deux catégories d'entreprises sont liées à l'Etat par des contrats de partenariat public privé. La fixation des tarifs reste du domaine de l'autorité publique mais il est attendu de ces ajustements institutionnels qu'ils puissent laisser espérer, à terme, un allégement des tarifs (économies d'échelle et gestion plus rigoureuse).

Une simulation d'une grille tarifaire cible qui permettrait d'équilibrer le coût de revient de la SONEDE de 2018 (934 millimes/m^3 hors redevances) est proposée par le tableau n°23. Il s'agit d'une simple illustration :

- Les 3 premières tranches qui génèrent plus de 50% de la consommation voient leur facture augmenter très modestement de façon à se rapprocher du coût de revient.
- On notera que pour la première tranche de 0-20 m^3, une augmentation du tarif de 100 millimes du m^3 Hors TVA occasionnera une augmentation de la facture trimestrielle de 2 DT, soit l'équivalent du prix d'une grande bouteille d'eau par mois.

Tableau n° 22 : Tarifs de la fourniture de l'eau potable par tranche de consommation trimestrielle

Tranche (m^3)	Tarif (DT/m^3)	% Prix moyen	% Abonnés	% Volume eau	% Recettes
0 – 20	0,2	31	42,83	12,3	3,8
21 – 40	0,325	50	30,2	23,5	11,8
41 – 70	0,45	70	18,8	25,2	17,6
71 – 100	0,77	119	4,9	10,5	12,5
101 – 150	0,94	146	1,9	5,9	8,6
151 – 500	1,26	196	1,2	6,9	13,4
>501 et tourisme	1,315	204	0,25	15,8	32,2 *
Toutes tranches	0,644	100	100	100	100

Source : SONEDE- traitements STUDI, Eau 2050

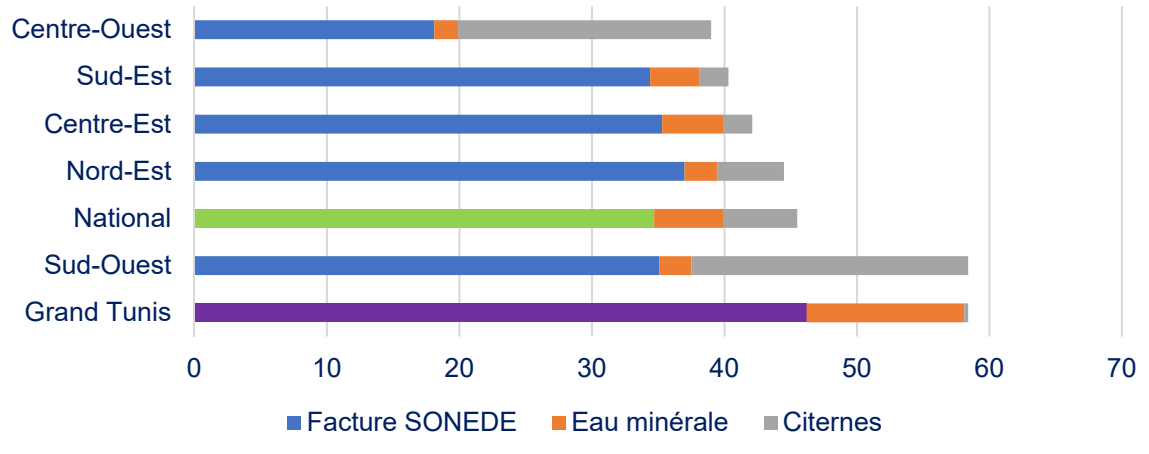
** 6,4 % du tourisme*

Tableau n° 23 : Essai de proposition de grille ajustée sur le coût de revient

Tranche	Tarif actuel (mm)	Nbre d'abonnés (%)	Consomma-tion (%)	Simulation tarifaire (mm)	Plafond facture AEP actuelle	Plafond facture AEP simulé	Delta (DT)	Delta/mois (DT)
0-20	**200**	**42,70%**	**8,40%**	**300**	**4**	**6**	**2**	**0,667**
21-40	**325**	**30,10%**	**21,30%**	**550**	**13**	**22**	**9**	**3,000**
41-70	**450**	**18,70%**	**22,80%**	**750**	**31,5**	**52,5**	**21**	**7,000**
71-101	**770**	**4,90%**	**9,60%**	**1150**	**77,77**	**116,15**	**38,38**	**12,793**
101-150	**940**	**2,00%**	**5,50%**	**1300**	**141**	**195**	**54**	**18,000**
151-500	**1260**	**1,50%**	**6,60%**	**1650**	**630**	**825**	**195**	**65,000**
>500	**1315**	**0,30%**	**17,20%**	**2080**	**657,5**	**1040**	**382,5**	**127,500**
Tarif moyen	**623,585**			**961,91**				

Source : SONEDE- traitements STUDI, Eau 2050

Figure n° 89 : Dépense par habitant selon la source d'approvisionnement en 2015 (en Dt)



Source : Données SONEDE- traitements STUDI, Eau 2050

S'agissant des eaux de boisson conditionnées, la Tunisie figure parmi les pays à forte consommation d'eaux minérales en occupant, d'après le rapport national du secteur de l'eau en 2017, le 12ème rang mondial. En effet, le tunisien, pour des raisons de goût essentiellement, a une préférence pour l'eau minérale. La consommation annuelle d'eau en bouteille par habitant a évolué d'environ 10 l/habitant/an en 1995 à 170 l/hab./an en 2017. La consommation d'eau en bouteille et d'eau issue de citernes itinérantes s'est fortement développée ces dernières années et concurrence l'eau de la SONEDE dans certaines régions.

3.2.2. L'irrigation

L'Irrigation forme le pilier de consommation volumique des ressources en eau dans le monde et en Tunisie. Ce pilier est prioritaire pour des motifs de souveraineté alimentaire et de nutrition, mais aussi en termes d'équilibre de la balance commerciale et de gain en eau virtuelle (en quantité et en valeur).

Néanmoins, l'usage irrigation prend la seconde place après l'AEP, prioritaire en volumes et en qualité.

L'usage efficient, durable et équitable de l'eau d'irrigation relève de la plus haute importance dans la comptabilité des ressources en eau et dans l'équilibre socio-économique du pays. En plus de l'accès à la ressource eau et sol, la fiabilité du service de l'eau pour l'irrigation est primordiale, particulièrement pour des cultures pérennes comme l'arboriculture.

Même si la superficie des périmètres irrigués ne dépasse guère 8 % de la superficie agricole utile du pays, le secteur irrigué revêt un caractère stratégique eu égard à son impact sur la sécurité alimentaire et sa place sur le plan économique et social :

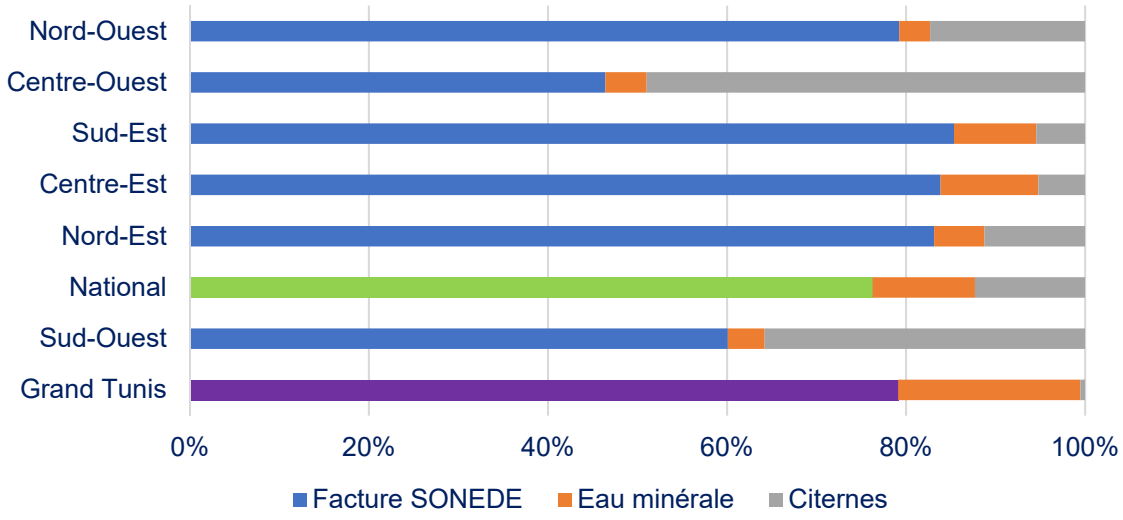
- **Poids économique** : il participe à hauteur de 35-40 % en valeur de la production agricole du pays, 95 % de la production maraîchère, 70 % de la production arboricole (hors huile d'olive) et 30 % de la production laitière, 20 % des exportations agricoles (agrumes, dattes, primeurs…).
- **Poids social** : le secteur irrigué occupe environ 20 % de la main d'œuvre agricole, il favorise le maintien des agriculteurs sur leurs exploitations en leur assurant un revenu assez régulier qui est en moyenne le triple de ce qui est procuré par l'agriculture pluviale. L'irrigation concerne près d'un agriculteur sur quatre en Tunisie et cette proportion est encore plus forte pour les exploitations de faible superficie. Elle favorise la diversification des activités. En outre, l'impact de l'activité d'irrigation sur l'emploi s'étend à l'ensemble des filières amont et aval (approvisionnement, entreprises agro-alimentaires, services…) avec un impact positif sur le développement rural des régions dotées d'une activité agricole irriguée.
- **Poids de l'institutionnel** : l'agriculture irriguée constitue encore le noyau dur de la petite agriculture, laquelle arrive à se maintenir malgré les grandes évolutions technologiques et économiques qui ont transformé le secteur dans son ensemble au cours des dernières décennies. En outre, l'émergence de complexes agricoles irrigués, drainant des investissements importants au profit du secteur, n'a pas encore généré d'intégration et de symbiose avec leur environnement constitué de la petite agriculture. D'autre part, l'implantation des GDA en tant que groupes organisés représentatifs des producteurs peut initier une prise en main progressive de l'avenir de l'agriculture, en général, qui souffre d'une déficience patente en termes d'organisations professionnelles, sous réserve que ces structures puissent monter en capacités et en savoir-faire technique et économique.

3.2.2.1. Typologie des périmètres irrigués et processus d'implantation

Les ressources en eau aussi bien que les sols à vocation d'irrigation étant limités, le potentiel durable des superficies irrigables en maîtrise totale ou intensives (disposant de ressources en eau permanentes et régularisables) est actuellement de l'ordre de 435 000 ha, soit 8% de la superficie agricole utile du pays. L'irrigation semi intensive ou de complément ainsi que les épandages de crue (disposant de ressources en eau aléatoires) constituent un potentiel estimé à environ 150 000 ha. Dans l'ensemble, les périmètres irrigués sont parsemés sur l'ensemble du territoire avec des concentrations particulières dans la vallée de Mejerda au Nord, dans le Kairouanais en Tunisie Centrale, et dans le Jerid au Sud.

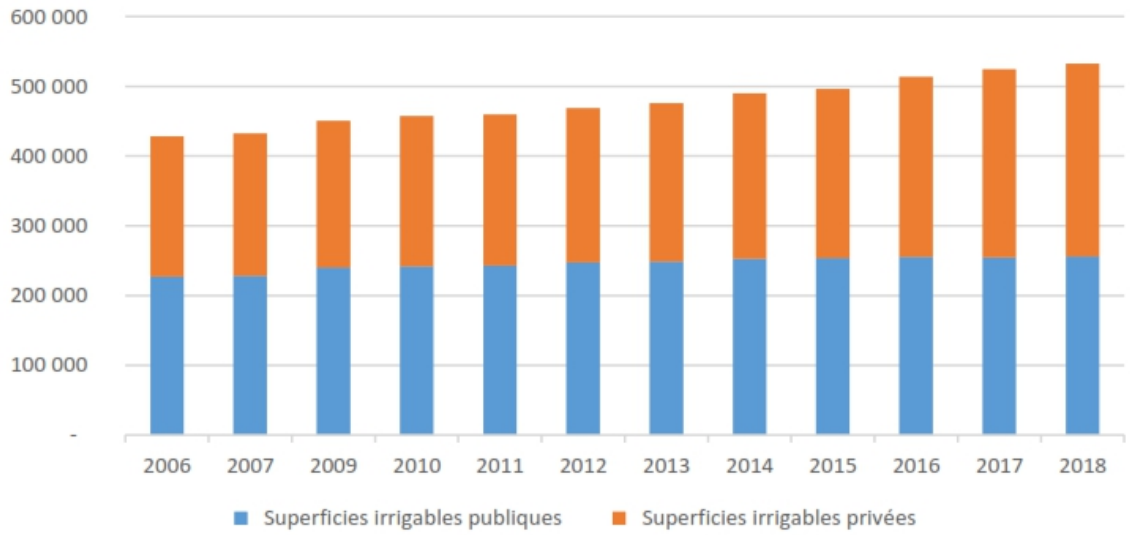
Le taux moyen d'extension de cette superficie au cours des deux dernières décennies a été de l'ordre de 2 % par an.

Figure n° 90 : Niveau d'approvisionnement SONEDE et autre que SONEDE en 2015



Source : Données SONEDE- traitements STUDI, Eau 2050

Figure n° 91 : Extension des superficies irrigables publiques et privées



Source : DGEDA, 2006-18 - traitements STUDI Eau 2050

Selon l'enquête Périmètres Irrigués 2016-2017 (DG/EDA- MARHP, 2018) qui tient compte des extensions illicites, de périmètres ne disposant pas de ressources suffisantes ou situés sur des nappes en état de surexploitation, la superficie irrigable serait estimée à 524 000 ha et est composée de :

1- Périmètres Publics Irrigués (PPI)

Les PPI sont aménagés grâce aux investissements directs de l'Etat pour des infrastructures collectives. Ils couvrent des entités variant de 50 à 25 000 ha et comprennent généralement des réseaux conçus au tour d'eau ou à la demande pour les plus récents, des systèmes d'assainissement ou de drainage ainsi que des réseaux de pistes d'accès aux exploitations agricoles.

La superficie totale de ces périmètres est de 254 000 ha (48,5 % de la superficie irrigable) qui sont alimentés à partir de barrages (128 000 ha), de forages (113 000 ha), des eaux usées traitées (7 200 ha) et d'autres menues ressources (7 000 ha).

La figure n°92 donne par grande région naturelle la répartition de la superficie irrigable des PPI par nature d'ouvrages hydrauliques utilisés pour l'approvisionnement en eau.

Le Nord abrite 63% des PPI, irrigués à hauteur de 60% par les eaux de surface. Les ressources souterraines sont localisées pour 79% dans les régions du Centre et du Sud.

2- Périmètres Irrigués Privés (PIP)

Les « périmètres irrigués privés » sont formés de systèmes individuels réalisés grâce à l'initiative propre des exploitants agricoles mais avec d'importants encouragements financiers de l'Etat. Les incitations financières atteignent dans ce cadre 25 % des investissements engagés par les agriculteurs. Ces périmètres couvrent actuellement 270 000 ha, (soit 51,5 % de la superficie totale 3-irrigable) et sont alimentés essentiellement à partir de puits de surface (169 000 ha), de forages privés (83 000 ha), des écoulements d'oueds (12 000 ha) et de lacs et barrages collinaires (6 000 ha).

3- Irrigation de complément ou par épandage

L'irrigation de complément et par épandage englobe les systèmes traditionnels de collecte des eaux de ruissellement ou d'épandage de crues (Tabias, Meskats, Mgouds) et les systèmes modernes d'épandage de crues dans le Centre du pays, les puits, forages et lacs collinaires utilisés d'une manière conjoncturelle pendant les périodes de sécheresse en vue de la sauvegarde de l'arboriculture conduite en temps normal sous culture pluviale.

Les superficies irriguées par ces systèmes sont difficiles à cerner et peuvent être évaluées entre 30 000 et 50 000 ha par an en fonction des conditions climatiques, mais elles sont appelées à se développer à l'avenir avec la densification des points d'eau dans le monde rural. En potentiel, ce type d'irrigation peut atteindre 150 000 ha pour les années climatiquement difficiles avec un usage épisodique de l'eau de salinité assez élevée.

3.2.2.2. Justifications socioéconomiques des aménagements de PPI

Depuis la fin des années 60, la politique hydraulique volontariste multi-dimentionnelle visait à :

- régulariser, diversifier et intensifier la production agricole. L'objectif principal recherché était, in fine, l'autosuffisance alimentaire du pays.

- la réduction de l'exode rural,

- la promotion de filières agroalimentaires,

- la protection des centres urbains des inondations,

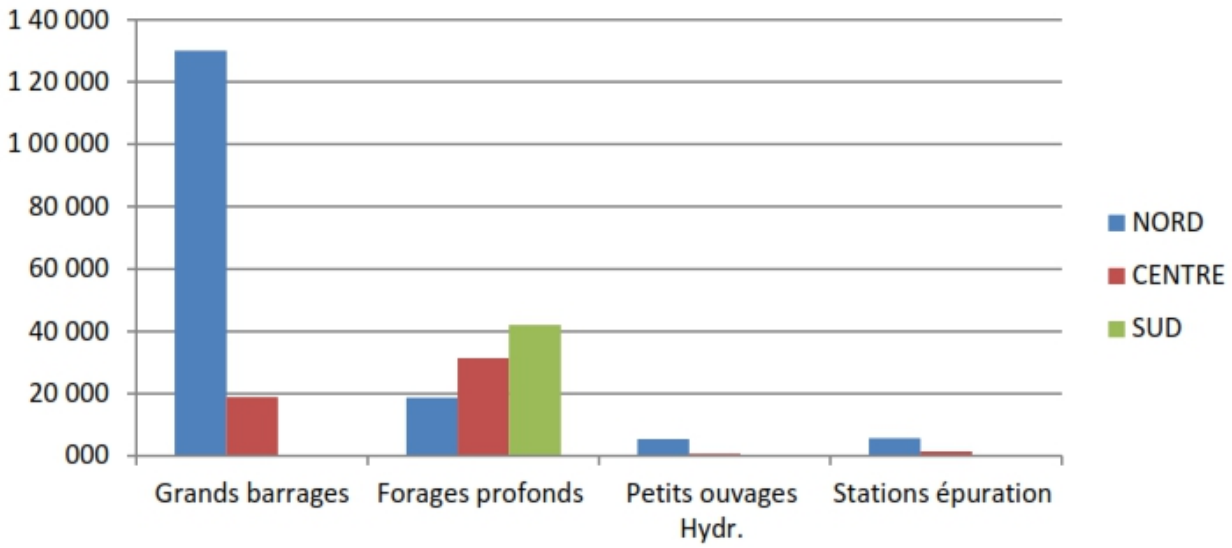
- le rééquilibrage de la balance du commerce des produits agro-alimentaires, via l'exportation.

Le pays s'est engagé dans une politique d'identification du potentiel hydrique, de mobilisation des ressources ainsi inventoriées et d'aménagements hydrauliques, le tout financé sur fonds publics.

Cette politique s'est inscrite dans une succession de plans directeurs qui ont constitué des cadres de cohérence des décisions d'investissement pour la mobilisation des ressources hydriques à long terme (cf. Etude du secteur de l'eau - MARHP - 1999).

L'identification et l'exécution des projets d'irrigation sont l'apanage du Ministère de l'Agriculture et plus particulièrement de ses deux directions générales, des grands travaux hydrauliques et du génie rural.

Figure n° 92 : Répartition de la superficie des PPI en ha selon les types d'ouvrages hydrauliques



Source : MARHP- traitements STUDI Eau 2050

Tableau n° 24 : Superficies moyennes des cultures irriguées et taux d'évolutions des occupations du sol entre 2006 et 2018

Région	Céréaliculture		Cultures maraichères		Arboriculture	
	Sup moyenne (ha)	Taux d'évolution (%)	Sup moyenne (ha)	Taux d'évolution (%)	Sup moyenne (ha)	Taux d'évolution (%)
Nord-Ouest	**40 624**	**2%**	**19 108**	**-3%**	**14 086**	**1%**
Nord-Est	**18 727**	**-5%**	**46 806**	**-0,3%**	**49 993**	**2%**
Centre-Ouest	**52 106**	**1%**	**42 543**	**2%**	**71 120**	**6%**
Centre-Est	**6 088**	**1%**	**19 108**	**-3%**	**14 086**	**1%**
Sud-Ouest	**11 490**	**0,40%**	**6 947**	**0,40%**	**499 391**	**5%**
Sud-Est	**7 977**	**2%**	**9 403**	**0,40%**	**17 998**	**7%**
National	**139 048**	**1%**	**142 650**	**-0,30%**	**214 195**	**5%**

Source : DGEDA - traitements STUDI Eau 2050

Tableau n° 25 : Caractéristiques GDA/Exploitations agricoles

Types de PI	Superficie	Nombre GDA	Nombre adhérents	Adhérents / GDA	Surface / GDA	Surface / adhérent
	Ha	Nb	Nb			
Grands PPI	71 104	143	27 224	190	497	2,6
Petits PPI intensif	43 726	580	23 744	41	75	1,8
Petits PPI semi intensif	2 832	81	2 684	33	35	1,1
Oasis	28 939	257	59 898	233	113	0,5
P. EUT	2 415	13	1 985	153	186	1,2
P. épandage	15 888	26	2 861	110	611	5,6
Total & moyenne	164 904	1 100	118 396	108	150	1,4

Source : DGEDA - traitements STUDI Eau 2050

Pour les besoins d'entretien et de fonctionnement de l'infrastructure mise en place, des structures d'appui avaient été créées, les Offices de Mise en Valeur des Périmètres irrigués, chargés également de l'encadrement technique des nouveaux irrigants. Ces structures jugées budgétivores, ont été, dans le cadre d'une rationalisation des dépenses publiques, dissoutes. Les CRDA et des associations d'irrigants ont pris le relais de ces offices.

Mais les processus de décisions pour la mise en valeur des périmètres irrigués reposaient au fond sur une décision « Top-down » qui n'a pas toujours donné les résultats escomptés :

- Les futurs bénéficiaires des aménagements ne sont que rarement impliqués dans les choix techniques à adopter.
- Les cultures et les itinéraires techniques sont arrêtés en fonction d'objectifs nationaux, notamment la recherche de l'autosuffisance alimentaire.

Dans le même esprit, des assolements spécifiques à chaque PPI sont proposés et des techniques de production sont vulgarisées. Ce sont ces assolements et les normes théoriques de besoins en eau des diverses cultures préconisées qui ont été à l'origine du dimensionnement des réseaux d'irrigation.

Or, dans les faits, les irrigants, aiguillonnés par la recherche des revenus les meilleurs, se sont orientés vers les cultures les plus rémunératrices et les niveaux de rendements assurant le minimum de coût. Il en est résulté :

- D'importants décalages au niveau des occupations des sols, adoptées en rupture avec l'objectif d'autosuffisance décidé par l'Etat.
- Des quantités d'eau distribuées qui pouvaient être supérieures aux usages.
- Des taux d'intensification des périmètres irrigués, très en-deçà des objectifs. On y reviendra en détail dans le paragraphe suivant.
- In fine, la mise en péril de la rentabilité économique des investissements consentis pour réaliser ces aménagements.

La politique publique de l'eau menée a toutefois permis de générer des résultats positifs tels qu'une relative régularisation et intensification des productions agricoles. Les contributions de l'agriculture irriguée à la formation de la valeur de la production agricole globale et à la balance agroalimentaire sont indéniables, même si des faiblesses et des défis sont néanmoins à relever.

A l'avenir, des éclairages de nature économique seront nécessaires pour orienter les projets de réhabilitation des périmètres existants mais aussi la mobilisation de ressources supplémentaires. En effet, les marges d'augmentation des surfaces équipées pour être irriguées étant dorénavant limitées, voire inexistantes, la concurrence des autres usages de l'économie plus forte et l'équilibre entre disponibilité et usage devenant progressivement hors de portée, la gestion de la demande semble être la voie privilégiée pour conduire les arbitrages entre usages. La tarification de l'eau est l'instrument pour les orienter.

3.2.2.3. Structures, systèmes et performances du secteur irrigué

L'analyse des performances des périmètres irrigués est menée selon différents angles d'attaque que sont :

- Les niveaux d'intensification des périmètres irrigués au niveau global, selon qu'il s'agisse de périmètres privés ou publics, par région et selon le type d'exploitation ;
- L'occupation culturale des terres irriguées, évolution des superficies et rendements obtenus ;
- Les structures et systèmes agraires en irrigué ;
- Les résultats du programme d'économie d'eau (PNEE) ;
- Les externalités négatives générées par les périmètres irrigués ;

➔ **Des niveaux d'intensification très en-deçà des objectifs ciblés par les pouvoirs publics**

Selon les résultats de la dernière enquête sur les périmètres irrigués portant sur la campagne agricole 2016-2017 :

- La superficie totale irrigable en intensif et semi intensif serait de 524 000 ha.
- La superficie des cultures réellement irriguées est évaluée au cours de la même campagne (compte tenu des pratiques de « double cropping » et non compris les cultures intercalaires) à 456 000 ha.
- Ainsi, le Taux d'Intensification moyen horizontal (T.I) pour l'ensemble du pays se situerait à 87 %, chiffre relativement faible par rapport à l'objectif des pouvoirs publics qui s'étaient fixé un taux cible de 120%.

Si l'on se réfère aux résultats du tableau n°26, le taux d'intensification au niveau national semble régresser légèrement au cours de la dernière décennie, marqué pour une hausse notable de la superficie irrigable.

Tableau n° 26 : Evolution du taux d'intensification dans les périmètres irrigués

Campagne	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2014-2015	2016-2017
Taux d'intensification (%)	96%	104%	89%	82%	87%

Sources : DGEDA - MARHP

Le taux d'intensification culturale révèle toujours un avantage assez conséquent pour les périmètres privés (PIP), dont le taux est estimé à 98 % pour la campagne 2011-2012 contre 80 % pour les périmètres publics (PPI). Même tendance pour la campagne 2016-2017 avec 96% pour les PIP et 77% pour les PPI.

Les taux d'intensification diffèrent également selon la taille de l'exploitation : on estime que les périmètres sont effectivement exploités en irrigation pour 50% des surfaces dans les grandes exploitations et 85% dans les petites.

Les résultats régionaux (moyenne des 12 dernières années 2006-2018) confirment l'écart entre périmètres privés et périmètres publics, en faveur des premiers et des taux d'intensification assez variables d'une région à une autre.

Les taux d'intensification sont tributaires de trois facteurs importants :

1) la gestion de la fertilité des sols et de la salinité,
2) la disponibilité des ressources en eau et
3) le système de cultures plus arboricole (la tendance de l'évolution des soles des cultures à cycle court est globalement faible).

➔ Une occupation culturale des terres irriguées en faveur de l'arboriculture

L'occupation des sols des périmètres irrigués est dominée par l'arboriculture (oliviers, agrumes, dattes, espèces à pépins ou à noyaux) qui a connu les augmentations de superficie les plus importantes au cours de la dernière décennie. Au cours de la campagne 2016-2017, l'arboriculture a représenté près de 50 % des terres mises en culture, suivie du maraîchage (tomates, pommes de terre, piments…) dont le poids n'est que de 26%. Cette domination de l'arboriculture est expliquée par son adaptation à divers contextes climatiques et édaphiques et à un marché plus favorable comparativement aux autres spéculations. Cette évolution n'est pas toujours en adéquation avec les objectifs fixés par les pouvoirs publics qui souhaitaient orienter les périmètres irrigués vers les cultures dites stratégiques.

En outre, aucune spéculation nouvelle n'a été introduite à grande échelle pour créer d'autres filières agroindustrielles dynamisant le secteur irrigué.

Les cultures sous serres se sont développées à partir des années 1970 et occupent actuellement environ 13 000 à 15 000 ha, dont 10 000 ha situés au Centre et particulièrement dans les gouvernorats de Monastir et Sfax. Les superficies occupées par les cultures sous tunnels sont estimées à 3 000 ha situés pour l'essentiel dans le gouvernorat de Sfax.

Les eaux géothermales dans certaines régions du Sud (Tozeur, Kébili, Gabès) ont permis de développer les cultures maraîchères sous abris chauds sur environ 150 ha. Le potentiel géothermique est estimé à 310 ha déterminé en fonction des ressources en eau chaude disponibles dans le Sud.

Les taux d'extension de la superficie arboricole dans les régions, entre 2006 et 2018, atteignent 7% dans le Sud-Est et 6% dans le Centre-Ouest. On observe une augmentation des emblavures céréalières de 2% dans le Nord-Ouest et une réduction nette des cultures maraichères dans le Nord-Ouest et dans le Centre-Est.

La structure de l'assolement explique le faible niveau de l'intensification agricole puisque les superficies des cultures à cycle court sont, au mieux, stagnantes. Cet état de fait est dicté non seulement par la rareté de la ressource et la faible flexibilité du service de l'eau dans les périmètres mais aussi par des contraintes générales de chaines de valeurs telles que l'approvisionnement en intrants, la disponibilité de la main d'œuvre pour l'entretien des cultures et du chef de l'exploitation pour la gestion de la parcelle.

➔ **Performances moyennes en termes de rendements**

En ce qui concerne les rendements de culture dans les périmètres irrigués, les estimations générales disponibles situent les rendements à :

- 3,6 à 4 t/ha pour les céréales,
- 35 t/ha pour les fourrages,
- 40-70 t/ha pour les tomates de plein champ,
- 15-20 t/ha pour les pommes de terre,
- 30 t/ha pour les agrumes,
- 15-20 t/ha pour les espèces arboricoles à pépins,
- 3-7 t/ha pour les palmiers dattiers

Globalement, il s'agit de performances assez moyennes.

Mais un accroissement des rendements pour certaines des cultures maraîchères et arboricoles est en train de s'opérer d'une manière soutenue en lien avec l'introduction massive des systèmes d'irrigation localisée dans le Nord et le Centre du pays.

Les innovations dans les pratiques culturales ont été relativement lentes. L'adoption du système d'irrigation localisée par la majorité des exploitations arboricoles et maraîchères dans le cadre du PNEE, au cours des vingt dernières années, semble avoir généré un impact positif dans l'intensification verticale du système de production irrigué.

➔ **Structures et systèmes agraires en irrigué : une prédominance des petites et moyennes exploitations agricoles**

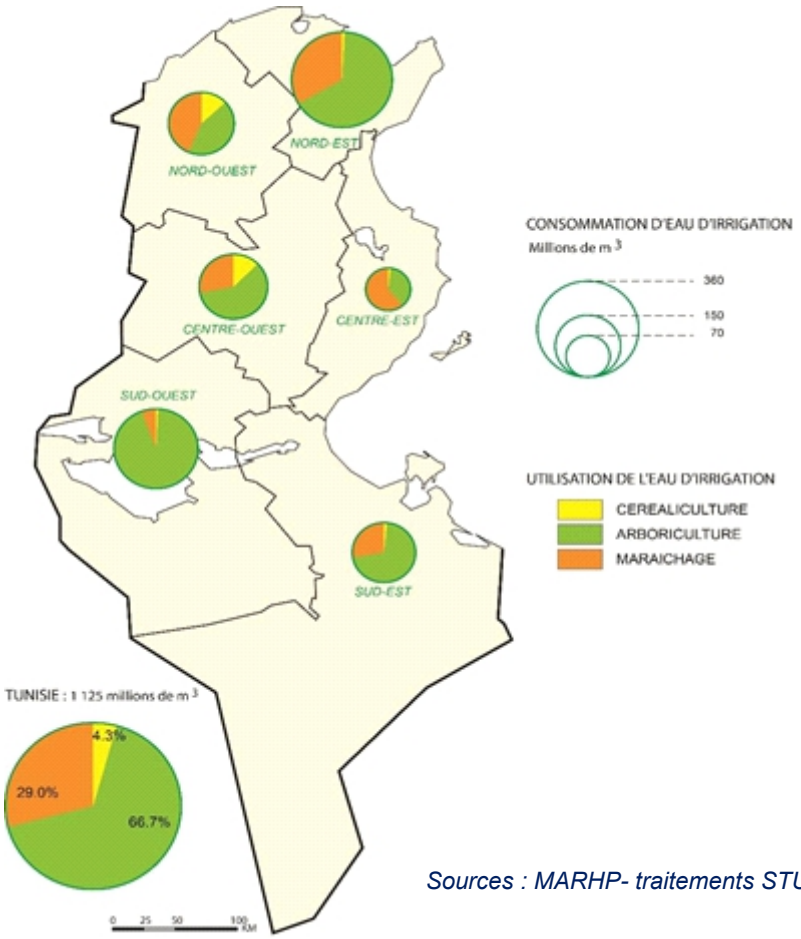
La politique publique d'aménagement hydroagricole et de réforme agraire, d'une part, la dynamique des exploitations agricoles privées, d'autre part, se sont traduites par un paysage particulier où prédominent les petites et moyennes exploitations agricoles. Ainsi, la taille moyenne des exploitations en irrigué est de 1,4 Ha, variant de 0,5 Ha dans les oasis à 2,6 Ha dans les grands périmètres irrigués.

L'émergence de la grande exploitation agricole irriguée a été essentiellement consécutive à la privatisation de l'exploitation des domaines de l'Etat constitués après la confiscation des terres coloniales au cours des années 60 (SMVDA), mais ces exploitations agricoles de type entrepreneurial, bien qu'assez performantes sur le plan technique, n'ont pas eu l'impact escompté en termes de développement et de rayonnement à l'intérieur des périmètres irrigués.

D'autre part, le développement de l'irrigation a conduit à l'émergence de paysages et systèmes agraires assez différenciés d'une région à l'autre, générés par la combinaison de divers facteurs édaphiques et anthropiques :

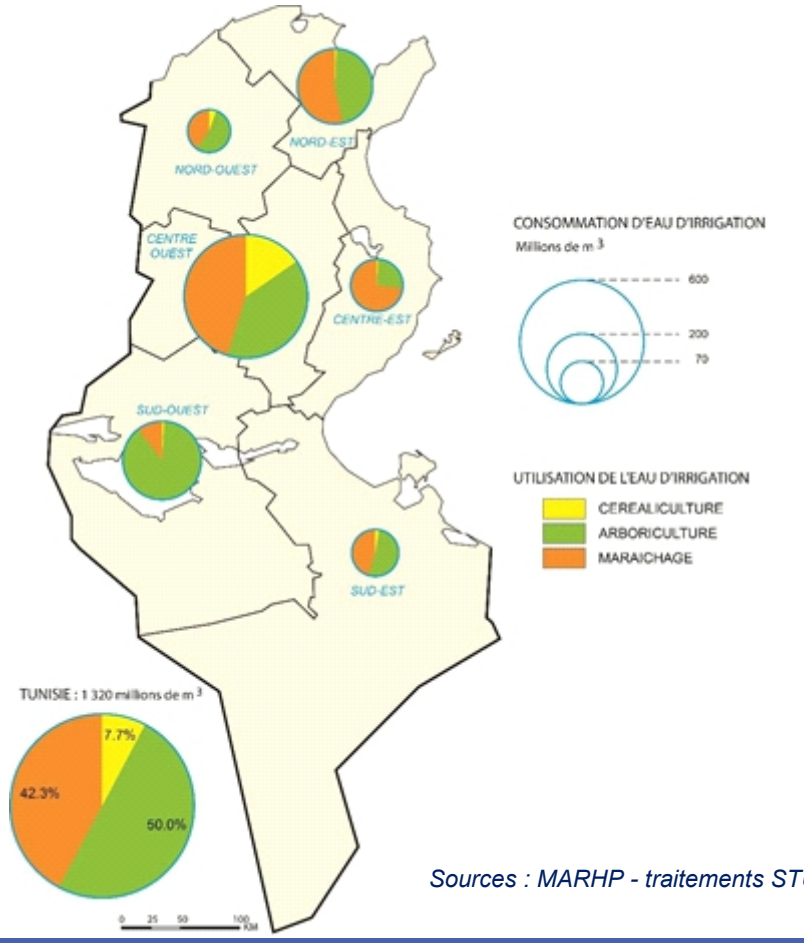
- Dans la vallée de la Medjerda, développement de systèmes variés de polycultures, céréales-fourrages dans la haute vallée de la Medjerda, et maraîchage-arboriculture dans la moyenne et la basse vallée,
- Prédominance d'un système intensif basé sur la production agrumicole et les cultures maraîchères (tomates, fraises …) dans les périmètres côtiers du Nord-Est,
- La Tunisie Centrale avec des cultures maraîchères (piments, melons, pastèques…) et des cultures arboricoles à haute valeur ajoutée (raisins de table, pêches, pommes…),
- Le Sahel avec ses cultures sous serres et de primeur,
- Le système oasien dans le Sud avec ses palmiers-dattiers et ses strates arboricoles (grenadier…) et fourragères (luzerne).

Figure n° 93 :Consommation d'eau d'irrigation par spéculation par région dans les PPI



Sources : MARHP- traitements STUDI Eau 2050

Figure n° 94 :Consommation d'eau d'irrigation par spéculation par région dans les PIP



Sources : MARHP - traitements STUDI Eau 2050

➔ Les résultats du programme d'économie d'eau (PNEE)

Le Programme National d'Economie d'Eau en irrigation (PNEE) a été adopté en 1995 avec «des objectifs globaux de rationalisation de l'utilisation de l'eau d'irrigation à la parcelle, de valorisation économique de l'eau et de maintien de la demande en eau d'irrigation à un niveau compatible avec les ressources en eau disponibles ».

Ce programme a connu un élan considérable grâce à l'extension de la modernisation des systèmes d'eau d'irrigation à la parcelle, favorisée par la décision politique d'augmentation de la prime d'investissement accordée aux équipements d'irrigation (60%, 50% et 40% respectivement selon les catégories petites, moyennes et grandes exploitations agricoles).

Le programme a été évalué par le MARHP en 2016 et a dégagé les résultats préliminaires suivants :

- 405 000 ha sont aujourd'hui équipés en moyens d'économie d'eau ; la superficie équipée a quasiment triplé en 20 ans ;
- L'irrigation localisée s'est progressivement substituée aux autres types d'équipements pour être aujourd'hui le dispositif dominant (45% d'équipement en irrigation localisée en 2014 contre 31% pour les systèmes d'aspersion et 24% de gravitaire amélioré) ;
- 1/3 des exploitations ont pu réduire leur consommation d'eau et la moitié des exploitations ont enregistré une stabilisation de leur consommation d'eau. Une forte augmentation des rendements des cultures a été observée sur 70% des exploitations ;

Même si la consommation d'eau n'a pas baissé drastiquement, la productivité de l'eau a, en revanche, plus que doublé en 20 ans, pour les fourrages, le maraîchage, l'arboriculture, et en particulier pour l'orge en vert, le piment, la vigne et le pommier.

Outre la maîtrise de l'exploitation des équipements modernes qui reste à parfaire, plusieurs autres pistes d'amélioration de l'efficience de l'utilisation de l'eau en irrigation sont à explorer :

- Pilotage,
- Irrigation déficitaire,
- Choix de cultures valorisantes de l'eau, adaptées à la salinité….
- Associations végétales ;
- Design de l'exploitation,
- Techniques d'amélioration de la structure du sol ;
- CES à la parcelle ;
- Paillage et mulch…

L'amélioration de la gestion de l'eau à l'échelle de l'exploitation agricole a bénéficié d'une importante attention de la part de l'Etat. Des résultats tangibles ont été enregistrés mais qui sont appelés à être enrichis. Les possibilités de réduire les consommations et de valoriser les ressources disponibles en quantité limitée constituent les vrais enjeux pour l'avenir du secteur de l'irrigation, en particulier, et de l'agriculture en général. Une forte implication de la recherche-développement en la matière constitue une priorité.

➔ Les externalités négatives générées par les périmètres irrigués et qui menacent leur durabilité : dégradation de la fertilité, pollution des terres et des ressources hydriques, surexploitation des nappes, salinisation des sols

Des efforts considérables ont été déployés en Tunisie pour promouvoir l'agriculture irriguée et les progrès techniques réalisés sont indéniables. Ainsi, si les objectifs prioritaires, de développement économique et social par l'agriculture irriguée ont été partiellement atteints, les préoccupations environnementales pointent, aujourd'hui, les externalités négatives du secteur et interrogent la durabilité de tels usages.

Une enquête réalisée en 2007 (DGACTA-Direction des sols) dans le cadre d'une étude sur l'évaluation des formes de dégradation des sols dans les périmètres irrigués, révèle :

(i) une baisse de la fertilité des sols irrigués en relation avec la modification de certaines propriétés physiques sur 50% des PPI enquêtés et 63% des périmètres privés;

(ii) une pollution chimique due essentiellement à l'utilisation abusive ou inadéquate des engrais minéraux et des produits de traitement phytosanitaire. Elle menace à long terme 28% des périmètres publics avec des risques de pollution faibles à moyens qui sont très localisés ;

(iii) une pollution biologique qui se manifeste par l'infestation des sols par des maladies (nématodes, fusariose..). Elle est relativement présente dans des exploitations maraichères de forte intensité culturale (Ras Djebel, Chott Mariem, etc.) ;

(iv) une pollution des nappes et des zones humides : les périmètres déversant les excès d'eau ou les eaux de lessivage à travers les systèmes d'assainissement ou de drainage peuvent contaminer et polluer les réseaux hydrographiques adjacents par des produits fertilisants et des pesticides.

D'autre part, les ressources en eaux en Tunisie D'autre part, les ressources en eaux en Tunisie sont naturellement affectées par un certain degré de salinité, comme développé dans le chapitre 2.6, dans les nappes surexploitées ou soumises aux intrusions marines. A court terme, ce niveau de salinité, qui dépasse souvent les standards internationaux sanitaires et agronomiques, affecte le rendement des cultures, mais à long terme, il risque de dégrader, parfois de façon irréversible, la structure et la fertilité des sols irrigués :

(i) Environ 60 000 ha irrigués présentent des sols sensibles à la salinisation et 75 000 ha sont sujets à un rehaussement de la nappe d'eau salée (certains périmètres au Nord et au Sud notamment).

(ii) Environ 60 % des sols des périmètres publics irrigués sont moyennement à fortement sensibles à la salinisation secondaire suite à l'irrigation ; ce taux atteint 86% dans les périmètres privés (DGACTA, 2005).

(iii) La salinisation associée à l'hydromorphie affecte à des degrés divers 26% des périmètres publics irrigués et est appelée à s'étendre sur certains périmètres.

Parmi les externalités négatives de l'irrigation figure en première place l'utilisation intensive des ressources souterraines, partiellement non renouvelables :

(i) Dans le Sud du pays, le volume exploité de ressources souterraines peu ou pas renouvelables est de l'ordre de 800 Mm^3/an utilisés principalement à des fins agricoles, alors qu'il n'était que de 650 Mm^3 dans les années 1980. Cette situation se répercute essentiellement sur les oasis et les périmètres irrigués du Sud. Des signes de surexploitation et de perte de l'artésianisme commencent à s'exprimer d'une manière inquiétante et risquent d'affecter sérieusement la qualité saline de la ressource et d'accroître les charges énergétiques de son exploitation consécutivement au rabattement accéléré du niveau piézométrique de la nappe. Ces contraintes constituent un défi à la durabilité de la production agricole oasienne qui reste le fondement économique de la région en question (MEDD/ANPE, 2008).
Le Sud-Ouest, notamment le gouvernorat de Kébili, est particulièrement affecté par l'utilisation intensive de nappes fossiles.

(ii) Les nappes phréatiques des zones côtières et du Centre, généralement libres d'accès, sont, elles aussi, impactées par la baisse des niveaux piézométriques et la salinisation (intrusions marines à Bizerte, Cap Bon).

➔ **Les autres menaces qui pèsent sur la durabilité des périmètres irrigués**

(i) L'urbanisation qui empiète sur les terres agricoles : l'extension non planifiée et non contrôlée de cette urbanisation, combinée au développement de zones industrielles, gagne généralement sur les terres agricoles et s'effectue dans certains cas aux dépens des terres irrigables à caractère privé, malgré la réglementation en vigueur sur la protection de ces terres. La conversion des terres aménagées pour l'irrigation engendre une perte totale de la production agricole dans certaines franges urbanisées et une désorganisation de l'activité agricole dans les franges périurbaines. Ces phénomènes touchent d'une manière ou d'une autre près de 28% des grands périmètres publics.

(ii) Le poids de l'énergie dans les charges d'exploitation de l'eau : le secteur irrigué consomme actuellement environ 2% de la consommation nationale de l'énergie. Trois facteurs principaux vont certainement accroitre directement la part de l'énergie consommée en irrigation : (i) L'approfondissement des puits et forages en lien avec l'abaissement des niveaux piézométriques ; (ii) Le caractère énergivore des techniques modernes d'irrigation ; (iii) l'intensification agricole risque aussi d'augmenter la demande générale en eau d'irrigation et, en conséquence, l'énergie de pompage de l'eau pour satisfaire cette demande supplémentaire dans les régions nord où les ressources sont encore disponibles (MIT/ANME, 2011).

L'utilisation future des énergies alternatives (éolienne, photovoltaïque) est de ce fait une grande opportunité pour le secteur irrigué même si, en retour, elle peut occasionner une augmentation des volumes d'eau prélevés
En irrigation, l'eau et l'énergie constituent un couple indissociable. Il est donc indispensable d'engager une coordination de leur gestion afin de répondre aux défis environnementaux, économiques et politiques que soulève la croissance annoncée de la demande en eau, d'une part, et de la demande en énergie, d'autre part.

3.3. LES EAUX NON CONVENTIONNELLES

3.3.1. Le dessalement

3.3.1.1. Le processus de développement du dessalement

Le développement du dessalement en Tunisie date d'une quinzaine d'années environ et peut s'expliquer par le souci de fournir aux populations du Sud du pays une eau en quantité suffisante et d'une salinité acceptable. Il s'est agi dans un premier temps essentiellement de dessalement des eaux saumâtres prélevées dans les nappes souterraines.

L'origine de ce développement est la stratégie dont s'est dotée la SONEDE, dans le cadre du XIème plan de développement (2007-2011), ainsi que la signature d'un contrat programme avec l'Etat pour la période (2010-2011) pour améliorer la qualité du service de l'eau potable qui prévoyait :

- La distribution d'une eau présentant moins de 1,5 gr/l de sel
- La sécurisation de l'approvisionnement
- L'extension du service en milieu rural
- L'amélioration de l'efficience de la SONEDE.

Pour le sud Tunisien, deux choix possibles : la construction de stations de dessalement sur forages ou le transfert des eaux du Nord vers la Sud. Une étude visant à définir un schéma optimal d'alimentation en eau de la région du Cap Bon, Sahel, Sfax, Gabès, Médenine et Tataouine a été élaborée et a retenu les options récapitulées dans le tableau n°25.

Le programme de la SONEDE pour le dessalement des eaux saumâtres est réalisé en deux phases :

- Première phase : amélioration de la qualité dans les régions où la salinité de l'eau distribuée dépasse 2 g/l. Cette phase porte sur 13 projets dont 10 stations de dessalement de capacité cumulée de 36.200 m^3/j. Cette phase est achevée et les dix (10) stations sont toutes en service depuis Juin 2017.
- Deuxième phase : concerne les localités dont la salinité de l'eau distribuée est comprise entre 1.5 et 2 g/l. Cette phase porte sur 8 zones (20 localités) comportant 6 stations de dessalement de capacité cumulée 31.000 m^3/j. Cette phase est en cours de réalisation. Les localités concernées par ce programme sont : MEKNASSY/ MAZOUNA / MENZELBOUZAYENE, GAFSA / GTAR / MDHILLA, REDAYEF / METLAOUI / OUMLARAYES, DEGUECHE, BEN GUERDANE, BCHELLY / BLIDET / JERSINE / NOUAYEL.
- En parallèle à ce programme, la SONEDE a réalisé avec la collaboration de la coopération Japonaise une station de dessalement d'eau saumâtre à Ben Guerdane avec alimentation électrique partielle en panneaux photovoltaïques (210 kWC), d'une capacité de 1 800 m^3/j, et étang d'évaporation de 11.9 Ha.

Les volumes d'eaux saumâtres dessalées sont passé ainsi de 13,3 Millions de m^3 en 2002 à 31,2 Millions de m^3 en 2018.

Dans les régions côtières du Sud-Est et du sahel, la SONEDE a programmé plusieurs stations de dessalement d'eau de mer (SDEM) par osmose inverse :

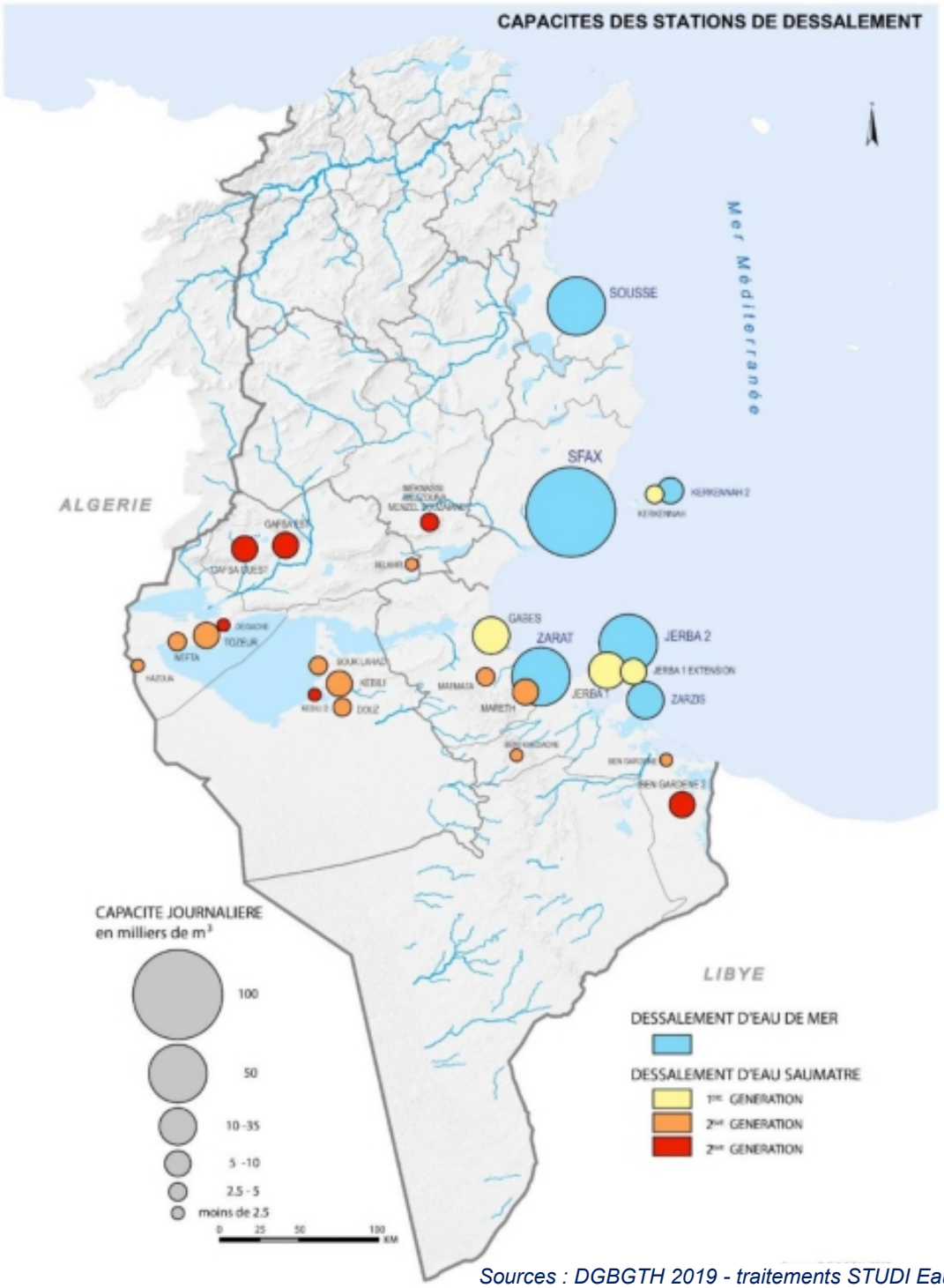
- SDEM de Jerba : mise en œuvre d'une station de dessalement d'eau de mer d'une capacité 50.000 m^3/j (horizon 2035) extensible à 75.000 m^3/j. Cette station a été mise en exploitation en 2018.
- SDEM de Sousse : mise en œuvre d'une station de dessalement d'eau de mer pour une capacité de 50.000 m^3/j extensible à 100.000 m^3/j. L'entrée en exploitation de cette station est prévue en 2021. Ce projet est en cours de réalisation.
- SDEM de Zarrat : mise en œuvre d'une station de dessalement d'eau de mer d'une capacité de 50.000 m^3/j (horizon 2025) extensible à 100.000 m^3/j (horizon 2035). L'entrée en exploitation de cette station est prévue en 2022. Ce projet est en cours de réalisation. Les zones concernées par la nouvelle station de dessalement de ZARAT sont dans le Gouvernorat de Gabès et les zones desservies par le réseau d'adduction interconnecté d'eau potable du sud Tunisien, à savoir (Gabès, Médenine, Tataouine).
- SDEM de Sfax : mise en œuvre d'une station de dessalement d'eau de mer pour une capacité de 100.000 m^3/j extensible à 200.000 m^3/j (horizon 2028). L'entrée en exploitation de cette station est prévue en 2023. Ce projet est en cours de réalisation.

Tableau n° 27 : les options retenues pour l'AEP par région

Région	Cap Bon, Sahel, Sfax	Gabès	Médenine, Tataouine	Djerba
Solution retenue	Eaux du Nord + dessalement eaux de Mer	Dessalement eaux de mer	Dessalement eaux saumâtres + nappe	Dessalement eaux de mer

Source : SONEDE

Figure n° 95 : Capacités des stations de dessalement



Sources : DGBGTH 2019 - traitements STUDI Eau 2050

- SDEM de Kerkennah : mise en œuvre d'une station de dessalement d'eau de mer d'une capacité de 6.000 m^3/j extensible à 9.000 m^3/j. L'entrée en exploitation de cette station est prévue en 2025. Ce projet est encore en cours d'étude.

Ainsi, la capacité installée des stations de dessalement d'eau de mer passera de 50 000 m^3/j en 2018, à 256 000 m^3/j en 2025, et à 484 000 m^3/j après extensions.

Mis à part la SONEDE, pour un usage industriel, le Groupe Chimique a programmé deux stations, l'une de dessalement d'eau de mer à Gabès et l'autre de dessalement d'eau saumâtre à Skhira 10.000 m^3/j de capacité).

La société TIFERT (Tunisian Indian Fertilizers) a prévu une station de traitement d'eau de mer à Skhira également de 12.000 m^3/j.

Les capacités actuelles en eau dessalée SONEDE (165 600 m^3/j), atteindront en fin d'exécution du programme, y compris les extensions, 627.600 m^3/j. Les capacités planifiées à réaliser jusqu'en 2025 sont de 402 600 m^3/j.

Les volumes potentiels à dessaler passeront ainsi de 60 M m^3/an en 2018, à 147 M m^3/an en 2025. A ces volumes s'ajoute 7,65 Mm^3/an à usage industriel à Skhira (TIFERT + GCT).

Ces capacités se répartissent par région comme présenté dans le tableau n°26.

3.3.1.2. Les performances notamment en termes de coûts par mètre cube

➔ **Coûts d'investissement**

Pour les Stations de dessalement d'eau saumâtre (SDES), le coût d'investissement varie entre 400 et 700 euros/m^3/jour pour des capacités installées comprises entre 4.000 et 34.000 m^3/jour, et entre 1.000 et 2.500 euros/m^3/jour pour des capacités installées inférieures à 2.000 m^3/jour, assez proche des coûts du marché mondial.

Pour les Stations de dessalement d'eau de mer (SDEM), les coûts d'investissement sont aussi assez proches de ceux du marché. Ils varient en fonction de la prise d'eau et du rejet. Ils se situent entre 800 et 1 300 euros /m^3/jour pour des capacités installées inférieures à 50.000 m^3/jour, pour les projets ne nécessitant pas de gros travaux maritimes (JERBA, SOUSSE, KERKENNA), et un coût d'investissement d'environ 1 900 euros /m^3/jour pour des capacités installées comprises entre 50.000 et 100 000 m^3/jour, pour les projets nécessitant de gros travaux maritimes (SFAX et ZARAT).

Les travaux offshores peuvent dans certains cas présenter des surcoûts importants par rapport au montant de l'investissement initial, ce qui confirme l'importance du choix des sites des SDEM.

Selon le rapport de la banque mondiale, le Coût d'investissement en Méditerranée se situe dans une plage allant de 800 à 2 200 US$/$m^3$/j (soit 727 à 2 000 Euro).

➔ **Coûts de fonctionnement**

Le coût de fonctionnement des stations de dessalement d'eau saumâtre en Tunisie, selon les données d'exploitation de 7 SDES existantes de la SONEDE, est situé dans une fourchette allant de 0.07 à 0.39 Euro/m^3,

Les coûts les plus bas (0,07 euros) sont enregistrés dans les SDES de capacité suffisamment élevée (15 000 à 34 000 m^3/j), les coûts les plus élevés (0,39 euros) sont ceux des plus petites SDES de la deuxième génération de Belkhir et Kerkennah (1600 à 3600 m^3/j).

La quote-part de l'énergie varie de 32 % à 80 %, avec une moyenne arithmétique de 61 %.

La consommation d'énergie est également plus basse dans les "grandes" SDES de première génération (0.90 à 1.01 kWh/m^3), alors que les "petites" SDES de la deuxième génération sont plus consommatrices d'énergie (1.40 à 2.13 kWh/m^3).

La deuxième génération (PNAQ2) semble être moins gourmande en énergie.

➔ **Coûts de revient de l'eau dessalée**

Selon les données du PNAQ2 (SDES projetées) le coût de revient de l'eau dessalée se présente comme suit :

Tableau n° 28 : Capacités de Dessalement SONEDE par Région

REGION	Nb de STATIONS	CAPACITE (m^3/j)
CENTRE EST	4	159 600
CENTRE OUEST	1	3 000
SUD EST	10	194 600
SUD OUEST	11	45 400
TOTAL	**26**	**402 600**

Source : SONEDE - traitements STUDI Eau 2050

Tableau n° 29 : Coûts des Stations de dessalement d'eaux saumâtres

	Coûts de fonctionnement (DT/m^3)	Coûts de fonctionnement ($€/m^3$)	Cout Energie (en DT/m^3) et (en %)
SDES Existantes	0,200 à 1,150 DT/m^{3**}	0,07 à 0,39 $€/m^3$	0,140 à 0,509 DT/m^3 (32 à 80%)
SDES projetées (PNAQ2)	0,358 à 0,706 DT/m^3	0,18 à 0,24 $€/m^3$	0,098 à 0,136 DT/m^3 (16 à 48%)

Source : SONEDE - traitements STUDI Eau 2050

**** coûts de fonctionnement :** grandes SDES 1ère génération : 0,2 à 0,3 DT/m^3 et petites SDES 2ème génération : 0,8 à 1,2 DT/m^3

Tableau n° 30 : Coût moyen du m^3 dessalé et impact sur le prix de revient de la SONEDE

En DT/m^3	Hors amortissement	YC Amortissement
Coût moyen du m^3 d'eau dessalé	0,429	0,847
Coût moyen du m^3 d'eau à 1,5 gr/l produit (eau mélangée)	0,100	0,238
Coût moyen du m^3 d'eau à 1,5 gr/l en tête de distribution	0,238	0,470
Impact sur le prix de revient du m^3 d'eau de la SONEDE	2,2 millimes/m^3	4,2 millimes par m^3

Source : SONEDE - traitements STUDI Eau 2050

- Le coût moyen de 0,470 DT/m^3 en tête de distribution est 2,4 fois plus cher que le coût moyen de production de la SONEDE en 2010 (0,201 DT/ m^3).
- Pour les SDEM, au prix actuel de l'énergie de 0.345 DT/kWh (0.11 Euro), le coût de l'énergie uniquement s'élèverait à 0.964 DT/m^3, soit environ 0.3 Euro/m^3.

La SONEDE ne dispose pas encore du coût de revient de l'eau de mer dessalée. Selon les retours d'expérience dans le Monde, le prix de revient de l'eau de mer dessalée pour les capacités installées en Tunisie devrait se situer dans la fourchette 0,75 à 0,85 euros/m^3.

Dans ce prix, entre 35 et 40 % est lié à l'énergie et 40% à l'amortissement de l'investissement.

Selon le rapport de la banque mondiale, le Coût de production en méditerranée se situe dans une fourchette allant de 0.64 à 1.62 US$/m^3 (soit 0.58 à 1.47 Euro).

Le coût total de production d'eau dans les usines les plus récentes de SWRO est de l'ordre de 0,72 US$ /m^3 à 1,20 $ /m^3.

3.3.1.3. Les contraintes et risques

Les stations de dessalement qu'elles soient d'eaux saumâtres ou d'eau de mer ne sont pas sans contraintes et sans risques.

Pour les SDES, les contraintes sont de différents ordres, certaines ont été d'ores et déjà levées :

- Contrainte de coût : l'eau dessalée est coûteuse. Elle doit être consommée et donc distribuée dans un réseau efficient et doit être payée par le consommateur final. Les projets échoueront si le service public n'est pas en mesure de récupérer ses investissements ainsi que les coûts d'exploitation par l'intermédiaire du tarif de l'eau, y c les coûts environnementaux associés à l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement.
- Contrainte réglementaire : a priori levée par la réglementation des marchés publics, ainsi que les nouvelles législations d'encouragement des investissements, permettant à la SONEDE ou à tout autre organisme public de réaliser des projets sous forme de conception et réalisation, concession, ou partenariat public / privé.
- Contrainte d'énergie : les cahiers des charges élaborés par la SONEDE ont intégré le retour d'expérience en Espagne et au Maroc. Ils privilégient une consommation énergétique optimisée et une conception adaptée au contexte tunisien. Néanmoins, le coût de l'énergie est le poste le plus important dans le coût de revient. Si on prend l'exemple de la SDES de Jerba, l'énergie y représente 68% du coût de fonctionnement.
- Contrainte de construction : se concentre principalement au niveau des forages d'eau brute et des étangs d'évaporation (dans le cas où ils sont nécessaires). La construction du bâtiment du bloc Osmose Inverse « OI » ne représente aucune difficulté particulière.
- Contrainte environnementale : il s'agit de la plus grande contrainte des projets d'eau saumâtre liée au rejet de la saumure, notamment pour les stations éloignées de la mer. Pour une eau de 3 g/l à l'entrée, la salinité de la saumure s'élève en moyenne à environ 15 g/l ce qui est élevé pour le milieu récepteur. Actuellement, la solution la plus fréquemment mise en œuvre pour toute station éloignée de la mer et d'un milieu récepteur "salé" de type chott, sebkha ou garaa, est l'étang d'évaporation. Ce qui génère une contrainte foncière puisqu'il faut une superficie d'évaporation de 4 à 6 ha pour 1000 m^3 dessalés par jour.
- Contrainte de site : les stations de dessalement sont souvent dans des zones isolées où il est difficile d'attirer des cadres compétents et spécialisés dans ces technologies. Or, la fiabilité des installations et leur maintien en fonctionnement nécessite la présence de personnel technique compétent.

Pour les SDEM, les contraintes et risques sur le milieu naturel de prise d'eau et de rejet sont à traiter avec la plus grande attention :

Contrainte de coût : elle reste la même que pour l'eau des SDES. Pour les SDEM, s'ajoute la nécessité de prévoir un coût de transfert (sur 300 à 400 km) et donc un pompage coûteux s'il s'avère nécessaire, dans une perspective de protection des eaux souterraines du Sud-Ouest, de transférer les eaux de mer dessalées de la zone côtière vers les régions intérieures.

- Contraintes de dimensionnement et de conception : comme pour les SDES, la SONEDE a pris exemple sur des pays tels que l'Algérie et l'Espagne et impose des critères techniques visant une optimisation de la consommation énergétique et des installations robustes (un prétraitement par ultrafiltration par exemple n'est pas accepté dans le DAO). En outre, certains sites marins ne sont pas adaptés à l'édification d'une SDEM. Par exemple dans le cas des Iles Kerkennah, les contraintes de pompage sont telles que le projet peut s'avérer économiquement non viable. Les sites de SDEM doivent donc faire l'objet d'une étude rigoureuse pour ne pas générer des surcoûts d'investissement liés aux travaux en milieu marin trop élevés. De même, le mode de mobilisation de l'eau de mer doit être analysé en détail de façon à garantir un taux de disponibilité élevé (puits côtiers, prise ouverte profonde, …).
- Contrainte foncière : les superficies à prévoir sont plus ou moins importantes selon la capacité de la SDEM. Par exemple pour une SDEM de 20000 m^3/j, l'installation couvrira une superficie de l'ordre de 1,5 Ha. Dans certains cas, il est nécessaire de s'éloigner du littoral ce qui peut compliquer la tâche (cas de l'ile de Jerba pour sa vocation touristique).
- Contraintes environnementales : il s'agit des contraintes les plus importantes, à impact direct ou indirect ; elles sont de plusieurs ordres liées à la prise d'eau, au rejet de la saumure, aux eaux de lavage et à l'émission de gaz à effet de serre.

Le principal impact de la prise d'eau en mer est lié à l'effet sur les organismes aquatiques : empiètement par la force du flux, entrainement vers les grilles et piégeage. Seuls quelques pays ont des exigences réglementaires qui contrôlent spécifiquement l'exploitation des prises d'eau de mer pour les usines de dessalement (Mickley 2016), mais lorsqu'il y a des règlements, ceux-ci peuvent augmenter considérablement les coûts. Les solutions couramment utilisées visent à réduire la vitesse d'entrée.

La plus grande contrainte environnementale des SDEM est celle liée au rejet de la saumure. La saumure rejetée présente une concentration en sel de l'ordre de 70 gr/l alors que l'eau de la méditerranée a une concentration naturelle qui se situe entre 38 et 40 gr/l. La SONEDE réalise de manière systématique et conformément au Décret n°2005-1991 du 11 juillet 2005, une étude d'impact environnemental (EIE) pour les projets de stations de dessalement. En plus du décret susmentionné, les rejets hydriques obéissent à :

- ❑ 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, fixant les valeurs limites des rejets d'effluents dans le milieu récepteur.
- ❑ la norme NT 09.11 relative à la protection des zones de baignade.

D'une manière générale, on sait que le rejet par émissaire en mer de cette saumure n'affecte pas de manière significative la faune marine (du fait de sa mobilité). Selon des expériences menées en Espagne, la faune marine au droit des rejets des émissaires en mer est devenue plus importante.

Cependant, une attention particulière est accordée aux herbiers de posidonie «Posidonia océanique», un herbier marin recouvrant les fonds avec un tirant d'eau de 5 à 30 mètres (en fonction de la transparence de l'eau, de la profondeur de l'eau et de la granulométrie des fonds) d'une productivité et d'une diversité très importante mais en même temps d'une rareté extraordinaire.

Conformément à la Directive 92/43 / CEE du Conseil du 21 mai 1992, ces habitats naturels sont actuellement protégés dans toute la mer méditerranée. En Tunisie, il a été opté pour des émissaires qui rejettent au-delà des habitats de la posidonie ou, quand cela n'est pas possible, de considérer des critères de rejet sévères qui consistent à mettre en place un système de dilution initiale qui met la saumure à un niveau de salinité de pas plus de 10% au-dessus de la salinité de la mer, à relative proximité du point de décharge.

En général, la réglementation exige une réduction de la salinité du rejet à moins de 10% de plus que la salinité ambiante dans un rayon de 300 m du point de décharge, avec d'autres exigences en termes de température et de contenu chimique du rejet. Or, si c'est possible techniquement même à moins de 300 m (en général entre 50 et 100 m du point de décharge en mer), le respect de cette réglementation génère un surcoût et les moyens de contrôle par les autorités étant restreints, l'incertitude sur l'application de cette réglementation est réelle.

Les eaux de lavage sont considérées moins nocives que les saumures : il s'agit des eaux de lavage des filtres à sable (chargées en sable et en matière organique), les produits de nettoyage des membranes, en général détergents naturels biodégradables, et les additifs injectés lors du prétraitement et en amont du bloc d'osmose inverse (chlorure ferrique, bisulfite de sodium et séquestrant). Le volume total de ces rejets ne dépasse pas 1% du volume total évacué et obéit à la même réglementation que la saumure.

Enfin, **les émissions de gaz à effet de serre** doivent être prises en compte dans la mesure où il s'agit d'une technologie gourmande en énergie. En Tunisie, l'énergie utilisée est de l'électricité produite à 95% à partir de gaz naturel. Le recours aux énergies renouvelables permettrait de réduire cet impact.

L'utilisation des énergies renouvelables en association avec les techniques de dessalement conventionnelles présente aujourd'hui deux difficultés :

- Même si les coûts d'installation des énergies renouvelables sont dégressifs, les systèmes conventionnels sont toujours plus compétitifs pour le moment.
- La discontinuité temporelle des ressources renouvelables (journalière, mensuelle ou annuelle) très soumises aux aléas climatiques pose problème. Compte tenu du coût élevé des installations de dessalement, il s'agit de les faire fonctionner en continu 24h/24, ce qui impose des installations de stockage de l'énergie de grande capacité très coûteuses, ou une interconnexion avec le réseau public d'électricité.

Les coûts du dessalement à énergie solaire sont actuellement élevés, mais les progrès technologiques rendront la CSP (énergie solaire concentrée) et d'autres technologies d'énergies renouvelables rentables dans les années à venir avec l'amélioration conjointe de la technologie du dessalement (par exemple la productivité des membranes d'osmose inverse a doublé en 20 ans) et le renchérissement des énergies fossiles. Si selon une étude récente de la Banque mondiale les coûts de dessalement à l'énergie solaire sont aujourd'hui jusqu'à deux fois plus élevés que les coûts du dessalement standard, la même étude estime que le coût du dessalement à l'énergie solaire diminuera de 40 % ou plus d'ici 2025, et de plus de 50% d'ici 2050 pour atteindre 0,90 US$ /m^3.

3.3.2. Les EUT

La production des EUT présente, en toute rigueur, des avantages certains :

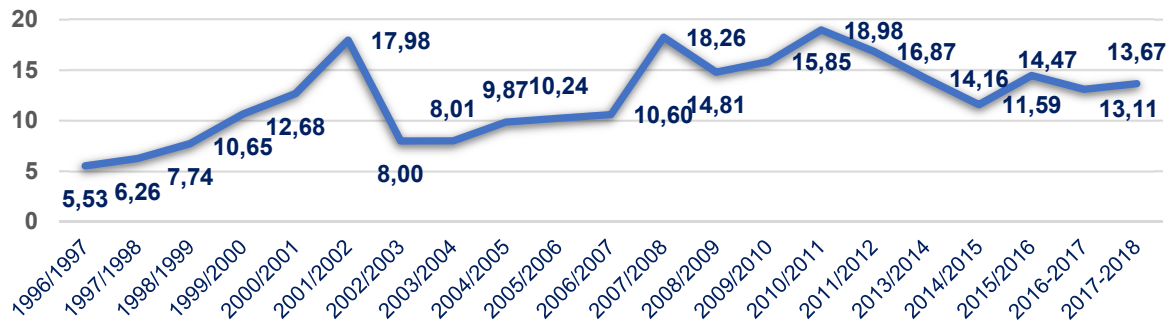
- La stabilité des volumes exploitables durant l'année et d'une année sur l'autre par rapport aux ressources liées à la pluviométrie ;
- Le traitement des eaux usées pour leur réutilisation va, en théorie, au-delà d'un assainissement « classique » et de ce fait réduit les impacts environnementaux résiduels des rejets d'eaux épurées dans les différents milieux récepteurs ;
- Il s'agit d'une eau riche en matières organiques qui peuvent constituer, potentiellement et moyennant un certain nombre de précautions, une source d'amendement des sols ;
- La possibilité d'une utilisation pour divers usages, agricole, de recharge des nappes, pour l'arrosage des espaces verts en ville, des golfs dans les lieux touristiques, pour des applications industrielles, etc…
- Un coût d'achat très faible puisque l'Etat, pour encourager leur utilisation, l'a fixé à 20 millimes par m^3.

Actuellement, l'ONAS intervient dans 178 communes avec un taux de raccordement au réseau d'assainissement de 86,2 % et exploite 122 stations d'épuration. L'équipement des zones urbaines en STEP est donc assez conséquent :

- La capacité de traitement existante est de 346,5 millions de m^3/an d'eaux usées ;
- Le volume d'eaux usées traitées produit en 2018 est de 274 millions de m^3, soit 98 % du volume des eaux usées traitées actuellement dans les stations.

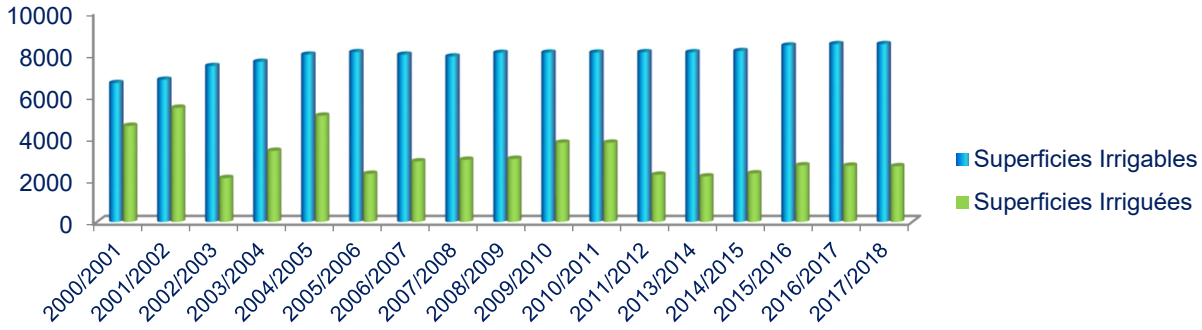
Malgré ces avantages et la bonne couverture du territoire par les STEP, l'usage des eaux usées traitées, expérimenté en Tunisie depuis plus de 10 ans ne connaît pas de développement, voire diminue.

Figure n° 96 : Evolution des volumes d'eaux usées traitées réutilisées en agriculture (en Mm³)



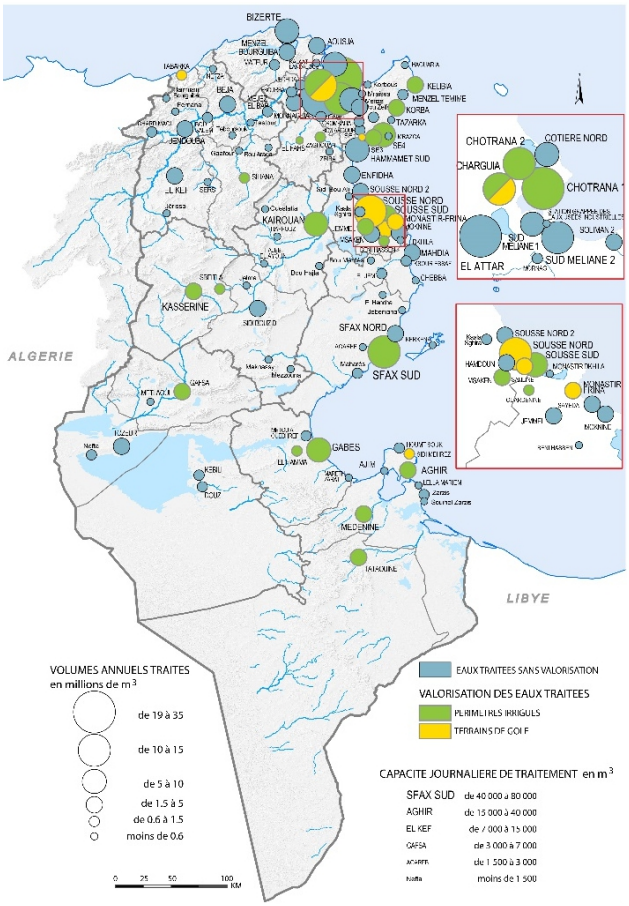
Source : DGGRE - traitements STUDI Eau 2050

Figure n° 97 : Superficies irrigables et irriguées par les EUT dans les PIP aménagés (2001-2017)



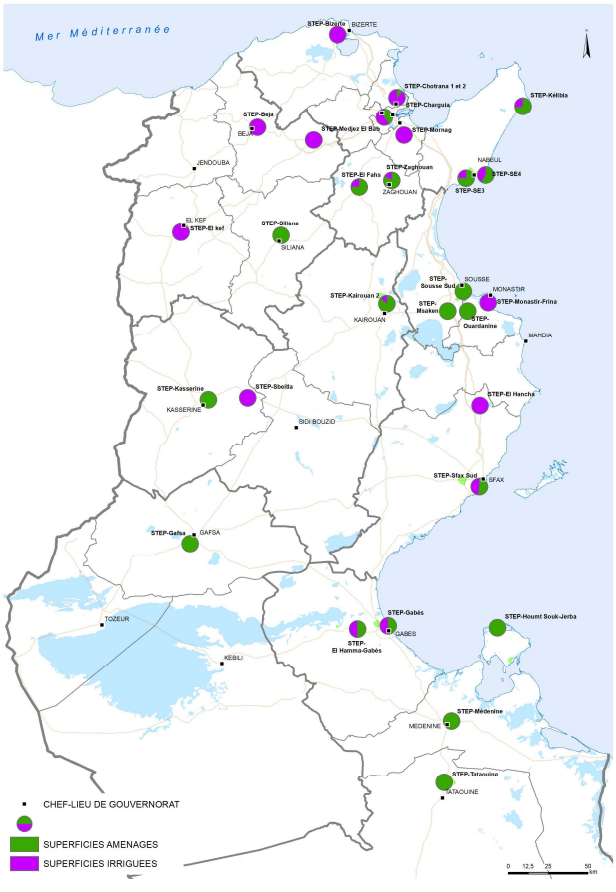
Source : MARHP - traitements STUDI Eau 2050

Figure n° 98 : Production des eaux usées traitées



Source : DGBGTH 2019 - traitements STUDI Eau 2050

Figure n° 99 : Répartition PPI en EUT



Source : DGGREE - traitements STUDI Eau 2050

Les volumes d'eaux usées traitées réutilisées dépassent avec peine les 25 millions de m^3 d'eau soit moins de 10% des volumes disponibles.

Tableau n° 31 : Taux de réutilisation des eaux usées traitées

Désignations	Unité	2016	2017	2018
Volume d'eau traitée	10^6 m^3/an	255,17	265,86	274,43
Volume d'eau traitée réutilisée	10^6 m^3/an	27,46	25,27	25,15
Taux de réutilisation	**%**	**10,76**	**9,50**	**9,16**

Source : :ONAS

Il s'agit, dans la suite de nos propos, de développer les raisons de cet insuccès. Elles sont de plusieurs ordres :

- **Géographique :** les STEP étant implantées en périphérie des zones urbaines, les eaux usées produites sont concentrées dans les régions les plus urbanisées et en particulier autour du Grand Tunis et dans une moindre mesure dans la région Centre-Est. 55% des EUT sont localisées dans le Nord-Est, donc dans une région où les eaux de surface sont disponibles, et 26% dans le Centre-Est, laissant 19% pour les 4 autres grandes régions.
  Ce qui pose le problème de l'acheminement de ces eaux (de son coût en particulier) vers les lieux de consommation, au-delà des volumes qui peuvent être absorbés à proximité dans la région de production.
  Dans les zones urbaines et côtières, les activités agricoles les plus répandues sont l'arboriculture et les cultures maraîchères, pour lesquelles l'irrigation par les eaux épurées est interdite.
  Une autre explication possible est l'absence d'infrastructures permettant d'acheminer l'eau vers les périmètres irrigués ou d'autres usages éventuels dans certaines régions.
- **Institutionnelle** : avec l'intervention d'un grand nombre d'acteurs au niveau national, mais aussi régional et local. Les résultats obtenus dépendent donc largement de la bonne coordination entre les différents acteurs dont les objectifs peuvent être contradictoires, et ceci tout le long du process de planification, construction, exploitation, commercialisation, utilisation et contrôle.

  Parmi la multitude d'acteurs, quatre (4) d'entre eux jouent un rôle déterminant dans le domaine de la réutilisation :
  - L'ONAS, maître d'ouvrage des stations d'épuration et exploitant. Il est responsable de la qualité des EUT produites ;
  - L'usager de la REUT dont la position est délicate du fait qu'il assume la responsabilité de la REUT sans qu'il ait la maîtrise des EUT en qualité et quantité. Il est l'interlocuteur direct de l'utilisateur final ;
  - Le contrôleur de la REUT ;
  - L'utilisateur final.

  Chaque type de réutilisation a un cadre institutionnel qui lui est propre. Si le cadre institutionnel pour la réutilisation agricole est relativement bien défini, celui des autres types de réutilisation reste à clarifier et à développer (cas des espaces verts par exemple).
- **Réglementaire :** Le cadre réglementaire actuel ne traite que de la réutilisation restrictive dans le domaine agricole. Il est nécessaire d'engager l'élaboration de textes réglementaires pour les usages agricoles non restrictifs et aussi pour les autres usages des EUT et de définir des objectifs de qualité en fonction de l'usage.

  Ces compléments au cadre réglementaire et normatif vont également guider les programmes de l'ONAS s'agissant du traitement complémentaire.

  Le cahier des charges (fixant les modalités et conditions particulières applicables à chaque utilisation) a été approuvé en 1995, soit il y a vingt-cinq ans ; il paraît urgent de procéder à sa mise à jour à la lumière de l'expérience acquise et des orientations stratégiques du pays. Certaines dispositions de ce document se sont avérées d'une application difficile

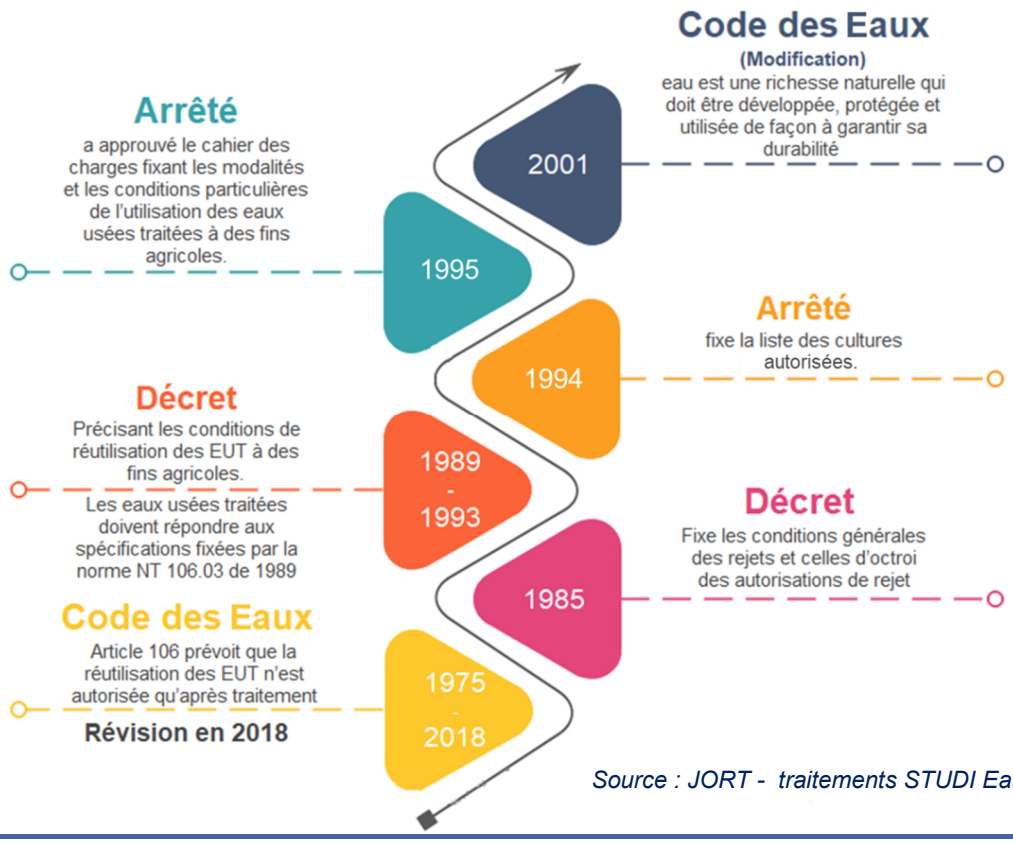
  Les normes de qualité actuelles ne tiennent pas compte des degrés de vulnérabilité des milieux récepteurs (hormis pour l'agriculture avec ma norme NT106.03). Des normes différenciées permettraient de mieux cibler les traitements en fonction des usages.

Tableau n° 32 : Cadre juridique et institutionnel de la réutilisation des EUT

Organisme	Niveau géographique	Mission
Ministère de la Santé Publique – Direction de l'Hygiène du Milieu et de la Protection de l'Environnement (DHMPE)	National Régional (Direction Régionale de la Santé Publique)	Contrôle sanitaire sur toute la chaîne d'activités
Agence Nationale de Contrôle Sanitaire et Environnemental des Produits (ANCSEP)	National	Coordination et consolidation des activités de contrôle sanitaire et environnemental Veille au respect des Normes Formation et information
Ministère de l'Agriculture (MARHP)	National Régional Local	Gère tout ce qui est en rapport avec l'utilisation des EUT à des fins agricoles
AVFA	National	Information – Vulgarisation auprès des agriculteurs pour l'utilisation des EUT
Ministère des Affaires Locales et de l'environnement - DGEQV	National	Contrôle qualité et protection de la ressource /Elabore le cadre réglementaire de réutilisation des EUT
ONAS- Direction de la valorisation des boues et Direction de la réutilisation des EUT	National Régional Local	Production des EUT
ANPE		Approbation des études d'impact des projet REUT Contrôle des rejets Veille au respect des normes
Observatoire Tunisien de l'Environnement et du Développement Durable (OTEDD)	National Rattaché à l'environnement	Elaboration et suivi du tableau de bord sur l'état de l'environnement et du développement durable
CITET		Renforcement des capacités dans les technologies propres
APAL		Protection du Littoral / A engagé une action de valorisation des EUT dans la sebkha de KORBA
Autres : secteur privé, associatif, recherche, autres Ministères,…..		

Source : MARHP - traitements STUDI Eau 2050

Figure n° 100 : Evolution du cadre réglementaire



Source : JORT - traitements STUDI Eau 2050

- **Technique, liée à la qualité des eaux usées traitées :** La qualité des EUT est déterminée par un certain nombre de paramètres physico-chimiques qui traduisent les niveaux de pollution organique (DBO, DCO, MES, N, P), bactériologique (Coliformes fécaux, streptocoques, salmonelles,….) et spécifique (métaux lourds, cyanure, produits pharmaceutiques, margines,….).

  S'agissant de la qualité physico-chimique, on constate que dans plus de la moitié des gouvernorats, dont ceux du Grand Tunis, les concentrations moyennes en DBO5 (Demande Biochimique en Oxygène) dépassent pour les trois années 2016, 2017 et 2018, la valeur de 30 mg/l prévue par la norme de rejet. Les seuls gouvernorats dont la moyenne de concentration en DBO5 se situe dans la norme sur cette période sont Kairouan et Tataouine; Béja, Kebili, le Kef, Siliana et Nabeul en 2018 n'en sont pas trop éloignés.

  De plus, la quasi-totalité des stations d'épuration présentent une tendance à l'augmentation des concentrations en DBO5 des effluents traités, traduisant une détérioration de la qualité de ces effluents.

  Il en est de même pour l'évolution des matières en suspension (MES) dont la norme admise est de 30 mg/l. Seules les moyennes des STEPs des gouvernorats de Kairouan, Tataouine et Siliana se situent à peu près dans la norme en termes de concentration en matières en suspension.

  De plus, un grand nombre de STEP arrive à saturation de sa capacité de traitement journalière, ce qui n'est pas de nature à améliorer les résultats obtenus après traitement.

  Le rejet des eaux traitées est régi par la norme tunisienne de rejet NT106.002, modifiée et complétée par 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, fixant les valeurs limites des rejets d'effluents dans le milieu récepteur.

  Jusqu´à présent, le traitement des eaux usées dans les STEP est limité au traitement secondaire visant l'élimination poussée de la pollution organique. Les catégories de traitement les plus courantes sont les traitements aux boues activées à faible et à moyenne charge. C'est ce que l'on appelle « traitement secondaire » ou « traitement biologique ».

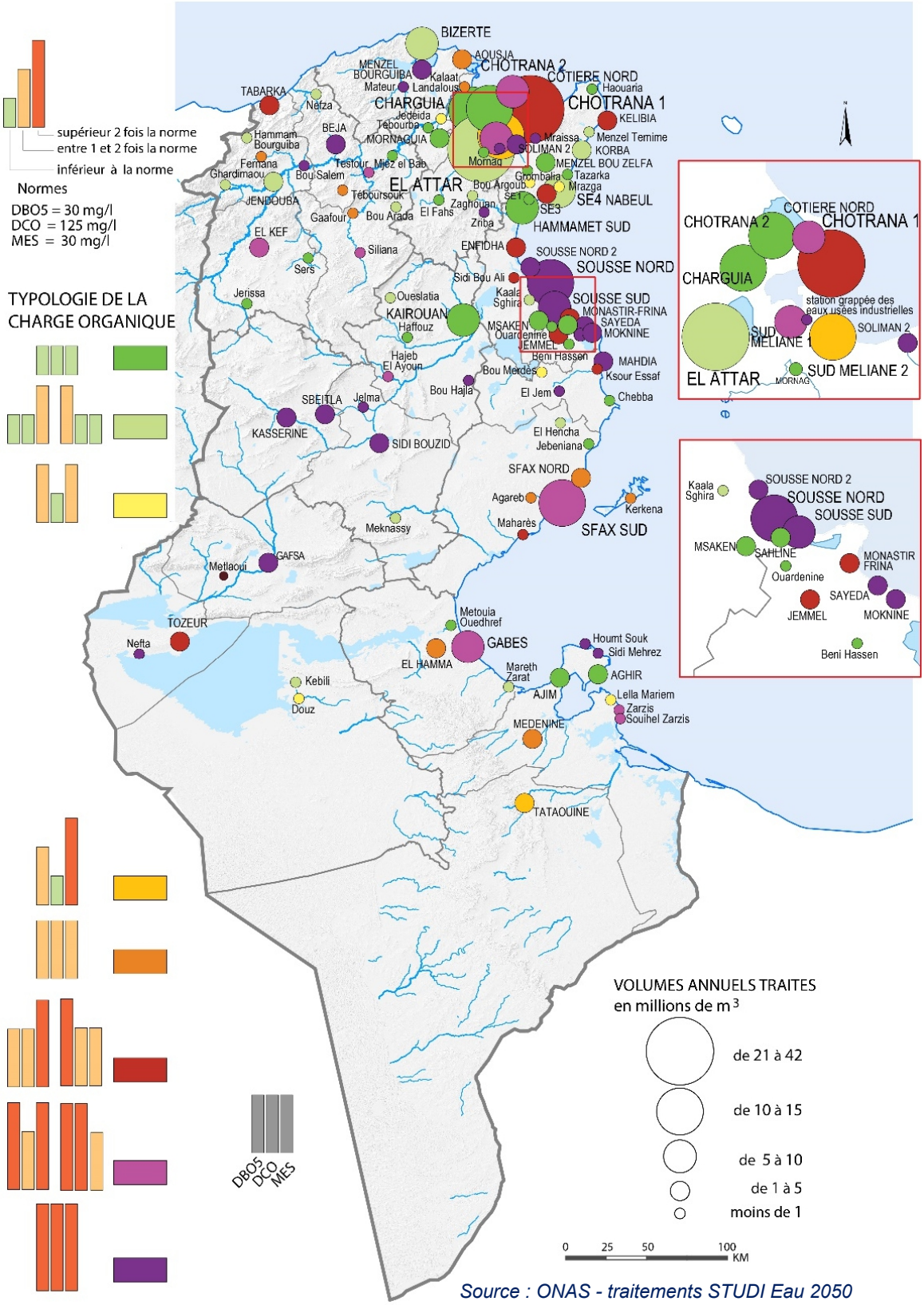
  En toute rigueur, un traitement de niveau secondaire suffit à éliminer correctement la pollution organique (MES, DBO et DCO), ce qui ne semble pas être le cas si l'on se réfère aux figures n°101, 102 et 103.

  Ces non-conformités sont la conséquence de la surcharge hydraulique et organique des stations, de l'arrivée des eaux brutes chargées en eaux industrielles, du vieillissement des équipements, bien que certaines stations aient connu des travaux récents de réhabilitation (Kélibia, Menzel Bourguiba, Sfax sud, Zarzis ville, Zarzis souihel, El hamma, etc.).

  Quelques stations d´épuration réalisent un traitement complémentaire de désinfection visant l´amélioration de la qualité des effluents traités en vue d'une réutilisation pour l´irrigation et autres usages.

  Le respect des valeurs prévues par la norme de rejet pour l´azote (N) et phosphore (P) requière normalement un traitement complémentaire. Il est à noter que ces éléments constituent des facteurs de pollution du milieu récepteur en agissant par eutrophisation des eaux, surtout quand elles sont stagnantes. Mais dans le cadre de la réutilisation des EUT aux fins d'irrigation, ces éléments sont des fertilisants intéressants sous réserve de maitriser les concentrations à apporter selon les besoins des cultures, les risques de pollution des sols, etc

Figure n° 101 : Volumes annuels et qualité des eaux traitées : DCO, DBO et MES



En ce qui concerne les charges bactériologiques, le respect des limites fixées par la norme requiert également un traitement complémentaire visant la désinfection des eaux épurées par traitement aux rayons UV ou par un passage dans des bassins de maturation.

Si l'on souhaite développer la réutilisation des eaux usées, il y a donc quasi nécessité de développer les procédés de traitement tertiaire (on parle aussi de traitements complémentaires) en choisissant le ou les procédés les plus adaptés selon la réutilisation prévue. Les traitements tertiaires permettent d'éliminer les substances non voulues :

- Les éléments pathogènes en cas d'utilisation en agriculture tout en gardant les éléments nutritifs ;
- Pour une réutilisation en milieu urbain ou pour une recharge de nappe, l'azote et le phosphore doivent être éliminés afin d'éviter tout risque d'eutrophisation.
- Enfin, la concentration totale en sels dissous est un facteur déterminant pour la réutilisation agricole des eaux usées traitées. Les valeurs limites admissibles dépendent des propriétés des sols.

Pour le classement de la qualité des EUT selon le critère salinité, la grille considérée est la suivante :

- Classe 1 : salinité inférieure à 2,0 g/l
- Classe 2 : Salinité comprise entre 2 et 3 g/l
- Classe 3 : Salinité comprise entre 3 et 4 g/l
- Classe 4 : Salinité supérieure à 4 g/l

Sur 96 STEP dont les données 2017 ont été dépouillées, 72 STEP présentent une salinité inférieure à 3 gr/l totalisant 196 millions de m^3 qui représentent 78% des volumes traités par ces 96 STEP.

- **Sociale, liée à l'acceptabilité des EUT par les usagers** : De façon générale, les eaux usées traitées sont perçues par les agriculteurs comme un produit impropre même si certains conviennent de sa richesse en nutriments, susceptible d'autoriser une diminution des apports d'intrants. Les enquêtes menées ont mis en évidence des attitudes qui oscillent entre acceptation du produit et rejet.

  La restriction des cultures est un handicap pour le développement de l'irrigation à partir des EUT car les cultures à haut rendement telles que les cultures maraîchères ne sont pas autorisées ; d'autant que l'utilisation des EUT est en soit contraignante et nécessite des précautions. Certains préfèrent maintenir des cultures en sec plutôt que de s'engager dans l'irrigation par les EUT. Des agriculteurs du périmètre de Borj Touil par exemple, préfèrent les cultures céréalières en extensif aux cultures fourragères en irrigué à partir des EUT.

  Un autre handicap provient de la concurrence d'une ressource conventionnelle présente à proximité du périmètre irrigable en EUT. C'est le cas du périmètre du Mornag dont les agriculteurs ont finalement eu gain de cause et alimentent leurs parcelles à partir du canal de Mejerda.

  Toutefois, ce qui fait pencher la balance vers le rejet de cette ressource c'est sans nul doute l'irrégularité de la ressource servie :

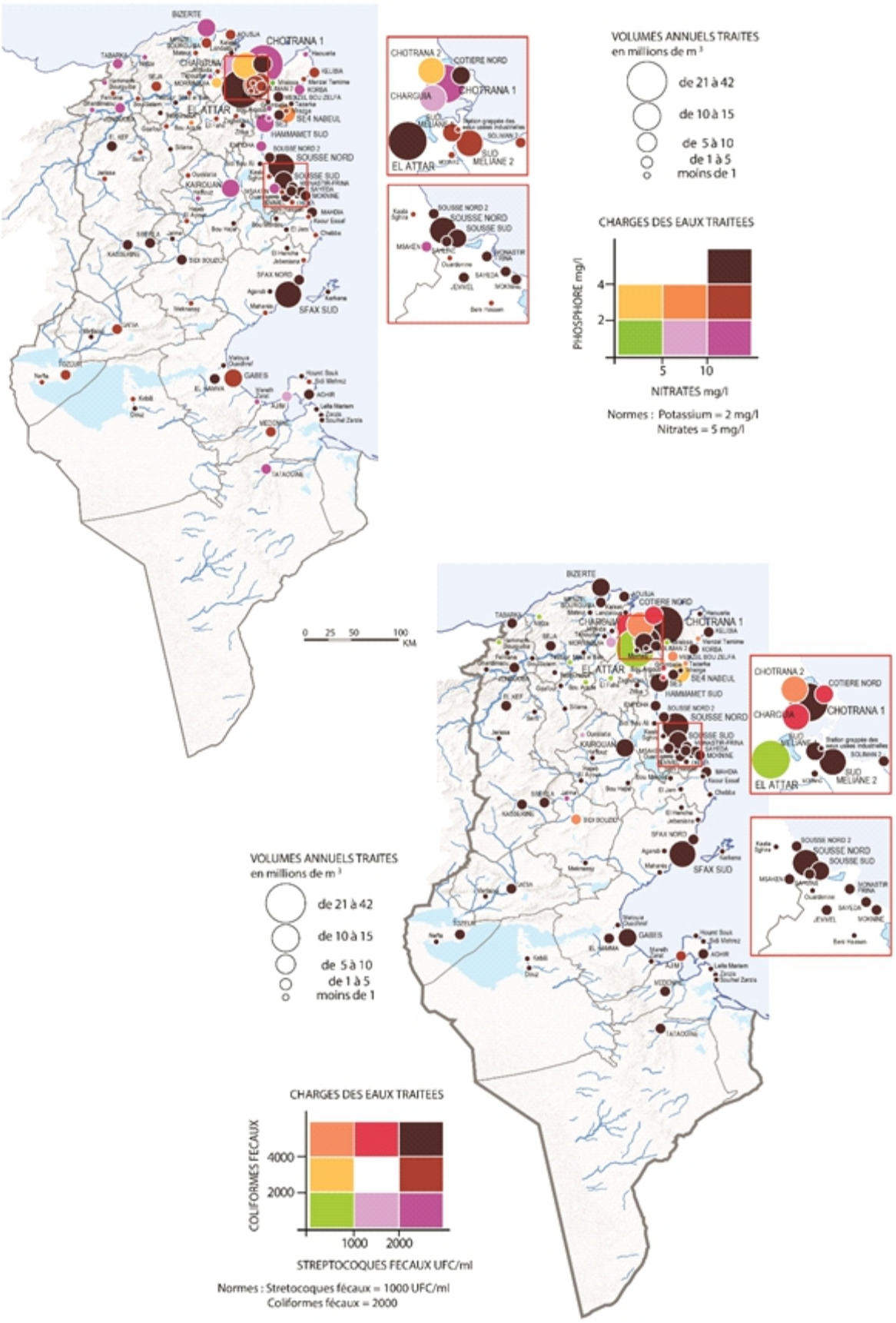
  - irrégularité en termes de qualité ; facteur limitant essentiel qui empêche le développement de la réutilisation.
  - irrégularité en termes de quantité : coupures d'eau sans prévenir, baisse des débits, insuffisance d'eau lors de la période de pointe, l'été, faute de stockage, etc.

  De façon générale, les pratiques actuelles en matière de réutilisation des EUT montrent leurs limites. L'étude relative à la stratégie de la valorisation des EUT réalisée par l'ONAS en 2002, a conclu que la réutilisation agricole ne pourrait excéder 35 % des volumes totaux produits, qu'il était nécessaire de diversifier les usages et de développer le transfert interrégional. La DGEQV a engagé en 2007, une étude sur la faisabilité de la réutilisation des EUT dans les secteurs autres qu'agricole. L'industrie est ciblée avec un traitement adéquat répondant aux exigences de qualité de l'usage concerné.

  Les expériences de recharge des nappes phréatiques à partir des EUT et d'alimentation des zones humides en déficit hydrique doivent être approfondies et encouragées. Là encore la question de la qualité des eaux rejetées est un élément à traiter en priorité.

Figure n° 102 : Volumes annuels et qualité des eaux traitées : Nitrates et Phosphore

Figure n° 103 : Volumes annuels et qualité des eaux traitées : Streptocoques et Coliformes Fécaux



Source : ONAS - traitements STUDI Eau 2050

3.3.3. Eau et Energie

La production, le traitement, le transfert et la distribution de l'eau, nécessitent de grandes quantités d'énergie principalement électrique. Or, le contexte énergétique en Tunisie est caractérisé par des ressources énergétiques propres limitées et en diminution tandis que la demande énergétique s'accroît. La Tunisie est devenue un pays importateur de pétrole et de gaz 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.

Lors de la COP21 (2015), le Gouvernement Tunisien s'est engagé à atteindre une part de 30% d'énergies renouvelables dans le Mix électrique, et à réduire la consommation d'énergie primaire de 30% de façon à réduire l'intensité Carbone de 49% à l'horizon 2030 (par rapport à 2010),

La transition des énergies fossiles vers les énergies renouvelables devra se faire également en établissant des politiques d'économies d'énergie et d'efficacité énergétique.

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 part de la consommation énergétique de l'irrigation s'élève à 2%. Le pompage pour l'irrigation exploite des moteurs mécaniques, thermiques ou électriques, 55 % de ces moteurs fonctionnent à l'électricité, 44% au diesel ; 1% avec les énergies renouvelables (données de 2014).
- 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. Pour la SONEDE, la consommation d'énergie la plus importante est liée aux stations de pompage et de traitement de l'eau (247 Gwh en 2017) mais la consommation spécifique la plus importante est enregistrée dans les stations de dessalement (1,2 kwh/m^3 contre 0,63 kwh/m^3 d'eau potable produite).

Tableau n° 33 : Evolution de la consommation et du coût de l'énergie du m^3 d'eau potable

Indicateurs	2015	2016	2017	Evolution 2016-2017
Consommation totale moyenne tension (Gwh)	397,2	415,7	430,59	3,6%
Coût total (MDT)	68	70,74	77,71	9,8%
Consommation en énergie par m^3 produit (Kwh/m^3)	0,610	0,63	0,63	0%
Coût de l'énergie / m^3 produit (Mil/m^3)	106,3	108	114	5,5%
Coût de l'énergie / m^3 consommé (Mil/m^3)	155,7	158	165	4,4%

Source : ANME

Tableau n° 34 : Consommation de l'énergie électrique par ressource en eau

Ouvrage	Consommation Gwh	% Consommation totale	Consommation / m^3
Station de dessalement	28	6	1,2
Station de traitement et de pompage	247	56	0,4
Forages	158	36	0,5

Source : ANME

- 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 (qui totalise 75% de la consommation totale d'énergie de la SECADENORD), ce coût semble acceptable au regard de la ressource ainsi récupérée sur les déversements en mer. Cependant, le recours aux énergies solaires photovoltaïques (centrale de 100 MWc) est possible et permettrait d'alléger ce coût.
- Les besoins de l'ONAS en énergie sont également importants et ont considérablement augmenté. L'une des solutions simples mise en application à Choutrana (ONAS), Sousse, Mahdia et Nabeul (privés) est la méthanisation des boues d'épuration qui en même temps élimine le déchet et permet la production d'énergie qui fait fonctionner les installations. Actuellement, 2 MW sont ainsi produits. 25 stations d'une capacité cumulée estimée à 100 MW sont programmées à l'horizon 2030.

Tableau n° 35 : Indicateurs de consommation de l'énergie pour l'assainissement

Ouvrage	2016	2017
Charge organique éliminée (T DBO_5 / an)	**92 918**	**96 460**
Energie totale consommée par le traitement et le pompage (Gwh)	**115,6**	**131,9**
Taux de l'énergie consommée par les STEP	**66,9%**	**65,6%**
Taux de l'énergie consommée par le pompage	**31,1%**	**30,5%**
Taux de l'énergie consommée par les bâtiments	**1,9%**	**3,9%**
Rendement globale de l'épuration (Kwh/kg de DBO_5 extraite)	**0,96**	**0,95**
Rendement globale du pompage (Kwh/m^3 pompé)	**0,14**	**0,16**

Source : ANME

- Enfin, sur la base d'un CMLT (Coût Marginal de Long Terme) du dessalement d'eau de mer évalué à 1.2 DT/m^3 (dont 43 % sont réservés à l'énergie en supposant que le tarif évolue de 2 % par an), d'un taux de charge de 80 % des stations de dessalement et d'une évolution du tarif moyen (estimé actuellement à 0.520 DT/m^3) de la SONEDE de 2 % par an, l'impact financier des projets de dessalement rapporté au m^3 d'eau consommé sur tout le territoire tunisien serait de 50 millimes/m^3. En supposant un tarif figé, cet impact serait de 61 millimes/m^3.

La SONEDE a adopté en 2017 des mesures et techniques pour améliorer l'efficacité énergétique telles que les variateurs de vitesse dans plusieurs stations, les systèmes de télégestion des réseaux importants (Sud, Beja, Kef, axe Belli-Sfax, …), l'équipement des services de maintenance d'appareils de mesures énergétiques et l'organisation des audits périodiques des ouvrages.

Par ailleurs, la SONEDE a prévu un plan pour la maitrise de l'énergie dans les domaines suivants :

- L'efficacité énergétique : réduction de 15% de la consommation à l'horizon 2030.
- Energie renouvelable : satisfaction de 30% des besoins à l'horizon 2030
- Installation du système de gestion de l'énergie ISO d'ici 2020.

3.3.4. Eléments de perspective des ressources non conventionnelles

En prenant pour référence le taux de croissance annuel moyen des quantités d'EUT produites par région entre 2008 et 2018 et en prolongeant cette tendance jusqu'en 2050, les quantités d'eaux usées traitées disponibles seraient de près de 500 millions de m^3, soit l'équivalent d'un grand barrage et un volume supérieur aux apports de surface régularisables de la région Nord-Ouest qui est le château d'eau de la Tunisie.

Dans le contexte de pénurie qui se dessine, il sera essentiel de traiter cette eau dans les meilleures conditions pour, au moins, trois raisons essentielles :

- Ne pas dégrader la situation environnementale des milieux récepteurs avec une eau rejetée ayant subi des traitements inadéquats ne respectant pas les règles de l'art en la matière,
- Ne pas réduire encore les ressources disponibles pour les usagers, étant entendu que l'eau nécessaire pour diluer une pollution donnée n'est plus disponible pour d'autres usages ex situ. A ce titre, les pollutions, outre leur impact sur la qualité de l'eau et les écosystèmes aquatiques, réduisent de fait la ressource utilisable ;
- Enfin, saisir l'opportunité d'une ressource conséquente, disponible toute l'année et dont les volumes sont connus quasiment avec certitude.

La figure n°104 récapitule les prérequis à une plus grande efficacité de l'utilisation des EUT.

Actuellement, un nouveau schéma directeur de la réutilisation des EUT est en cours d'élaboration. Le rapport de la phase de diagnostic a été approuvé. La phase suivante vient de démarrer.

Le dessalement d'eau est une technique aujourd'hui usitée et maîtrisée dans les pays souffrant d'un stress hydrique important. S'agissant du dessalement des eaux saumâtres, l'eau de nappe peut dans certains cas être chargée en fer, H2S, ammonium, manganèse nécessitant des prétraitements spécifiques élevant son coût d'investissement et d'exploitation. Toutefois, le dessalement de l'eau saumâtre, demeure nettement moins cher que celui de l'eau de mer en raison d'une salinité nettement moins élevée mais se heurtera à l'avenir à l'abaissement du niveau des nappes.

L'eau de mer dessalée représentera donc en Tunisie une ressource non conventionnelle fiable pour augmenter l'offre en eau douce sur le long terme. L'inconvénient est bien sûr le coût énergétique et l'émission correspondante de CO2 mais la combinaison de projets de dessalement avec une composante énergie renouvelable réduira ces impacts.

Les espaces urbains génèrent un potentiel de captage et de collecte d'eaux pluviales. La collecte des eaux des toits et dans les cours est de plus en plus répandue dans divers pays pour sécuriser et améliorer l'approvisionnement en eau à usage domestique, par exemple pour les sanitaires et l'arrosage du jardin.

La récupération des eaux pluviales est un moyen efficace pour gérer le stress hydrique et réduire les consommations d'eau de distribution mais aussi pour limiter le ruissellement, et réduire les effets négatifs de l'imperméabilisation des sols liés aux constructions. Les eaux pluviales peuvent faire l'objet de nombreux usages industriels et domestiques : refroidissement, arrosage d'espaces verts, nettoyage, lutte contre les incendies, et sous certaines conditions toilettes et lessive. Les eaux pluviales doivent pour cela être récupérées par les toitures, puis stockées dans des cuves ou des bassins de rétention, équipés d'un système de purification, en fonction des différents usages.

L'analyse des évènements très exceptionnels de septembre 2003 confirme les observations sur terrain d'un milieu urbain de plus en plus vulnérable aux fortes pluies.

Un exercice de délimitation des tâches urbaines à l'échelle du pays a été réalisé dans le cadre de la présente étude. Il en ressort un potentiel en eau pluviale urbaine de 355 Mm^3 / an.

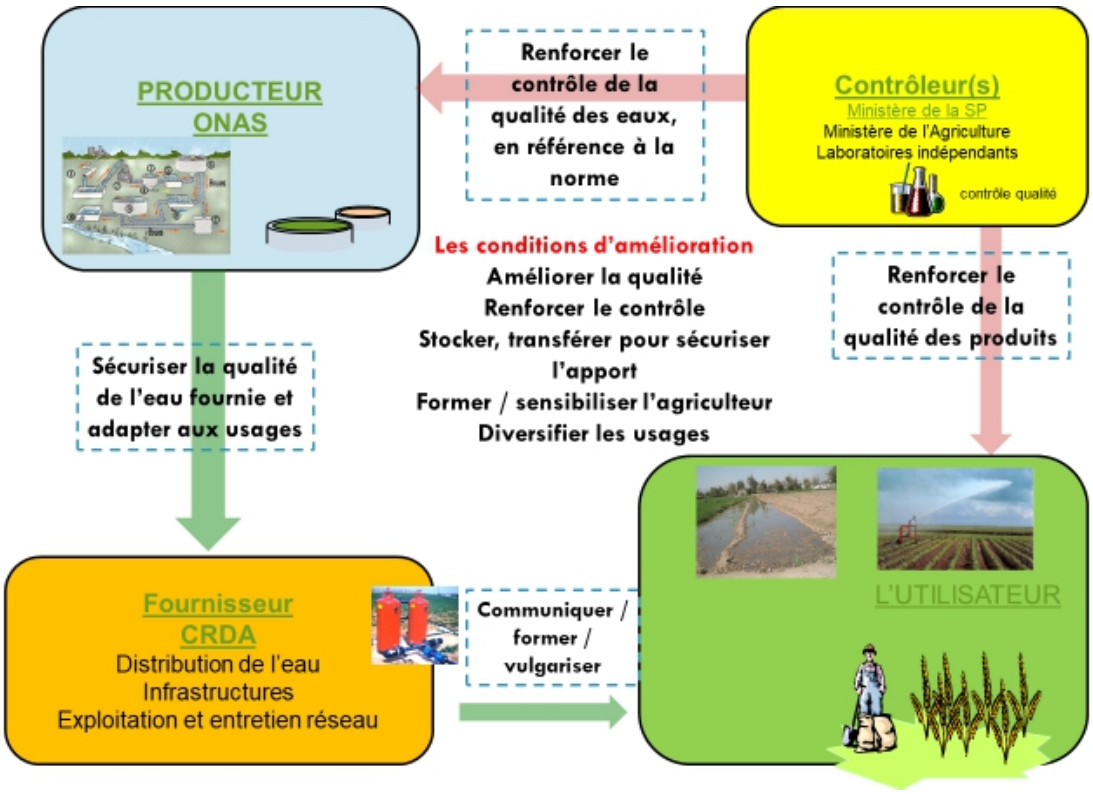
Tableau n° 36 : Potentiel en eau pluviale urbaine

Région	Nord		Centre		Sud		Total
	Ouest	Est	Ouest	Est	Ouest	Est	
Potentiel Eau météorique urbaine (Mm^3)	35	149	44	84	17	26	355

Sources : MARHP - traitements STUDI Eau 2050

Enfin, les possibilités de réutilisation des eaux de drainage évaluées à 133 Mm^3/an, provenant des oasis du Sud et des périmètres du bassin de la Medjerda, devraient être davantage étudiées. Ces eaux présentent l'inconvénient de leur salinité qui est comprise entre 1,5 et 20g/l et varie selon les régions, les saisons, les modes d'irrigation, la nature des sols et les équipements techniques utilisées. Il peut s'agir d'initiatives ciblées selon le besoin. L'eau de drainage (évaluée à environ 39Mm^3/an dans le seul Nefzaoua) pourrait par exemple être considérée comme "nouvelle ressource" à mettre à contribution pour l'amélioration pastorale.

Figure n° 104 : Les prérequis à une plus grande efficacité de l'utilisation des EUT



Sources : Xanthoulis D. – FAO 2013

3.3.5. Eau et Santé

Les principales maladies d'origine hydrique sont l'hépatite virale et la fièvre typhoïde. Le dernier cas de choléra déclaré en Tunisie remonte à 1986.

Les infections à transmission hydrique ont nettement baissé en Tunisie. La fréquence des diarrhées par exemple chez les enfants est passée de 15,6 % en 1987 à 3,6 % en 2015.

S'agissant des EUT, une enquête épidémiologique menée en 2003 dans la région du Cap Bon, a tenté d'évaluer le risque parasitaire lié à la réutilisation des EUT en comparant une zone pratiquant la réutilisation à une zone témoin. L'étude a montré que la prévalence du parasitisme intestinal est faible aussi bien dans la zone exposée (1.6 %) que dans la zone témoin (1.1 %). Les résultats de cette étude ne peuvent pas être extrapolés à l'ensemble du pays étant donné que la prévalence et le type de parasitoses intestinales varient d'une région à une autre.

Le contrôle de l'eau de boisson en milieu urbain est effectué par la SONEDE selon un programme préétabli et qui comporte :

- Contrôle quotidien de l'efficacité de la désinfection
- Contrôle de la qualité bactériologique
- Contrôle de la composition physico-chimique qui se fait à un rythme semestriel ou annuel.

En 2015, l'ANCSEP a mené une étude d'évaluation des micropolluants chimiques dans les eaux de boisson du réseau d'alimentation en eau potable. Cette étude n'a pas montré de vrais problèmes qualitatifs liés à la présence de cadmium, plomb et mercure dans l'eau du réseau public de distribution, sauf dans des cas accidentels où les concentrations dans l'eau ont été supérieures aux valeurs réglementaires. Cependant une variabilité régionale importante de l'exposition hydrique au fluorure a été observée. La carence en fluorure dans les eaux de boisson a été démontrée dans 18 sur 24 gouvernorats (75% des régions) avec des concentrations minimales inférieures à la concentration recommandée par l'Organisation Mondiale de la Santé pour la préservation de la carie dentaire. D'autre part, l'exposition hydrique excessive au fluorure a été constatée dans plusieurs régions du Sud tunisien, de ce fait, des atteintes osseuses et dentaires sont susceptibles de se produire dans les régions de Médenine, Gabes, Gafsa, Tataouine et Sidi Bouzid.

S'agissant de l'assainissement, le tableau n°37 présente les principaux indicateurs de l'ONAS en 2017 et 2018.

A partir de 2010, le taux de raccordement à l´eau potable en milieu urbain est à saturation, alors que le taux de raccordement à l´assainissement se situe à 86%. Ainsi plus de 13% de la population urbaine raccordée à l´eau potable demeure toujours non branchée au réseau d´assainissement. Ceci peut être expliqué par la non prise en charge encore des petites communes, mais aussi dans les zones déjà prises en charge par l´ONAS, avec un taux de branchement de 90,1% en 2017, par des contraintes notamment techniques telles que la situation de certaines constructions isolées dans des zones basses par rapport aux réseaux existants ou assez éloignées de ces réseaux, ce qui les rend difficilement accessibles ou retarde leur branchement à l´égout.

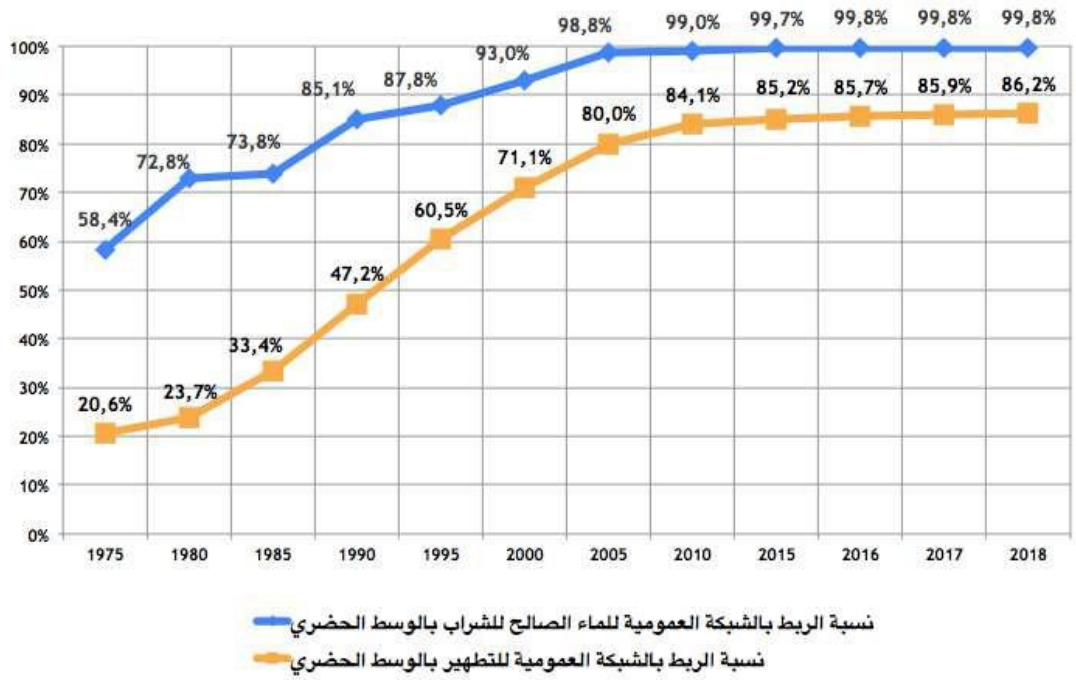
Cependant, le constat du ralentissement du taux de branchement est en contradiction avec l´évolution du linéaire total du réseau public d´assainissement qui est de 16 % entre 2010 et 2018. Ceci peut être expliqué par la réalisation durant les dernières années de longs transferts (sans branchements), mais aussi par d´éventuels retards dans la réalisation de nouveaux branchements.

Mais c'est dans le milieu rural que le problème de l'absence d'assainissement menace les milieux récepteurs. Le monde rural regroupe environ un tiers de la population nationale, soit 3,6 millions d'habitants et 950.000 logements, selon le dernier recensement de la population et de l'habitat de 2014. Environ 9,6% des logements dans le milieu rural sont connectés au réseau ONAS, 75% rejettent leurs eaux usées dans des puits perdus et 15,4% les rejettent dans la nature.

Ainsi, environ 900 000 personnes dans le milieu rural, utilisent encore des installations d'assainissement non améliorées, la moitié utilise des latrines collectives et l'autre moitié utilise, pour la plupart, des latrines non améliorées.

La mission de l'ONAS n'intègre pas l'assainissement rural, mais comme par ailleurs, les conseils de gouvernorats ne sont pas outillés pour prendre en charge cette activité, on peut dire que l'assainissement rural souffre d'un vide institutionnel. C'est dans ce contexte que l'ONAS a été chargée de mener dès 1999 une étude stratégique pour définir les systèmes d'assainissement appropriés en milieu rural et pour installer un mode de gestion permettant la pérennité des ouvrages projetés.

Figure n° 105 : Evolution des taux de raccordement Eau Potable et Assainissement



Source : ONAS – Rapport d´activités 2018

Tableau n° 37 : Principaux Indicateurs de l´assainissement ; évaluation 2017 / 2018

Indicateur	Unité	2017	2018
Nombre des communes prises en charge	Commune	176	178
Taux de raccordement dans le milieu urbain	%	85,9	86,2
Taux de raccordement dans les zones d'intervention de l'Office	%	90,1	90,3
Nombre d'abonnés	1000 Abonnés	1926	1993
Volume des eaux consommées par les abonnés de l'Office	Million m^3	307,6	312,1
Linéaire du réseau public d'assainissement	Km	16867	17180
Nombre des boites de branchement	1000 boites	1138	1158
Curage du réseau d'assainissement	Km	7740	7321
Taux de curage	%	63	58,6
Nombre des stations d'épuration	Stations	119	122
Volume des eaux usées collectées	Million m^3	269	277,2
Volume des eaux traitées dans les stations d'épuration	Million m^3	266	274
Taux des eaux traitées	%	98,8	99
Nombre d'interventions sur le réseau	Intervention	100373	111463
Nombre d'interventions par km	Intervention/km	6	6,5

Source : ONAS – Rapport d´activités 2018

Actuellement, l´ONAS gère 9 stations d´épuration en milieu rural avec notamment des procédés adaptés tels que les filtres plantés de roseaux. Le Conseil Ministériel Restreint (CMR) de juin 2016 a clarifié les rôles des acteurs pour l'assainissement rural : les zones de plus de 3000 habitants seront prises en charge par l'ONAS, de 1000 à 3000 par les municipalités et pour le « dispersé » (moins de 1000 habitants) par la DGGREE. Actuellement les directives pour l'assainissement en milieu rural, surtout pour les agglomérations de moins de 1 000 habitants, ne sont pas encore opérationnalisées.

En effet, la Tunisie doit développer une stratégie d'assainissement rural en élaborant :

- Un cadre institutionnel clair en matière d'assainissement rural,
- Un plan national d'assainissement rural,
- Une définition des types d'interventions techniques nécessaires,
- Des incitations et des moyens financiers consacrés (subventions, prêts à taux bonifié, etc.)

3.3.6. Eau et Industrie

Dans le cadre du programme intégré de dépollution du BV d'oued Medjerda, une étude est en cours d'élaboration par la DGEQV qui a inventorié 202 unités industrielles considérées comme étant des sources importantes de pollution, dont la majorité opérant dans le secteur agroalimentaire (forte concentration en DCO et en DBO_5).

Tableau n° 38 : Unités industrielles source de pollution dans le Bassin Versant de Mejerda

	SBV							
	Basse Vallée	Haute Vallée	Mallegue	Siliana	Tessa	Khalled	Total	%
IAA	51	29	9	10	6	8	113	55,9%
IC	13	7					20	9,9%
ITH	4	2		4		2	12	5,9%
IMCCV	6	7	1	1			15	7,4%
IEE	3	4					7	3,5%
ICC	11	1		1			13	6,4%
IMM	11					1	12	5,9%
IP	1	1		1			3	1,5%
Autres	3	2		1		1	7	3,5%
S/Total	103	53	10	18	6	12	202	100%
%	51,0%	26,2%	5,0%	8,9%	3,0%	5,9%	100%	

Source : DGEQV

L'extraction minière dans ce bassin est aussi source de dépôts de terrils et de déchets miniers (zinc, cuivre, plomb, phosphate, fer, calamine et galène).

Les dépôts de margine, les décharges, les contrôlées souvent surexploitées et les sauvages nombreuses, sont des sources importantes de pollution.

En outre, dans le bassin versant de la Medjerda, il y a 4 décharges contrôlées (Siliana, Béja, Jendouba et Medjez El Bab) réalisées depuis plus de 25 ans, et de nombreux dépotoirs sauvages :

- Tessa : 4 dépôts d'ordure
- Siliana : 4 dépôts d'ordure
- Mallègue : 9 dépôts d'ordure
- Khalled : 4 dépôts d'ordure
- Basse vallée Majerda : 10 dépôts d'ordure
- Haute vallée Majerda : 6 dépôts d'ordure

Les chiffres de débits et charges polluantes sont éloquents :

- Le débit total des eaux usées urbaines et industrielles déversé dans le BV d'Oued Majerda est de 100 800 m^3/j, soit environ 37 Millions de m^3/an.
- La charge totale en DCO provenant des eaux usées urbaines et industrielles déversée dans le BV d'Oued Mejerda est de 164 Tonnes/j, soit environ 60 000 Tonnes/an
- La charge totale en DBO5 provenant des eaux usées urbaines et industrielles déversée dans le BV d'Oued Mejerda est de 59 Tonnes/j, soit environ 21,6 Mille Tonnes/an

La charge totale en MES provenant des eaux usées urbaines et industrielles déversée dans le BV d'Oued Mejerda est de 47,5 Tonnes/j, soit environ 17 400 Tonnes/an

Enfin, le bassin versant de Mejerda reçoit de l'ordre de 26.000 tonnes d'engrais chimiques par an issues de l'agriculture.

Sur les 32 points de mesures, 23 présentent des valeurs très au-dessus de la norme pour la charge en MES, 13 en DCO et 16 en niveau de salinité. Les eaux sont aussi très chargées en nitrates (15/32 sont au-dessus de la norme) et en potassium (22/32).

L'ONAS a mis en place une banque de données qualitatives et quantitatives de suivi des rejets des unités industrielles, dénommée CADRIN. Elle a vocation à contribuer au suivi et à la maîtrise de la pollution industrielle.

3.4. L'EAU VERTE

3.4.1. L'interaction précipitations / sol / végétation et notion d'eau verte

Les ressources en eaux pluviales sont définies comme étant le volume des précipitations mesurées en année hydrologique moyenne sur l'ensemble du territoire tunisien.

Calculée sur une série de près de 90 ans couvrant l'ensemble des régions (24 gouvernorats), de 1916 à 2004, la pluviométrie moyenne de la Tunisie, pondérée par les superficies des régions, s'établit à 220 mm/an, entre un maximum de 387 mm et un minimum de 127 mm. Cette série historique n'indique aucune tendance d'évolution à long terme (figure ci-dessous).

Rapportée à une superficie de 164 420 km^2 incluant le territoire national continental et insulaire, la pluviométrie moyenne génère ainsi un volume moyen précipité de 36 km^3/an, avec un maximum de 63.6 km^3/an (1969-70) et un minimum de 21 km^3/an (1946-47). La répartition des étages bioclimatiques est illustrée par la figure n°107.

La ressource en eau du sol est définie comme étant la part infiltrée des précipitations, momentanément stockée dans le sol, qui va subir soit une évaporation directe dans le cas d'un sol nu et former en quelques sortes une « évaporation inutile », soit l'évaporation du sol et l'évapotranspiration des végétaux si le sol est couvert. Celle-ci correspond au concept de Réserve Utile (RU) ou de RFU (la Réserve Facilement Utilisable du sol). Seuls les végétaux peuvent mobiliser cette ressource, d'où le lien avec l'agriculture pluviale et l'eau dite « verte », par opposition à « l'eau bleue » mobilisée par les infrastructures.

La RFU exprime la ressource en eau du sol dans la zone d'aération, entre la surface du sol et la surface piézométrique de la nappe phréatique. Cette eau échappe aux forces de gravité. Elle est retenue par des forces de capillarité. La RFU assure l'humidification du sol, laquelle progresse vers le bas. La RFU est exprimée par la « capacité de rétention » du sol. Cette progression reste cependant tributaire de la « reprise évaporatoire » qui va créer un « déficit de rétention ».

L'infiltration (I) franchissant la surface du sol ne se transforme en « infiltration efficace » (IE) alimentant la nappe phréatique que lorsque la « teneur en eau » du sol dépasse sa « capacité de rétention ». Les forces de gravité deviennent alors supérieures aux forces de capillarité.

En zone aride, du fait de l'importance de l'ETP et de l'irrégularité des pluies, la variation du stock d'eau dans le sol sera très grande.

L'agriculture pluviale mobilise précisément cette réserve utile ou RFU et s'en contente et ne fait pas appel à l'eau bleue pour les besoins d'une irrigation de complément.

En conséquence, l'agriculture pluviale subit nécessairement la précarité climatique qui, depuis des millénaires, oblige les agriculteurs à mettre en œuvre des stratégies d'adaptation afin de tirer le meilleur parti de l'eau disponible.

3.4.2. L'agriculture pluviale en tant que vecteur de pérennité des systèmes agroécologiques

Le bilan hydrique global de la Tunisie montre que l'agriculture pluviale est, de loin, le principal mobilisateur de la pluviométrie, et ceci à hauteur de 23 milliards de m^3/an.

L'eau verte au sens large concerne, en effet, 11 millions d'hectares dont :

(i) 5 millions d'ha de terres cultivables, recevant 13 km^3/an

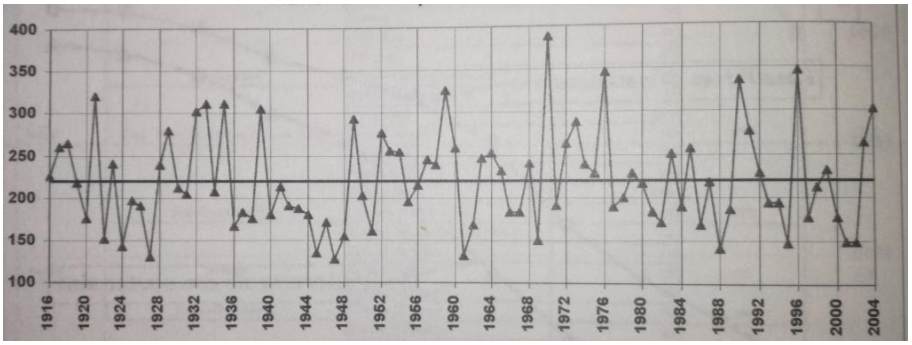
(ii) 1million d'ha de forêts, soit 4 km^3/an.

(iii) 5 millions d'ha de terres de parcours, soit 6 km^3/an

Cette eau verte entretient les divers systèmes agro-écologiques :

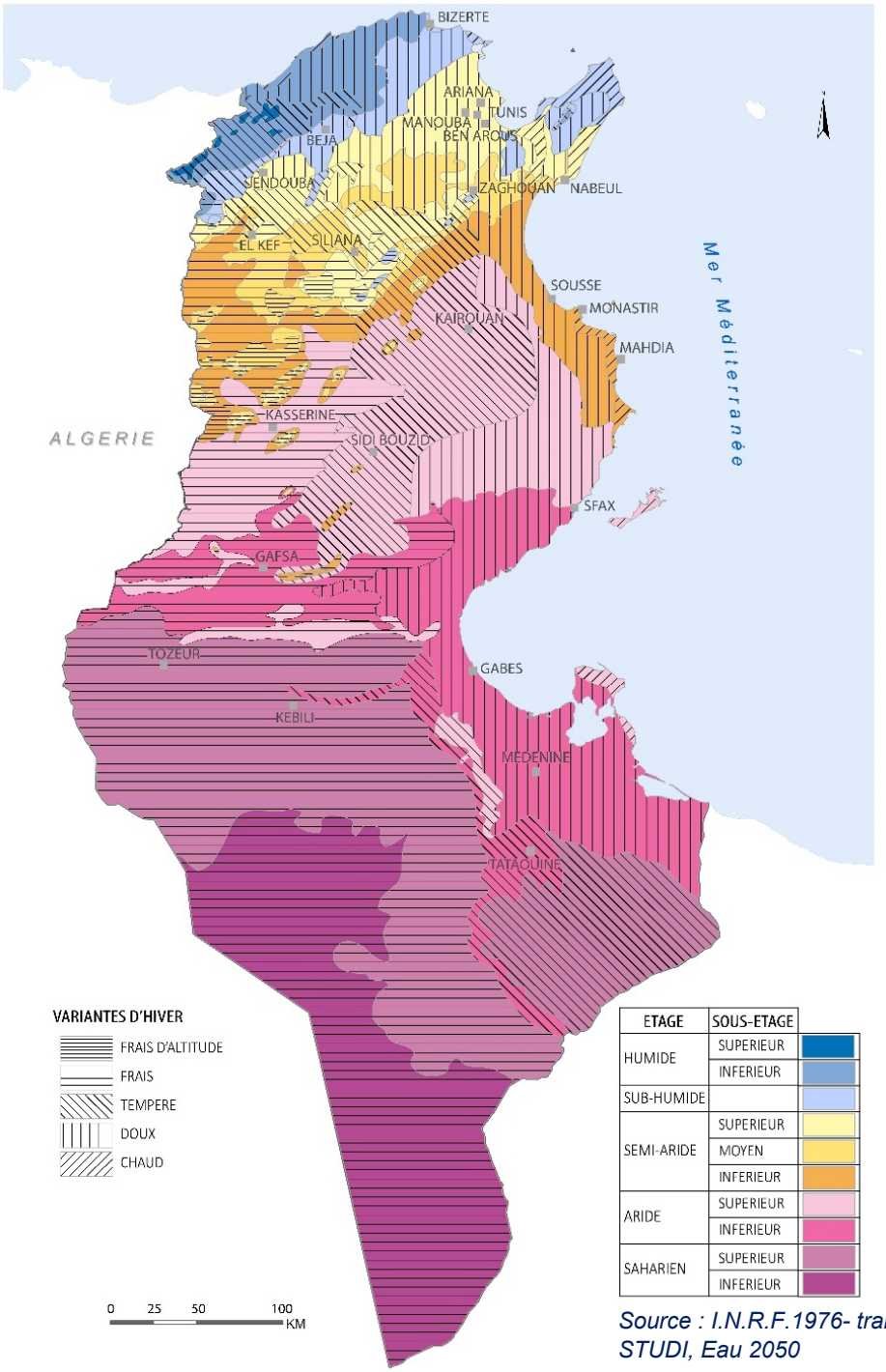
- Au Nord (600-1000 mm/an) : zones forestières et parcours, cultures pluviales ;
- Au niveau de la Dorsale (400-600 mm/an) : forêts et parcours, arboriculture et cultures pluviales des hautes terres ;
- Au Centre (Ouest-Est, 200-400 mm/an) : forêts et maquis dégradés, cultures pluviales, arboriculture avec collecte des eaux.
- Au Sud (Ouest-Est, < 200 mm/an) : parcours sensibles, arboriculture localisée littorale ou à systèmes de collecte des eaux, jessours, oasis.

Figure n° 106 : Lame d'eau précipitée moyenne sur la Tunisie et tendance à long terme (1916-2004)



Source : Besbès, M. Chahed, J.Hamdane,A. (2014).

Figure n° 107 : Répartition des étages bioclimatiques



Source : I.N.R.F.1976- traitements STUDI, Eau 2050

L'agriculture pluviale intéresse les 2/3 de la production agricole (céréales et oliveraies en particulier) et joue un rôle économique important couvrant environ 4,5 millions d'ha (hors superficie irriguée) dont :

- 1,5 million pour la céréaliculture
- 1,9 million pour l'arboriculture

L'agriculture pluviale concerne aussi tous les parcours et emploie quelques 350.000 exploitants et assure 130.000 emplois permanents. Cela assure partiellement les besoins alimentaires du pays en termes d'équivalents - eau lesquels ont été évalués à 1500 m^3/hab./an en 2010.

L'agriculture pluviale sera de ce fait appelée à augmenter sa contribution dans le futur par une amélioration de son efficience afin d'atténuer la dépendance du pays vis-à-vis de l'extérieur.

Une crainte, néanmoins, l'impact de la hausse significative de la température et de la diminution des précipitations moyennes dès la seconde moitié du 21ème siècle de 10 à 15% selon les prévisions de INM, sur cette agriculture ; ce qui suppose, dès à présent, la planification de mesures visant à adapter l'agriculture pluviale à ces nouvelles conditions.

Les principaux déterminants de l'agriculture pluviale sont :

- Les conditions climatiques qui se traduisent souvent par des déficits en eau atteignant 50% des besoins des céréales.
- Les sols, capacité d'infiltration, capacité de rétention, fertilité.
- Les systèmes de culture, travail et aménagement du sol en vue de sa protection et de sa meilleure exploitation en zone aride.
- L'organisation de l'espace agricole en parcelles et exploitations permettant la meilleure mobilisation de l'eau pluviale au profit de la production.

Force est de constater que l'agriculture pluviale n'a pas bénéficié, loin de là, du même niveau d'investissement que l'agriculture irriguée.

La productivité des terres agricoles en système pluvial est limitée dans la mesure où la plupart de ces terres sont à améliorer. D'autres, marginales sont à restaurer et à bonifier et certaines souffrent de salinisation plus ou moins affirmée ou sont sensibles à différents types d'érosion. Il faut garder à l'esprit que dans notre pays:

- 78% des terres arables sont en zone aride (< 300 mm/an) ;
- la moitié des cultures sont réalisées sur des terres à fertilité limitée ou très faible, les terres fertiles se trouvant essentiellement au Nord de la Dorsale.

En milieu semi-aride et aride, une gestion intelligente des sols s'avère être une condition nécessaire pour faire de l'agriculture pluviale un levier de la sécurité alimentaire. Les ouvrages de CES par exemple renforcent occasionnellement l'infiltration efficace des nappes et sont très utiles pour l'agriculture pluviale.

Une stratégie innovante de gestion de l'infiltration dans le sol serait à préconiser pour maitriser les effets négatifs du ruissellement et en tirer profit par une agriculture pluviale réfléchie.

La durabilité exige une optimisation de l'approche visant avant tout la préservation du sol et de sa capacité à valoriser l'eau pluviale.

L'aménagement des terres en terrasses et en courbes de niveaux à l'intérieur des exploitations agricoles, en meskats et jessours là où cela est possible serait à généraliser pour favoriser l'infiltration au détriment du ruissellement dévastateur.

Une meilleure prise en charge de l'agriculture pluviale et de l'eau verte pour en maximiser les effets socio-économiques et sur la sécurité alimentaire, aura également des retombées positives en termes de lutte contre la désertification dont les principaux facteurs actifs sont la dégradation du couvert végétal, l'érosion hydrique, l'érosion éolienne et la salinisation des sols. Ces facteurs peuvent avoir à leur tour des impacts directs sur les ressources en eau.

En effet, une combinaison des impacts dans le temps et dans l'espace, engendre des additions et des interactions entre eux, créant ainsi des impacts cumulatifs. Certains spécialistes estiment que l'étude des impacts cumulatifs en agriculture constituent l'une des voies d'avenir des évaluations environnementales et écosystémiques vers une meilleure réalisation des objectifs du développement durable.

Or en Tunisie, la dégradation du couvert végétal naturel est quasi généralisée sur l'ensemble du territoire, l'érosion éolienne et la salinisation secondaire affectent en particulier le Centre et le Sud du pays, tandis que l'érosion hydrique touche près du tiers de la superficie du pays, surtout dans le Nord et le Centre, et entraine annuellement, à elle seule, la perte de l'équivalent de 10 000 ha de sols en charriant environ 45 millions de tonnes/an de terres, cause principale de l'envasement des retenues dans les barrages.

3.4.3. Analyse de l'agriculture en termes d'équivalent-eau

Sur une superficie cultivée en sec de 4,5 millions d'ha entre 1984 et 2010, le potentiel « eau verte » de l'ensemble de l'agriculture pluviale (céréales et oliviers) a été évalué à 8,5 km^3/an (sur la base de 2520 m^3/ha d'équivalents-eau verte pour les cultures céréalières et de 1080 m^3/ha d'équivalents-eau verte pour les oliviers à huile).

L'équivalent-eau des productions végétales pluviales est soumis à des variations importantes en relation avec les aléas des précipitations alors qu'il demeure assez stable pour les cultures irriguées. Pour l'année 2010, les apports en eau par catégorie de ressource ont été les suivants :

Tableau n° 39 : Apports par catégorie de ressource naturelle et renouvelable

Catégorie de ressource	Apports	% des apports
Cultures pluviales (eau verte)	6,885 km^3/an	
Eau verte des cultures irriguées	0,885 km^3/an	
Total eau verte	7,760 km^3/an	85%
Eau bleue des cultures irriguées	1,372 km^3/an	15%
Total	9,132 km^3/an	100%

Sources : Sécurité hydrique de la Tunisie. Gérer l'eau en conditions de pénurie. Mustapha Besbes, Jamel Chahed, Abdelkader Hamdane. 2015 ; Tunisie : Eau 2050. Habib Lazreg, ITES. 2019

Ainsi, l'eau verte contribue à hauteur de 85% des ressources en eau mises en jeu dans la production végétale, arboriculture en sec (oliveraies, palmeraies, vignes, vergers divers), cultures céréalières et certaines cultures maraichères.

Faible en quantité, l'eau bleue contribue néanmoins à atténuer l'acuité de la variabilité de l'eau verte. Elle bénéficie à l'arboriculture fruitière à hauteur de 50% (0,669 km^3/an) dont la moitié à la culture du palmier dattier (0,338 km^3/an).

L'eau verte (en culture ou sur les parcours) assure aussi une part importante de la production animale.

Si pour la période 2006-2010, l'équivalent-eau des productions animales totalise en moyenne 4,829 km^3/an, le parcours y contribue pour plus du quart.

Tableau n° 40 : Apports aux productions animales

Catégorie de ressource	Apports	% des apports
Eau bleue	0,111 km^3/an	2%
Eau verte	3,226 km^3/an	67%
Eau virtuelle (Bilan import/export)	1,492 km^3/an	31%
Total	4,829 km^3/an	100%

Sources : Sécurité hydrique de la Tunisie. Gérer l'eau en conditions de pénurie. Mustapha Besbes, Jamel Chahed, Abdelkader Hamdane. 2015 ; Tunisie : Eau 2050. Habib Lazreg, ITES. 2019

Ainsi, l'équivalent-eau de l'ensemble des productions alimentaires (à raison de 65% de production végétale et de 35% de production animale) représente en fait un potentiel de ressources hydriques moyen d'environ 14 km^3/an dont la majeure partie est utilisée en agriculture pluviale :

- Productions végétales en sec (eau verte) : 49% ;
- Productions animales (eau verte) : 23% (11% pour les parcours naturels) ;
- Agriculture irriguée (eau verte : 6%, eau bleue : 11%) :17% ;
- Bilan import-export (eau virtuelle : céréales, fourrages) : 11%

Le bilan hydrique moyen de la balance agro-alimentaire pour la période 2006-2010 s'établit comme suit :

- Importation (céréales, fourrages, huile végétale, sucre) : 8,650 km^3/an ;
- Exportation (dattes, primeurs, huile d'olive) : 2,490 km^3/an ;
- Solde : 6,160 km^3/an

Entre 1970 et 2008 le déficit est passé de 0,560 km^3/an à 6,160 km^3/an. Il s'agira de rechercher, avec les éléments de modélisation qui conviennent, une optimisation optimale entre accroissement du bilan hydrique en faveur de la Tunisie et maximisation de la couverture de l'import par l'export agricole.

Le bilan en valeur est favorable à la Tunisie :

- Même si la structure de la balance commerciale des produits agro-alimentaires est dominée par les productions des cultures pluviales, l'eau bleue joue un rôle important dans les exportations des dattes et des agrumes, à raison de respectivement 70,6% et 21,6% des recettes.
- Ainsi, globalement les contributions à la production sont aux ¾ dues à l'eau verte (y compris les parcours) et au ¼, à égalité, à l'eau bleue (irrigation) et à l'eau virtuelle (importation).

On peut en conclure que la sécurité alimentaire reste grandement liée à la qualité des sols céréaliers et tributaire de leur RFU. La céréaliculture qui emploie 250.000 agriculteurs occupe 1/3 des terres cultivées : entre 1.400.000 et 1.600.000 ha (blé dur, blé tendre, orge, triticale) et produit bon an mal an 10 à 20 millions de quintaux par an c'est-à-dire entre 1/3 et 2/3 de la consommation nationale estimée à 30 millions de quintaux/an (10 de blé tendre, 10 de blé dur, 10 d'orge).

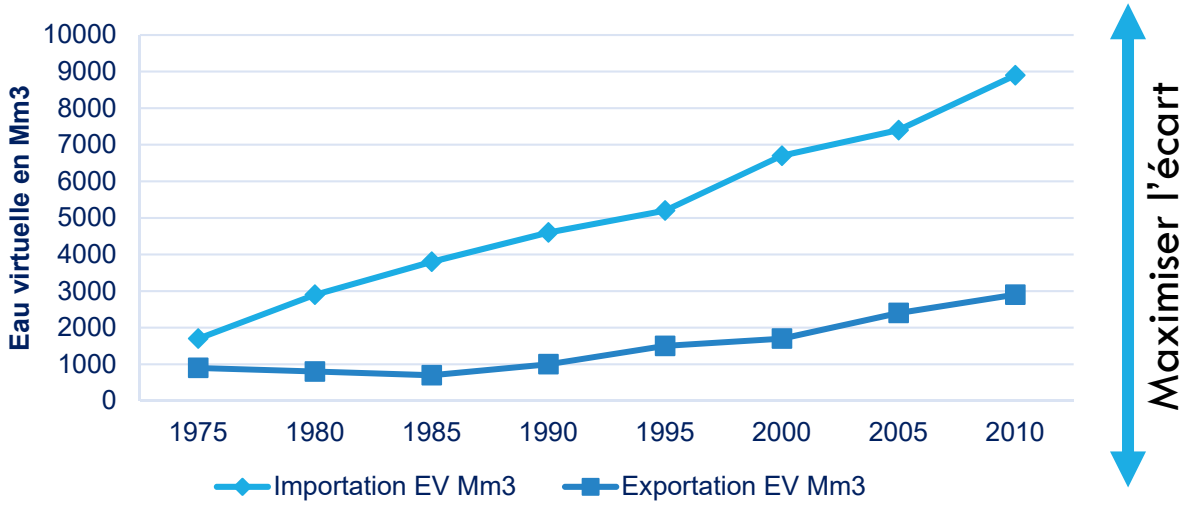
L'oliveraie, quant à elle, génère 75% des exportations agricoles et place la Tunisie au rang de 4ème producteur mondial.

3.4.4. Les leviers de développement de l'agriculture pluviale

L'analyse du bilan précédent relatif à l'eau dans l'agriculture montre tout l'intérêt pour la Tunisie d'agir tout azimut pour bien gérer les ressources en eau, qu'elle qu'en soit la nature : verte ou bleue. Des réflexions et des actions sont en train d'être menées et devront être poursuivies pour préserver l'eau d'irrigation, mieux exploiter l'eau verte ou recycler les diverses eaux usées, urbaines, etc.…

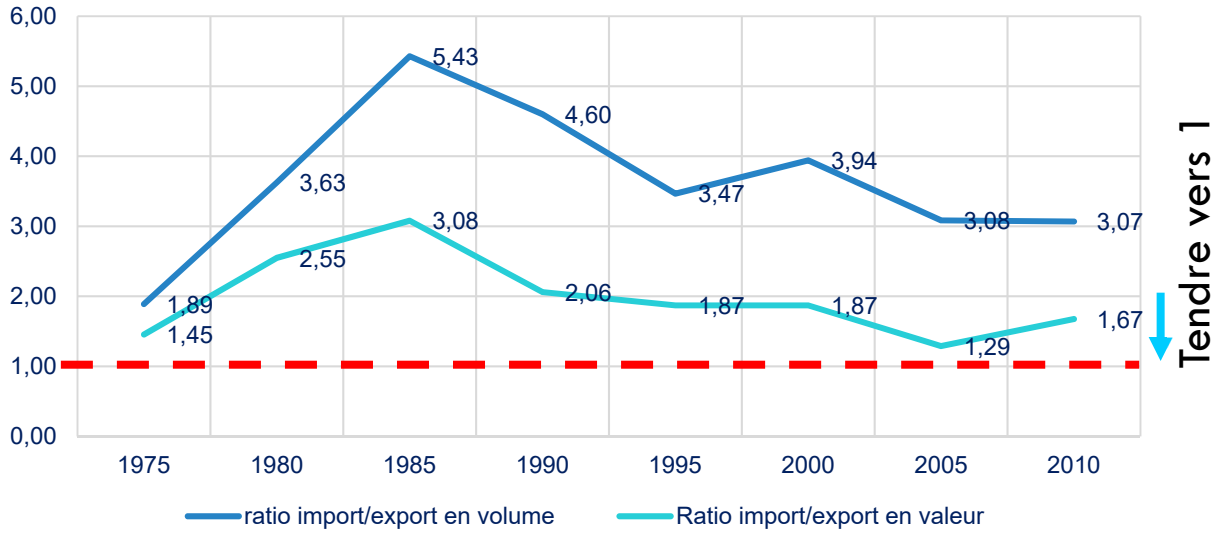
L'eau verte, qui semble à première vue ne rien coûter a des implications évidentes sur la performance de l'agriculture, l'économie rurale, la sécurité alimentaire mais aussi la préservation des écosystèmes. La notion d'utilisation rationnelle de l'eau mérite donc d'être étendue à l'ensemble de l'agriculture pluviale qui valorise la part la plus importante des ressources naturelles en eau du pays.

Figure n° 108 : Evolution des échanges quantitatifs en eau virtuelle



Source : MARHP - traitements STUDI, Eau 2050

Figure n° 109 : Evolution des ratios importations / exportations : volumes d'eau et valeur des échanges



Source : MARHP - traitements STUDI, Eau 2050

Des mesures de conservation des eaux et du sol, de gestion des eaux de crues et de ruissellement, de récupération d'eau ou encore d'adaptation des espèces cultivées à la réserve utile du sol permettent une meilleure valorisation de l'eau verte. Beaucoup de ces techniques sont connues mais méritent d'être « modernisées » et adaptées aux différents contextes du pays. L'on citera en particulier :

- La conservation des eaux et du sol (CES) : les mesures de CES dites de « techniques douces » (végétalisation, façons culturales, ouvrages, procédés biologiques…) permettent d'augmenter la capacité de stockage par le sol des eaux de pluie et donc de limiter les besoins d'apports par irrigation, tout en limitant l'érosion et l'envasement des retenues en aval (voir comme exemples les ouvrages hydrauliques traditionnels, les façons culturales favorisant le développement racinaire, le paillage, etc.) ;
- L'amélioration de la gestion agricole des eaux de ruissellement : exemples des lacs collinaires conjuguant mobilisation des eaux de surface et protection contre l'érosion hydrique.
- La récupération de l'eau de pluie : citernes avec des matériaux modernes (tunnels plastiques) et «majels» traditionnels permettent de collecter les eaux pluviales pour les différents usages (usages domestiques, abreuvement de bétail, arrosage d'appoint…).
- Le contrôle de l'évapotranspiration sur le terrain (via des brise-vent et paillis) et des plantes (ombrages…) afin de limiter les déperditions d'eau, diminution de la densité foliaire par unité de surface de terrain,…
- L'adaptation des espèces cultivées à la réserve utile du sol : choix de cultures adaptées aux zones arides/semi-arides (arboriculture, espèces herbacées comme les variétés précoces de blé…) ; rotation cultures herbacées & jachère, alternance de légumineuses et graminées, systèmes de cultures annuelles d'espèces herbacées en rotation (blé, orge ou avoine, suivis par fève, pois, etc.)
- L'adaptation des calendriers culturaux (difficulté à déterminer l'époque optimale de semi dans les zones semi-arides à cause de la variabilité du régime pluviométrique).
- Le recours à l'irrigation de complément pour stabiliser les productions durant les étapes de croissance (cultures de blé, d'olivier, de vignes…).
- La valorisation de la production forestière et la préservation de la forêt qui est un rempart contre la désertification et l'aridification.

La recherche & développement, ouverte sur les expériences en cours tout autour du pourtour méditerranéen et dans le monde entier, pourrait être d'un appui précieux pour la mise au point de ces techniques et leur déploiement à grande échelle.

3.4.5. La CES : l'innovation par les PADIT

La politique visant la réduction des vulnérabilités des territoires face aux risques de sécheresse et d'inondations, à travers des aménagements de contrôle des ruissellements, de stockage des eaux des crues pourraient à la fois freiner les processus de dégradation des terres, mobiliser davantage de ressources en eau et protéger les populations et leurs activités.

C'est à ce titre qu'une CES tirant des enseignements des traditions et des stratégies passées mais également innovante, créative et adaptée au nouveau contexte de raréfaction des ressources en eaux, de dégradation des sols et de changement climatique, prend tout son sens.

La nouvelle stratégie, élaborée en 2017, s'est fixé comme objectif " de soutenir l'amélioration de l'agriculture pluviale, d'intégrer l'adaptation au changement climatique, de cibler les zones d'intervention en termes de sensibilité et d'effectuer des ajustements techniques ». L'agriculture pluviale, comme cela a été développé plus haut, est un point fort sur lequel il convient de s'appuyer. C'est un moyen de régulation inestimable dans la gestion de la demande en eaux, en contribuant davantage à la sécurité alimentaire du pays (production de céréales, fruits, légumes, huile en sec, en plus de l'élevage extensif) et en allégeant la pression sur les ressources des nappes qui alimentent l'irrigation.

Les ouvrages de CES, par leur diversité et leur répartition spatiale, peuvent atténuer la vulnérabilité des territoires en améliorant leur résilience :

- En cas de 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.

- En période de sécheresse prolongée et de vagues de chaleur, les ouvrages de CES pourraient constituer les premiers secours pour l'agriculture familiale (la plus vulnérable dans pareille situation), par les réserves fourragères, les pâturages améliorés, les points d'eau réalisés dans le cadre de projets antérieurs.

La protection de la biodiversité peut prendre tout son sens, quand il s'agit de protection du couvert végétal naturel, même en zones de cultures céréalières, à travers l'adoption de la technique du semi direct, de la re-végétalisation des terres dégradées, de la création et préservation des zones humides générées par les retenues des barrages, etc.

Les actions doivent être ciblées selon les niveaux de vulnérabilité physique (priorisation selon l'urgence d'intervention face aux processus érosifs par exemple) et la vulnérabilité sociale car les petites exploitations familiales et les populations rurales pauvres sont socialement et économiquement les plus vulnérables, mais aussi celles qui recourent le plus, surtout en période de crise (climatique ou autre) aux ressources du milieu pour en tirer survie.

La territorialisation est un processus continu de construction et de reconstruction des territoires par les acteurs. L'Etat (à travers sa politique de CES en question ici), en est un, très important, mais qui ne doit pas ignorer les rôles des autres acteurs, et principalement les populations occupant le territoire ciblé par l'aménagement. Les PADIT (Plans d'Aménagement et de Développement Intégré des Territoires), préconisés par la Stratégie Nationale de CES en cours d'application, constituent un changement radical dans les modes d'intervention et une rupture avec l'approche techniciste parfois adoptée (de la conception à la réalisation des projets de CES). En effet, les PADIT sont conçus sur la base des initiatives des populations rurales locales, qui participent aussi à leur pilotage et suggèrent éventuellement des ajustements à mi-parcours. L'aménagement et le développement intégré des territoires, comme la formulation l'indique clairement, ne doit pas comporter uniquement la CES, mais celle-ci doit-être associée à d'autres actions de développement économique et social.

3.4.6. Combinaison optimale « Eau Verte / Eau bleue / Eau virtuelle »

Une vision intégrée de la gestion de l'eau dans ses dimensions pluridisciplinaires, dans l'espace et dans le temps s'impose à la Tunisie.

Plusieurs enjeux futurs sont à souligner dès à présent :

- Le premier est de sortir d'une vision « mono-élémentaire » de l'eau agricole et de tenir compte de l'ensemble des disponibilités d'eau au profit de l'agriculture, lesquelles dépassent de loin la question de la mobilisation de l'eau bleue et de l'irrigation. Dans la majorité des exploitations agricoles, l'agriculture pluviale et l'agriculture irriguée se combinent selon les contraintes de disponibilité de la ressource et la stratégie adoptée par les irrigants pour optimiser leur revenu. Prendre en compte ce caractère intégré est essentiel pour construire les fondements les plus favorables à la sécurité alimentaire du pays.
- la compréhension et l'évaluation des relations causales entre pratiques agronomiques, salinité des ressources, pollution des eaux et impacts environnementaux, ce que l'on a nommé plus haut « les effets cumulatifs ». Il s'agit de champs d'investigations encore faiblement abordés en Tunisie sous l'angle coûts/avantages en particulier. Ces aspects s'imposent pour assurer une meilleure durabilité des ressources en eau et des sols disponibles.
- Il est essentiel que la question de l'eau agricole soit appréhendée au travers d'une vision complète et globale, intégrant la triade eau bleue – eau verte – eau virtuelle, en vue d'atteindre d'une manière durable, dans le contexte de rareté de la ressource, l'objectif de sécurité alimentaire. Cette optimisation serait aussi à tenter afin de mieux consolider l'objectif à long terme. Cette approche exige que l'agriculture pluviale et les échanges extérieurs de produits agro-alimentaires, qui constituent des facteurs essentiels de la sécurité alimentaire, soient pris en compte dans la planification des ressources en eau.

3.5. L'ECONOMIQUE DE L'EAU

L'Etat de la Tunisie indépendante a joui d'une large base sociale et se sentait dépositaire d'un intérêt général qu'il cherchait à réaliser. Dans les domaines de l'eau et de l'agriculture, une politique de développement économique et social a été conçue et mise en œuvre visant l'augmentation et la régularisation des productions agricoles et ce, via l'intensification des systèmes de production agricoles que l'irrigation devait autoriser.

Cette intensification de la production permettait d'une part, de garantir la sécurité alimentaire interprétée comme l'autosuffisance du pays en produits agricoles alimentaires, et d'autre part, le développement rural par l'accroissement du revenu des agriculteurs. Cette politique se fonde sur un paradigme que l'on pourrait qualifier d'hydraulique mettant à profit des savoirs de mobilisation des ressources hydriques et d'aménagement des périmètres irrigués mais aussi des savoirs agronomiques, des assolements mis au point et des normes de besoins en eau des cultures testées.

Le diagnostic de « l'économique de l'eau » dans le cadre de l'étude Eau 2050 est précisément axé sur l'évaluation de l'impact de la politique hydraulique menée, en termes de revenus des agriculteurs, de sécurité alimentaire et d'atteinte des objectifs en matière d'accès à l'eau, au regard des coûts d'investissements consentis. Il s'articule autour des composantes suivantes :

- l'analyse des instruments et processus de décision pris en compte dans les études de factibilité des projets hydro-agricoles,
- la contribution du secteur de l'agriculture irriguée à la production agricole nationale, aux exportations et à la sécurité alimentaire,
- l'évaluation du niveau de valorisation de l'eau, entre prix économique de sa mobilisation et rente de l'eau agricole.

3.5.1. Processus de décision dans les études de factibilité des projets hydro-agricoles

Les processus adoptés pour la préparation des décisions d'investissement dans les projets de développement hydro-agricoles ont généralement reposé sur les supports suivants :

- Plans directeurs ou stratégies sectorielles : réflexions menées à l'échelle nationale, sans prise en compte suffisante des complexités du terrain ;
- Etudes de factibilité ayant un contenu essentiellement technique, conduisant au calcul du taux de rentabilité interne des investissements à consentir ;
- Etudes réduisant la faisabilité à deux dimensions, technique et économique interprétée comme la garantie d'un rendement intéressant des investissements immobilisés ;
- Conception et tenue de systèmes de suivi des projets hydro-agricoles loin d'être généralisés.

Si ces processus de décision ont fait la preuve de leur efficacité en termes de déploiement des projets hydro-agricoles sur l'ensemble du territoire, il n'en demeure pas moins que les performances sont parfois en deçà des prévisions, notamment les taux d'intensification dans les périmètres irrigués publics avoisinant les 80%, très faibles par rapport aux 120% prévus (cf. paragraphes suivants).

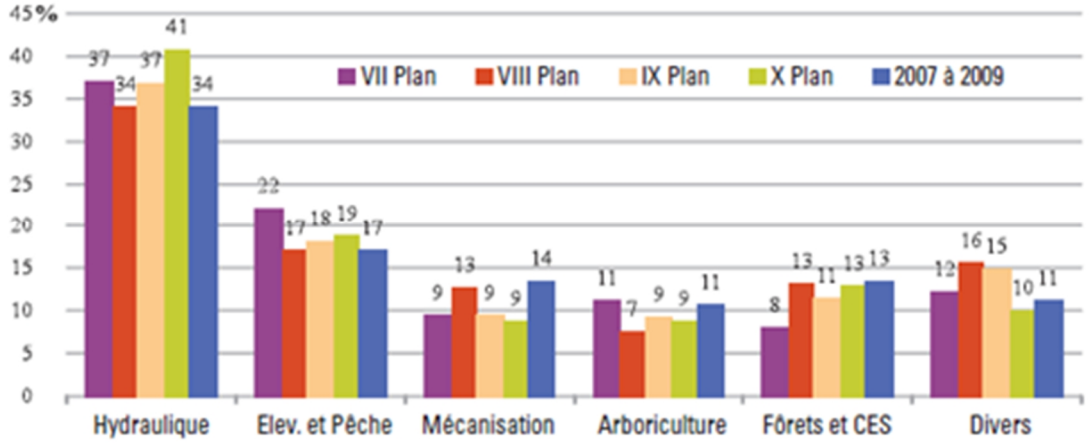
Dans une optique d'amélioration de l'efficacité de l'intervention publique en la matière, les questions suivantes mériteraient d'être posées :

- le taux de rentabilité interne (TRI), calculé ex ante, était-il suffisant pour orienter des choix publics coûteux en investissement et exploitant une ressource naturelle de plus en plus rare ?
- les évaluations en cours ou ex-post, qui permettaient de repenser et d'adapter les schémas techniques des projets aux exigences du terrain mais aussi de déclencher des débats collectifs, sources d'apprentissage internes, entre responsables de l'administration et bénéficiaires des projets, ont-elles été suffisamment menées et suivies ?

Des éclairages d'analyse économique suivis régulièrement sont donc à recommander pour conforter le bien fondé des décisions prises. Ils concerneraient :

(i) l'établissement d'un compte devise des aménagements hydro-agricoles et de leurs exploitations,
(ii) l'évaluation des effets de l'agriculture irriguée sur les secteurs amont et aval ;
(iii) l'appréciation de la compétitivité des exportations des produits de cette agriculture.

Figure n° 110 : Part des investissements hydrauliques par rapport aux investissements totaux dans le secteur agricole par Plan de Développement Economique et Social



Source : MARHP - traitements STUDI, Eau 2050

Figure n° 111 : Carte d'implantation des périmètres irrigués



Source : MARHP - traitements STUDI, Eau 2050

3.5.2. Contribution du secteur de l'agriculture irriguée à la production agricole nationale, aux exportations et à la sécurité alimentaire

3.5.2.1. Contribution de l'agriculture irriguée à la production agricole nationale

L'analyse effectuée a consisté à évaluer la contribution de l'agriculture irriguée à un agrégat global, la valeur de la production agricole brute.

Il convient de préciser, au préalable, que les données disponibles ne permettent pas de décliner la valeur ajoutée globale du secteur agricole en agricultures irriguée et pluviale. Un tel agrégat cache les différences notables des consommations intermédiaires requises par les activités agricoles menées en irrigué de celles conduites en pluvial. L'interprétation des résultats obtenus est donc à relativiser en fonction de ces différences. Le manque d'informations constitue un facteur limitant de la connaissance du fonctionnement du secteur agricole et de son insertion dans l'économie nationale.

Les données fournies par l'Observatoire National de l'Agriculture (ONAGRI) ont été mises à profit pour le calcul de l'agrégat « valeur de la production agricole ». En fonction des données disponibles, la valeur de la production totale de l'agriculture irriguée, exprimée en prix courants et prix constants de 2017, est calculée pour dix années d'observation. Cette valeur totale est composée de ses principaux constituants, les valeurs des principales spéculations, le maraichage, les dattes, les agrumes, le petit pois, le raisin de table, les autres fruits, le lait et les autres légumineuses.

Cela exclut la production ovine, les céréales et les olives. Ces dernières spéculations sont normalement d'importance réduite dans les périmètres irrigués mais peuvent bénéficier d'apports d'irrigation, notamment durant les années climatiquement difficiles.

D'une manière plus détaillée, le calcul de cet agrégat a été basé sur les hypothèses suivantes :

- la production céréalière, cultures recevant au mieux une irrigation d'appoint, a été considérée comme une spéculation pluviale ;
- les fourrages irrigués ne doivent pas être intégrés dans la valeur des produits. Ils sont considérés comme des inputs pour la production de l'élevage, représentée ci-après par le lait ;
- la totalité du lait et de la viande bovine est considérée comme une production de l'agriculture irriguée. La viande ovine étant exclue ;
- la production de l'arboriculture irriguée et celle de l'ensemble des cultures maraîchères ont été comptabilisées dans l'agrégat.

En fonction de ces hypothèses et pour les dix années d'observation considérées, 2008 à 2017, la valeur de la production à prix courants a évolué de 2 461 millions de dinars à 5 599 millions de dinars, soit une augmentation en terme nominal de 3 138 millions de dinars et un accroissement de près de 130 % en une décennie.

A l'examen de l'évolution des valeurs des productions à prix constant de 2017 (cf. tableaux n°41,42 et figures 112, 113), on peut conclure que :

- l'agriculture irriguée reste dominée par le maraîchage et l'arboriculture. Toutefois, la part de cette dernière catégorie de spéculation est due à l'extension de nouvelles espèces. En effet, les produits « phares » de la Tunisie à savoir, les dattes et les agrumes ne représentent que 19% de la valeur de la production, une contribution similaire à celle du lait.

- Exprimée en tant que part de la valeur de la production agricole totale (à prix constant de 2017), la contribution de l'agriculture irriguée se situe entre 39% et 46% selon les années. Elle s'établit à 43% en moyenne sur la période 2008 à 2017.

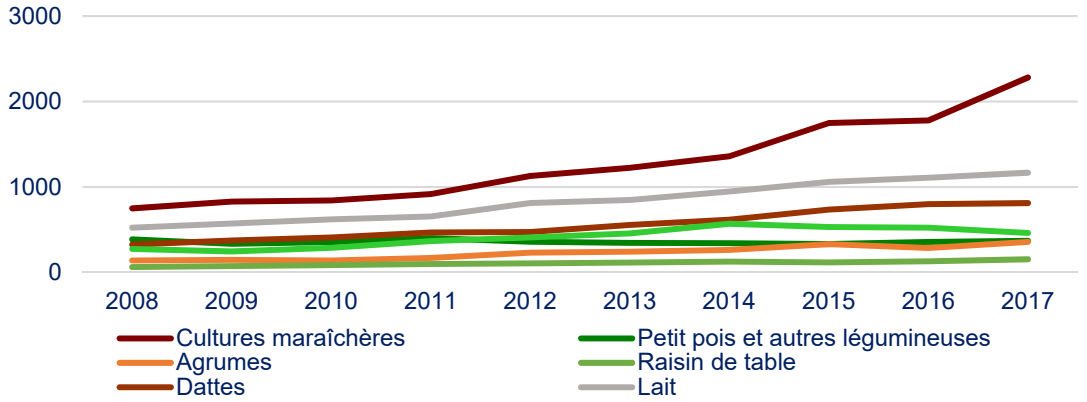
Il convient de noter que la part de l'investissement hydraulique dans l'investissement agricole global est de 37% (cf. figure 106) alors que la contribution de l'irrigué à la production agricole globale est de 43%, étant entendu que l'investissement hydraulique comporte une bonne part orientée vers l 'eau potable.

Tableau n° 41 : Valeur de la production agricole irriguée et pluviale à prix courant (en Millions de DT)

Années / Agriculture irriguée	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Moyenne (2008-2017)
Cultures maraîchères	749	829	842	916	1128	1225	1359	1749	1778	2281	1285
Petit pois et autres légumineuses	386	335	354	401	359	345	342	331	357	370	358
Agrumes	139	146	139	169	232	243	263	331	286	357	230
Raisin de table	62	73	85	98	106	115	127	116	129	153	106
Dattes	326	373	409	467	472	556	617	736	799	811	557
Lait	523	572	620	655	811	848	947	1060	1108	1167	831
Arboriculture fruitière	275	245	287	366	410	455	569	530	524	462	412
Valeur totale « agriculture irriguée »	2461	2573	2735	3072	3518	3786	4223	4852	4981	5599	3780
Valeur totale « agriculture pluviale »	3228	3921	3457	4141	4980	4916	5667	6576	6098	6610	4959
Production agricole totale	5690	6494	6191	7213	8497	8702	9890	11428	11078	12209	8739

Source : annuaire statistique 2017

Figure n° 112 : Evolution des agricultures irriguées à prix courant (en Millions de DT)



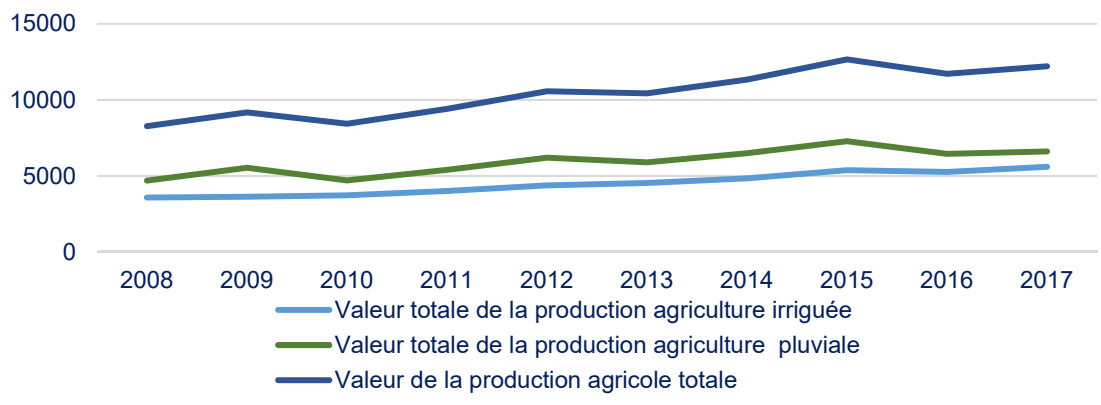
Sources : ONAGRI - traitements STUDI, Eau 2050

Tableau n° 42 : Contribution de l'agriculture irriguée à la PAB agricole (au prix constant de 2017)

Valeur au prix constant 2017	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Moyenne (2008-2017)
Agriculture irriguée	3577	3633	3721	4005	4375	4534	4838	5373	5265	5599	4492
Agriculture pluviale	4692	5538	4703	5399	6194	5888	6491	7282	6446	6610	5924
Production agricole totale	8270	9172	8423	9404	10569	10422	11329	12655	11710	12209	10416
Part de l'agriculture irriguée	43,3%	39,6%	44,2%	42,6%	41,4%	43,5%	42,7%	42,5%	45,0%	45,9%	43,1%
Part de l'agriculture pluviale	56,7%	60,4%	55,8%	57,4%	58,6%	56,5%	57,3%	57,5%	55,0%	54,1%	56,9%

Source : annuaire statistique 2017

Figure n° 113 : Productions agricoles irriguées, pluviales et totales au prix constant de 2017 (en Millions de DT)



Source : ONAGRI - traitements STUDI, Eau 2050

3.5.2.2. Contribution à la croissance

La figure n°114 montre qu'au cours de la période d'analyse, 2008 à 2017, l'agriculture irriguée a enregistré, chaque année, une croissance positive, hormis en 2016, année de sécheresse et de pénurie d'eau dans les périmètres irrigués. Son taux annuel moyen de croissance est évalué à 4,58%.

L'évolution de la composante pluviale de la valeur de la production agricole est en revanche assez erratique. Son taux annuel moyen n'a été que de 3,49%.

L'agriculture irriguée a permis de réduire légèrement les fluctuations de la valeur de la production agricole totale, comme le montre la figure n°115.

Toutefois, compte tenu du poids important de la composante pluviale, les taux de croissance du secteur agricole avec ses deux composantes ont connu une variabilité notable au cours de la même période. Le taux moyen de cette croissance est estimé à 3.97%, supérieur à celui de l'agriculture pluviale évalué à 3.49%.

L'Etude sur les ajustements stratégiques en vue d'une meilleure compétitivité de l'agriculture tunisienne, réalisée par le Bureau d'étude STUDI en décembre 1998 avait révélé une très grande hétérogénéité en termes de compétitivité de la production agricole en Tunisie. Pour les produits et les types d'exploitation compétitifs, leur efficacité doit être consolidée et améliorée. Pour les autres, la collectivité et dans certains cas les exploitants eux-mêmes, subissent des coûts assez élevés. Ces conclusions semblent toujours d'actualité et s'expriment dans la forte variabilité de la production agricole brute, modérée par la contribution de l'agriculture irriguée, tel qu'illustré par la figure n°115.

3.5.2.3. Exportations et import-substitution

L'examen des données portant sur les exportations agricoles montre que la part de l'agriculture irriguée dans cet agrégat est relativement importante.

Cette part est estimée, comme le montre le tableau n°44, à 24 % des exportations agricoles et agroalimentaires en 1995. Cette part a augmenté pour se situer à 32 % de ce même agrégat en 2011 mais retombe à 21% en 2018. Cette contribution est devenue, en réalité, l'une des justifications majeures de l'agriculture irriguée.

Toutefois, le poids de l'agriculture pluviale est encore notable, en particulier la contribution de l'huile d'olive qui, à elle seule, participe en moyenne pour plus que 40% des exportations agricoles et agroalimentaires (43,5% en 2018).

Le rapprochement des exportations aux importations permet de calculer des taux de couverture des secondes par les premières. L'examen de ces taux montre deux caractéristiques distinctes mais inter-liées :

- La première est la variabilité interannuelle de ces taux.
- La deuxième se rapporte aux valeurs prises par ces taux, le plus souvent inférieures à l'unité.

La variabilité des taux de couverture des importations par les exportations est essentiellement due au poids de l'agriculture pluviale dans cet agrégat et à la forte dépendance de cette dernière des aléas climatiques.

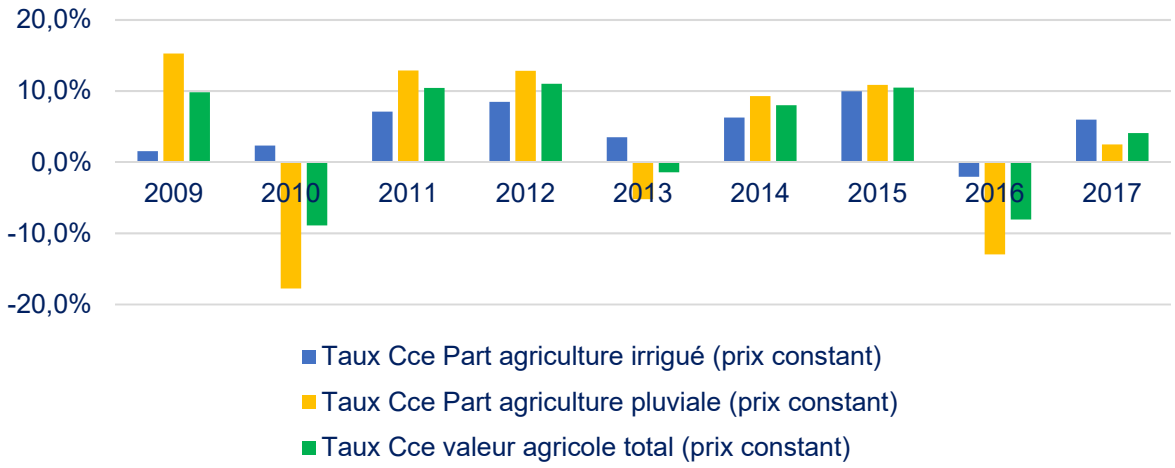
Les céréales représentent, en effet, en moyenne plus que 40 % des importations durant les années d'observation. La part des céréales dans cet agrégat a atteint en 1995 et en 2000 près de 49%. Sous le poids de ces importations massives de céréales, les taux de couverture des importations par les exportations sont restés inférieurs à l'unité, exception faite de l'année 2005, bonne année agricole. Au cours de cette année, le taux estimé se situe à 115 %.

Tableau n° 43 : Evolution de la valeur des importations et du ratio Exportations/importations

Produits	**Valeur des importations (1000 DT)**				
Années	***1995***	***2000***	***2005***	***2011***	***2018***
Total des Importations agroalimentaires	824 000	782 400	1 093 300	2 834 800	5 386 800
Exportations / Importations (%)	*56%*	*80%*	*115%*	*75%*	*91%*

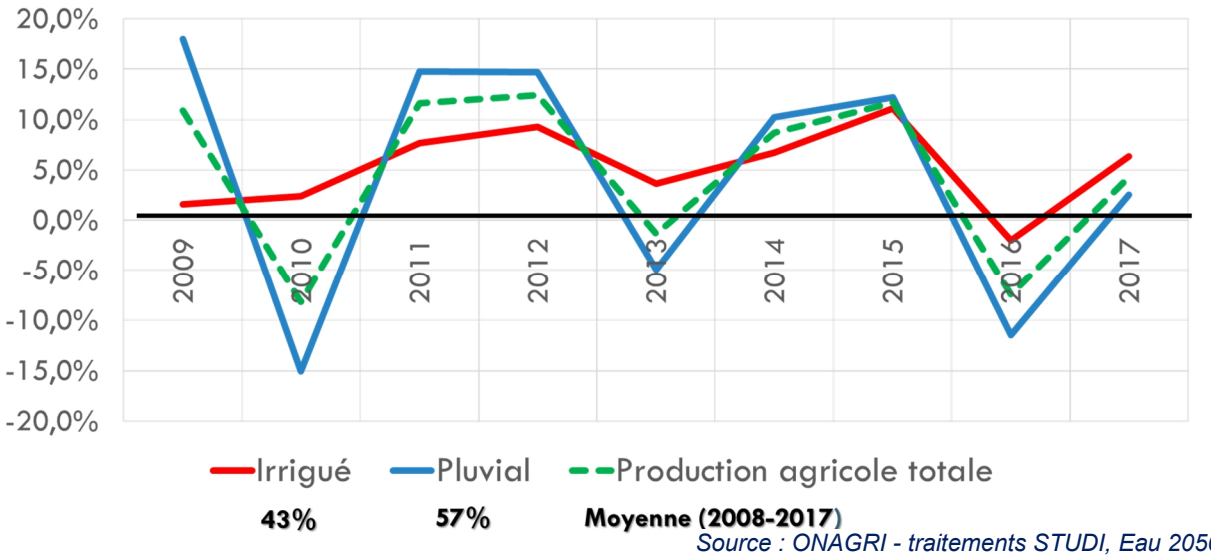
Source : ONAGRI

Figure n° 114 : Taux de croissance annuels



Source : ONAGRI - traitements STUDI, Eau 2050

Figure n° 115 : Taux de croissance annuels



Source : ONAGRI - traitements STUDI, Eau 2050

Tableau n° 44 : Evolution de la valeur des exportations agricoles et agroalimentaires

Produits	**Valeur des exportations (1000 DT)**				
Années	**1995**	**2000**	**2005**	**2011**	**2018**
Total des Exportations	462 000	628 000	1 225 600	2 126 300	4 885 800
Agriculture irriguée :					
▪ Dattes	58 300	52 700	131 500	297 500	744 100
▪ Agrumes	10 600	9 800	15 200	18 700	22 600
▪ Dérivés des fruits et légumes	39 800	71 200	104 900	252 500	122 145
▪ Légumes	0	0	15 300	103 400	146 574
Total de l'agriculture irriguée	*108 700*	*133 700*	*265 900*	*672 100*	*1 035 419*
Part de l'agriculture irriguée en %	*24*	*21*	*22*	*32*	*21*

Source : ONAGRI - traitements STUDI, Eau 2050

Il a été en outre procédé à une estimation de l'import-substitution permis par l'agriculture irriguée et qui permettrait de réduire d'autant le déficit de la balance commerciale des produits agro-industriels. Cet import-substitution se situe selon les années entre 15 et 20% de la valeur des importations.

Tableau n° 45 : Evolution de la valeur des importations et des parts des produits considérés comme des substituts à des produits importés

Produits	**Valeur des importations (1000 DT)**				
Années	***1995***	***2000***	***2005***	***2011***	***2018***
Total des Importations agroalimentaires	824 000	782 400	1 093 300	2 834 800	5 386 800
Substituts à des produits importés					
▪ lait et dérivés	50 600	28 000	44 000	64 800	141 500
▪ Pomme de terre	24 800	16 200	24 600	33 500	44 200
▪ Sucre	68 600	74 500	119 700	474 400	611 400
Total Substituts à des produits importés	*144 000*	*118 700*	*188 300*	*572 700*	*797 100*
Part des substituts à des produits importés que pourrait fournir l'agriculture irriguées (%)	*17*	*15*	*17*	*20*	*15*

Sources : ONAGRI - traitements STUDI, Eau 2050

L'examen du contenu de ce tableau montre que le sucre qui était en partie produit localement et dont la production était à la base du développement de l'irrigation dans la haute vallée de la Medjerda est particulièrement important. Sa part dans les produits pouvant être produits localement est élevée, variant entre 50 et 80% selon les années.

3.5.3. Détermination du prix économique de l'eau

3.5.3.1. Approche méthodologique pour la détermination du prix économique de l'eau

On cherche à vérifier ex-poste le bien-fondé économique des décisions d'investissement consenties par la comparaison des coûts et des avantages capitalisés.

Deux niveau d'évaluation ont été retenus :

- Une comparaison au niveau macroéconomique : Prix économique de l'eau à l'échelle nationale,
- Une comparaison au niveau local : rente de l'eau à l'échelle de l'exploitation agricole.

Il s'est agi dans un premier temps de déterminer le prix moyen de l'eau renouvelable mobilisée. Ce prix peut être déduit de l'équation égalisant les coûts de mobilisation de ces eaux et la valeur des quantités capitalisées (cf. détail de l'équation ci-après).

Cette équation peut être écrite comme suit :

$$\sum_t (I_t + dI_t + F_t).(1+a)^t = P_e \sum_t Q_t.(1+a)^t \quad \text{Où}$$

I_t	L'investissement réalisé l'année t exprimé en prix constants d'une année de référence
dI_t	Le renouvellement de l'investissement exécuté l'année t exprimé en prix constants d'une année de référence
Ft	Les frais de fonctionnement et d'entretien de l'année n exprimé en prix constants d'une année de référence
a	Le taux d'actualisation des fonds publics ne prenant en compte ni l'inflation ni de prime de risque
P_e	Le prix économique de l'eau mobilisé. Il s'agit d'un prix constant
Q_t	La quantité d'eau mobilisée l'année n exprimée en unités

Tableau n° 46 : Coûts des barrages et des infrastructures de transfert des eaux en milliers de dinars (prix courant)

Nom du barrage	Date mise en service	Gouvernorat	Rythme annuel d'envas. (%)	Durée de vie	Coût (montant engagé non actualisé)		Total
					Barrage	Transfert	
Mellegue	1954	Kef	0,83%	120	7 245,0	0,0	7 245
Beni Mtir	1954	Jendouba	0,19%	513	3 622,0	0,0	3 622
Bezirk	1959	Nabeul	1,76%	57	2 000,0	0,0	2 000
Chiba	1963	Nabeul	2,81%	36	2 100,0	0,0	2 100
Nebhana	1965	Kairouan	1,50%	67	5 000,0	0,0	5 000
Lakhmas	1966	Siliana	2,69%	37	2 600,0	0,0	2 600
Kasseb	1968	Beja	0,50%	200	4 205,0	0,0	4 205
Masri	1968	Nabeul	2,58%	39	2 200,0	0,0	2 200
Bir Mchergua	1971	Zaghouan	0,66%	151	18 028,0	0,0	18 028
BouHeurtma	1976	Jendouba	0,11%	904	25 241,0	0,0	25 241
Sidi Salem	1981	Beja	0,81%	123	71 200,0	82 100,0	153 300
Sidi Saad	1981	Kairouan	1,39%	72	60 800,0	0,0	60 800
Joumine	1983	Bizerte	0,52%	193	71 157,0	0,0	71 157
Ghezala	1984	Bizerte	0,19%	532	25 241,0	0,0	25 241
Lebna	1986	Nabeul	1,23%	81	13 905,0	0,0	13 905
Siliana	1987	Siliana	1,50%	67	27 327,0	0,0	27 327
El Houareb	1989	Kairouan	1,40%	72	70 859,0	0,0	70 859
Sejnane	1994	Bizerte	0,36%	275	70 630,0	34 282,0	104 912
SidiYaîch	1997	Gafsa	2,00%	50	31 297,0	0,0	31 297
Sidi Salem / 1er Rehaussement	1997	Beja	0,81%	123	700,0	0,0	700
Zouitina (Barbara)	1998	Jendouba	0,98%	103	187 420,0	0,0	187 420
Rmel	1998	Sousse	0,90%	111	31 917,0	0,0	31 917
Sidi El Barrak	1999	Beja	0,50%	200	164 390,0	45 620,0	210 010
Sidi Salem / 2ème Rehaussement	1999	Beja	0,81%	123	800,0	0,0	800
Rmil	2002	Siliana	2,75%	36	18 080,0	0,0	18 080
El Hma	2002	Ben Arous	2,00%	50	21 729,0	0,0	21 729
El Abid	2002	Nabeul	2,00%	50	16 446,0	0,0	16 446
El Brek	2002	Kasserine	2,00%	50	16 820,0	0,0	16 820
Sficifa	2005	Kasserine	2,00%	50	15 028,0	0,0	15 028
Zerga	2012	Jendouba	2,00%	50	15 529,0	0,0	15 529
Ziatine	2012	Bizerte	2,00%	50	40 197,0	12 242,0	52 439
Gamgoum	2012	Bizerte	2,00%	50	28 565,0	7 725,0	36 290
Kebir	2013	Jendouba	2,00%	50	104 405,0	40 343,0	144 748
El Moula	2013	Jendouba	2,00%	50	80 208,0	0,0	80 208
El Harka	2016	Bizerte	2,00%	50	41 114,0	19 661,0	60 775
El Melah Réalisé)	2016	Bizerte	2,00%	50	36 210,0	4 581,0	40 791
Tine (Réalisé)	2016	Bizerte	2,00%	50	42 739,0	9 728,0	52 467
Sarrat (en cours)	2017	Le Kef	2,00%	50	72 415,0	0,0	72 415
Kebir Gafsa (en cours)	2017	Gafsa	2,00%	50	35 706,0	0,0	35 706
				Total	**1 458 303**	**256 282**	**1 714 585**

Source : DGBGTH - traitements STUDI, Eau 2050

Le prix économique est déterminé conformément à l'équation présentée supra. Il fait donc intervenir les coûts de mobilisation et les quantités d'eau produites.

On distingue deux usages : le premier se rapporte à l'agriculture et le second à l'eau potable. Ces deux usages requièrent des investissements spécifiques :

- Dans le premier cas, des conduites d'amenée l'eau jusqu'aux périmètres à irriguer sont à prévoir. A l'intérieur de chaque périmètre, une infrastructure de distribution de l'eau acheminée est requise.
- Dans le deuxième cas, celui de l'eau potable, des installations de traitement et de distribution de cette eau sont nécessaires.

Dans ces deux cas, le coût d'usage est composé de deux parties : la première se rapporte à la valeur de l'eau utilisée approchée par le produit du prix Pe et de la quantité utilisée. La seconde exprime les investissements spécifiques requis.

Pour les besoins de l'analyse à mener, les investissements à considérer à ce stade englobent uniquement ceux nécessaires à la mobilisation des eaux bleues, à leur production et leur première distribution.

Sur la période d'analyse, on a procédé à l'inventaire des investissements installés. Cet inventaire précise la nature des équipements. Pour chacun de ces équipements, on donne le montant de l'investissement, sa durée de vie et les frais de sa maintenance. Tous ces éléments de coût sont à exprimer en prix constants.

A partir de l'inventaire, il est possible de construire l'échéancier d'investissement correspondant au programme de réalisation de l'infrastructure inventoriée. Les coûts ainsi ventilés selon leurs années de réalisation sont capitalisés pour l'année 2018.

Ceci peut être établi pour chaque sous-système distinct ou gouvernorat. Dans ce cas, des clés de répartition des coûts des éléments communs sont à établir.

3.5.3.2. Résultats

Les entretiens réalisés auprès de la direction générale des barrages et des grands travaux hydrauliques (DG/BGTH) ont permis de reconstituer l'information relative aux investissements consentis en matière de construction de grands barrages et d'ouvrages de transferts des eaux. Tel que constaté, l'information disponible se limite aux infrastructures réalisées à partir de l'an 1987.

Dans ces conditions et sachant que près de 60% des capacités sont réalisées avant 1987, le calcul du coût de l'eau produite ne trouve pas sa pertinence sans la prise en compte des investissements antérieurs et plus particulièrement ceux relatifs aux barrages de Sidi Salem, Mellègue, Beni Mtir, Nebhana, Kasseb, Bir M'Chargua, Bou Hertma et Sidi Saad. Ainsi des investigations bibliographiques ont été menées et ont permis d'estimer les coûts de tous les anciens barrages depuis les années 50.

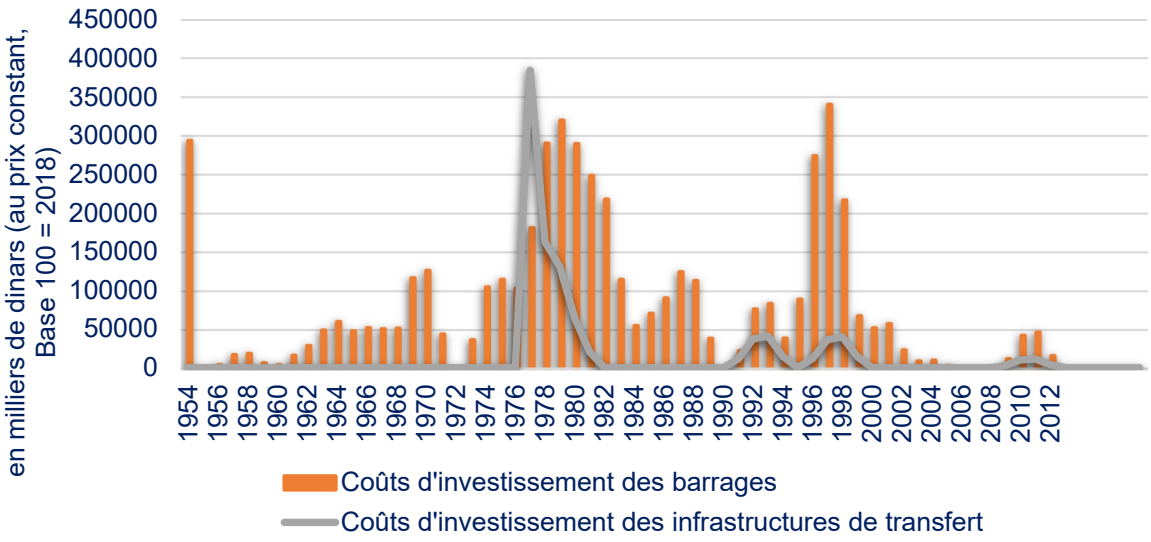
Il en découle 37 grands barrages opérationnels, mis en service progressivement depuis 1954 et qui ont coûté près de 1,46 milliards de dinars exprimés au prix courant. Tenant compte des infrastructures de transfert des eaux (256,28 millions de dinars), le coût global des investissements de mobilisation est de l'ordre de 1,715 milliards de dinars en prix courant.

Au prix constant de 2018, le coût d'investissement de ces grands barrages et transferts s'établit à 6 milliards de dinars.

Enfin, le coût économique capitalisé en prenant en compte un taux d'actualisation de 10% par an (qui semble être le plus pertinent par rapport à l'évolution des prix) s'établirait à près de 343 milliards de DT.

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

Figure n° 116 : Coût d'investissement des grands barrages et transferts



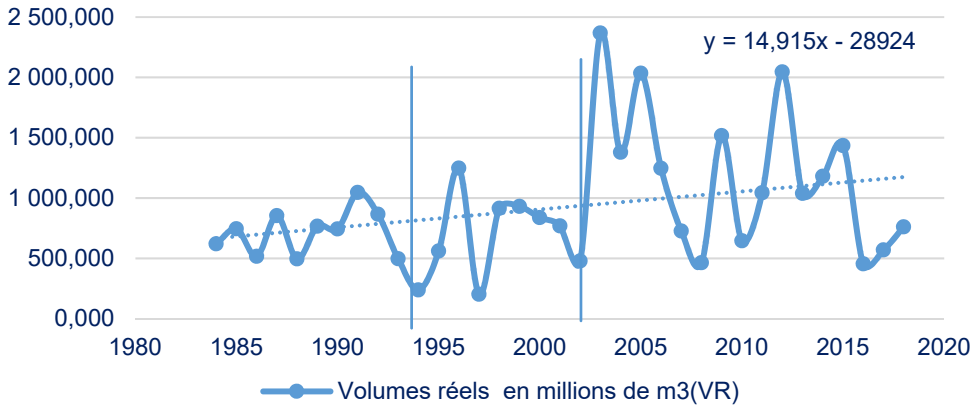
Source : DGBGTH - traitements STUDI, Eau 2050

Tableau n° 47 : Coût économique des investissements et frais consentis

Taux de capitalisation	**10%**
Coût capitalisé au prix constant de l'année 2018 (milliers de dinars)	**Valeurs économiques**
❖ **des investissements (1954 – 2018)**	342 844 579
❖ **des frais d'entretien et de maintenance (1984 – 2018)**	559 710
❖ **des frais d'énergie pour le pompage des eaux (1984 – 2018)**	3 935 134
❖ **des frais de gestion (1984 – 2018)**	1 783 920
Total général (en milliers de DT)	348 999 343

Source : DGBGTH - traitements STUDI, Eau 2050

Figure n° 117 : Volumes réels produits en millions de m³



Source : DGBGTH - traitements STUDI, Eau 2050

Tableau n° 48 : Coût économique du m³ d'eau mobilisé

Total général	348 999 343
❖ **Eau produite actualisée au niveau des barrages durant la période 1984 - 2018 (millions de m³)**	210 059
Coût de l'eau (dinars/m³)	1,661

Source : DGBGTH - traitements STUDI, Eau 2050

L'eau produite annuellement par les barrages a été déterminée sur la base des informations fournies par la DGBGTH. L'information collectée concerne les volumes d'eau mensuels et annuels de tous les barrages depuis la campagne agricole 1992-1993 (excepté la campagne 1994-1995) et comprend :

- les variations de stock,
- les pertes par évaporation,
- les fuites,
- les diverses utilisations (eau potable, eau d'irrigation, recharge des nappes et turbinage),
- les transferts d'eau,
- les dévasements,
- les déversements et les apports conséquents.
- les lâchures

Sur le plan méthodologique et en conformité avec l'objectif de l'évaluation du prix de l'eau, celle produite annuellement par les barrages correspond aux volumes utiles qui ne comprennent pas les pertes, les fuites, les déversements et les opérations quotidiennes de dévasement. Toutefois, certaines exceptions ont été retenues lorsque les dévasements concernent des quantités d'eau relativement consistantes et dont l'objectif était d'assurer des écoulements utiles au niveau du lit des oueds (irrigation et/ou recharge des nappes).

Ainsi et pour certains barrages, l'étude a considéré parmi les volumes d'eau produite 80% du dévasement. L'autre exception concerne les éventuels déversements mensuels des barrages de Bou Hertma, de Mellegue et de Kesseb qui sont considérés parmi les eaux produites du barrage de Sidi Salem si ce dernier n'a pas connu de déversements durant la période considérée.

Tenant compte des données collectées et des hypothèses considérées pour les années où il n'y a pas eu de suivi des apports d'eau au niveau des barrages, le volume des eaux produites a été déterminé pour chacune des 35 années considérées (1984 à 2018). L'eau produite durant ces 35 années est de l'ordre de 32,22 milliards de m^3 avec une moyenne autour de 920 millions de m^3/an. Les écarts constatés qui dépendent de la pluviométrie et de la capacité des barrages, sont relativement importants dans la mesure où l'eau produite varie de 201,6 millions de m^3 en 1997 à 2,37 milliards de m^3 en 2003.

Le prix économique de l'eau produite est alors égal au rapport entre les coûts de mobilisation (investissement et divers frais) capitalisés au prix constant de l'an 2018 et les volumes actualisés de cette ressource.

Le prix économique de l'eau produite à l'échelle des grands barrages est déterminé selon les 3 scénarii qui simulent la variabilité du taux de capitalisation des coûts et des volumes d'eau. Tel que mentionné dans les tableaux suivants, les calculs réalisés montrent que ce prix économique est de l'ordre de :

- 1,026 dinars/m^3 pour un taux de capitalisation de 8% ;
- 1,661 dinars/m^3 pour un taux de capitalisation de 10% ; et
- 2,735 dinars/m^3 pour un taux de capitalisation de 12%.

On retiendra le prix économique faisant référence à un taux de capitalisation de 10%. Il s'établit à 1,661 dinars par m^3 produit

Si ce prix économique de l'eau dépasse largement le prix de vente auprès des différents utilisateurs, l'orientation de mobiliser l'eau à travers la construction de grands barrages demeure néanmoins un choix stratégique pertinent dans la mesure où ces infrastructures coûteuses contribuent à la sécurité alimentaire du pays, à l'alimentation en eau potable et à la protection des villes contre les inondations.

On notera en outre que ce résultat permet, dans une certaine mesure, de justifier le choix du dessalement de l'eau de mer pour le Centre et le Sud, du moment où il constitue une variante pour l'AEP et où les coûts par m^3 d'eau sont comparables.

3.5.4. Calcul de la rente de l'eau dans les exploitations agricoles

3.5.4.1. Approche méthodologique

En parallèle avec la détermination du prix économique de mobilisation d'un m^3 d'eau au niveau macro-économique, un travail d'enquête a été mené par l'équipe du projet pour évaluer le niveau de valorisation de la ressource eau par les exploitations agricoles, jusqu'ici considérées le principal usager avec une consommation estimée de 78% en moyenne des eaux mobilisées.

L'objectif du calcul de la valorisation de l'eau est double :

- Examiner l'état des lieux de la valorisation actuelle de l'eau dans les périmètres irrigués,
- Mettre en rapport les valorisations calculées avec les tarifs observés et avec le prix économique de la ressource.

La rente est approchée par le résidu de la valeur de production après la rémunération de tous les facteurs de production, hormis l'eau d'irrigation, à leurs prix de marché. Ce résidu représente, par conséquent, la limite maximale du prélèvement, financièrement et logiquement, tolérable sous forme de charges d'eau aux fins de recouvrement des coûts.

Cette rente est obtenue donc en déduisant de la valeur du Revenu d'Exploitation Net (REN) les charges indirectes dues suivantes :

- L'amortissement du capital : l'amortissement technique des investissements majoré d'un coût financier calculé sur la base d'un taux d'intérêt de 9% est pris en compte,
- La rémunération du facteur (loyer) à laquelle on ajoute une charge financière calculée au même taux de 9%,
- La rémunération de la main-d'œuvre comme charge fixe est comptabilisée uniquement pour les fermes familiales utilisant la main d'œuvre familiale.

En multipliant ce montant par un coefficient de 0,8 pour tenir compte d'éventuelles erreurs d'estimation on obtient la rente ''garantie''. Elle représente la capacité de paiement maximale des charges d'eau par l'exploitation étudiée.

Le rapport de cette rente garantie et du volume consommé donne la valorisation de l'eau (productivité marginale) générée par l'exploitation considérée. La comparaison de cette valorisation au tarif de l'eau appliqué subdivisera les exploitations en deux grandes catégories, celles qui valorisent l'eau à des niveaux supérieurs ou égaux au tarif et les autres assurant des valorisations inférieures à ce tarif.

La rente de l'eau notée par R_e est donnée par l'équation suivante :

$Re = \sum_i P_i\ Q_i - CI - \sum CF$ Où :

Pi	prix financier à la production
Qi	quantité produite du produit i
CI	l'ensemble des consommations intermédiaires engagées dans le processus de production
CF	charges fixes de l'exploitation, amort. des équipements main d'œuvre familiale, loyer de la terre

Pour réaliser cette investigation, un échantillon de 51 exploitations agricoles, réparties sur 24 PPI, a été constitué, couvrant la diversité des systèmes d'exploitation et des activités de mise en valeur en irrigué et implantées dans les régions agricoles (graphique page suivante).

3.5.4.2. Résultats

L'agrégation pondérée des rentes obtenues pour les diverses exploitations enquêtées a permis d'évaluer la rente garantie globale, c'est-à-dire pour l'ensemble des périmètres étudiés, hors oasis. Cette rente s'élève à 3230 DT/ha. En revanche, la consommation moyenne d'eau, au niveau de ce même ensemble de périmètres, est estimée à environ 4600 m^3/ha. Le ratio de l'un par l'autre nous donne une rente garantie par m^3 consommé de 0,676 DT/m^3.

Cette rente garantie moyenne demeure au-dessus du tarif moyen, actuellement en vigueur, calculé au niveau du même ensemble de périmètres retenus, soit 0,138 DT/m^3. Il en résulte un transfert moyen au profit des irrigants, estimé à 0,528 DT/m^3 d'eau.

Des possibilités d'augmenter le tarif moyen sont donc à noter. Ces augmentations pourraient améliorer les taux de couverture des charges réelles de maintenance et de fonctionnement et partant la qualité des services d'accès à l'eau, amélioration de l'efficience des réseaux collectifs d'irrigation, réduction des fréquences et des durées de coupures d'eau et des baisses de la pression.

Figure n° 118 : Répartition de l'échantillon de 51 exploitations agricoles enquêtées



Source : Enquête de terrain 2019 – traitements STUDI, Eau 2050

Tableau n° 49 : Caractéristiques des régions agricoles objet de l'enquête

Régions agricoles	Gouvernorat	Caractéristiques
Haute vallée de la Medjerda	Jendouba	Zone des grands PPI soumise à la contrainte de la vétusté des infrastructures hydrauliques et la concurrence entre activités pluviales et irriguées
Basse vallée de la Medjerda	Manouba	Agriculture en irrigué très active et diversifiée avec de grands projets de modernisation des PPI, mais soumise à la pression de l'urbanisation et des grands projets d'infrastructures de décongestion de la capitale.
Cap Bon	Nabeul	Usage des eaux du nord et d'innombrables puits de surface, zones agrumicoles (zones de sauvegarde) d'un côté, et une mosaïque de cultures maraîchères et condimentaires en vue de la transformation de l'autre
Sahel	Sousse	Manque d'eau : typologie mixte PMH et PPI sur barrage (Nabhena, Oued R'Mal) dominée par les cultures céréalières et l'oliveraie
Centre	Kairouan	Zones dominée par la PMH avec développement rapide et non maîtrisé des forages individuels, et extension de l'oliveraie qui gagne du terrain aux dépends du maraîchage
Oasis du Sud	Tozeur	Oasis puisant de l'eau des nappes profondes peu ou pas renouvelables

Source : Enquête de terrain 2019 – traitements STUDI, Eau 2050

Les valeurs globales des différents indicateurs calculés sus-présentées cachent une certaine variabilité interrégionale. Le tableau suivant donne, à l'échelle des diverses régions concernées, les estimations des indicateurs retenus.

Les périmètres de Kairouan assurent, en moyenne la meilleure rente économique par m^3 d'eau consommé. Les périmètres irrigués de Jendouba arrivent en deuxième position. Un tel classement n'est pas de nature à conforter les décisions de transfert d'eau. Selon le même critère de rente par m^3, les oasis offrent des performances relativement faibles.

En revanche, les rentes par ha, compte tenu des différentiels des consommations d'eau par ha conduisent à des classements mettant le gouvernorat de Nabeul en tête (hors oasis). Les différences des besoins moyens par ha peuvent être dues à des différences au niveau des taux d'intensification ou/et des besoins en eau par ha des cultures pratiquées (6230 m^3/ha à Nabeul).

Selon ce critère de rente par ha, les oasis de Tozeur, compte tenu des besoins en eau élevés, occupent la première place et ce avec une rente plus intéressante de 5100 DT/ha. La consommation d'eau par ha est en effet de 2,5 fois la moyenne des autres périmètres, soit 14 300 m^3/ha,

La part de l'eau dans les charges globales de production est estimée, à l'échelle de l'ensemble des périmètres, à 11,3% de toutes les charges de production. Comme il est précisé ci-après, cette valeur moyenne présente d'importantes variations. Ces dernières sont généralement tributaires de la source d'eau :

- Cas des eaux des barrages : la part ne représente qu'une faible part du coût de production (3% à 13%). La non-révision périodique des tarifs de l'eau sur de longues périodes (ex. à Jendouba le tarif de l'eau est resté inchangé depuis 2004 à 65 millimes le m^3, contre un coût de revient estimé par l'étude de tarification piloté par le CRDA en 2018 de 437 millimes/m^3), et les fortes augmentations des coûts des autres facteurs de production (engrais, semences et plants, produits de traitement, main d'œuvre, traction mécanique, etc.).
- Cas des eaux de forages : la part est plus grande (8 à 24%) et ce, en référence au tarif plus fort lié aux frais de pompage que supportent généralement les GDA : cas des périmètres du centre du pays (Kairouanais). La part passe à des niveaux supérieurs au Sud (entre 16 et 35%), cette évolution est plutôt expliquée par les grandes quantités d'eau consommées qui s'élèvent au triple voire plus que les quantités consommées au Centre (Kairouan et Sahel).

La figure n°120 illustre ces variations des parts des charges d'eau dans l'ensemble de coûts variables de production calculées à l'échelle de chaque gouvernorat.

Le taux de prélèvement sur la rente est le plus élevé à Tozeur (22%) et à Kairouan (14%) contre 4% seulement pour Jendouba. Cela signifie que la charge de l'eau est plus importante en relation avec :

- La consommation de l'eau : plus forte dans les oasis et dans les régions moins arrosées (Centre),
- Le tarif de l'eau : plus élevé lorsqu'il s'agit d'eau de forage (cas des oasis et des PPI de Kairouan).

Enfin, comparé au coût économique de l'eau, la valorisation de l'eau qui résulte de la différence entre la rente garantie de l'eau et son coût économique calculé dans le chapitre précédent (Valorisation = Rente garantie – coût économique), montre qu'on moyenne pondérée, cette rente ne représente que 34% du coût économique de l'eau.

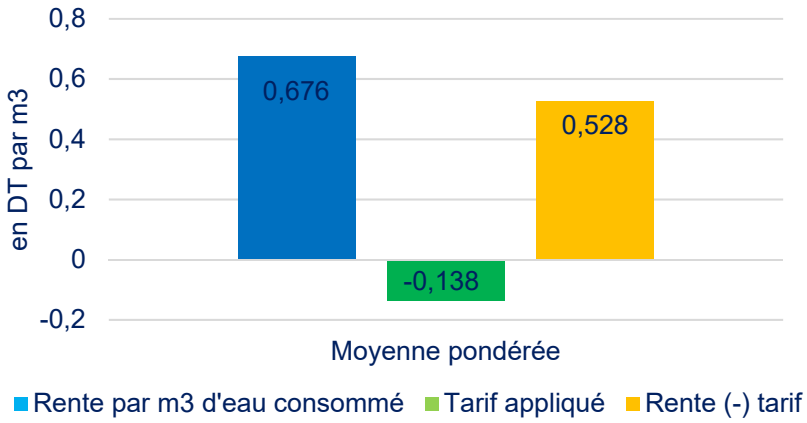
3.5.5. Eléments de conclusion

Les enquêtes réalisées ont été également l'occasion de conduire des entretiens avec les CRDA et les exploitants agricoles. Les éléments conclusifs à retenir de cette mission sont :

- ❑ L'observation fréquente d'écarts entre assolements planifiés et orientations culturales sur terrain, au profit de l'arboriculture ;
- ❑ Les besoins en eau (exprimés) sont globalement en deçà des capacités des réseaux installés ;
- ❑ La rente garantie globale obtenue est de 3230 DT/ha (en moyenne de l'ensemble des périmètres étudiés hors oasis) pour 4600 m^3/ha consommés ;
- ❑ La rente garantie par m^3 se situe donc 667 millimes couvrant largement un tarif moyen de l'eau de 138 millimes/m^3 ;
- ❑ La rente garantie représente 40% du coût économique de l'eau (1,7 DT/m^3), qui représente l'investissement consenti par l'Etat pour développer l'eau potable et l'irrigation.
- ❑ La part de l'eau dans les charges globales de production est en moyenne relativement faible, de l'ordre de 11% (4% à Jendouba et 22% à Tozeur)

L'exploitation effective des périmètres en irrigation concerne 50% des surfaces dans les grandes exploitations et 85% dans les petites.

Figure n° 119 : Rente moyenne pondérée (hors oasis)



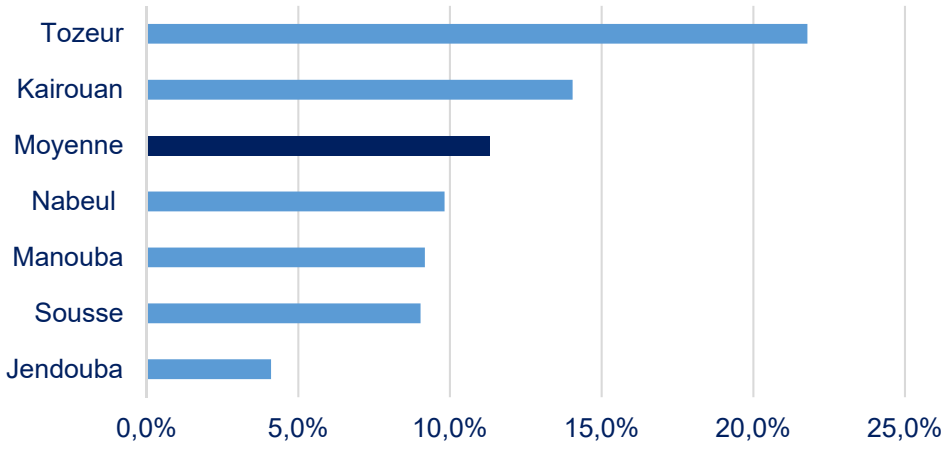
Source : Enquête de terrain 2019 – traitements STUDI, Eau 2050

Tableau n° 50 : Consommation d'eau et rente moyenne par région

Gouvernorat	Consommation moyenne d'eau (m^3/ha)	Rente garantie du m^3 d'eau consommé (DT/m^3)	Tarif appliqué (DT/m^3)	Transfert / m^3 d'eau consommé	Rente garantie (DT/ha)
Jendouba	4291	0,794	0,075	0,720	4068
Kairouan	5131	0,864	0,164	0,700	3763
Manouba	3865	0,347	0,135	0,211	1328
Nabeul	6230	0,691	0,156	0,535	4115
Sousse	3650	0,611	0,161	0,450	2879
Tozeur	14 264	0,367	0,078	0,289	5 100
Moyenne pondérée (hors oasis)	**4627**	**0,676**	**0,138**	**0,528**	**3231**

Source : Enquête de terrain 2019 – traitements STUDI, Eau 2050

Figure n° 120 : Taux des frais de l'eau sur l'ensemble des charges de production



Source : Enquête de terrain 2019 – traitements STUDI, Eau 2050

3.6. LA GOUVERNANCE DE L'EAU

3.6.1. Efficacité de la planification

Depuis l'indépendance, la planification hydraulique a été omniprésente dans les politiques publiques tant la question de l'eau et sa mobilisation ont été une préoccupation permanente de l'Etat tunisien. Le bref historique développé ci-après en dessine les étapes :

- **Les trois décennies de 1960 à 1990, ont été les décennies de l'édification de l'infrastructure de mobilisation et d'allocation du potentiel hydrique** : grands barrages du Nord-Ouest, conduites de transfert vers le Sahel et le Cap Bon, périmètres irrigués de grande superficie dans les Haute, Moyenne et Basse Vallées de la Medjerda et forages dans le Centre et le Sud pour mobiliser les eaux souterraines inventoriées dans le cadre du Plan Directeur des Eaux du Sud ; Tout en maintenant un secteur public puissant en termes d'aménagement collectif des eaux, l'Etat a parallèlement encouragé le secteur privé, exploitant réel des terres aménagées, à bénéficier de l'encadrement technique de l'Administration et du soutien nécessaire, grâce notamment à des incitations financières, pour le développement d'une agriculture irriguée, moderne et productive.
- **Les stratégies décennales des années 1990-2000 et 2000-2010, ont été axées sur la petite et moyenne hydraulique** tout en densifiant le réseau de barrages dans le Nord-Ouest, avec des barrages de moindre capacité, soit barrages de transfert vers les grands barrages ou collecteurs d'eaux utilisés pour la création de périmètres irrigués de petite superficie en aval.
- **La politique des Grands Barrages (GB) se combinait avec une politique de Conservation des Eaux et du Sol**, par la création de barrages et lacs collinaires dans les étages bioclimatiques Semi-Aride et Sub-Humide. Deux stratégies de CES se sont succédé : **1990-2001 et 2002-2011** orientées vers des objectifs de réduction des pertes de sols et d'amélioration de leur fertilité, la mobilisation des eaux de ruissellement dans les lacs et barrages collinaires, la protection des bassins versants des barrages, l'alimentation des nappes souterraines et la protection des infrastructures économiques et sociales des inondations.
- **Dans le Sud du Pays, il y a eu création de périmètres publics irrigués dans le Gouvernorat de Kebili dans les années 1980,** venus consolider des palmeraies traditionnelles et plus anciennes dans le Gouvernorat de Tozeur. Ces nouveaux périmètres irrigués ont été développés à partir des nappes profondes (Complexe terminal et Continental Intercalaire). Parallèlement, il y avait progression d'un front de création de petites oasis privées en dehors des périmètres publics à partir de ressources en eau accessible par le biais de fonçage de puits artésiens.

  Dans les zones oasiennes, des nappes profondes du Complexe Terminal on est passé aux nappes très profondes et plus salines du Continental Intercalaire ainsi qu'au captage de sources dans les oasis de Montagne.

Ainsi, face à l'urgence de répondre aux besoins des secteurs productifs et des populations, l'Etat aménageur a privilégié un mode de planification reposant sur la centralisation, en réduisant essentiellement les actions entreprises au seul registre technique.

Les schémas d'aménagement du territoire :

- ❑ Villes et développement en 1973, qui a tracé les premiers jalons de la politique des aménagements hydrauliques ;
- ❑ le SNAT de 1985 qui est venu confirmer et appuyer les principales réalisations consécutives au choix du transfert interrégional des ressources en eau ;
- ❑ enfin, le SNAT de 1996 orienté vers la gestion de la demande et les impératifs de protection/préservation des ressources ;

ont, tous les trois, largement intégré la contrainte de l'eau et en ont fait une priorité :

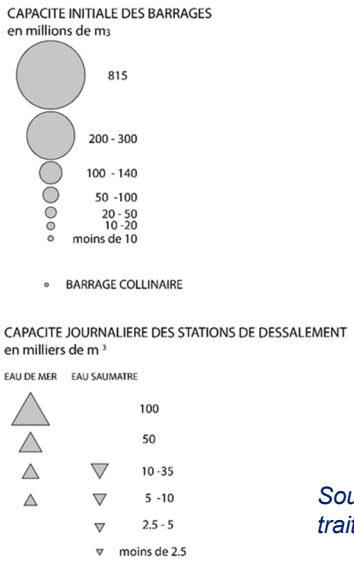
- pour l'alimentation en eau potable devant accompagner le développement du système urbain, considéré comme l'élément central dans l'organisation de l'espace par le premier schéma d'aménagement, « Villes et développement » ;
- en tant que facteur important de l'aménagement rural qui là aussi appuie la politique de développement rural et d'équipement des campagnes à même d'endiguer l'exode rural, préconisée par ce même ouvrage.

Les schémas d'aménagement ont de même intégré, face au déséquilibre spatial structurel « disponibilité /déficit », les transferts d'eau des régions excédentaires vers les régions déficitaires comme étant un choix crucial d'aménagement du territoire, de même que l'interconnexion des réseaux.

Figure n° 121 : Stratégies de mobilisation des ressources de 1954-2020



1954-1970	Début de l'ère hydraulique
1970-1990	Ere des grands barrages et d'exploration des eaux souterraines (Plans Directeurs des Eaux du Nord, du centre et du Sud)
depuis 1990	Ere de la petite et moyenne hydraulique (2 Stratégies Décennales de mobilisations des ressources en Eaux) - continuité des Plans Directeurs
depuis 2010	Ere du dessalement - continuité des Stratégies Décennales



Source : DGBGTH 2019 – traitements STUDI, Eau 2050

Figure n° 122 : Répartition des barrages collinaires



Figure n° 123 : Répartition des Lacs collinaires



Source : D.G.A.C.T.A– traitements STUDI, Eau 2050

Concernant les grandes orientations actuelles de la politique hydraulique, elles visent :

(i) Plus de transfert des eaux du Nord pour palier à la pénurie dans le Sahel et le Cap Bon avec le doublement des canaux,

(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, alors que le dessalement d'eau saumâtre a été effectué par la SONEDE jusqu'à récemment pour approvisionner en eau potable certaines villes ou localités du Sud.

3.6.2. Efficacité de l'encadrement juridique et institutionnel

Pour accompagner sa mission d'équipement du territoire et de développement régional, l'Etat aménageur s'est doté d'importants moyens juridico- techniques.

◆ ***De 1956 à 2014 :***

Le code des eaux (CE) promulgué par la loi n° 75-16 du 31 mars 1975 a posé les fondements de la gestion de la ressource « Eau » :

i. Réaffirmation de la domanialité publique des ressources en eau, en incluant toutes les eaux et leurs assiettes foncières dans le Domaine Public Hydraulique (DPH) et la transformation des droits traditionnels de propriété d'eau en droits d'usage. L'Etat est en mesure de mobiliser les ressources hydriques, de les affecter et de les transférer, sans se référer aux groupes d'intérêts en présence. Cette légitimité juridique de l'action publique se trouve, comme on le verra ci-après, doublée par une deuxième légitimité de nature technique.

ii. Le rôle prépondérant du ministre de l'agriculture dans la planification, la mobilisation, l'autorisation d'usage, le déclassement du DPH, le contrôle et le suivi de l'utilisation des eaux potables et d'irrigation.

iii. La répartition du territoire national en :

   a. Périmètres d'interdiction où toute exécution de puits ou forages, ou tout travail de transformation de puits ou forages destiné à en augmenter le débit sont soumis à autorisation préalable du ministre de l'agriculture ;

   b. Périmètres de sauvegarde concernant les nappes pour lesquelles le taux et la cadence d'exploitation des ressources existantes risque de mettre en danger la conservation quantitative et qualitative des eaux ;

   c. Périmètres d'aménagement et d'utilisation des eaux dans les zones où les ressources en eau sont ou risquent d'être insuffisantes par rapport aux besoins actuels ou prioritaires programmés.

iv. Les droits de propriété d'eau existants, particulièrement dans les Oasis du Sud à la date de la promulgation de l'actuel code et arrêtés par la commission des purges des droits d'eau, sont convertis en droit d'usage d'eau portant sur un volume équivalent aux anciens droits de propriété ;

v. L'attribution de diverses servitudes de protection du DPH telles que la servitude dite de franc bord, la zone d'emprise nécessaire à l'exploitation et à l'entretien des conduites d'adduction ou aqueducs et la servitude du libre passage, de dépôts de matériaux et d'équipements et d'emploi des propriétés privées des riverains des canaux d'irrigation ou d'assainissement déclarés d'utilité publique, etc.

vi. Le principe de la valorisation maximale du m^3 d'eau pour les différents secteurs d'usage pour éviter le gaspillage et la dégradation de la ressource

vii. L'eau constitue une richesse nationale qui doit être développée, protégée et utilisée d'une manière garantissant la durabilité de la satisfaction de tous les besoins des citoyens et des secteurs économiques. L'économie de l'eau est considérée comme l'un des moyens les plus importants permettant le développement, la préservation et la rationalisation de l'utilisation des ressources hydrauliques. Les travaux visant le développement, l'économie, l'amélioration de la qualité et la protection des ressources hydrauliques nationales sont d'utilité publique.

viii. La possibilité d'autoriser la production et l'utilisation des ressources hydrauliques non conventionnelles qui répondent aux conditions spécifiques de la consommation et de l'utilisation privées ou pour le compte d'autrui dans une zone industrielle ou touristique intégrée et déterminée ;

ix. La possibilité d'instaurer des systèmes de rationnement permanent ou conjoncturel de consommation des eaux ou une interdiction temporaire de certaines utilisations des eaux pour des raisons climatiques ou techniques,

x. La possibilité d'utiliser les eaux usées à des fins agricoles après traitement approprié, à condition que cela ne puisse pas constituer une source de propagation de maladies ni d'incommoder le voisinage,

xi. La lutte contre la pollution hydrique à travers l'interdiction des rejets en milieu récepteur et d'effectuer tout dépôt susceptible de polluer les eaux souterraines ou les eaux de surface,

xii. La reconduction des associations de propriétaires et d'usagers du DPH pour l'exploitation des eaux du domaine public hydraulique dans leur périmètre d'action, l'exécution, l'entretien ou l'utilisation des travaux intéressant les eaux du domaine.

xiii. La désignation des agents habilités à relever les infractions à l'encontre du DPH et les peines y afférentes.

Le décret n° 78-814 du 1er septembre 1978 a fixé les conditions de recherche et d'exploitation des eaux souterraines. Son article 1er a soumis les actions de recherche des eaux souterraines par puits ou forage à plus de 50 mètres de profondeur à une autorisation accordée par arrêté du ministre de l'agriculture. L'usage agricole, domestique ou industriel de l'eau recherchée doit être indiqué dans la demande. Ce décret n'a pas fixé avec précision les conditions techniques de la recherche des eaux souterraines. Son article 5 s'est contenté de prévoir que ''l'entreprise chargée d'exécuter les travaux doit veiller, en cours de recherche et de captage des nappes aquifères à ce que les travaux soient exécutés dans les règles de l'art''. Il semble que l'imprécision desdites règles de l'art aient poussé le Ministère de l'agriculture, au bout de plus de 20 ans, à fixer ces conditions par le décret n°97-2082 du 27 octobre 1997.

Le CE a institué le régime des concessions pour certaines opérations se rapportant à la collecte de l'eau et à son utilisation, l'exploitation des sources minérales et thermales, la construction des barrages permanents.

Cependant, il n'a pas institué le partenariat public/privé pour la réalisation, la modification ou l'extension des constructions, ouvrages et installations ou d'acquérir des biens nécessaires à la gestion d'un service public. Ce n'est qu'en 2015 qu'une législation relative au partenariat public privé a été promulguée et qui s'appliquerait notamment aux grands PPI des gouvernorats du nord.

Enfin, selon l'article 154 du CE, la gestion des systèmes d'alimentation en eau potable en milieu rural (en l'absence de la SONEDE) et l'exploitation des eaux du DPH aux fins d'irrigation sont assurés par des Association d'Intérêt Collectif (AIC), transformés par la loi n°99-43 du 10 mai 1999, en Groupements de Développement Agricole (GDA). Les GDA sont en charge, pour l'eau potable rurale, de la gestion des systèmes d'adduction, y compris la vente de l'eau, l'entretien et la maintenance des systèmes, ainsi que le recouvrement des redevances. Les GDA d'irrigation assurent l'exploitation des eaux du DPH dans leur périmètre d'action, l'exécution des travaux d'entretien et de maintenance des réseaux et l'irrigation ou le drainage des périmètres situés dans leur périmètre d'action. Ils signent une convention de gestion des infrastructures et équipements hydrauliques avec le CRDA et des contrats d'abonnement pour la fourniture de l'eau avec leurs adhérents.

Ce qu'il faut retenir c'est que ces GDA ont un droit d'usage de l'eau, qui leur donne droit en toute circonstance à un volume annuel donné sur l'ensemble des ressources disponibles. Ce droit d'usage est différent des droits d'eau, dont bénéficiaient les associations d'usagers, avant l'avènement du DPH, notamment dans les oasis du Sud du pays. Il génère une certaine ambiguïté dans le sens où les usagers ne s'approprient pas collectivement la ressource. Elle reste eau du DPH et donc propriété de l'Etat. Cela peut expliquer un certain désintérêt pour la préservation de la ressource et sa bonne gestion collective. Cette ambiguïté est encore renforcée par le positionnement du CRDA, émanation déconcentrée du MARHP, qui, selon la loi n°89-44 du 8 mars 1989, assure la gestion du PDH, réalise les actions d'équipements hydrauliques et de projets de mise en valeur hydro-agricole mais surtout gère l'infrastructure hydro-agricole dans les PPI, assure sa maintenance et organise la distribution de l'eau d'irrigation. Le CRDA est en quelques sortes, le propriétaire de la ressource et celui qui veille à sa bonne gestion sur le terrain, ôtant de fait toute responsabilité de bonne gestion au GDA.

◆ ***Depuis 2014 :***

La Constitution de 2014 reconnait que le droit à l'eau est garanti. La préservation de l'eau et la rationalisation de son exploitation est un devoir de l'État et de la société.

La constitution de 2014, contrairement à celle de 1959, a opté pour une orientation forte vers la décentralisation des décisions. Son Article 14 prévoit que l'État s'engage à renforcer la décentralisation et à la mettre en œuvre sur l'ensemble du territoire national, dans le cadre de l'unité de l'État.

Le pouvoir local est fondé sur la décentralisation qui est concrétisée par des Collectivités Locales comprenant des Communes, des Régions et des Districts.

Le Code des Collectivités Locales stipule que chaque collectivité locale gère les intérêts locaux en application du principe de la libre administration conformément aux dispositions de la constitution et de la loi, sous réserve du respect des exigences de l'unité de l'Etat.

La révision complète du CE de 1975 s'est imposée au législateur pour diverses raisons : la constitutionnalisation du droit à l'eau, l'absence de concordance du code de 1975 avec les concepts de changements climatiques, de stress hydrique qui dorénavant orienteront la gestion vers la demande plutôt que l'offre, la prise en compte nécessaire de la décentralisation et de la participation de la société civile à la planification et à la gestion de la ressource. Le Projet comporte plusieurs innovations par rapport au CE de 1975 tels que :

- la garantie du droit à l'eau,
- la décentralisation,
- la prise en compte des changements climatiques,
- la protection de l'environnement ,
- la création d'un Conseil Régional de l'Eau,
- la participation des autorités régionales et de la société civile,
- le recours à la planification locale, régionale et nationale des ressources en eau et de leur répartition,
- l'instance nationale indépendante de régulation des services de l'eau et
- la création d'une base de données relative aux ressources hydrauliques et sa mise à la disposition du public

Le Projet de CE a comporté lui aussi, plusieurs mesures décentralisatrices et participatives des autorités régionales, locales et de la société civile par le renforcement de la Décentralisation. La planification des ressources hydrauliques s'effectue aux différents niveaux, national, régional et local.

De ce point de vue, le projet de CE, outre le fait de se mettre en conformité avec la constitution de 2014, se rapproche aussi des principes directeurs de la Gestion Intégrée des Ressources en Eaux (GIRE) et donc des bonnes pratiques adoptées mondialement pour la gestion des ressources en eau.

La question qui se pose, à la lumière de l'expérience des GDA depuis les années 90, est de savoir si ces dispositions du projet de CE ainsi que celles de la loi sur les collectivités locales suffiront à insuffler, parmi les usagers, un sentiment d'appropriation de la ressource et une reconnaissance de sa valeur qui les pousseront à mieux la gérer et à prendre garde à ne pas la gaspiller ou à dégrader sa qualité.

3.6.2.1. Enseignements de l'expérience institutionnelle nationale et internationale

L'expérience nationale et internationale est riche en enseignements en matière de gestion de biens communs. Au niveau national, les associations d'irrigants des oasis et de gestion des eaux d'épandage des crues dans la région du Centre fournissent des exemples de succès en matière d'organisation et e fonctionnement collectifs. Ces construits sociaux ont existé jusqu'à la parution du Code des Eaux de 1975, regroupant des adhérents partageant les mêmes objectifs. Cela a permis de mettre en place et d'appliquer des règles acceptées par tous. La maitrise des tours d'eau, la fonction d'aiguadier, d'Amine de l'oasis, la confection et le partage des Mgouds assurant le partage des eaux d'épandage sont des exemples de ce type de succès.

Quant à l'expérience internationale, l'ouvrage d'Elinor Ostrom « Governing the commons- the Evolution of Institutions for Collective Action » paru en 1990 résume en huit principes le fonctionnement d'associations exploitant des biens communs, tirés de l'expérience de terrain :

- Le premier principe se rapporte à une définition claire des terres à irriguer et des individus pouvant en bénéficier. Une telle clarification du physique et du social devrait autoriser l'appropriation du premier par le second. Il est évident que ce principe d'appropriation de l'objet physique par ses usagers n'est pas garanti dans le cas des GDA pour les raisons développées supra.
- Le deuxième veut que les règles de partage des ressources disponibles se fondent sur des règles objectives et tournées vers la contribution au maintien du bien commun. Dans le cas des périmètres irrigués tunisiens desservis par l'administration ou/et exploitant des nappes à accès, les règles de partage de la ressource se fondent au mieux sur la surface possédée.
- Le troisième principe insiste sur la nécessité de l'existence de procédures autorisant la réalisation de choix collectifs, le groupe des ayant droits pouvant modifier les règles existantes étant le mieux placé pour adapter ces règles à la situation de terrain. Ces changements, tout en respectant les performances économiques locales, seront le fruit d'un apprentissage collectif réalisé par les exploitants du bien commun considéré.
- Les autres principes portent essentiellement sur :
  - ✓ la responsabilisation de certains usagers de la surveillance des équipements,
  - ✓ la nécessité de concevoir collectivement des sanctions graduelles à l'encontre des défaillants mais aussi des mécanismes de résolution des conflits, et
  - ✓ une reconnaissance par l'Etat à s'organiser, les irrigants devant avoir le droit de créer leur dispositif institutionnel qui représente un construit social bénéficiant de l'approbation des membres de la société locale concernée ; dans le cas contraire, les institutions supposées unir ces membres vont se déliter progressivement.

Au vu de l'ensemble de ces principes, il est aisé de constater que la marge de manœuvre laissée par l'Administration pour la gestion des équipements sur la zone de leur GDA est mince. Le montage mis en place jusqu'à présent ne responsabilise pas les usagers, qui peuvent se sentir à l'étroit dans le rôle qui leur est attribué.

Ainsi de tels construits institutionnels ne sont pas en mesure de résister à des chocs exogènes, tels que ceux de la révolution de 2011 ou de la crise de 2016.

3.6.3. Articulation des niveaux de gestion des ressources hydriques

Le MARHP est chargé de la gestion de la ressource hydrique. Pour s'acquitter de cette tâche, il a mis en place une organisation centrale et une autre déconcentrée ainsi que des associations et des groupements hydrauliques représentant les usagers.

Les structures centrales sont spécialisées dans les différents domaines de l'eau : mobilisation des ressources de surface, inventaire et exploitation des ressources souterraines, création et exploitation des périmètres irrigués.

Cette organisation a été étoffée par un Bureau de la Planification et des Equilibres Hydrauliques (BPEH) en charge de l'évaluation des ressources, de la collecte et l'analyse des données relatives aux ressources en eau disponibles et exploitables et l'élaboration de programmes et de plans de leur allocation aux différents utilisateurs.

A l'échelle régionale, les CRDA assurent la gestion du DPH, réalisent les actions d'équipements hydrauliques, des programmes et projets de mise en valeur hydro-agricole et gèrent l'infrastructure hydro-agricole dans les PPI, assurent sa maintenance et organisent la distribution de l'eau d'irrigation.

Par ailleurs, le Ministre de l'Agriculture est assisté d'un Conseil National de l'Eau (CNE), d'une Commission du Domaine Public Hydraulique (CDPH) et de quelques organismes publics tels que la SECADENORD, l'OFFICE NATIONAL de l'ASSAINISSEMENT, la REGIE des SONDAGES HYDRAULIQUES (RSH) et la SONEDE.

Les GDA sont impliqués dans la gestion des eaux d'irrigation et de l'eau potable rurale.

Les particuliers jouent aussi un rôle important dans la gestion de l'eau. Ils gèrent librement les eaux de ruissellement et celles d'une profondeur inférieure à 50 mètres et les eaux du DPH par autorisations ou concessions.

Le Projet de CE prévoit le retour aux anciens Groupements d'Intérêt Hydraulique (GIH) qui ont été remplacés par les GDA par l'effet de la Loi n°2004-24 du 15 mars 2004 abrogeant l'Article 153 du CE qui a consacré leur existence.

Un nouveau mode de gouvernance basé sur la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) semble emporter la conviction de responsables à différents niveaux pour améliorer la gestion et l'allocation des ressources disponibles.

L'une des clefs essentielles du renforcement de la gestion de la ressource dans une situation de pénurie ou même d'extrême rareté est l'amélioration de la connaissance, le renforcement du suivi à différentes échelles de temps et d'espace, et enfin, le partage de cette connaissance en toute transparence et pour le bien commun.

Sans anticiper sur le paragraphe relatif aux systèmes d'information, il convient de souligner que beaucoup de ressources financières et humaines ont été investies dans les systèmes d'information sur l'eau et l'agriculture. Ces systèmes, s'ils étaient opérationnels pourraient être d'un appui essentiel pour les gestionnaires mais aussi une référence mondiale duplicable dans d'autres contrées.

3.6.4. Enseignements de la crise 2015-2017

Les sept (7) principaux enseignements de la crise qui a fortement impacté les périmètres irrigués entre 2016 et 2018, à la suite d'années de sécheresse, sont les suivants :

1) L'existence de sources d'approvisionnement diversifiées permet d'améliorer la résilience des agriculteurs en période de sécheresse. La situation inverse est observée, lorsque les périmètres irrigués publics dépendent d'une seule source, a fortiori quand elle est de surface, donc fortement dépendante de la pluviométrie et de la gestion des barrages. La pénurie de ressources a conduit dans certains cas à l'abandon des équipements.
2) Une gestion de la ressource qui associe les instances régionales et locales est de nature à améliorer la résilience des territoires agricoles en période de pénurie : concertation sur les quotas d'eaux alloués selon les disponibilités et implication des usagers dans la préservation des infrastructures. Depuis, le Ministère de l'Agriculture, à travers le BPEH, a pris des dispositions pour mieux impliquer les instances régionales et locales dans l'allocation des ressources. Ceci se matérialise par la signature de « Pactes » entre le Ministère de l'Agriculture, le CRDA du Gouvernorat concerné et les Représentants des Agriculteurs.
3) Le cas de Jendouba a montré que c'est la vétusté des infrastructures qui handicape la gestion et le transfert local de la ressource. De façon générale, la crise 2015-2017, outre la question de la gouvernance en période de pénurie, a révélé un cumul de dysfonctionnements liés à la dégradation des équipements et des infrastructures, la dérégulation des filières, un système foncier inéquitable et des prix de l'énergie et des intrants qui ne cessent d'augmenter.
4) L'approvisionnement en amont des bassins versants comporte une série de contraintes communément admises et qui limitent la disponibilité de la ressource dans les périmètres irrigués (telles qu'envasement des barrages, connexions et transferts non encore optimisés). Plus inquiétant est l'abandon de certaines pratiques de recharge des nappes au travers des puits, comme cela a été signalé à Nabeul.
5) L'approvisionnement en eau d'irrigation au niveau régional est également affecté par :
   - ✓ La compétition, durant les périodes de pointe ou en cas de pénurie, entre le tourisme et l'agriculture (Sousse, Monastir, Nabeul), et
   - ✓ La compétition avec l'approvisionnement en eau potable des villes (SONEDE à Nabeul a réquisitionné le barrage de Bzigh et Masri), picage à Jendouba excédant l'accord (1200 litres/secondes au lieu de 400 litres/secondes à l'horizon 2025).
   - ✓ Le manque de coordination entre les acteurs régionaux impliqués dans la gestion et la distribution de l'eau ne permet pas de construire des routines de travail. Les Conseils régionaux de l'eau sont non fonctionnels sauf à Monastir, alors que celui de Sousse est en cours d'activation. A Monastir, il a été possible d'appliquer la réglementation en place et ainsi d'élaborer et opérationnaliser une stratégie pour appuyer les GDA.
6) L'approvisionnement en eau d'irrigation au niveau local est contraint par :
   - ✓ Les coûts excessifs de l'énergie qui grèvent la capacité de fonctionnement des GDA et augmentent le taux d'endettement des agriculteurs,

- ✓ Les coupures d'électricité entre 11 h et 15 h par la STEG en été au moment du pic d'irrigation, sachant que l'équipement des forages en systèmes photovoltaïques est quasi inexistant ; dans les rares projets où ces systèmes ont été installés par des actions financées par des bailleurs de fonds (Coopération Suisse à Kasserine, Banque Mondiale à Gabès), le branchement de la STEG n'a pas eu lieu et prend beaucoup de temps.

7) L'approvisionnement en eau d'irrigation en aval au niveau de la parcelle est contraint par :

- ✓ La dégradation extrême des réseaux dans les zones de PI anciens au niveau de la vallée de la Medjerda (Jendouba, Manouba) et,
- ✓ La combinaison d'utilisation de différentes sources d'approvisionnement en eau d'irrigation qui n'est pas réalisée de manière systématique (Manouba).
- ✓ Quant à l'échelle nationale, le retard de mise en œuvre des programmes est signalé, alors que la survie d'une exploitation peut se jouer sur une période de 2 à 3 ans : à Nabeul, l'étude du PPI de Diar El Hojej a été initiée dans les années 1980, l'exécution a été réalisée en 1994 et l'exploitation n'a démarré qu'1998 ; avec en plus l'absence de coordination entre le secteur de l'énergie et les secteurs productifs comme l'agriculture (grands consommateurs en eau).

3.6.5. Renouveau du concept de gouvernance à l'échelle internationale

3.6.5.1. Tendance de la gestion collective des communs

Dans le domaine hydraulique, les travaux d'Ostrom sur la gestion collective des communs définissent une troisième voie, autre que l'interventionnisme étatique et la régulation par les mécanismes du marché. L'adoption de ces principes garantit la réussite d'actions collectives menées par les usagers.

La mise en œuvre de ces principes requiert l'adoption, d'une façon collégiale et décentralisée, des institutions[4] organisant la gestion des communs. Ces règles doivent permettre particulièrement d'identifier et de sanctionner les resquilleurs, ceux qui cherchent à profiter des biens communs sans en payer les coûts de fonctionnement et de maintien.

Ces travaux se trouvent confortés, dès le début des années quatre-vingt-dix, par le développement des courants de pensée dits néo-institutionnalistes, au nombre de trois. Ces courants divergent quant à la genèse et la stabilité des institutions, mais s'accordent sur l'importance du rôle de ces règles dans la détermination des comportements des acteurs individuels ou collectifs. Les institutions, selon ces courants de pensée, sont à interpréter comme des règles formatant les manières de penser et d'agir des acteurs. Pour s'adapter à l'ensemble de ces changements, l'Etat s'est trouvé contraint à faire évoluer ses modes d'intervention et par conséquent ses rapports avec la société, à se restructurer[5].

Tout en opérant des changements dans ses modes d'intervention et ses relations avec la société, l'Etat doit néanmoins se maintenir, tant il est évident que les sociétés ont besoin d'une autorité centrale à même d'assurer la régulation économique et de faire face aux perturbations causées par l'évolution de la société elle-même, une société de plus en plus fragmentée, aux relations complexes multi niveaux, qui serait devenue de plus en plus difficile à gouverner sur un mode autoritaire et centralisé.

L'approche de la « gouvernance » trouve sa genèse dans ces changements : l'apparition de nouvelles formes d'échange et d'organisation dans le contexte de sociétés mondialisées. Cette approche met désormais l'accent sur les formes horizontales d'interaction entre acteurs, les interdépendances, l'autonomisation de secteurs et de réseaux par rapport à l'Etat, les processus de coordination des acteurs publics et sociaux, les formes renouvelées de négociation, de contraintes, et d'incitation.

> « La gouvernance s'entend comme un processus de coordination d'acteurs, de groupes sociaux et d'institutions, pour atteindre des buts discutés et définis collectivement. La gouvernance renvoie ainsi aux dynamiques multi-acteurs qui produisent la stabilité d'une société et d'un régime politique, son orientation et sa capacité à fournir des services et à assurer sa légitimité. Elle vient compléter le gouvernement qui ne disparait pas ».

4 Une institution est une règle formelle ou informelle acceptée par les acteurs concernés. Elle détermine les comportements de ces derniers, organise les rapports entre ces acteurs, permet de réduire les incertitudes associées aux comportements des uns et des autres. Elle réduit donc les coûts de transaction entre acteurs.

5 Cette restructuration doit tenir compte de la remise en doute de son volontarisme politique visant l'intérêt général, de l'image qu'il affiche d'un Etat homogène, impartial et rationnel. De plus, l'Etat a ses clientèles et est traversé par des groupes d'intérêt, des associations défendant leurs avantages (matériels, ou/et symboliques).

3.6.5.2. Parallèle entre échelle nationale et tendance internationale

Le parallèle entre les évolutions observées aux deux échelles internationale et nationale est quasi-intégral, avec toutefois de légers décalages temporels, l'international précédant de quelques années les changements nationaux. De telles antécédences suggèrent l'existence de relations de causalité entre ces évolutions. Il sera procédé ci-après à une brève analyse des principaux changements observés en Tunisie s'agissant de l'intervention publique dans le domaine hydraulique

➢ ***Au niveau des rapports entre Etat et société***

Les eaux de surface sont mobilisées à l'aide de grands ouvrages, barrages, barrages et lacs collinaires, décidés par l'Administration et financés sur fonds publics. Leurs allocations inter secteurs et inter régions sont décidées par les gouvernants. Les périmètres publics irrigués représentent le premier usager de ces ressources dont le choix des sites d'implémentation et de leur création sont l'œuvre de l'Administration. Les futurs irrigants ne sont pas consultés et ne prennent pas part dans ce processus décisionnel.

L'accès aux ressources hydriques souterraines, que l'on peut assimiler à des biens collectifs, est conditionné par une autorisation de forer, accordée par les services compétents du ministère de l'agriculture de la région concernée par le creusage.

Jusqu'à la fin des années 70, l'intervention publique dans le domaine de la mobilisation de l'eau, de la création des PPI et dans le choix des cultures « proposées » aux agriculteurs s'apparentait à une gestion centralisée (ou top-down) :

- Assolements élaborés en fonction d'objectifs de production visant la réalisation de l'autosuffisance alimentaire ;
- Doses d'irrigation et autres éléments de l'itinéraire technique fixés d'avance pour obtenir la plus grande quantité de produits et non la rentabilité la plus élevée du point de vue de l'agriculteur.

A partir des années quatre-vingt du siècle dernier, la volonté de recouvrer, ne serait-ce que partiellement, les frais hydrauliques, s'est affirmée. Le nombre d'études conduites sur la question de la tarification de l'eau d'irrigation en sont l'illustration. Alors que la première étude remonte au début des années quatre-vingt, la dernière vient d'être achevée, en 2018.

Dans le cadre de ces changements, les Offices des Périmètres Irrigués (PPI), jugés budgétivores, se doivent de disparaitre. Ils ont été remplacés, dans la précipitation, par des associations d'irrigants, AIC, GIC et puis GDA et par les CRDA. Il importe de signaler que les usagers concernés sont restés en dehors de ce processus adaptatif des institutions de la gestion de l'eau. En effet, les choix des périmètres à confier à des associations d'irrigants ont été l'apanage de l'Administration. De plus, ces associations n'ont jouit que d'une autonomie particulièrement limitée.

Au terme d'une longue évolution, l'Etat ne semble pas avoir été en mesure de s'affranchir de son rôle volontariste de garant d'un intérêt général qui reste à définir. Cette incapacité se traduit dans les faits par une mainmise quasi-totale sur les associations d'usagers et une gestion encore centralisée des grands PPI du pays et ce, à travers les CRDA. Une telle posture officielle peut être expliquée par le refus des gouvernants de supporter tout risque de non-satisfaction de demandes d'eau exprimées par des usagers pouvant être causée par une gestion décentralisée des ressources hydriques. Ces gouvernants ne veulent pas assumer le coût politique d'un tel risque.

De leur côté, les divers usagers des ressources semblent bien s'adapter à cette situation leur permettant de satisfaire leurs besoins en eau au moindre coût de responsabilité. Ils ont développé des stratégies d'adaptation leur permettant de s'opposer à toute augmentation des tarifs d'eau, à pratiquer autant que possible le free riding, à orienter leurs systèmes de culture en fonction des signaux des marchés.

Dans ce contexte de rapports entre l'Etat et la société, les gouvernants sont tenus responsables de tout mauvais fonctionnement de l'infrastructure hydraulique et de toute rupture d'approvisionnement en eau des PPI. Ce mode de gestion n'a pas, malgré les efforts publics consentis, permis d'améliorer l'efficacité des PPI, les taux d'intensification y sont restés inférieurs à l'unité.

➢ ***Au niveau des dispositifs institutionnels***

Sans sous-estimer la viscosité des modifications institutionnelles, les dispositifs institutionnels organisant les rapports entre société et Etat concernant la gestion de l'infrastructure hydraulique n'ont que peu changé. Les difficultés de faire voter par le parlement le nouveau code des eaux sont une illustration de cette viscosité.

Il convient toutefois de préciser que ces difficultés sont dues, entre autres, à la vision juridico techniciste ayant présidé à la définition des changements suggérés. Ces derniers ne sont toujours pas appropriés et supportés par des intérêts clairement identifiés et ciblés.

Ce mode de régulation de nature juridico-institutionnelle semble de plus en plus problématique tant sa faible capacité à s'adapter à l'évolution de la société tunisienne, elle-même, le rendent totalement anachronique.

3.6.5.3. La nécessité d'un nouveau mode de régulation

L'avènement de la révolution de 2011 s'est traduit par l'affaiblissement de l'autorité de l'Etat et la complexification de la société devenue de plus en plus difficile à gouverner. La multiplication des demandes à satisfaire formulées par les usagers de l'infrastructure hydraulique en sont une illustration.

La raréfaction de l'eau consécutive à l'augmentation des demandes d'eau majorées par les effets de la sécheresse (2015-2017) a incité les responsables de la gestion du système eau à repenser leurs modes d'intervention. Des tentatives de décentralisation et d'implication des diverses échelles du processus décisionnel sont conduites. Ces adaptations devraient aboutir à échéance à l'instauration d'une approche de gouvernance du potentiel hydrique. Dans cette perspective, l'exercice du politique portera désormais sur la gestion des conflits d'intérêt en présence. La conduite d'un tel exercice exigerait de nouveaux savoirs permettant l'objectivation des situations conflictuelles, calculs économiques, économie politique permettant de mettre en balance les coûts économiques et les gains politiques et inversement.

D'autre part, la Constitution de 2014, en son Article 44, stipule que ‘'Le droit à l'eau est garanti. La préservation de l'eau et la rationalisation de son exploitation est un devoir de l'État et de la société''.

Ainsi, l'Etat, agissant selon le principe du bon père de famille, ne peut plus se défaire de son devoir de garantir la disponibilité de l'eau à tous les citoyens et à tous les secteurs économiques. Cette responsabilité n'a été atténuée par aucune condition particulière telle que le cas de force majeure ou, à l'extrême limite, la guerre.

Cela concerne prioritairement l'eau potable mais également l'eau destinée aux autres usages.

L'Article 3 du projet de code des eaux vient modérer ce principe de garantie absolue en laissant entendre que l'Etat peut se heurter à la difficulté d'honorer cet engagement en tout temps. Il tente ainsi de tempérer le droit constitutionnel, stipulé par l'article 44, en précisant que le droit à l'eau est garanti ‘'dans la limite des possibilités offertes''. Il s'agit de noter qu'en prévoyant une limite ou une réduction d'un principe constitutionnel, l'article 3 du futur code des eaux pourrait être considéré comme anticonstitutionnel.

Au-delà de ces considérations juridiques, et si l'on s'attache à l'esprit de la Loi, on peut en déduire que désormais, la législation hydraulique, les politiques, les stratégies et les cadres institutionnels de rétention et de gestion des ressources devront être reconfigurés conformément à ce principe de «garantie absolue » du droit à l'eau.

3.7. EAU ET TERRITOIRES

3.7.1. Introduction

Le document "Villes et développement" considère que le système urbain est l'élément central dans l'organisation de l'espace. A l'aune de nombreux critères, le document propose un découpage sous forme de « Grands Ensembles Régionaux (GER) » (Figure n°124). Il s'agit de 4 GER : Tunis, Nord-Ouest, Centre et Sud.

Les choix d'aménagement du territoire insistent sur la maîtrise de la croissance urbaine, et cela à travers une politique de développement rural et d'équipement des campagnes, qui serait capable d'endiguer l'exode rural.

Trois idées clefs sur les potentialités en eau du territoire tunisien étaient retenues :

- L'excellent réservoir que constitue encore la Tunisie humide du Nord, où s'impose la mobilisation de très importantes ressources en surface. Ce constat va orienter les propositions d'aménagement (surtout celles relatives à la réalisation des grands barrages) ;
- Les disponibilités très moyennes du centre tunisien ;
- La notion de 'nouvelles ressources' du Sud, particulières mais assez limitées.

Le SNAT 1985 proposait une nouvelle régionalisation, basée sur le découpage du territoire en six régions, tenant compte de facteurs physiques et socio-économiques reflétant les deux gradients nord/sud et littoral/intérieur. Chaque région devait avoir au moins 500.000 à un million d'habitants, et comprendre au moins une métropole de premier ou de deuxième ordre, ou destinée à l'être. Le but de cette régionalisation serait de renforcer l'infrastructure de base dans les régions, ce qui devait passer par la création de « Pôles de Développement Economique et Urbain ».

En termes de développement régional, les résultats du SNAT furent très limités. Le clivage littoral-intérieur s'accentua, puisque le capital privé se dirigea préférentiellement vers les villes littorales pour des raisons de compétitivité et d'économie d'échelles, malgré les nombreuses mesures incitatives de la part de l'État pour encourager la localisation des entreprises à l'intérieur du pays. Des villes moyennes de l'intérieur comme Sidi Bouzid, Kasserine, Tataouine, Kebili, Tozeur, Jendouba, Le Kef ou Béja, chefs-lieux de Gouvernorats, enregistrèrent des taux de croissance urbaine parfois élevés, sans pour autant constituer de véritables pôles, capables de polariser leur arrière-pays par des activités de production, de services et d'équipements.

3.7.2. Profil « eau » et développement socio-économique des régions

3.7.2.1. Sud-Ouest et Sud-Est

Le Sud tunisien est caractérisé par une relative homogénéité climatique, marquée par la faiblesse des précipitations, l'omniprésence de l'aridité et de l'élévation des températures. La façade maritime Est atténue les maximas et minimas des températures et fait bénéficier les zones littorales de flux humides.

Outre l'aridité, plusieurs contraintes ont pendant longtemps limité le développement économique du Sud tunisien : faible potentiel en terres agricoles et en ressources naturelles, zone militaire lors de la période coloniale et situation d'enclavement par rapport au reste du territoire.

Les politiques d'aménagement du territoire prônées depuis l'indépendance ont contribué à l'intégrer progressivement dans le territoire national. Les principaux axes d'intervention ont été :

- des modifications successives du découpage administratif pour aboutir à l'organisation actuelle en 6 gouvernorats : Kébili, Tozeur, Gafsa dans le Sud-Ouest et Gabès, Médenine, Tataouine dans le Sud-Est,
- l'extension du réseau routier, des aéroports à Tozeur et El Borma, l'aménagement du port de Zarzis et divers équipements de santé, éducation,….
- L'implantation d'industries (surtout à Gabès) et de projets touristiques (Jerba – Zarzis),
- La mise en œuvre de plusieurs générations de projets de mise en valeur hydro-agricole, axe majeur du développement économique dans la région : plantation de palmeraies, création de nouvelles oasis,…

Le développement de l'agriculture irrigué a reposé sur l'exploitation des nappes souterraines, phréatiques et profondes avec des signes de surutilisation dans certaines zones.

Figure n° 124 : Organisation territoriale selon les différents schémas d'aménagement

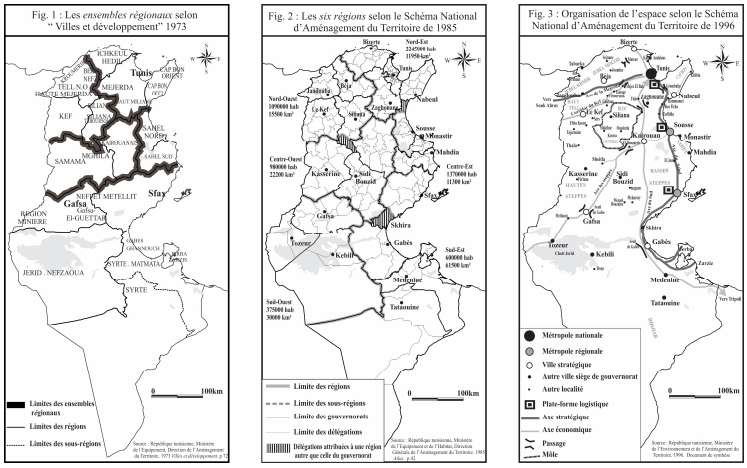
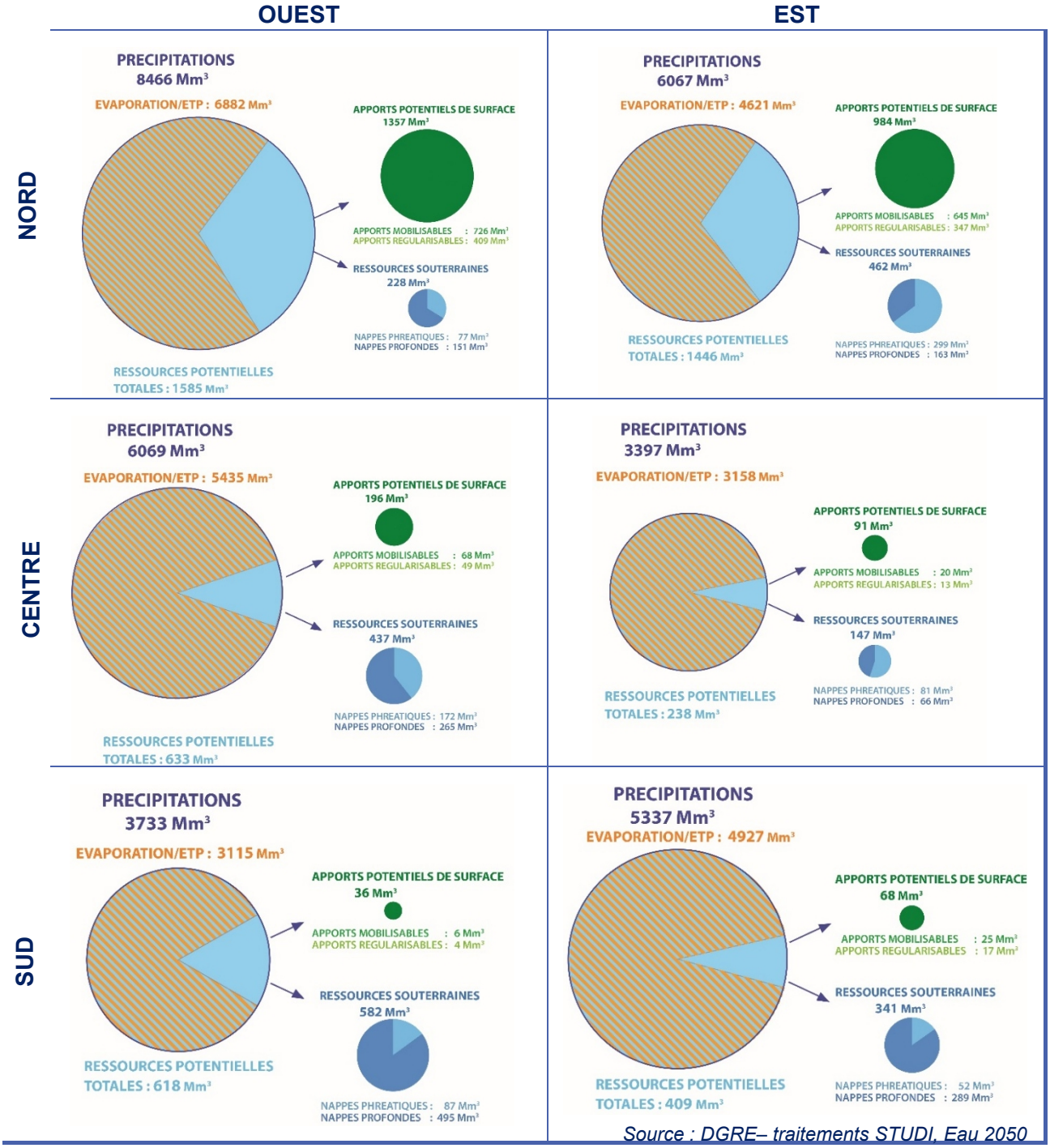


Figure n° 125 : Bilans hydriques dans les régions



Source : DGRE– traitements STUDI, Eau 2050

➔ Dans le Sud-Ouest :

La forte sollicitation de Complexe terminal par la multiplication des forages non autorisés menace les ressources souterraines de la région :

- Le volume prélevé sur les nappes phréatiques (chiffre 2018) est à peu près équivalent à la ressource disponible par an, la forte salinité de ces nappes (entre 5 et 18 gr/l) expliquant leur faible sollicitation relative ;
- Les volumes prélevés sur les nappes profondes sont plus conséquents et dépassent largement (à Kébili en particulier) les ressources disponibles annuellement,
- 9931 forages creusés dans le Gouvernorat de Kébili ont prélevé 418,2 Mm^3 en 2018 (selon les données de l'Office de Développement du Sud) face à une estimation de la ressource mobilisable annuellement de 236,7 Mm^3, soit un taux d'exploitation de 176%. C'est la nappe du Complexe Terminal qui est fortement sollicitée ;
- Un grand nombre de ces forages est classé illicite par l'administration qui, faute d'activités économiques de substitution pour les actifs de la région, compose avec une situation qui, eu égard au caractère faiblement renouvelable des ressources prélevées, n'est pas durable,
- On notera le poids des périmètres privés dans le Sud-Ouest (Gouvernorats de Kébili et de Gafsa) qui totalisent une superficie double de celle des périmètres publics,
- Les plantations de palmeraies sont situées autour des principaux villages ; outre le palmier dattier, certaines oliveraies sont exploitées en irrigué (Gouvernorat de Gafsa) ainsi que les cultures fourragères (Gouvernorat de Kébili et Gafsa).

Ce qui permettrait d'alléger la pression sur les ressources souterraines dans les années à venir :

- L'application de la réglementation (zones de surexploitation, zones de sauvegarde,….),
- Le suivi plus précis des prélèvements, des équipements de pompage mis en place, etc…
- La sensibilisation, le renforcement de capacités des usagers et de leurs organisations,
- La diversification des activités et donc des revenus des exploitants agricoles,
- La promotion de l'agriculture pluviale là où le climat le permet, comme sur la plupart des piémonts de la région de Gafsa,
- La promotion de l'élevage et son encouragement par l'amélioration des parcours et la production fourragère dans les PI,
- L'utilisation de l'eau de drainage, ressource évaluée à 39 Mm^3 dans le seul Nefzaoua qui n'est pas récupérée.

➔ Dans le Sud-Est :

La situation est sensiblement différente caractérisée par des ressources nettement plus limitées :

- Les ressources souterraines sont majoritairement localisées dans le Gouvernorat de Gabès (66% du total de la région). Il s'agit des nappes profondes de la Jeffara et du Continental Intercalaire (CI) ;
- Le Gouvernorat de Tataouine puise ses ressources (à peine 15% des ressources de toute la région) dans les nappes phréatiques du bassin de Smar et celles de Oued Tlalet El Ferch et les nappes profondes du CI ;
- A Médenine, ce sont les nappes profondes du grès du Trias, du Tertiaire et du Quaternaire qui fournissent une ressource de moins de 90 Mm^3 par an.
- Les puits de surface équipés sont majoritaires ;
- L'irrigation est spatialement concentrée dans un chapelet d'une cinquantaine d'oasis littorales, dans un segment côtier allant de Gabès jusqu'à Zarat, auxquelles s'ajoutent des îlots à Médenine, Sidi Makhlouf, Tataouine, Smar et Ramada.
- Les périmètres irrigués s'étendent sur une superficie de 28.482 Ha, contre 87.179 Ha dans le Sud-Ouest,
- Contrairement au Sud-Ouest, les PPI sont ici majoritaires en termes de surface aménagée. La palmeraie est moins étendue tandis que l'oliveraie couvre plus de 300.000 Ha. On voit là aussi apparaitre une conduite de l'olivier en irrigué (Gouvernorat de Tataouine). Les cultures fourragères en irrigué sont également assez présentes.

Compte-tenu des ressources disponibles, l'irrigation dans cette région ne peut être que limitée à quelques zones oasiennes qu'il s'agira de préserver absolument. Alléger la pression sur les ressources souterraines dans les années à venir revient à :

- Valoriser l'eau verte par l'agriculture pluviale (oliveraie) et l'élevage extensif,
- Développer les parcours par la CES et l'amélioration pastorale. Plus de 2,5 millions d'Ha sont ainsi valorisables.
- Revaloriser et réactiver les traditions de la région en matière d'ouvrages de CES dans les plaines, les versants et les lits des oueds : banquettes, jessours, ouvrages d'épandage et de recharge des nappes, etc.

- Diversifier les activités entre agriculture et élevage.

L'industrie, même si elle est peu diversifiée, peut contribuer à l'amélioration de la chaine des valeurs, particulièrement les IAA, qui détiennent la première place dans les activités industrielles de tous les gouvernorats du Sud, mais aussi l'industrie des matériaux de construction, céramique et verre (IMCCV). Le potentiel industriel dans le Sud tunisien qui peut s'appuyer sur les intrants agricoles (dattes, huiles, produits maraichers) et les matières premières minérales (sables, argiles, pierre) est encore sous-exploité. Il en est de même du potentiel touristique hormis quelques exceptions.

3.7.2.2. Centre-Ouest et Centre-Est

➔ Dans le Centre-Ouest :

L'extension spatiale de l'arboriculture et le développement de l'irrigation surtout dans les PPI eurent pour conséquence, le passage du Centre-Ouest d'un territoire dominé par le nomadisme (ou semi-nomadisme) pastoral, à un territoire marqué par l'agriculture et le paysannat sédentaires.

- L'irrigation s'est développée grâce à l'édification de 6 barrages, 41 barrages collinaires et 196 lacs collinaires,
- Les nappes phréatiques et profondes sont une ressource à peu près équivalente aux eaux de surface. Les prélèvements sont effectués respectivement par le biais de 28.000 puits de surface et 3.700 forages.
- Avec 1,174 millions d'Ha de terres labourables, 472.000 Ha de forêts et alfas et 299.000 Ha de pâturages, le potentiel naturel du Centre-Ouest est très important,
- Les traditions pastorales sont très ancrées et le potentiel en élevage ovin est important,
- L'élevage bovin et d'embouche s'est développé à la faveur du développement des cultures fourragères et des centres de collecte de lait (Sidi Bouzid – Kasserine),
- Grâce à l'irrigation, un véritable bassin de production maraicher et fruitier se dessine aujourd'hui, où s'imbriquent l'espace d'irrigation et l'agriculture en sec, dont le centre se trouve dans les plaines de Sidi Bouzid et de Kairouan. Le microclimat régional permet une production précoce de raisin de table par exemple et de maraichages en grandes quantités pour les IAA.
- Ce bassin de production bénéficie de la proximité de grands marchés de consommation (Sfax, Sousse mais alimente également Bir Kassaa près de Tunis). Il a également drainé vers lui un grand nombre d'IAA implantées surtout à Kairouan et Sidi Bouzid.
- D'autres industries existent dans la région (IMCCV et textile) mais la dominante est agro-industrielle, y compris en termes d'emplois.

Le Centre-Ouest est donc devenu, à la faveur de l'investissement public et de l'entreprenariat privé (grands propriétaires et petites exploitations familiales), un bassin de production agricole incontournable, dont il s'agit de renforcer la durabilité et la résilience par l'amélioration de son bilan hydrique. Alléger la pression sur les ressources en eaux tout en préservant les espaces de production suppose de :

- Mieux suivre les prélèvements effectués et renforcer les dispositifs de recharge artificielle (épandages de Oued El Fekka, Lachûres du barrage de Sidi Saad, épandages de l'Oued Nadhour) pour réalimenter les nappes qui connaissent des rabattements des niveaux piézométriques et des dégradations de la qualité de l'eau ;
- A terme, les volumes transférés à partir du Kairouanais (barrage de Nebhana et forages sur les nappes de Sisseb-El Alem) vers le Sahel de Sousse ainsi que ceux transférés de Sbeitla, Jilma-Ouled Asker vers Sfax vont diminuer suite à la mise en service des stations de dessalement prévues à Sfax et Sousse et les volumes non transférés seront, en toute rigueur, réaffectés à leur région d'origine,
- Généraliser et développer les technologies les plus pointues en termes d'économie d'eau,
- Orienter ce bassin de production vers les cultures à haute valeur ajoutée (cultures primeurs, produits biologiques,…) et les filières intégrées avec les IAA,
- Promouvoir l'agriculture pluviale, profitant des sols sablo-limoneux des cuvettes synclinales des hautes steppes orientales et des plaines du Kairouanais : arboriculture diversifiée, oliveraies de table et d'huile. Son développement passe, là aussi, par l'orientation vers les cultures biologiques et une diversification vers des espèces supportant la conduite en sec (pistachiers, amandiers...).
- L'élevage ovin et caprin possède des atouts incontestables : savoir-faire ancestral et pâturages naturels.
- Le développement de ces filières mais aussi d'un agro-tourisme autour des produits de terroirs pourra être grandement facilité par une amélioration des connexions routières.

➔ Dans le Centre-Est :

Dans le Centre-Est, la place de l'agriculture dans l'économie régionale est importante mais les villes-ports de Sfax, Mahdia, Monastir et Sousse abritent une industrie diversifiée et des services de haut niveau. Ce sont les faibles ressources locales en eau qui menacent une région densément peuplée. Le Centre-Est présente un taux de disponibilité d'eau par habitant et par an de moins de 100m^3.

- Le Centre-Est est dépendant de l'approvisionnement extrarégional pour l'eau potable (Sousse et Sfax) et pour l'irrigation (Sahel de Sousse) ;
- Les nappes souterraines génèrent une ressource de l'ordre de 140 millions de m^3. Les niveaux d'exploitation dépassent les potentialités de ces ressources qui sont de surcroît assez riches en sel.
- Les superficies irriguées sont bien moins étendues que dans le Centre-ouest et localisées surtout à Sfax, dans les secteurs d'El Hencha, Jebeniana, El Amra et Skhira. La production maraichère est très en deçà de la demande locale, et les marchés de gros de Sousse et de Sfax sont approvisionnés à partir du bassin maraicher de Kairouan-Sidi Bouzid.
- La région abrite un véritable bassin laitier et d'embouche, centré sur le gouvernorat de Mahdia et le Nord du gouvernorat de Sfax et qui se prolonge jusqu'à Sidi Bouali et vers le Nord du gouvernorat de Sousse.

Les pistes d'orientations suivantes peuvent contribuer à améliorer le bilan hydrique de la région Centre-Est :

- Le dessalement de l'eau de mer fait partie des solutions stratégiques pour subvenir aux besoins de la population en eau potable qui va avoir tendance à s'accroitre avec le développement urbain. Un mode de tarification adapté permettant le recouvrement des coûts, y compris celui de la réhabilitation des réseaux, devra être mis en application,
- L'amélioration de la connectivité entre Centre-Est d'une part, Centre-Ouest et Nord-Ouest permettrait un meilleur acheminement des produits maraichers des régions intérieures vers les grands centres de consommation dans le Centre-Est et une meilleure valorisation commerciale de ces produits. En retour, les superficies maraichères dans le Centre-Est seraient progressivement réaffectées vers les cultures fourragères (qui acceptent des eaux de qualité médiocre), pour assurer une meilleure intégration avec l'élevage bovin laitier et d'embouche.
- Développer l'agriculture pluviale mobilisatrice de l'eau verte par l'accroissement des superficies arboricoles (oliveraie, amandiers, pistachiers, figuiers, figuiers de barbarie,…),
- Revitaliser le savoir-faire ancestral en matière de CES : "Masqat" des collines du Sahel, "Tabias" et "Rabtas" de la plaine de Sfax, banquettes sur les versants et seuils dans les lits d'oueds,…
- Conforter la filière oléicole et améliorer la valorisation des huiles produites. Cette filière est stratégique pour la Tunisie, le Centre-Est et Centre-Ouest fonctionnent en complémentarité, puisqu'une bonne part de la production du Centre-ouest est vendue sur le marché de Sfax et traitée dans ses huileries. La recherche de nouveaux marchés, en plus de ceux traditionnels, devrait être une priorité.

3.7.2.3. Nord-Ouest et Nord-Est

➔ Dans le Nord-Ouest :

Le Nord-Ouest tire ses particularités de ses caractères physiques. C'est un domaine physiographique marqué surtout par la présence de reliefs montagneux, l'étroitesse et l'enclavement des espaces plans. On y distingue du Nord au Sud, le Tell septentrional et les chaines de Khroumirie et Mogod, une des zones les plus enclavées du Nord de la Tunisie, avec ses massifs gréseux et boisés et souvent très humides, séparés par de profondes vallées évidées dans les marnes et argiles, à morphologie accidentée et à pentes fortes et instables, le Tell moyen, constitué par une série de bassins à fonds plats dominés par des reliefs importants, la végétation et l'hydrographie expliquant la compartimentation du relief et, enfin, le haut Tell et la Dorsale qui se distinguent du Tell moyen par l'altitude et la morphologie. Il en résulte :

- Des bassins versants morcelés et des aquifères compartimentés,
- Des bassins vulnérables sujets à la dégradation du fait du ruissellement. La vulnérabilité est accentuée par la mise en valeur et l'enclavement des zones plates plus ou moins favorables à l'agriculture,
- C'est la zone la plus pluvieuse du pays grâce à la présence des reliefs et leur exposition par rapport aux flux et perturbations du Nord-ouest.
- Les sites de barrages y sont nombreux,
- Les sols dans les plaines et vallées offrent de bonnes aptitudes culturales.
- C'est aussi une zone de grande richesse de formations végétales et de diversité écologique.
- Des ressources souterraines limitées mais des eaux de surface qui représentent près du tiers de l'eau bleue de la Tunisie,

- leur mobilisation par un système interconnecté de grands barrages a permis le transfert des eaux vers la région de Tunis, le sahel de Bizerte, le Cap-Bon, le Sahel de Sousse et la région de Sfax,
- des PPI localisés surtout dans le gouvernorat de Jendouba (environ les 2/3 des PPI du Nord-Ouest),
- les céréales, culture pluviale par excellence de cette région, occupe la moitié de sa superficie agricole. En 2017, 33% de la production nationale de céréales provenait des gouvernorats de Béja et de Jendouba,
- la richesse en pâturages naturels favorise l'élevage, qui peut encore être développé par l'usage (raisonnable) du potentiel des sous-bois, à travers une meilleure adaptation de la législation en vigueur sur l'usage collectif des ressources forestières ;

Les facteurs limitants dans cette région ne sont pas liés à la ressource « eau » ou « sols » mais plutôt à un développement insuffisant des filières susceptibles de valoriser les produits de la région :

- le développement de la filière de l'élevage bovin laitier et d'embouche, dont le potentiel est très important dans le Nord-ouest, est conditionné au développement des maillons à l'aval de la production, particulièrement la collecte auprès des petits éleveurs situés parfois dans des zones enclavées et n'ayant pas les moyens d'acheminer leur lait frais vers les centres de collecte. Dans les autres bassins laitiers, le maillon des petits colporteurs (en camionnette et parfois à moto) qui assurent la collecte auprès des petits producteurs isolés a été un facteur déterminant de l'augmentation des quantités collectées et transformées.
- Le développement des IAA et des IMCCV qui valorisent respectivement le potentiel de matières premières agricoles et minérales comme les pierres marbrières, sables, argiles et dolomies devrait être une priorité de la région. La spécialisation de la région dans ces domaines industriels pourrait créer un effet d'agglomération et favoriser l'installation d'autres activités d'amont et d'aval, entrainant de ce fait l'économie de la région.

➔ Dans le Nord-Est :

C'est la première région économique du pays qui accueille 40% de la population et polarise l'essentiel de l'activité économique.

Qu'en-est-il des ressources en eau et de leur utilisation dans cette région ?

- Les ressources souterraines sont évaluées à 494,8 millions de m3[6] selon le Commissariat Général au Développement Régional (CGDR), dont 62% provient des nappes phréatiques et 38% des nappes profondes ;
- 46.023 puits de surface sont recensés dont près des deux tiers dans le Gouvernorat de Nabeul ;
- Le nord-Est est également doté de quelques grands barrages et de barrages collinaires, 99 au total pour une capacité de 600 millions de m^3, ainsi que de lacs collinaires (320 lacs générant une capacité de 27 Mm^3) ;
- Selon les estimations de l'étude, les ressources potentielles totales (eau bleue) s'établiraient à 1.446 Mm^3, ce qui est assez cohérent avec les chiffres du CGDR ;
- Comme le Centre-Est, le Nord-Est est une région importatrice d'eau, du Nord-Ouest et de l'Extrême-Nord, pour ses besoins d'eau potable et d'irrigation.
- Le potentiel hydro-agricole de la région est localisé dans les gouvernorats de Nabeul, Bizerte et Zaghouan. Il y a pratiquement autant de superficies de périmètres publics (49.356 Ha de PPI) que de périmètres privés (47.133 Ha).
- En termes de superficies aménagées pour l'irrigation, le Nord-Est se classe en seconde position (96.489 Ha), loin derrière le Centre-Ouest (158.931 Ha), le Sud-Ouest étant en 3ème position (87.179 Ha) et le Nord-Ouest en 4ème avec 76.380 Ha. Il s'agit essentiellement d'arboriculture et de maraîchage.
- C'est dans le Nord-Est que l'usage non agricole de l'eau est en proportion le plus important.

Dans cette région, les questions qui se posent s'agissant de la gestion de la ressource portent sur :

- La tarification et l'efficience des réseaux pour tendre vers une meilleure maîtrise de la demande en eau urbaine,
- La nécessaire dépendance aux transferts issus du Nord-Ouest pour répondre au besoin d'eau potable en priorité mais aussi d'irrigation,
- Les risques de pollution des ressources en lien avec les intrants agricoles et les rejets industriels ;
- Le volume importants d'eaux usées traitées dont il faudra améliorer la qualité et par voie de conséquence les possibilités de valorisation.

6 461.6 Mm^3 selon les estimations de la présente étude

3.7.3. Principes Fondamentaux de l'Equité, du Développement Régional et des politiques publiques de l'eau

Dans son acceptation générale, le concept d'équité fait référence à "un partage égal ou considéré comme juste ». Le mot est plus faible qu'égalité, mais il a une valeur plus pratique et peut-être plus éthique. Il s'oppose à l'idée de disparité. Il traduit assez bien l'anglais « welfare » de bonne répartition raisonnable des richesses entre les personnes, éventuellement entre les lieux » (Brunet et Al, 1992).

Si l'on se tient aux dons de la nature, sans aucune intervention humaine, et quelle que soit l'échelle géographique considérée, l'équité hydraulique semble être un concept plus idyllique que réel. Les conditions climatiques, topographiques, les conditions des écoulements...rendent forcément inégale la répartition des ressources en eaux. Etablir l'équité exige donc l'intervention d'acteurs : les gouvernements, les collectivités territoriales, à travers l'aménagement du territoire.

Les inégalités sociales existent et elles sont souvent spatialisées. La justice spatiale est une forme de justice sociale « liée à la compensation relative des inégalités d'accès aux équipements et autres avantages comparés des lieux, surtout dans les domaines de la formation, de la santé et de la communication, et à la compensation des inégalités territoriales, des écarts locaux des revenus et des taxes... » (Idem). Ce concept s'inspire des écrits de J. Rawls, philosophe américain, auteur d'un ouvrage de référence (A theory of justice, 1971), de même que celui d'équité. Pour Rawls, l'équité qui doit guider l'action publique, repose sur deux principes essentiels : celui de différence, qui pousse les politiques publiques à garantir le plus possible pour ceux qui ont le moins, et celui de réparation, qui signifie des actions de discrimination positive. En tout état de cause, la réflexion ici faite sur l'approche spatiale de l'équité hydraulique vise à l'inclure dans la Stratégie Eau 2050, qui est aussi une stratégie territoriale.

La politique volontariste de gestion des ressources en eaux, mise en œuvre par l'État tunisien depuis cinq décennies environ avait visé la gestion de l'offre et la mobilisation des ressources, puis la gestion de la demande. Considérés dans leur sens strict, les transferts d'eau des zones excédentaires (le Nord) vers les régions déficitaires (région de Tunis, NE, Sahel de Sousse et Sfax), pourraient être considérés comme visant l'équité hydraulique. L'équité territoriale exige, qu'en retour, les richesses créées dans les régions réceptrices par l'eau provenant des régions intérieures, contribuent au développement socioéconomique des régions intérieures.

Ce rôle de régulation revient à l'Etat. Il est vrai que le déséquilibre régional en Tunisie est ancien et que les politiques d'aménagement du territoire suivies par l'Etat depuis cinq décennies n'ont pas réussi à résorber ce déséquilibre malgré les objectifs annoncés, surtout par le biais du SNAT 1985 qui visait à réaliser l'équilibre régional.

Certains considèrent que les aménagements hydrauliques réalisés depuis cinq décennies et surtout le système de transfert d'eau furent un facteur parmi plusieurs autres expliquant le renforcement de ce déséquilibre. Des voix s'élèvent aujourd'hui, parfois venant d'élus, réclamant "la levée de l'injustice", en mettant en avant l'existence d'une certaine corrélation entre transferts d'eau et pauvreté des régions intérieures. Les actions de piquages illicites sur certaines conduites de transfert par des communautés riveraines ou les sit-in et blocages de routes expriment des tensions qui furent longtemps latentes, mais qui risquent aussi de s'exacerber si rien n'est fait pour les contenir. Cela montre à quel point le territoire, qui est une entité spatiale aménagée et appropriée par un groupe social pour son développement, est aussi un espace politique véhiculant des tensions et des conflits, exigeant l'arbitrage et la régulation. Même si les transferts vont constituer encore un des axes de la Stratégie 2050, celle-ci devrait aussi avoir pour rôle de désamorcer ces tensions à travers des actions fortes et efficaces de régulation, visant essentiellement le développement des régions intérieures. Il y va ici de l'équité territoriale, qui sous-entend la solidarité des territoires, l'égalité des chances et la discrimination positive.

3.8. TECHNOLOGIE, RECHERCHE ET RENFORCEMENT DES CAPACITES

3.8.1. Etat des lieux de la recherche scientifique

Le dispositif d'enseignement et de recherche dans le domaine de l'eau et de l'agriculture comprend :

- 23 établissements chapeautés par IRESA, soit 11 Etablissements d'Enseignement Supérieur Agricole (EESA) et 12 Etablissements de Recherche Agricole (ERA). Ces 23 Etablissements comptent en tout 51 Structures de recherche, laboratoires ou unités de recherche, qui interviennent sur des sujets liés à l'eau, en lien avec l'agriculture (INAT, INRGREF,,.),
- Des laboratoires et unités de recherche dépendant d'autres organismes tels que CERTE, ENIT, ENIS, Centre de Biotechnologie de SFAX (CBS), ISTEUB,…

On recense 10 laboratoires de recherche qui travaillent spécifiquement sur l'eau[7]. Ils dépendent d'établissements différents, INRGREF, CERTE, ENIT, INAT principalement.

Les grandes thématiques traitées concernent l'étude des ressources de surfaces et souterraines, le dessalement, les eaux usées traitées, l'économie de l'eau, les technologies en rapport avec l'eau, l'entretien des barrages et retenues…

Le Comité National d'Evaluation des Activités de la Recherche Scientifique (CNEAR) a réalisé, en 2014, une évaluation de près de 600 laboratoires et unités de recherche scientifique tous secteurs confondus, incluant quelques grands laboratoires, parmi ceux cités ci-dessus, travaillant dans les domaines de l'eau et de l'environnement.

S'agissant de ces derniers, il en ressort, les points positifs suivants :

- ✓ une activité de recherche régulière et de qualité dans plusieurs domaines, malgré des budgets limités
- ✓ une meilleure articulation entre sujet technique (en l'occurrence l'eau) et aspects socioéconomiques
- ✓ des projets ciblant une coopération soutenue avec les entreprises nationales et les Ministères (SONEDE, ONAS, DGRE,….) ainsi qu'avec des partenaires internationaux ;
- ✓ une coopération facilitée entre intervenants dans le domaine de l'eau, attribuable aux résultats acquis par les équipes de recherche.

Toutefois certains dysfonctionnements qui ne concernent pas l'ensemble de l'échantillon de laboratoires étudié sont relevés :

- ✓ l'absence dans certains travaux de la dimension économique et sociale ;
- ✓ l'absence pour certains laboratoires d'une dynamique de collaboration intra-laboratoire (entre les différentes équipes), avec les autres laboratoires ou avec les entreprises du secteur, ce qui peut conduire au non partage de la connaissance acquise et à une dispersion dommageable des thèmes et des efforts déployés.
- ✓ la recherche dans le domaine de l'eau ne s'inscrit pas toujours ou suffisamment dans des programmes scientifiques fédérateurs susceptibles d'induire des retombées réelles pour le pays.

Les programmes nationaux de recherche à long terme souffrent, en particulier, de l'absence d'un cadre politique commun et d'une stratégie réfléchie et approuvée qui serait en mesure de mobiliser les moyens nécessaires pour atteindre des objectifs précis.

Autrement dit, les projets et programmes de recherche s'élaborent au gré des opportunités offertes par les mécanismes de financement, internationaux et nationaux, et ne répondent pas toujours à des problématiques fédératrices susceptibles de créer des synergies entre les institutions de recherche.

D'autre part, les sujets de recherche sont souvent générés par l'administration, sans associer préalablement les chercheurs à la décision et en déconnexion par rapport aux besoins du terrain. Se pose à ce titre, un risque avéré de détachement de la recherche des besoins des opérateurs et de la vulgarisation agricole, lequel risque est renforcé par les modes d'évaluation de la recherche qui ne privilégient pas les activités de recherche appliquée mais plutôt les recherches académiques, sans lien direct avec le terrain.

L'absence de vision commune en matière de recherche dans le domaine de l'eau est également la cause d'une dispersion des financements disponibles, pour la plupart publics, octroyés directement ou indirectement par les organismes de financement.

7 Table ronde : La recherche scientifique et les défis de l'eau

3.8.2. Le continuum recherche - formation - vulgarisation

S'agissant de la formation professionnelle dans le domaine de l'eau, les moyens sont assez limités :

- ✓ Le seul centre de formation professionnelle dans le domaine de l'irrigation est le centre de Barrouta qui est orienté vers la 'Gestion des périmètres irrigués'. Il forme une vingtaine de techniciens par an.
- ✓ Le centre de Barrouta est ouvert sur l'international, mais son spectre de formations est trop restreint et devrait évoluer vers un véritable centre des métiers de l'eau avec différents niveaux allant du CAP au technicien supérieur. Ainsi, l'étude sur la sécurité alimentaire et nutritionnelle de l'ITES a-t-elle souligné un certain déséquilibre entre le nombre d'ingénieurs agronomes sortant de l'université, trop nombreux par rapport aux sortants de la formation professionnelle.
- ✓ En outre, depuis 2007 selon l'AVFA, la formation professionnelle dans le domaine de l'eau n'a pas bénéficié d'appui à la mise à niveau.
- ✓ De façon générale, les centres de formation professionnelle dans l'agriculture se situent en milieu rural et nécessitent donc des équipements et des foyers d'accueil, mais aussi une aide financière, qui attirent les jeunes vers ces formations. L'AVFA souligne que la demande de formation provient aujourd'hui davantage des adultes en formation continue pour des stages de courte durée que des jeunes en formation professionnelle, plus tournés vers d'autres métiers plus attractifs.

En 1990, l'AVFA comptait 856 vulgarisateurs ; ils sont moins de la moitié aujourd'hui. En conséquence, un vulgarisateur ne peut pas visiter plus d'une fois par an une exploitation agricole de son secteur. Les vulgarisateurs qui sont employés par les Centre Techniques de vulgarisation (CTV) sont hébergés au sein des CRDA dont ils dépendent et ont en général très peu de moyens. Une étude réalisée en 2015 a constaté la faiblesse de l'efficience du système de vulgarisation. Pour y remédier, il convient de repenser cette activité et la doter de moyens de façon à aboutir à des Structures régionales de formation et de conseil bien outillées en ressources humaines et en matériel.

Concernant la vulgarisation agricole, deux écueils sont à éviter :

- ✓ laisser le terrain de la vulgarisation aux représentants des producteurs de pesticides, engrais, semences étrangères, etc…
- ✓ limiter la vulgarisation aux aspects techniques sans élargissement vers l'économique, la gestion, le social,….

Cela est d'autant plus important que la vulgarisation agricole est un chainon essentiel du dispositif « recherche appliquée / formation / conseil agricole » et donc de transmission du savoir acquis par la recherche vers le terrain. Le paquet technologique issu de la recherche doit être promu et explicité par la vulgarisation si l'on vise une montée en performance des exploitants agricoles.

Depuis 2017, l'IRESA et l'AVFA ont signé une convention visant à produire des référentiels techniques adaptés aux contextes locaux.

Les chercheurs de l'IRESA sont encouragés à produire à l'issue de leurs travaux un document technique de vulgarisation qui est validé par une commission mixte d'évaluation avant diffusion.

3.8.3. Effets potentiels d'une nouvelle dimension de la recherche dans la conduite de la politique publique de l'eau

L'IRESA souhaite s'inscrire dans une vision d'ensemble qui cible « une recherche à impact pour une agriculture du savoir », pouvant contribuer efficacement au développement agricole.

Les besoins en recherche dans le domaine de l'eau qui sont ressortis de la concertation élargie portent sur :

- ✓ La gestion intégrée des ressources en eaux,
- ✓ Les effets de la qualité de l'eau sur la production et la qualité des produits,
- ✓ La caractérisation et l'estimation des besoins en eaux des cultures,
- ✓ Les techniques de dessalement des eaux saumâtres
- ✓ Les techniques innovantes de conservation de l'eau
- ✓ L'impact des travaux de CES sur les ressources.

Au sein des programmes et thématiques prioritaires pour la recherche agricole à l'horizon 2030 établis à la suite de ces travaux, la question de l'eau est prise en compte sous l'angle de la préservation des ressources naturelles dans un contexte de changement climatique.

Si le caractère fragile de cette ressource, au même titre que le sol, est nettement souligné ainsi que son importance pour la sécurité alimentaire et le développement agricole, le programme établi devrait prendre encore davantage la mesure des risques hydrologiques qui pèsent sur le secteur agricole et s'inscrire résolument, en coordination avec les autres établissements et entreprises partenaires (CERTE, ENIT, ENIS, SONEDE,…), dans des programmes de recherche renforçant la transition vers une exploitation économe et durable des ressources, en particulier l'eau et le sol. Autrement dit, l'eau ne sera plus seulement, dans les années à venir, une ressource à préserver mais un facteur limitant du développement socio-économique, ce qui doit se traduire par une révision en profondeur des principes de sa gestion et des modes de son utilisation, dont le maître mot sera le renforcement de la résilience face aux risques hydrologiques.

Ainsi, comme cela a été souligné par les membres de Beit El Hikma, « le besoin n'a jamais été aussi grand de mobiliser la science et la recherche pour améliorer nos connaissances et notre comportement face au défi de l'eau, afin d'anticiper les problèmes qui risquent dans le futur de porter préjudice au développement du pays et à notre vie quotidienne. Les capacités à imaginer des solutions pour l'avenir reposent notamment sur la pertinence et l'efficience des programmes scientifiques… ».

Atteindre une nouvelle dimension de la recherche agricole et sur l'eau suppose la mobilisation de moyens : en 2014, la Tunisie n'a consacré, selon les données ASTI 2014[8], que 0,64% de son PNB agricole à la recherche contre 0,95% pour la Turquie et le Liban et 1,84% pour la Jordanie.

8 Statistiques du programme ASTI, 2014

3.9. SYSTEMES D'INFORMATION EN TANT QUE MARQUEUR DU PILOTAGE OPTIMAL

L'examen des systèmes d'information développés en Tunisie autour de l'eau et de l'agriculture, nous a amené à nous focaliser sur 3 outils essentiels et fédérateurs qui pourraient être au cœur du pilotage optimal du secteur et en constituer une assise solide. Ces trois outils se complètent, en termes d'informations recueillies, et permettraient de disposer d'une vue globale de la situation en temps réel (tableaux de bord et indicateurs de performance) et de séries longues de données, selon différentes échelles spatiales et sectorielles, conciliant entre les exigences d'un outil d'aide à la décision pour le politique et celles de l'enseignement, de la recherche, de la prospective, de la communication grand public, etc…

Les 3 outils ciblés sont SINEAU avec ses ramifications, GEORE et LA CARTE AGRICOLE.

Tous trois ont mobilisé des efforts importants tant humains que financiers, ils ont été développés assez récemment (après 2000) mais en même temps ont pris le temps de la « maturation ». Ils émanaient d'une décision politique éclairée, novatrice et consciente de l'importance de tels outils pour une prise de décision adaptée dans les domaines ciblés.

A eux trois, ces outils couvrent la grande majorité des questions qui se posent et se poseront à l'avenir dans le « système Eau ».

Le SINEAU, présenté dans le cadre du projet PISEAU comme étant l'outil fédérateur des systèmes d'information sur l'eau, intègre dans une même sphère de connaissance :

- Un référentiel géographique général, issu de l'Office de la Cartographie, l'INS, le Centre National de Télédétection et autres : entités administratives, agglomérations, ouvrages d'art,…..,
- Un référentiel géographique sur l'eau : limites du DPH, découpages hydrologiques et hydrogéologiques, entités hydrographiques, infrastructures hydro-agricoles, points d'eau, réseaux de surveillance pour les eaux de surface et les eaux souterraines,….
- SYGREAU, contributeur du SINEAU, gère les eaux de surface et les eaux souterraines, et permet de générer les annuaires de la DGRE. Il compile selon différentes échelles de temps et d'espace : la pluviométrie, l'hydrométrie, les données piézométriques, des données pluriannuelles sur les nappes phréatiques et les nappes profondes, sur les forages, la qualité des eaux, les sites de recharge et leurs performances,…
- SISOLS, focalisés sur les sols des périmètres irrigués : dispose de points de mesure de la qualité des sols et de l'eau dans les périmètres irrigués et suit l'évolution de différentes formes de dégradation (hydromorphie, salinité, pollution, sécheresse,…..) ;
- COPEAU/SPORE , système de surveillance de la pollution hydrique dans divers milieux récepteurs.
- 9 autres contributeurs intéressés : ONAS, SONEDE, SECADENORD, DGBGTH, INM, INS, DGGREE, DGACTA, STEG. Les bases de données susceptibles d'être développées par ces contributeurs et intégrées dans le référentiel SINEAU ont été identifiées.

Tableau n° 51 : Matrice d'échange des variables et paramètres entre acteurs par source

Source \ Demandeur	DG/ACTA	DG/BGTH	DG/GREE	ONAS	SECADE-NORD	SONEDE	INS	ANPE	SINEAU
DG/ACTA		(14)					(43)		(50)
DG/BGTH	(03)		(08)		(23)	(28)	(42)		(50)
DG/GREE	(04)	(16)		(38)			(45)	(48)	(50)
INM	(01)	(12)	(10)		(21)	(29)			(50)
ONAS			(05)		(26)	(36)	(46)	(49)	(50)
SECADENORD			(07)			(32)			(50)
SONEDE		(15)	(06)	(39)			(44)		(50)
DG/RE	(02)	(13)	(09)		(25)	(35)	(41)	(47)	(50)
ANPE				(40)	(24)	(31)			(50)
Cabinet/ BPEH		(17)	(11)	(37)	(22)	(30)			(50)
Ministère de la santé publique						(34)			(50)

Source : Etude SINEAU

GEORE (Gestion Optimale des Ressources en Eau) est un projet qui a été lancé depuis 1995 et qui vise à doter les institutions des outils nécessaires à une gestion intégrée en temps réel de la ressource. GEORE couvre les données de l'offre et de la demande et, à ce titre, répond à une préoccupation récurrente de planification des équilibres hydrauliques qui va devenir plus que nécessaire au fur et à mesure de la raréfaction de la ressource et de l'augmentation des besoins :

- Eaux de surface, y compris réseau d'annonce des crues,
- Retenues et ouvrages hydrauliques,
- Nappes phréatiques et profondes,
- Ressources non conventionnelles, EUT et dessalement,
- Utilisations pour l'irrigation et l'eau potable,
- Réseau de suivi de la qualité,
- Coûts et tarification eau potable et eau d'irrigation.

Enfin, le système CARTE AGRICOLE complète ces deux dispositifs dans le sens où cela permet d'apporter de l'information technique et socio-économique, relative au principal usage de l'eau qu'est l'agriculture :

- Fonds de carte avec les éléments du référentiel commun,
- Infrastructures agricoles (production, stockage, conditionnement, transformation, etc…),
- Carte d'occupation des sols et bassins de production,
- Carte de vocation agronomique,
- Carte de vocation agroéconomique tenant compte des paramètres socio-économiques, systèmes de production et systèmes de prix.

A partir de cet inventaire, on peut conclure, qu'au-delà des aspects technologiques qui évoluent sans cesse, la conception de ces outils et leurs contenus respectifs répondent aux préoccupations formulées par les gestionnaires de l'eau et de l'agriculture et permettent encore aujourd'hui de couvrir les différentes composantes du système eau (les ressources par nature, la demande par nature, les paramètres socio-économiques et techniques), d'apporter une information ponctuelle en temps réel ou au contraire à plus long terme, de spatialiser l'ensemble des données recueillies, de répondre aux préoccupations environnementales, etc.…

On peut néanmoins souligner que malgré tout le travail accompli, l'opérationnalisation de ces systèmes n'a pas eu lieu. Dans le manuel des systèmes d'information sur l'eau (édité en septembre 2018), le RIOB et l'OIE se sont penché sur les raisons qui expliquent la difficulté à mettre sur pied des systèmes d'information fonctionnels et fiables dans le secteur de l'eau. Ces raisons sont rappelées ci-après :

- Multiplicité des producteurs de données en lien avec la diversité des thèmes à couvrir et des niveaux géographiques de collecte de données,
- Existence de données généralement sous une forme fragmentée et dispersée. Les séries sont incomplètes et l'absence de moyen de contrôle des données ne permet pas de vérifier en temps réel leur bonne saisie,
- Manque d'homogénéité et de comparabilité, chaque producteur de données générant ses propres informations selon ses besoins et ses propres procédures,
- Manque de traçabilité des jeux de données existants et d'information des producteurs de données sur les caractéristiques des données qu'ils produisent (métadonnées),
- Absence des cadres législatifs et institutionnels organisant l'accès et la diffusion des informations ;
- La réticence de certaines institutions à rendre librement accessible l'information produite.
- Le manque de ressources financières et humaines pour mener à bien le projet.

L'ensemble de ces dysfonctionnements se retrouvent plus ou moins dans l'expérience tunisienne en la matière et devront être levés. Pour y parvenir, deux prérequis sont indispensables :

- une forte volonté politique,
- un dispositif de gouvernance efficace pour asseoir la coopération interinstitutionnelle et organiser le partage des responsabilités entre institutions impliquées.

CHAPITRE 4 : SYNTHESE DE L'ANALYSE SWOT

Chapitre 4 : SYNTHESE DE L'ANALYSE SWOT

4.1. FORCES 181

4.2. FAIBLESSES 182

4.3. OPPORTUNITES 183

4.4. MENACES 184

L'analyse SWOT détaillée est intégrée dans le volume « Démarche de diagnostic, SWOT et orientations de base ». Une synthèse en est proposée ci-après.

4.1. FORCES

Technique

- ❑ Une infrastructure imposante et fonctionnelle qui mobilise 95% des ressources exploitables
- ❑ Les ressources souterraines, une eau invisible mais vitale qu'il s'agit de préserver
- ❑ L'eau verte, une ressource majeure soumise aux aléas climatiques dont il s'agit de relever la dimension écologique dans l'entretien des divers systèmes agro-écologiques
- ❑ Limitée en quantité, l'eau bleue contribue à atténuer l'acuité de la variabilité de l'eau verte
- ❑ Maitrise technique et savoir-faire forgés sur 6 décennies en plus du savoir-faire ancestral

Institutionnel & organisationnel

- ❑ Un système institutionnel de suivi présent dans tous les Gouvernorats et toutes les régions, relevant du MARHP
- ❑ La richesse des bases de données de la documentation et des études
- ❑ Des taux d'accès à l'eau potable élevés et une coordination SONEDE/ DGGREE opérationnelle
- ❑ Des GDAs formés pour assurer le service de l'AEP rurale et la gestion de l'irrigation
- ❑ Prémisses d'un nouveau mode de gouvernance permettant une prise de conscience des enjeux liés à la durabilité de la ressource et des activités économiques associées
- ❑ Existence d'un projet de système d'information (SINEAU), quoique non encore en phase d'exploitation et dont la fiabilité est encore à confirmer
- ❑ Existence de plusieurs autres systèmes d'information à rendre opérationnels : GEORE, Cartes agricoles,…

Recherche & Développement

- ❑ La question de l'eau est prise en compte sous l'angle de la préservation des ressources naturelles dans un contexte de changement climatique au sein des programmes et thématiques prioritaires pour la recherche agricole à l'horizon 2030 établis par l'IRESA
- ❑ Coopération IRESA-AVFA pour relancer et améliorer la vulgarisation et élargir l'encadrement, en plus du domaine technique, aux dimensions de gestion, etc.
- ❑ Disponibilité dans la région de modèles à suivre pour l'amélioration de la gestion des bassins hydrauliques : dispositifs institutionnels au Maroc, système de formation aux métiers en Algérie, etc…
- ❑ Une expérience nationale en matière de collecte des informations relatives au suivi et contrôle de la qualité des eaux depuis 1993 et des programmes riches et variés relatifs à la lutte contre la pollution hydrique
- ❑ Des programmes riches et variés relatifs à la lutte contre la pollution hydrique : par les eaux usées , par les dépotoirs des déchets solides, par les rejets industriels.

4.2. FAIBLESSES

Technique

- Ressources en eau de surface très mal réparties avec de fortes contraintes géographiques et climatiques
- Des ressources en eaux souterraines menacées de surexploitation chronique, sous l'effet d'une demande croissante
- Environ 45% des besoins d'eau potable et 75% des besoins en irrigation sont assurés à partir des eaux souterraines, ce qui pèse lourdement sur la pérennité de ces ressources dont environ 30% sont considérées non renouvelables (47% des ressources issues des nappes profondes).
- Des ressources menacées par la salinité et la concentration en nitrates
- Des rejets hydriques non conformes et évacuation anarchique des déchets solides et des margines et tous autres déchets polluants ;
- Un système irrigué privé qui risque d'être non durable : externalités négatives sur les eaux souterraines, particulièrement dans le Sud
- Un système pluvial fragile et d'une productivité limitée
- Taux d'intensification dans l'irrigué est seulement de 87% en 2016-2017.
- Perte par envasement de 23 %des barrages à ce jour ; Les lacs et les barrages collinaires s'envasent 4.6 fois plus rapidement que les grands barrages
- Priorité en matière de traitement des eaux usées (assurer une épuration au niveau secondaire) limite le champ de la réutilisation et dicte un usage restrictif
- Insuffisance de la maîtrise de la qualité et de la fiabilité du traitement des EUT, à mettre en balance des coûts de pollution des milieux récepteurs et de la non-utilisation des eaux usées traitées.
- Efficience des Réseaux AEP très insuffisante, pertes, vétusté, non équilibre coûts/tarification, Consolidation du savoir et gestion des connaissances non formalisées,

Institutionnel & organisationnel

- La rente de l'eau -différence entre production et coûts- (0,676 DT le m^3) n'est que de 40% du coût économique de l'eau (1,7 DT le m^3).
- Faiblesses dans la maitrise de la demande et de l'offre, dans un contexte de changements climatiques et de rareté de ressources (efficiences faibles, intensification faible, difficultés de gestion pendant les sècheresses)
- L'eau bleue, ressource unique et gestion encore insuffisamment articulée
- L'absence d'un réseau de mesure des apports et d'acquisition automatique de données pour chaque barrage : problèmes au niveau de l'estimation et du calcul des apports.
- Visions insuffisamment systémiques et prospectives, et politiques n'intégrant pas assez la complexité, la nécessité d'agir dans la durée et les interdépendances (eau, sécurité alimentaire et énergie, environnement et développement…). Avec des politiques souvent plus réactives que proactives.
- Absence d'objectifs régionaux et nationaux (et plans d'actions) sur des questions fondamentales comme la maintenance des infrastructures hydrauliques chèrement acquises, l'intensification des périmètres insuffisamment exploités, la réduction des gaspillages d'eau et de terres (faibles efficiences, extensions urbaines), l'adaptation aux changements climatiques…
- Pédagogie et communication, des mesures insuffisantes face aux enjeux intergénérationnel de l'eau
- Faible productivité de l'eau d'irrigation et faible VA revenant aux agriculteurs et aux zones rurales (faiblesse des filières agroindustrielles, des outils de transformation, de commercialisation) ; déficit de formation et de vulgarisation, professionnalisation et structuration de la petite agriculture quasi absente…
- Configuration des CRDAs pourvoyeurs de ressources en eau moyennant paiements, puis promoteurs d'économie d'eau, en plus de l'internalisation de beaucoup de services;
- La faible capacité des GDA d'irrigation
- La tarification de l'eau d'irrigation, un frein à la qualité des services aux irrigants
- La tarification de l'eau potable, une tarification faible qui n'incite pas à l'économie et handicape les gestionnaires
- Une gestion de la demande au sens faible.

4.3. OPPORTUNITES

Technique

- L'énergie solaire : une opportunité pour réduire le coût de l'eau pour la collectivité
- L'intégration eaux de surface/ eaux souterraines / ressources non conventionnelles et la diminution des pertes sur réseaux, une opportunité pour sécuriser la demande
- Régulation pluriannuelle des eaux de surface
- Le développement des outils numériques et cartographiques de suivi, de planification et de gestion des ressources en eau
- Les réserves stratégiques des eaux de l'extrême Nord
- Nexus Eau, énergie et alimentation, l'opportunité des énergies renouvelables et de l'agroécologie
- Résilience aux extrêmes climatiques par la CES et l'enfouissement des eaux en sous-sols
- La salinité de l'eau saumâtre relativement faible (<6 g/l) limite le besoin en énergie
- Ressource en eau de mer (1100km de côte) illimitée et possibilité de transfert vers les zones d'intérieur du sud-ouest
- La réutilisation des eaux usées traitées

Institutionnel & organisationnel

- Le développement en tant qu'une filiale (production et valorisation) et l'implication du privé dans le dessalement
- Projets d´investissement dans l´assainissement et le traitement ; activités d´entreprises permettant à son tour la création d´emploi,
- Une forte demande des marchés internes et externes pour des produits agricoles et alimentaires de qualité.
- L'affirmation aux niveaux national et international de nouveaux engagements pour la préservation des ressources en eau et pour la sécurité alimentaire et l'agriculture
- Une volonté politique visant l'encouragement de la protection des ressources en eaux dans un cadre de gestion participative. Un tel état d'esprit, renforcerait le niveau de conscience des usagers par rapport aux problématiques majeures du système de l'eau et développeraient leurs apports et leurs contributions dans la maîtrise du système et plus particulièrement au niveau de l'optimisation des solutions liées à la lutte contre la pollution hydrique. Il est donc impératif que les textes réglementaires puissent s'y inscrire.

4.4. MENACES

Technique

- Le rapprochement d'une situation tout juste à l'équilibre entre ressources et usages, le temps de l'eau 'facile' est révolu
- Vieillissement de certains ouvrages hydrauliques (exp. Canal Medjerda-Cap bon)
- La pollution des ressources en eau (facteurs anthropiques)
- Un réchauffement climatique aux multiples conséquences
- Le risque de salinisation des ressources en eau (les nappes côtières)
- La faible implication des acteurs et des usagers dans les prises de décisions.
- L'énergie éolienne n'est présente que dans les zones ventées
- Le potentiel hydroélectrique est faible et tendance à la baisse vu l'envasement de certains barrages d'ici 2050
- Le tarif d'injection des ER est très bas
- Qualité des eaux fortement menacée
- Utilisation abusive d'engrais et de pesticides
- La poursuite des mêmes pratiques d´exploitation des installations d´assainissement et d´épuration continuera de représenter une menace pour l´environnement, la salubrité publique et les conditions sanitaires de la population,
- Problèmes de qualité insuffisante en plus de la réticence des usagers pour les EUT,
- L´augmentation des coûts d´investissement et d´exploitation suite à la dégradation des installations existantes (STEP)
- Les contraintes et menaces qui pèsent sur le dessalement
- Impacts environnementaux liés au rejet de saumures
- Tendance à la hausse de la salinité des eaux saumâtres suite à la surexploitation des nappes

Institutionnel & organisationnel

- Secteur de l'assainissement : coût énergétique élevé, importation et dépendance aux marchés des équipements de traitement, retards importants dans la planification et la réhabilitation des STEP à cause des problèmes financiers de l'ONAS
- Absence de couverture des coûts d'assainissement
- Faible maitrise de la qualité des eaux traitées
- La faible mobilisation sociale autour des programmes de développement liés aux ressources en eau
- Le non-fonctionnement et l'insuffisance des outils de gestion des ressources en eau
- Absence d'autorité de régulation
- Absence de la garantie souveraine de l'Etat indispensable pour les investissements

CHAPITRE 5 : SYNTHESE DES ORIENTATIONS PRELIMINAIRES

5.1. PROTEGER LES RESSOURCES AU MOYEN NOTAMMENT DE LA LUTTE CONTRE LA POLLUTION 185

5.2. LUTTER CONTRE L'EUTROPHISATION DES EAUX DE SURFACE 188

5.3. OPTIMISER LA GESTION DES BARRAGES 188

5.4. PRIORITE ABSOLUE A LA MAINTENANCE DES RESEAUX AEP 191

5.5. AJUSTER LES TARIFS DANS LE SECTEUR DE L'IRRIGATION 191

5.6. AJUSTER LES TARIFS DE L'EAU POTABLE ET DE L'ASSAINISSEMENT 193

5.7. GESTION DE LA DEMANDE AU « SENS FORT » 194

5.8. MISE A NIVEAU ET APPUI AUX GDA 196

5.9. DEVELOPPEMENT DES RESSOURCES NON CONVENTIONNELLES 197

5.10. EMPREINTE EAU ET MISE EN ŒUVRE D'UNE POLITIQUE DE REORIENTATION DES SPECULATIONS AGRICOLES 197

5.11. TRIADE INTEGREE DES EAUX BLEUE – VERTE –VIRTUELLE 199

5.12. ENCOURAGER A L'EQUIPEMENT EN CITERNES 200

5.13. BOOSTER LA R&D ET L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE 200

5.14. PROMOUVOIR LA FORMATION ET LE RENFORCEMENT DES CAPACITES 201

5.15. SECURISER L'EAU POTABLE 201

5.16. DEVELOPPER ET DIVERSIFIER LA CES 201

5.17. SOLUTION INTEGREE BARRAGES / RESERVOIRS SOUTERRAINS ET RENFORCEMENT DE LA RECHARGE DES NAPPES 202

5.18. VERS UN NOUVEAU MODE DE REGULATION 203

5.19. METTRE EN ŒUVRE LES SYSTEMES D'INFORMATION PERTINENTS POUR UN PILOTAGE OPTIMAL 205

5.20. METTRE LA COMMUNICATION AU SERVICE D'EAU 2050 206

INTRODUCTION

Le « système eau » fonctionne de plus en plus aux limites. Ces limites s'observent déjà aujourd'hui dans :

- la variabilité et l'irrégularité de la pluviométrie, tant dans le temps que dans l'espace ; variabilité qui risque d'être aggravée par les phénomènes de changements climatiques (phénomènes extrêmes et baisse des volumes régularisables),
- les capacités de mobilisation et de régularisation des eaux de surface, qui représentent une part limitée des apports potentiels,
- l'altération des capacités de rétention des barrages par l'évaporation, l'envasement des retenues et l'eutrophisation,
- l'exploitation des ressources souterraines par un nombre croissant et incontrôlé de points de captage ;
- la menace liée à la salinisation des nappes,
- la menace liée à la pollution des eaux de surface et des nappes souterraines.

Les risques de pénurie quantitative et de qualité des eaux sont réels :

- la disponibilité d'eau, par habitant et par an, est inférieure au seuil de rareté absolue ou de pénurie de 500 m^3/hab./an en moyenne nationale. Lorsque l'année est pluvieuse, le volume disponible se situe autour de 700 m^3/hab./ an, ce qui demeure un niveau dit de rareté ou de pauvreté en eau.
- Les régions Nord-Est, Centre-Est et Sud-Est sont, quelle que soit la pluviométrie de l'année, en situation de rareté absolue ou de pénurie, même en tenant compte des volumes transférés des autres régions (le N-E avec les transferts et en année pluvieuse remonte au-dessus de 500 m^3/hab/an).
- Si on intègre le facteur « salinité », à peine 50% des ressources disponibles présentent une salinité inférieure à 1,5 gr/l, réparties en eaux de surface (72%), eaux des nappes profondes (20%) et en nappes phréatiques (8%).

Toutefois, il existe des marges de manœuvre pour améliorer la situation actuelle et repousser les limites du système :

- dans la diminution des pertes sur les réseaux mais aussi dans l'utilisation des eaux non conventionnelles, sous certaines conditions,
- dans une meilleure valorisation de l'eau verte par une conduite appropriée des travaux de CES, la protection des sols et l'amélioration de leur fertilité, la plantation d'arbres forestiers pour limiter l'érosion et densifier le couvert végétal,
- dans une gestion plus rigoureuse des usages de façon à limiter le gaspillage et à mieux valoriser l'eau disponible en qualité et en quantité,
- dans la maximisation d'une balance commerciale « eau » favorable à la Tunisie,
- dans les vérité des coûts et des prix et la sensibilisation des usagers à la rareté de la ressource,
- dans un usage plus poussé des nouvelles technologies et des énergies renouvelables.

Les 20 pistes de progrès suivantes ont ainsi été identifiées et sont développées en tant qu'orientations préliminaires de l'étude Eau 2050.

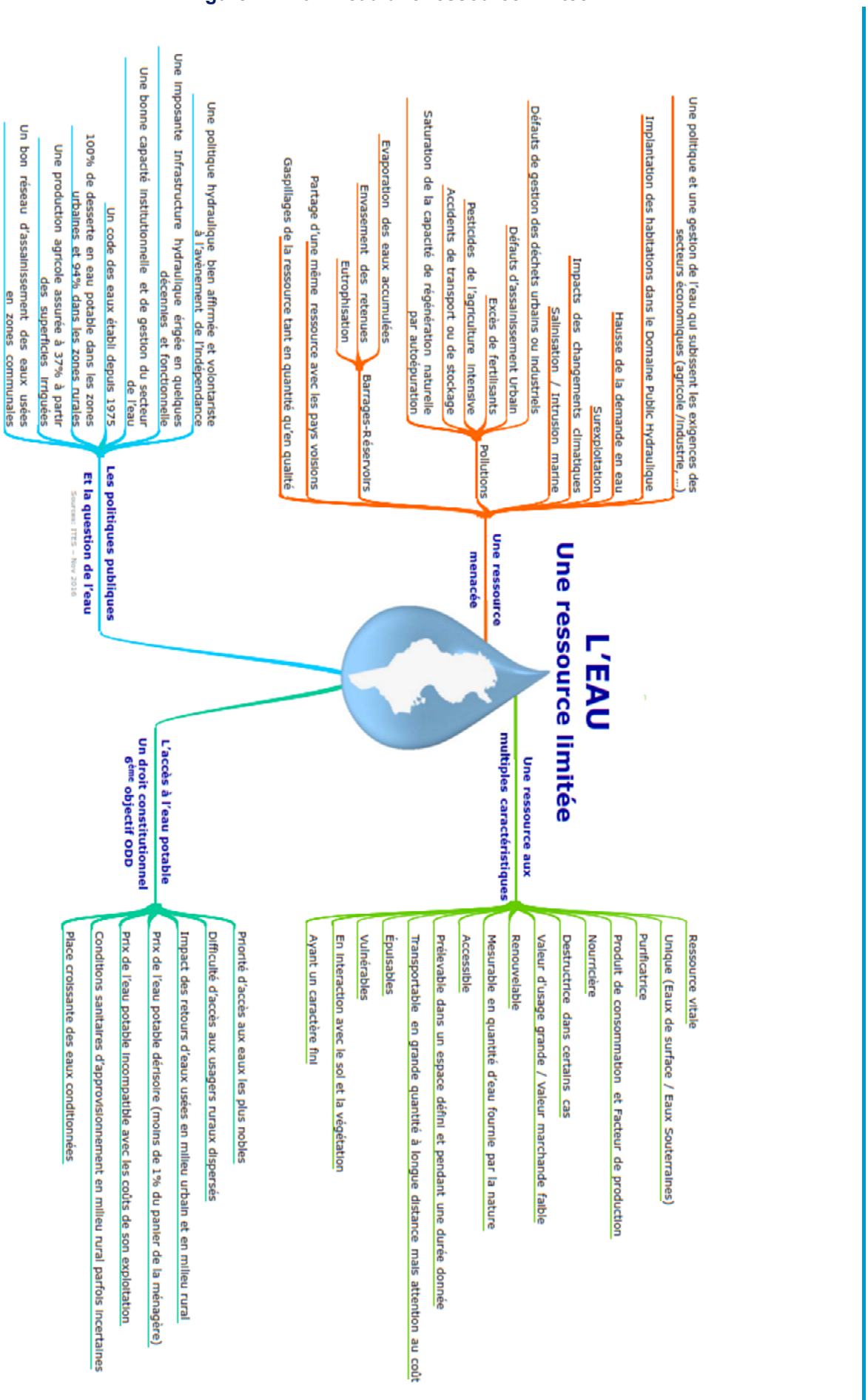
5.1. PROTEGER LES RESSOURCES AU MOYEN NOTAMMENT DE LA LUTTE CONTRE LA POLLUTION

Dans un contexte de pénurie structurelle, la lutte contre les diverses pollutions de l'eau sera une priorité absolue ainsi que toute autre forme de gaspillage et de dégradation. Une ressource polluée a un double impact sur les volumes disponibles pour les usages : polluée elle est inutilisable et nécessite, en outre, des volumes d'eaux supplémentaires pour diluer sa charge polluante.

Les sources de pollution de l'eau sont de plusieurs natures :

- Les sources de pollution ayant pour origine les eaux usées urbaines (brutes et traitées)

Figure n° 126 : L'eau une ressource limitée



Sources : MARHP - traitements STUDI, Eau 2050

- Les sources de pollution hydrique ayant pour origine les eaux industrielles et les eaux des abattoirs
- Les sources de pollution hydrique ayant pour origine les décharges de déchets solides et les dépotoirs des margines
- Les sources de pollution hydrique diffuses (nitrates d'origine agricole).

S'agissant des eaux usées urbaines, le plan de développement de l'ONAS pour la période 2016-2020 prévoit un certain nombre d'actions dont il s'agira de suivre la réalisation. Ces actions sont rappelées ci-après :

- développement et extension de l'infrastructure d'assainissement, développement de STEP en grappes pour la gestion des eaux industrielles visant leur séparation des eaux domestiques;
- extension et réhabilitation des STEPs et des SPs devenues vétustes et sous dimensionnées ;
- réhabilitation des canalisations et ouvrages annexes devenus vétustes, sous dimensionnés et menacés d'effondrement ;
- réalisation des STEPs d'El Attar II et El Allef en BUILD- OPERATE-TRANSFER (BOT) ;
- programme National d'Assainissement des Quartiers populaires (PNAQP) ;
- programme d'assainissement des zones rurales de plus de 4000 habitants ;
- optimisation de la gestion des boues des stations d'épuration.

Pour les eaux usées industrielles, le plan de développement prévoit un programme d'assainissement et de contrôle des rejets industriels de neuf (9) importantes zones industrielles existantes (STEP en grappes) afin de préserver les infrastructures d'assainissement destinées aux eaux usées domestiques ainsi que pour préserver la qualité des eaux épurées destinées à la valorisation, notamment dans le secteur agricole.

Toujours pour l'industrie, des mesures d'incitation sont mises en place en tant qu'instruments financiers d'aide à la dépollution :

- Le Fonds de Dépollution (FODEP),
- Envirocred, couplant dépollution et maîtrise de l'énergie

La gestion des déchets solides a bénéficié au cours des vingt dernières années d'une prise de conscience progressive dictée par des impacts de plus en plus visibles sur l'environnement. Le Programme National de Gestion des Déchets solides (PRONAGDES), établi en 1993 et actualisé en 2006 devenu le Programme National de la Gestion Intégrée et Durable des Déchets (PRONGIDD) s'appuie notamment sur les orientations suivantes :

- ❑ Réduction de la production des déchets à la source.
- ❑ Fermeture et réhabilitation des dépotoirs sauvages et dédoublement de la capacité de traitement des déchets ménagers et assimilés par la création de décharges contrôlées renforcées par des centres de transfert.
- ❑ Tri et valorisation des déchets par la réutilisation ou le recyclage.

Pour la pollution diffuse liée à l'agriculture, un plan d'action a été proposé par le Ministère de l'Agriculture mettant l'accent sur :

- Le renforcement du réseau d'observatoires et de contrôle permanent de la qualité des nappes sous-adjacentes aux périmètres irrigués.
- L'encouragement de l'agriculture biologique et raisonnée et la promotion de l'utilisation du compostage pour produire la fumure organique.
- La sensibilisation et formation des agriculteurs au sein des PI pour une utilisation rationnelle des pesticides et des engrais.
- L'entretien du réseau du drainage au sein des PI et collecte judicieuse des eaux de drainage souvent très polluées en engrais et pesticides.
- l'inventaire des stocks des pesticides POP et l'identification des actions prioritaires pour les éliminer : enlèvement, décontamination, réhabilitation des anciens sites de stockage.

L'existence de ces plans, programmes et études en cours montre une réelle préoccupation pour la question de la pollution des eaux. En revanche, l'évaluation de l'impact de ces actions sur les ressources est difficile voire inexistante faute d'indicateurs de performance suivis régulièrement, ce qu'un système d'information comme COPEAU était susceptible d'assurer par exemple.

5.2. LUTTER CONTRE L'EUTROPHISATION DES EAUX DE SURFACE

L'eutrophisation est un phénomène observable à l'échelle de tous les milieux aquatiques, avec des degrés et des dynamiques variables en fonctions de la typologie des eaux (eaux douces, eaux saumâtres ou salées). Cette eutrophisation peut constituer une contrainte sérieuse pour une utilisation durable et multiple des ressources et en particulier le stockage dans les différents ouvrages hydrauliques.

En Tunisie, le suivi du processus eutrophisation des eaux, a surtout porté sur les eaux calmes (retenues de barrage et lagunes côtières) et en second lieu sur les eaux courantes (oueds). Ces sites ont, pour la plupart, fait l'objet d'un suivi ponctuel. L'état des lieux relatif au phénomène eutrophisation révèle que les bassins hydrologiques du Nord-Est paraissent les plus atteints par l'eutrophisation qui pourrait être amplifiée, en plus des apports allochtones à partir du bassin versant, à travers les sédiments « stockés » dans les retenues artificielles, et tous les plans d'eau, qui piègent et relarguent les nutriments en fonction des conditions d'aération et d'équilibre chimique entre l'eau et les sédiments.

Concernant la lutte contre l'eutrophisation, deux actions principales :

- l'évaluation du niveau trophique d'un plan d'eau est une étape très importante,
- l'étude des caractéristiques du plan d'eau (qualité et quantité des sédiments, propriétés physico-chimiques des eaux, inventaires des populations phytoplanctoniques et macrophytiques…).

Elles permettent d'orienter vers le meilleur choix de traitement efficace contre l'eutrophisation. En effet, les moyens curatifs et de lutte face à l'eutrophisation d'un plan d'eau sont divers et variés (actions mécaniques, physico-chimiques, biologiques, hydrologiques) comportant chacun leurs avantages et leurs inconvénients en termes d'impact environnemental et économique. Il faut signaler que l'impact engendré par la mise en place d'actions contre l'eutrophisation est directement en relation avec l'étendue de la surface traitée ; plus cette surface est grande et plus les nuisances sur le milieu naturel ou pour les usagers du plan d'eau sont importantes, et plus le coût de traitement est important.

L'utilisation d'une méthode unique dans la restauration d'un plan d'eau n'est souvent pas la solution la plus adéquate. Il est souvent recommandé de coupler les procédés de restauration afin d'agir sur l'ensemble des problèmes engendrés par le vieillissement accéléré du plan d'eau. Enfin, en parallèle avec l'application des techniques curatives appropriées, il est indispensable que ces actions contre l'eutrophisation soient appliquées en association avec des mesures de réduction à la source pour avoir une plus grande efficacité à long terme.

Pour limiter les conséquences liées aux blooms de cyanobactéries toxiques, la première des actions préventives est de limiter les apports en nutriments, en particulier en phosphore provenant des bassins versants. Cependant les effets ne se feront sentir qu'à long terme du fait de son accumulation dans les sédiments. En attendant, des mesures supplémentaires sont nécessaires pour empêcher les blooms de se développer ou pour éliminer les cyanobactéries et leurs toxines. Parmi les mesures préventives figure en premier lieu la mise en place d'un programme de surveillance des cyanobactéries toxiques dans les plans d'eau.

5.3. OPTIMISER LA GESTION DES BARRAGES

L'optimisation de la gestion des barrages diffère d'un barrage à un autre selon son implantation géographique et sa capacité, ses fonctions, sa position dans les systèmes hydrauliques, ….

S'agissant de l'infrastructure en place, trois questions prioritaires feront l'objet d'investigations poussées au cours de la phase 3 de l'étude, à savoir :

i. La mise à niveau des barrages par le rehaussement : quels barrages rehausser, à quel coût et pour quels objectifs ?
ii. Les mesures à prendre pour le désenvasement des principaux barrages,
iii. La limitation des pertes d'eau allant vers la mer par déversement, au-delà du besoin écologique côtier.

Tableau n° 52 : Optimisation de la gestion des barrages

Barrage	A court et moyen terme		A long terme
Sidi Salem Apport annuel moyen = **400 Mm³**	Stock supérieur à 400 Mm³ au 1er septembre	Tout en tablant sur des apports complémentaires entre septembre et fin Mars, la totalité des demandes pourra être satisfaite	- Une gestion prudente prive Sidi Salem de sa capacité de piéger des crues importantes, qui sont déversées en aval. - Une gestion plus dynamique de Sidi Salem viserait à : ❖ stocker l'eau pour des usages immédiats et pour prévenir des déficits futurs, ❖ laisser une marge de laminage suffisante pour absorber les crues, minimiser les déversés et augmenter l'offre globale, - Un renforcement des capacités de stockage et de transfert à l'aval faciliterait une telle gestion plus dynamique (rôle de relais des barrages de taille moyenne en cascade à l'aval de Sidi Salem à programmer, le cas échéant, servant de stockage autonome et de vidange de Sidi Salem) - Si, à terme, le système de l'extrême Nord rentre dans la gestion courante, le rôle tampon de Sidi Salem sera à reconsidérer - Menace liée à l'envasement progressif.
	Stock inférieur à 400 Mm³ au 1er Septembre	- le taux de satisfaction de la demande est proche de 1 (100%) en année normale ou humide - si cycle sec, Sidi Salem pourra couvrir la demande de l'AEP et 20 à 30% des besoins en irrigation	
	Stock inférieur à 400 Mm³ au 31 Mars	si cycle sec, logique de pré-crise ou de crise : recours aux eaux de l'extrême Nord (Sidi El Barrak, Sejnene, Joumine et El Melah), gestion conjuguée eau de surface / eaux souterraines	
Sidi El Barrak Apport annuel moyen = **300 Mm³**	Eu égard à la valeur de la ressource mobilisée par ce barrage, le cantonner à une fonction de stock stratégique, avec les conséquences observées en termes de déversements et d'évaporation, n'est ni durable ni efficient. Aussi, le système de l'extrême- Nord devra-t-il être revu en vue de l'intégrer dans la gestion normale des ressources en eau : - optimisation multi-objectifs, dans un cadre hydro-économique, - eau de très bonne qualité pour l'AEP en priorité et pour un usage de développement local (développement d'industries innovantes), - fonction laminage des crues afin de préserver une ressource de qualité pour un usage local et à l'aval, selon les centres de demande - fonction de stock stratégique à préserver (entre 200 et 250 Million m³) - déversements réduits à un usage écologique côtier - utilisation des énergies renouvelables pour réduire le coût du pompage		
Nebhana	➢ étude approfondie de gestion des extrêmes nécessaire ➢ à court terme, nécessité de recours à d'autres sources d'eau pour satisfaire les centres de demande actuels reliés exclusivement à Nebhana ➢ les autres sources étant, entre autres, des forages profonds alimentant l'axe Belly-Sfax, une politique de recharge et de contrôle de la vulnérabilité des ressources souterraines de la région doit être mise en œuvre ➢ L'emploi des énergies renouvelables accessibles et économes doit être régulé et contrôlé, lorsqu'il s'agit de l'exploitation des ressources souterraines dans la zone du système de Nebhana. ➢ Transferts à partir du Nord à cibler sur les besoins de l'AEP En cas de transferts pour l'irrigation, exiger un contrat de performance (efficience) entre l'Etat et les irrigants et examiner l'opportunité sociale et économique de tels transferts ainsi que la dimension « équité ».		

Source : STUDI-EAU 2050

Pour la gestion optimisée des barrages, quelques pistes d'orientations sont développées ci-après :

- Deux dates clés de gestion des barrages s'imposent : le 31 mars (stock de remplissage relativement connu) et le 1er septembre (reliquat du stock de réserve à la fin de la saison de la demande). Les deux valeurs seuils à ces dates clés sont déterminantes ;
- Dans un pays marqué par une pluviométrie aléatoire, la perception qu'a le gestionnaire du cycle de pluviométrie dans lequel se situe le pays constitue un élément important de la gestion. Il doit garder à l'esprit un cycle sec qui peut durer en moyenne 3 années ;
- Ainsi, le gestionnaire est appelé à conserver un reliquat de stock en réserve début septembre de façon à faire face au démarrage de la campagne agricole, au cas où les pluies d'automne seraient insuffisantes,
- Fin Mars, des stocks faibles dans les barrages clés mettraient le système dans des conditions qui peuvent converger vers une situation de pré-crise et éventuellement de crise, telle que vécue en 2016-17-18.
- La présence de stocks stratégiques dans certains barrages donne de la souplesse au système et permet d'en réduire la vulnérabilité et donc d'augmenter la résilience en cas de sécheresse prolongée.
- Toutefois, ce stock stratégique doit être optimisé : outre cette fonction stratégique, le barrage doit assurer sa fonction de laminage de crues, d'usage économique également, et ne pas être exposé trop fortement aux déversements et à l'évaporation.
- L'optimisation entre l'usage et le stockage devra être étudiée, de manière intégrée sur tout le système hydraulique interconnecté du pays,
- Introduire le nexus énergie et en particulier les énergies renouvelables (solaire ou éolien), pour les besoins de pompage et de transferts octroiera davantage de souplesse de gestion et de réactivité à l'ensemble du système.

Dans les orientations formulées dans le tableau n°52, 3 barrages ont été retenus en raison de leurs positions respectives dans le dispositif de stockage et d'interconnexion mais aussi parce qu'ils reflètent des situations hydrologiques/hydrauliques assez contrastées. Il s'agit des barrages de Sidi Salem, Nebhana et Sidi El Barrak.

5.4. PRIORITE ABSOLUE A LA MAINTENANCE DES RESEAUX AEP

L'analyse des indicateurs d'efficience calculés dans la cadre de la présente étude interpelle le décideur quant aux priorités de réhabilitation et de maintenance des réseaux d'AEP, avant de recourir à l'augmentation de l'offre par les transferts ou par les ressources non conventionnelles.

L'un des gisements importants d'économie d'eau est sans nul doute la réduction des pertes en distribution.

Pour illustrer cela, il a été procédé à une analyse comparative entre le volume récupérable après la réhabilitation d'un réseau d'AEP, en l'occurrence celui de la région Sud dont les ILPD sont particulièrement élevés (dégradation plus rapide du fait de la salinité de l'eau), et le potentiel de production de l'unité de dessalement d'eau de mer de Jerba (mise en service en 2018).

Ce raisonnement qui a été appliqué à cette zone pourrait être généralisé à d'autres gouvernorats dont l'ILPD est élevé, bien que dans une moindre mesure, tels que Kairouan, Sidi Bouzid et le grand Sfax.

Faute de référentiel unique en la matière, les seuils d'ILPD pris pour référence sont les suivants :

- En dessous de 2,1 m^3/km/jour on considère qu'il s'agit de pertes inévitables,
- Entre 2,1 m^3/km/jour et 4 m^3/km/jour, il s'agit de pertes non récupérables pour des questions économiques surtout ;
- 4 m^3/Km/jr est le seuil d'acceptabilité des pertes.

Le tableau n°53 récapitule les calculs élaborés.

Selon nos calculs, le volume annuel récupérable chaque année sur toute la zone représente 1,5 fois la production annuelle de la SDES de Jerba. La réhabilitation des réseaux permettrait donc, le cas échéant, de retarder les investissements dans les stations de dessalement d'eau de mer, générant une économie pour l'Etat, même si l'on ne dispose pas du coût de réhabilitation des réseaux pour le comparer au coût de l'investissement dans la station de dessalement.

S'ajoute à l'aspect économique, l'intérêt écologique de la limitation des rejets de saumure dans la mer.

5.5. AJUSTER LES TARIFS DANS LE SECTEUR DE L'IRRIGATION

Le tarif réel de l'eau d'irrigation varie entre 0.028 DT/m^3 (oasis du Sud) et 0.175 DT/m^3 (grands périmètres du Nord) selon l'étude DGGREE /KFW 2018. Dans l'ensemble, le poids du coût de l'eau par rapport aux charges totales des cultures se situe en moyenne autour de 14-15%, sauf en céréales où il atteint 20 % malgré les avantages tarifaires accordés à ces cultures.

L'appréciation de la portée de l'instrument de tarification peut se mesurer à travers le degré de réalisation des objectifs assignés à la mise en œuvre de cet instrument. Les principaux objectifs visés par les gestionnaires à travers la tarification de l'eau d'irrigation et l'appréciation du niveau d'atteinte de ces objectifs est récapitulée dans le tableau n°54.

Ainsi,

- Les tarifs moyens pratiqués doivent au minimum couvrir les coûts de service de l'eau de façon à ne pas obérer les capacités financières des gestionnaires,
- un tarif bien calculé selon un mode de tarification adéquat, doit, d'une part, traduire la rareté de la ressource, d'autre part, être révisé à la hausse assez fréquemment pour refléter les sollicitations accrues subies par les ressources en eau disponibles.
- Enfin, s'agissant de l'octroi de tarifs préférentiels pour les cultures stratégiques, elle aurait pu faire partie d'un programme d'incitation plus large qui aurait amené les producteurs à s'orienter vers ces cultures.

Des préalables à l'adoption de l'instrument tarification devraient être établis. Il est possible de suggérer trois conditions à savoir :

Tableau n° 53 : Volume annuel récupérable grâce à une amélioration de l'IPLD (région SUD)

(m^3/j/Km)	IPLD (m^3/j/km)	Points d'indice récupérables (m^3/j/km)	Volume annuel récupérable (Mm^3)
Gafsa	13,7	9,7	5,1
Gabès	16,1	12,1	9,3
Kebili	14,7	10,7	1,9
Tataouine	15,7	11,7	3,9
Djerba	6,7	2,7	1,4
Médenine	11,5	7,5	6,6
Total			28,2
Production SDES de Jerba (capacité : 50000 m^3/j)			18,25
Coût d'investissement SDES de Jerba yc système de prise-rejet (Volume 2 - page 81)			145.55 Milliards de DT

Source : SONEDE – traitements STUDI Eau 2050

Tableau n° 54 : Niveau d'atteinte des objectifs de la tarification de l'eau d'irrigation

Objectif	Niveau d'atteinte de l'objectif
Equilibre budgétaire des gestionnaires (CRDA, GDA) et/ou des fournisseurs d'eau (SECADENORD)	Tarifs moyens (2016) =13 % à 71 % des coûts du service de l'eau hors renouvellement (source : étude DGGREE /KFW 2018) Conséquence : des ressources financières insuffisantes pour les gestionnaires qui ne leurs permettent pas de conduire les tâches relatives aux entretiens préventifs, aux réparations et au renouvellement d'équipement, notamment les motopompes. Il en résulte une dégradation de l'état général des réseaux d'irrigation des périmètres irrigués.
Incitation à économiser l'eau	Forfait à l'ha ou tarif horaire n'incitent pas suffisamment à l'économie et à la réduction du gaspillage L'absence de révision du tarif à la hausse ne permet pas à l'usager de prendre conscience des sollicitations accrues subies par les ressources en eau disponibles
Encouragement aux cultures stratégiques (céréales, fourrages, semences, plants fruitiers)	Cultures pratiquées en partie en sec et en extensif, eau détournée vers d'autres spéculations (arboriculture et/ou maraichage de première saison). Principaux bénéficiaires des tarifs préférentiels = grands propriétaires et exploitants des terres domaniales

Source : STUDI-EAU 2050

- L'amélioration de l'efficience des réseaux des périmètres irrigués qui varie entre 38 % et près de 100 % selon les zones[9], soit une moyenne de 59 % sur la période 2010-2016. La faiblesse de l'efficience des réseaux ne s'explique pas uniquement par les pertes physiques enregistrées tout au long des conduites d'amenée mais aussi par des volumes d'eau non facturés.
- La restructuration des gestionnaires de proximité : les GDA devraient être l'aboutissement d'un construit social à l'échelle de leurs zones de compétence. Des relations de confiance et de respects mutuels doivent lier les membres dirigeants à l'ensemble des adhérents. Des objectifs communs à l'ensemble des irrigants d'un GDA sont à définir. La poursuite de ces objectifs pourrait faire converger les choix des membres des GDA. Des règles encadrant ces choix, particulièrement celles qui préciseraient les sanctions à infliger aux resquilleurs, sont à définir collectivement.
- L'exploitation effective des périmètres en irrigation et l'amélioration du taux d'intensification ; les taux actuels, très en-deçà du taux ciblé par les pouvoirs publics de 120%, ayant deux conséquences directes : une faible valorisation des investissements réalisés par l'Etat et la nécessité, pour le gestionnaire, d'imposer des tarifs élevés aux irrigants s'il veut couvrir ses coûts. Il est souligné que la législation en vigueur prévoit qu'un exploitant propriétaire de terre à l'intérieur d'un PPI dispose d'une période maximale de 5 années pour mettre en valeur 90 % de la superficie desservie. Le non-respect de ce texte implique la perte du droit à l'irrigation et occasionne le paiement de pénalités.

Une réflexion sur l'élaboration et la mise en application de nouvelles méthodes tarifaires de l'eau est en cours tenant compte particulièrement des diversités régionales et locales de l'irrigation. L'étude d'évaluation de la politique tarifaire, révision et mise en œuvre de nouveaux modes de tarification, DGGREE/ KfW, engagée depuis 2015, trouvera ses applications dans certaines régions à partir de 2019. En termes de constats, l'étude révèle en particulier ce qui suit :

- La valorisation de l'eau et son économie vont de pair avec une augmentation des tarifs qui n'ont pratiquement pas été modifiés depuis 2002 principalement pour les grands PPI ;
- L'eau d'irrigation ne représente qu'une faible part des coûts de production (entre 10 et 20%) alors que les prix à la production des produits agricoles ont augmenté depuis 2002 de 5,79% par an, soit plus de 81% sur la période 2002 à 2016 ;
- Sur le long terme, l'augmentation des tarifs se justifie également pour garantir la qualité du service d'eau que réclament les usagers.

La mise en œuvre des propositions tarifaires de l'étude, lesquelles sont fondées sur cinq modes de tarification adaptables aux différents systèmes hydrauliques actuels, repose sur un rattrapage des coûts du service de l'eau par les tarifs en quatre phases, tout en les modulant en fonction de l'état général des infrastructures et de la qualité du service de l'eau. L'entrée en vigueur de la nouvelle tarification a démarré en 2019, en procédant à des augmentations des tarifs de 10 à 37 % selon les PPI alimentés par la retenue de Sidi Salem.

5.6. AJUSTER LES TARIFS DE L'EAU POTABLE ET DE L'ASSAINISSEMENT

Il a été constaté, à travers la revue de la politique tarifaire de la SONEDE (cf. volume 3 – économique de l'eau) que les pratiques tarifaires actuelles permettent difficilement de relever les défis de pérennité et de redistribution. Les incidents répétés ces dernières années de coupures de services et l'insuffisance du prix moyen pour couvrir le prix de revient en sont témoins.

Le problème n'est pas un problème de disponibilité de la ressource eau. L'eau potable dispose d'une priorité d'approvisionnement vis-à-vis de l'usage agricole. Le défi est plutôt de nature économique et institutionnelle

- Economique, dans le sens où la partie traitement, distribution en réseau et relevés de consommation (coûts de fonctionnement) devient la partie dominante du processus, aux dépends de l'entretien, de la maintenance et du renouvellement des infrastructures. De plus, la SONEDE a de plus en plus recours au dessalement, ce qui va générer un impact sur les coûts de revient dans certaines zones. La tarification doit tenir compte des fluctuations et évolutions qui sont liées à ces changements de ressources et de structures des opérations.

9 Entre le point de livraison par le fournisseur d'eau et le point de consommation

- Institutionnel, dans le sens où le même opérateur peut difficilement être tenu de servir les objectifs d'efficacité économique, d'incitation à l'économie d'eau, de compensation entre consommateurs et de politique sociale vis-à-vis des plus démunis.

Les recommandations s'agissant de la tarification de l'eau potable portent sur :

- La modification de la grille tarifaire ; une simulation qui permet d'équilibrer coût de revient et prix de vente est proposée dans le présent document ;
- La revue des mécanismes de péréquation tarifaire entre usagers qui aboutit à ce que les plus gros consommateurs, considérés comme étant ceux qui ont la plus grande capacité à payer et peu nombreux, compensent les tarifs très bas des premières tranches qui rassemblent 90% des abonnés et 60% du volume consommé (les 3 premières tranches). Ainsi la tranche supérieure (incluant également les opérateurs de tourisme), en consommant 4 fois moins d'eau, génère une recette (32,2% des recettes de la SONEDE) équivalente à celle des 3 premières tranches susmentionnées (33,2%). Ce qui peut pousser ces grands consommateurs à rechercher d'autres moyens d'approvisionnement en eau (forages, dessalement) réduisant encore davantage la recette de la SONEDE.
- Des nouvelles pratiques sont à introduire telles que la gestion à distance des débits, la tarification modulée selon les horaires, la facturation d'une redevance liée à l'environnement (notion de pollueur payeur), etc.
- Pour l'assainissement, il y a lieu, autant que pour l'eau potable, de revoir la possibilité de concilier les objectifs sociaux avec l'impératif de pérennité de l'entreprise. La transparence des prix est un facteur favorable pour soutenir les deux objectifs à moyen terme. Les voies à prospecter dans ce sens seront nécessairement à caractère économique et institutionnel comme pour la SONEDE.
- considérer rapidement une amélioration de la coordination entre les politiques tarifaires de la distribution de l'eau et de celle de l'assainissement. Ce sont deux produits conjoints livrés simultanément à l'usager.
- considérer l'intérêt d'une autre approche de l'assainissement en tant que responsabilité collective. Une responsabilité à partager entre tous les citoyens, raccordés ou non, et où les communes auraient également un rôle à jouer aussi bien pour le financement que pour la gestion.

5.7. GESTION DE LA DEMANDE AU « SENS FORT »

Adopter une gestion au sens fort vise à lutter contre :

- les inutilisations d'eau prélevée ou produite,
- les mauvaises utilisations, c. à. d, les gaspillages aussi bien du point de vue physique qu'économique.

Il s'agira donc :

- De réduire les demandes ou du moins de ralentir, voire de stopper leur croissance. Cela revient à ramener les demandes au niveau des besoins et donc à lutter contre les surconsommations en quantité et en qualité mais également à tenir compte (notamment pour l'agriculture mais pas seulement) des besoins en eaux qui peuvent être satisfaits par les eaux vertes.
- D'adapter au mieux les demandes aux conditions des offres, c.à.d. à la géographie des ressources, aux qualités des eaux et aux possibilités d'utilisation multiple.
- De favoriser les demandes les plus valorisantes afin de maximiser les produits et bienfaits d'utilisation de la quantité d'eau disponible limitée.

Atteindre ces objectifs implique :

- De faire des économies d'eau à chacune des étapes du transport, du stockage et de l'usage.
- De favoriser la réutilisation.
- De planifier l'allocation sectorielle des ressources suivant des critères socio-économiques qui influencent la demande en eau.

Cela nécessite différents instruments technologiques, économiques et financiers, mais aussi une analyse de la faisabilité de chacune des actions envisagées.

La quantité d'eau perdue ou gaspillée forme un « gisement inexploité » important.

Ainsi, la gestion de la demande peut être plus efficace que d'autres solutions d'approvisionnement en vue de réduire ce gisement inexploité. Elle permet également de repousser les échéances de certains investissements.

Dans la confrontation ressources-utilisations, quelques indicateurs généraux doivent retenir l'attention :

- L'indice d'exploitation, indicateur « d'opportunité » pour une gestion volontariste de l'eau lorsque l'indice dépasse 50%
- L'indice de consommation, indicateur de « risque de pénurie » lorsqu'il approche les 100%.

Contrairement à la « pénurie conjoncturelle » due à un épisode de sécheresse, la pénurie peut devenir « chronique » en zone aride et pour ainsi dire normale. C'est alors un facteur limitant vis-à-vis du développement économique et il impose des priorités afin d'éviter la pénurie structurelle inacceptable.

Les ressources en eau par habitant classent d'ores et déjà la Tunisie parmi « les pays en situation de pénurie en eau » avec moins de 500 m^3/habitant/an. Les graphiques présentés dans les chapitres précédents nous renseignent plus finement sur les niveaux de prélèvement par type de ressource et par région, en prenant pour référence 3 années représentatives : une année humide (2005), une année sèche (2010) et une année normale (2015).

Dans une réflexion prospective, la planification doit faire émerger les objectifs de développement socio-économiques des activités liées à l'eau tout en fixant les priorités dans l'affectation de l'eau aux différents usages.

Une gestion de la demande au sens fort, « allocative efficiency », consisterait à déconnecter durablement la croissance de la demande en eau de la croissance démographique et économique. Cela passe par l'augmentation de l'efficience intersectorielle, c.à.d. essentiellement par des mesures qui jouent sur la réallocation de l'eau entre différents usages.

Ce qui est visé dans ce cas, ce ne sont pas les prévisions économétriques à court terme (économie d'eau à la parcelle), mais des enjeux globaux : facteurs clés jouant sur la demande, ordre de grandeur de l'eau à économiser, secteurs et régions concernés, allocations entre secteurs et régions.

La contrainte liée à une ressource en eau naturelle renouvelable, quasi totalement mobilisée, imposera, en particulier, une diminution de la demande en eau agricole et donc, une réduction potentielle de l'activité agricole irriguée à long terme avec tout ce que cela implique en termes d'équilibre alimentaire, de balance commerciale, d'emploi, d'économie et de développement rural.

Ce sera la confrontation de l'offre disponible et de la demande émergente qui déterminera le niveau des prélèvements et la prise de conscience des limites imposées par une ressource en eau, certes renouvelable, mais pas illimitée.

Les indices de « stress hydrique » et le spectre de la pénurie structurelle aidant, la « gestion de la demande » se substituera à la « gestion de l'offre », avec une double interrogation :

- Comment les demandes en eau des différents usages vont-elles s'adapter pour rester dans les limites de la ressource disponible ?
- Comment les mesures de réduction de la demande vont-elles être acceptées par les usagers et donc prendre réellement effet jusqu'au long terme ?

Ainsi, il ne s'agit pas seulement pour les pouvoirs publics et la collectivité de prendre les devants pour anticiper les crises à venir, gérer les pénuries et autant que possible, éviter d'en arriver au plafonnement de la consommation, mais aussi de trouver une trajectoire retenant des mesures acceptables socialement et politiquement.

Au-delà du pari que l'on pourra faire sur la technologie pour faire émerger des solutions curatives par l'offre en cas de problèmes, telles que dessalement, eaux usées traitées, surexploitation, recharge artificielle, c'est en anticipant une pénurie structurelle et en se mettant dans une logique d'optimisation sous contrainte, qu'il sera possible de chercher les moyens de se prémunir des effets dévastateurs d'une limitation brutale de la demande.

Pour conclure, la gestion de la demande annonce des inflexions nécessaires à donner à la politique de l'eau, reposant sur des stratégies ayant des objectifs propres et imposant à leur tour des contraintes aux politiques économiques sectorielles.

5.8. MISE A NIVEAU ET APPUI AUX GDA

Le nombre des GDA chargés de la gestion des infrastructures publiques d'irrigation était de l'ordre de 200 en 1995. Ils sont 1 355 en 2018 et exploitent une superficie totale de l'ordre de 226 000 ha de PPI. En l'état actuel, 88 % de ces GDA sont réellement actifs et 12% en cessation provisoire d'activité, pour des raisons techniques ou sociales diverses.

Selon le système d'évaluation des GDA (DGGREE, 2012), la gestion technique et financière des réseaux d'irrigation par les GDA est très inégale :

- 24 % des GDA sont jugés performants,
- 56 % sont de performance moyenne, et
- 20 % de faible performance ou en cessation d'activités pour des raisons techniques ou socio-organisationnelles diverses.

Les principaux points faibles identifiés résident dans le relâchement relatif de l'esprit communautaire pour certains GDA, l'interventionnisme parfois inopportun des autorités politiques et administratives locales ou régionales, le manque de capacités des GDA pour la gestion administrative et financière mais aussi pour l'entretien et la maintenance des systèmes. Cette dernière carence est souvent liée à la capacité financière limitée des GDA pour rémunérer des services externes, mais également au fait que les prestataires de maintenance et d'entretien ne sont pas nécessairement disponibles dans les régions rurales reculées, où le marché est encore étroit pour ce genre de services.

Comme cela a été souligné plus haut, les GDA devraient être l'aboutissement d'un construit social à l'échelle de leurs zones de compétence. Des relations de confiance, de respect mutuel, de concertation autour d'objectifs communs doivent lier l'ensemble des irrigants d'un GDA et leurs dirigeants. Plusieurs orientations sont esquissées ci-après :

- Les comités directeurs de ces associations devraient être formés en techniques de gestion des micro-entreprises.
- Pour évoluer dans la maitrise de leurs missions, ces GDA doivent acquérir progressivement leur autonomie vis-à-vis de l'Etat, qui n'aurait plus d'influence sur leur fonctionnement, dans une approche de gestion des problèmes basée sur la concertation, la communication rapprochée et le dialogue permanent avec les agriculteurs et leurs organisations.
- Les « pactes » signés récemment dans certains Gouvernorats entre Etat, CRDA et représentants des agriculteurs vont dans ce sens. De tels rapports avec les GDA structurés peuvent créer un contexte favorable à la constitution d'organismes représentatifs des usagers qui seraient des acteurs actifs dans la conception du devenir de l'agriculture irriguée. Ces acteurs participeraient aux études de conception et de mise en œuvre de la politique visant la valorisation des PPI.

La Stratégie de Pérennisation des GDA, adoptée par l'Administration, a permis de développer cinq concepts transversaux, en cours de mise en œuvre, qui vont dans le bon sens :

i. L'appui institutionnel aux GDA sur le plan national et régional ainsi que l'actualisation du cadre réglementaire des GDA pour tenir compte du caractère spécifique de la gestion de l'eau ;
ii. L'amélioration des procédures de contrôle financier des GDA ;
iii. La professionnalisation des GDA en vue de rompre progressivement avec le volontariat qui constitue la base de la gestion actuelle ;
iv. L'intégration du secteur privé régional et local dans les opérations d'exploitation et de maintenance des systèmes d'eau ;
v. La protection, l'économie et l'utilisation efficace des ressources en eau comme missions complémentaires à l'exploitation et à la maintenance des systèmes d'eau (DGGREE/KfW,2013).

5.9. DEVELOPPEMENT DES RESSOURCES NON CONVENTIONNELLES

La rareté de nos ressources conventionnelles nous impose de rechercher des relais dans les ressources alternatives dites « non conventionnelles ».

S'agissant des EUT, elles offrent un potentiel de 274 millions de m^3 en 2018 qui pourrait atteindre 500 millions de m^3 en 2050. Outre la question de la qualité des eaux amplement traitée dans les paragraphes précédents, elles ont l'inconvénient d'être produites dans des zones qui n'offrent pas beaucoup de possibilités locales d'utilisation :

- Le Nord-Est très urbanisé en produit environ 50 % ;
- Le grand Tunis, Sousse et Sfax génèrent 59 % des volumes.
- Le Centre Est en génère 26 %.

Ainsi, l'utilisation y est pratiquement restreinte à l'irrigation paysagère (golfs, jardins d'hôtels, plantations forestières, espaces verts) et à la recharge des nappes aquifères. L'irrigation de périmètres en EUT s'est peu développée, concurrencée par une eau conventionnelle relativement abondante dans le Nord-Est.

Le transfert de ces eaux vers les zones déficitaires nécessiterait des ouvrages de transfert sur de longues distances, probablement avec de nombreux pompages et par conséquent des frais énergétiques importants. En tout état de cause, çà ne pourra être envisageable que si la qualité des eaux est telle que la réutilisation deviendrait non restrictive.

Les EUT pourraient être mise à profit dans le cadre d'un programme d'introduction de nouvelles cultures telles que les bio-carburants par exemple.

Des zones de réutilisation des eaux usées traitées du Grand Tunis dans un rayon de l'ordre de 80 à 100 km ont été identifiées dans le cadre d'une étude de faisabilité réalisées par la DGEQV.

S'agissant du dessalement, depuis 2010, la SONEDE en particulier s'est engagée dans un programme de développement des SDES et des SDEM jusqu'en 2025.

Il n'a pas été envisagé pour le moment d'utiliser les eaux dessalées pour l'irrigation. Plusieurs pays néanmoins ont lancé de telles expériences (Espagne en Almeira, Maroc dans le Souss Mass Agadir) dans des zones où : (1) les nappes sont surexploitées ; (2) les cultures permettent de valoriser une eau dont la production est encore coûteuse.

En ayant recours aux énergies renouvelables pour réduire le coût de l'eau dessalée, la Tunisie pourrait s'inscrire dans cette mouvance avec, néanmoins, des précautions sur le plan écologique, notamment dans le Centre-Est et le Sud-Est, régions où les disponibilités d'eau par habitant sont les plus faible.

De même, l'équilibre des oasis étant menacé par la surexploitation des nappes, surtout dans le Nefzaoua, à l'horizon 2050, le dessalement d'eau de mer et son transfert vers les oasis serait un scenario plausible (120 km depuis Kebili jusqu'à la côte).

5.10. EMPREINTE EAU ET MISE EN ŒUVRE D'UNE POLITIQUE DE REORIENTATION DES SPECULATIONS AGRICOLES

L'Empreinte Eau (EE) en tant qu'indicateur complet de l'utilisation de l'eau douce, quantifie et cartographie la consommation d'eau et la pollution en fonction de la production ou de la consommation. Il a trois composantes : eau bleue, eau verte et eau grise. L'E.E bleue renvoie à la consommation de ressources en eau bleue (eaux de surface et souterraines). L'EE verte fait référence à la consommation de ressources en eau verte (eau de pluie). L'EE grise mesure la pollution de l'eau et est définie comme le volume d'eau douce nécessaire pour assimiler la charge de polluants, compte tenu de leurs concentrations et des normes admises pour la qualité de l'eau.

Quelques éléments de repère concernant l'empreinte eau :

- l'empreinte-eau de la production nationale totale est environ de 19 milliards de m^3 ; elle reste fondamentalement agricole et accapare d'une manière ou d'une autre environ 53 % des volumes des précipitations annuelles, estimées à 36 milliards de m^3/an en moyenne.
- l'EE de la production agricole totale est estimée à 16.6 Mds de m^3/an se répartissant comme suit au niveau régional : 70% (11.6 Mds m^3) revient au Nord, 26% au Centre (4.4 Mds m^3) et 4% au Sud (0.6 Mds m^3),

- elle se répartit en 89% d'eau verte, 8% d'eau bleue et 3% d'eau grise[10] ;
- l'empreinte eau de la consommation totale en Tunisie est évaluée à 21 Mds de m^3 / an, soit 2 200 m^3 / an par personne, 60% au-dessus de la moyenne mondiale,
- la consommation de produits agricoles détermine en grande partie cette empreinte « eau » totale liée à la consommation puisqu'elle en représente 98%.
- l'empreinte eau-bleue totale de la production agricole représente 31% des ressources en eau bleue renouvelables.
- l'irrigation accapare une part majoritaire des eaux souterraines puisque l'empreinte eau bleue reposant sur les eaux souterraines représente 62% de l'ensemble des ressources en eau souterraines renouvelables.

Ces chiffres militent clairement pour une meilleure valorisation de l'eau disponible et l'adoption d'une politique de performances et de bonne gouvernance de l'agriculture, qu'elle soit en sec ou en irrigué, ciblant l'empreinte eau de nos cultures.

Il s'agira donc de bien gérer la ressource en eau, quelle qu'elle soit : verte ou bleue.

Pour l'eau bleue, les mesures visant à préserver l'eau d'irrigation, recycler les eaux urbaines, réduire les gaspillages, datent de plus d'une décennie et doivent se poursuivre.

L'eau verte, en revanche, semble à première vue ne rien coûter mais ses implications dans la performance de l'agriculture et ses conséquences économiques sont très profondes. La notion d'utilisation rationnelle de l'eau mérite donc d'être étendue à l'ensemble de l'agriculture pluviale qui valorise la part la plus importante des ressources naturelles en eau du pays.

Ainsi,

- Des mesures de conservation des eaux et du sol, de gestion des eaux de crues et de ruissellement, de récupération d'eau ou encore d'adaptation des espèces cultivées à la réserve utile du sol, etc. permettent une meilleure valorisation de l'eau verte. Beaucoup de ces techniques sont connues mais méritent d'être « modernisées » et adaptées aux différents contextes du pays.
- le diagnostic de l'empreinte eau et de la productivité dans les différents étages bioclimatiques devrait viser la recherche des meilleures orientations stratégiques à l'horizon 2050, pour une politique de relocalisation optimale des cultures, visant à réduire leur empreinte eau tout en préservant la sécurité alimentaire.
- L'emploi des techniques innovantes d'amélioration de la productivité de l'eau sont à encourager : le concept d'irrigation intelligente adaptée au climat (Climate Smart Irrigation), proposé au niveau international[11] , vise à soutenir la transition vers des systèmes d'irrigation productifs (meilleure productivité du m^3 d'eau), rentables (association à des chaines de valeurs), tout en étant résilients et bien adaptés aux changements climatiques et aux objectifs de développement durable (ODD 6, ODD2 et ODD 13).
- La gestion des réservoirs sols et l'irrigation supplémentaire par le biais des ouvrages de récolte des eaux de surface (majel, périmètres d'épandage des crues, gestion des réservoirs sols sur des cultures adaptées au contexte et valorisantes) permet de consolider le rôle de l'agriculture pluviale dans l'économie agricole, tout en complétant le secteur irrigué intensif et conventionnel.
- Le développement de l'agriculture urbaine et péri-urbaine (y compris en hors sol et en conduite biologique), permet à une bonne partie de la population de produire une partie de son alimentation, et de renforcer sa résilience.
- L'agriculture biologique s'annonce comme un secteur prometteur avec une superficie de 220 000 ha, un nombre d'opérateurs de l'ordre de 3 300 et une production atteignant 160 000 t en 2016. Les produits biologiques les plus exportés sont l'huile d'olive, les dattes, les plantes aromatiques et médicinales.
- Enfin, le rôle remarquable des forêts dans la protection des eaux et des sols et de celui des parcours dans la lutte contre la désertification mérite particulièrement d'être souligné et préservé. En effet, les forêts fournissent une large gamme de services éco systémiques liés à la protection et à l'entretien des eaux et des sols. Elles interceptent et stockent les eaux pluviales et l'humidité, fournissent de l'eau aux nappes (drainage de surface et infiltration vers les eaux souterraines), régulent le débit des rivières, ralentissent l'érosion due à l'eau et au vent et ainsi réduisent les pertes de sols et la sédimentation.

10 Valeurs moyennes sur la période 1996-2005

11 (Global Alliance for climate smart Agriculture, FAO, IWMI, 2018)

5.11. TRIADE INTEGREE DES EAUX BLEUE – VERTE –VIRTUELLE

La question de l'eau agricole doit être appréhendée au travers d'une vision complète et globale, intégrant la triade eau bleue – eau verte – eau virtuelle, en vue d'atteindre d'une manière durable, dans le contexte de rareté de la ressource, l'objectif de sécurité alimentaire.

Une «optimisation» des composantes de cette triade serait ainsi à rechercher afin de mieux consolider l'objectif à long terme. Cette approche exige que l'agriculture pluviale et les échanges extérieurs de produits agro-alimentaires, qui constituent des facteurs essentiels de la sécurité alimentaire, soient pris en compte dans la planification des ressources en eau.

Les principes directeurs d'une «optimisation» des composantes de cette triade serait à définir afin de mieux consolider l'objectif à long terme.

Ainsi, en tant que pays manquant fondamentalement de ressources hydriques, la Tunisie a intérêt à importer le maximum possible de ses besoins en produits agricoles consommateurs d'eau afin de compenser ses déficits internes alimentaires et hydriques, tout en exportant des produits agricoles à faible consommation d'eau et à haute valeur ajoutée.

Cette orientation lui permettrait de réduire particulièrement le niveau d'exploitation ou de dégradation de ses ressources internes, tout en comblant le déficit hydrique et commercial.

Dans cette optique, la seule contrainte réside dans l'importation des produits céréaliers (base de l'alimentation humaine) considérés à « caractère stratégique», car il est légitime qu'un pays soit jaloux de son indépendance ou de sa souveraineté alimentaire pour les produits essentiels.

Mais il est aussi important, dans ce cadre, de bien définir les quantités de céréales à caractère stratégique qu'il est primordial de produire au niveau national, « à des prix jugés supportables» en irrigué ou en sec.

L'ensemble de ces facteurs intervient, en réalité, de manière directe ou indirecte pour façonner conjointement la politique de l'eau et la politique agricole.

Par ailleurs, comme pour « la gestion de la demande en eau », il est primordial d'appliquer une politique de « gestion de la demande alimentaire » qui viserait à lutter contre le gaspillage des produits à la récolte et au niveau des différentes chaînes de production, de transformation, de commercialisation et de consommation. La possibilité de rationaliser le régime alimentaire moyen du Tunisien est également une piste de progrès.

En outre, les orientations futures se doivent de tenir compte de la caractéristique structurelle de la Tunisie, qui concerne la rareté et le risque de pénurie des eaux bleues, actuellement et dans le futur. Ce déficit sera exacerbé par la demande croissante dans tous les domaines de l'usage de l'eau et par les effets probables des changements climatiques.

Néanmoins, les développements technologiques offrent de multiples possibilités : développement génétique de semences adaptées aux changements climatiques, résistantes et plus productives, énergie renouvelable, technologie de suivi et maitrise de l'usage l'eau, systèmes d'information, chaines de valeurs, eaux non conventionnelles, etc.….

Pour tirer le meilleur parti de ces approches innovantes, en vue du développement économique et social et de la préservation des écosystèmes, il s'agira de retenir les orientations suivantes :

- Adopter des politiques ciblant l'empreinte eau de chaque culture qui reste non maitrisée et mal connue ;
- Repenser l'irrigation grâce aux nouvelles technologies en adoptant de bonnes pratiques. L'objectif est d'irriguer sans déficits mais aussi sans surconsommation.
- Utiliser les énergies renouvelables pour réduire le coût de l'eau dessalée et à chaque fois que cela est possible ;
- Promouvoir une agriculture urbaine et péri-urbaine (y compris en hors sol et en conduite biologique), qui permet à une bonne partie de la population de produire une partie de son alimentation, et de renforcer sa résilience. La recherche au plan international s'inscrit d'ores et déjà dans cet axe.
- Renforcer la productivité de l'eau en s'appuyant sur le concept d'irrigation intelligente adaptée au climat (Climate Smart Irrigation).

- Consolider le rôle de l'agriculture pluviale dans l'économie agricole en renforçant les périmètres d'épandage des crues, la gestion des réservoirs sols sur des cultures adaptées au contexte et valorisantes, toutes les techniques de paillage, de collecte et de stockage des eaux de pluie, d'édification d'ouvrages selon les courbes de niveau des parcelle pour réduire l'érosion et favoriser l'infiltration des eaux de pluie,….
- La réutilisation des eaux usées traitées, constitue un gap important.

5.12. ENCOURAGER A L'EQUIPEMENT EN CITERNES

Le potentiel en eau pluviale urbaine est estimé à 355 Mm^3 / an. Les habitants du Centre et du Sud du pays l'on depuis longtemps compris et érigé divers ouvrages, impluvium et citernes, pour collecter et stocker cette eau, tant dans les zones urbaines que dans les zones rurales.

Les coupures d'eau qui ont pu avoir lieu ces dernières années ont été socialement peu impactantes dans les zones où les habitations sont équipées de citernes (cas des villes du Sud et de Sfax en particulier).

Ces dispositifs de collecte à petite échelle retiennent de plus en plus l'intérêt de divers pays et des instances internationales (FAO, PNUD), pas seulement pour l'eau domestique mais aussi pour l'industrie (eau de process) et pour l'irrigation à petite échelle. En effet, elle peut constituer une solution ponctuelle pour une grande partie du monde rural. Elle peut s'appuyer sur la disponibilité technologique de l'énergie solaire pour valoriser au mieux ces ressources et l'utilisation d'ouvrages hydrauliques de faible capacité, pour une irrigation déficitaire ou une irrigation d'appoint.

5.13. BOOSTER LA R&D ET L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE

Les orientations futures se doivent de tenir compte de la caractéristique structurelle de rareté et de de pénurie des eaux bleues, actuellement et dans le futur. Ce déficit sera exacerbé par la demande croissante dans tous les domaines de l'usage de l'eau et par les effets probables des changements climatiques. Néanmoins, les développements technologiques sont multiples :

- ✓ développement génétique des semences adaptées aux changements climatiques, résistants et plus productifs,
- ✓ énergie renouvelable,
- ✓ technologie de suivi et maitrise de l'usage et de l'application de l'eau pour l'irrigation,
- ✓ carte agricole associée à un usage de l'eau bleue efficient et durable,
- ✓ des chaines de valeurs associées à la production irriguée et permettant l'accès financier aux eaux non conventionnelles.
- ✓ repenser l'irrigation grâce aux nouvelles technologies, à l'irrigation de précision (Smart agriculture). L'objectif est d'irriguer sans déficits mais aussi sans surconsommation : (i) Usage des capteurs pour des apports en adéquation avec les besoins réels des plantes (pas uniquement la gestion du réservoir sol qui est le support) ; (ii) Emploi de drones pour capter les besoins de traitements phytosanitaires et de fertilisation, qui améliorent la productivité de l'eau (kg/m^3). Cette technologie est en développement accéléré sur le terrain de l'agriculture irriguée.
- ✓ Bien que le constat laisse présager d'un contexte de plus en plus contraignant pour les systèmes irrigués, les évolutions technologiques futures et le contexte d'adaptation et atténuation des effets des changements climatiques nous commandent de s'y inscrire pour préparer l'horizon 2050, avec une irrigation propre et responsable. C'est vers cela que les travaux des laboratoires de recherche doivent tendre en vue d'apporter des solutions technologiques performantes et adaptées aux décideurs et aux usagers.

5.14. PROMOUVOIR LA FORMATION ET LE RENFORCEMENT DES CAPACITES

L'une des faiblesses du secteur de l'eau est la quasi-absence de centres de formation et de cursus dédiés :

- Il a été souligné que les cursus actuels privilégient la formation d'ingénieurs en génie rural alors que le besoin en techniciens spécialisés dans ce domaine est réel ;
- Seul le centre de Barrouta est dédié aux métiers de l'eau et fournit des cohortes d'une vingtaine de diplômés jugées très insuffisante,
- Les nouvelles technologies dans la gestion de l'eau (Smart agriculture et autres) devraient faire l'objet d'un enseignement poussé pour favoriser l'apprentissage de ces techniques et l'intégration de tels procédés dans les pratiques des agriculteurs,
- Le réapprentissage du savoir-faire ancestral en matière d'ouvrages de collecte d'eau, de protection contre l'érosion, de CES en général, est un axe à développer prioritairement. Outre sa mise en application sur le terrain, ces pratiques pourraient être exportées dans d'autres régions du monde.
- Enfin, l'appropriation d'une vision d'ensemble eau/sol/plante, aujourd'hui promue par les chercheurs et les instances internationales telles que la FAO, et qui est à la base de l'agroécologie devra être enseignée en vue de sa vulgarisation auprès des agriculteurs.

5.15. SECURISER L'EAU POTABLE

L'AEP est une priorité absolue dans la gestion des ressources en eau. Toute vulnérabilité dans le système de gestion des ressources retentit directement sur la satisfaction des besoins de l'AEP. Un programme de gestion optimale et prudente des ressources en eau, avec un stock stratégique minimum optimal pour l'AEP permettra de réduire la vulnérabilité du système et est la clé de la satisfaction de la demande en eau potable ;

La diversification des sources d'eau pour l'AEP, une gestion conjointe des ressources de surface et souterraines entre les évènements humides et les évènements secs, pendant les pointes, permettra aussi de répondre à la variabilité des ressources et des demandes ;

Le dessalement est une ressource sûre mais couteuse. Elle pourra être encore plus renforcée là où la comptabilité de l'eau et les centres de demandes sont en déséquilibre ;

Le nexus avec l'énergie et l'usage des énergies renouvelables est une priorité au vu de la vulnérabilité des systèmes de l'AEP à ce paramètre.

La gestion de la demande est un défi, au vu des tendances des indicateurs d'efficience de manière continue.

A ce titre, les tendances des indicateurs d'efficience de l'AEP interpellent quant aux priorités de réhabilitation et de maintenance des réseaux, avant de recourir à l'augmentation de l'offre par les transferts ou les ressources non conventionnelles. L'un des gisements importants d'économie d'eau est la réduction des pertes en distribution.

5.16. DEVELOPPER ET DIVERSIFIER LA CES

Les mesures de CES (végétalisation, façons culturales, ouvrages, procédés biologiques…) permettent d'augmenter la capacité de stockage par le sol des eaux de pluie et donc de limiter les besoins d'apports par irrigation, tout en limitant l'érosion et l'envasement consécutif des retenues en aval.

Les techniques et les bénéfices de la CES et d'une vision d'ensemble « Eau/Sol/Plante » sont multiples :

- amélioration de la gestion agricole des eaux de ruissellement : exemples des lacs collinaires conjuguant mobilisation des eaux de surface et protection contre l'érosion hydrique.
- récupération de l'eau de pluie : exemples des citernes avec des matériaux modernes et «majels» traditionnels permettant de collecter les eaux pluviales pour les différents usages (usages domestiques, abreuvement de bétail, arrosage d'appoint…).
- réduction de l'évapotranspiration (via des brise-vent et paillis) et des plantes (ombrages…) afin de limiter les déperditions d'eau,

- adaptation des espèces cultivées à la réserve utile du sol : cultures adaptées aux zones arides/semi-arides (arboriculture, espèces herbacées comme les variétés précoces de blé…), rotation cultures herbacées & jachère,
- alternance de cultures entre légumineuses et graminées, systèmes de cultures annuelles d'espèces herbacées en rotation (blé, orge ou avoine, suivis par fève, pois, etc.)
- adaptation des calendriers culturaux (difficulté à déterminer l'époque de semi optimale dans les zones semi-arides à cause de la variabilité du régime pluviométrique)
- recours à l'irrigation de complément pour stabiliser les productions durant les étapes de croissance (Cf. cultures de blé, d'olivier, de vignes…).
- valorisation de la production forestière, etc..

C'est dans l'objectif de protection des terres contre la dégradation, de mobilisation de l'eau et d'amélioration de la production agricole pluviale que la Stratégie Eau 2050 et la Stratégie de la CES se rejoignent. C'est dans cette optique que l'eau "verte" pourrait jouer le rôle de régulateur sur la demande en eau "bleue". il va de soi que cela nécessite l'implication des population locales concernées et la mise en cohérence de la stratégie eau 2050 avec la nouvelle stratégie de CES, ainsi que le Code des eaux et le Code forestier.

5.17. SOLUTION INTEGREE BARRAGES / RESERVOIRS SOUTERRAINS ET RENFORCEMENT DE LA RECHARGE DES NAPPES

Les barrages seuls n'offrent pas la solution et il y aura lieu de développer des méthodes subtiles d'optimisation pour concilier les antagonismes et optimiser l'usage de l'eau ; les réservoirs souterrains sont immenses et préservent l'eau de l'évaporation.

En effet, le plus grand obstacle à l'exploitation de la ressource en eau de surface est son irrégularité. Alors que la quantité d'eau qui s'écoule au cours d'une année moyenne peut s'exprimer en millions de m^3 par an ou, d'une façon plus parlante, en m^3/s en répartissant de manière uniforme le débit total annuel sur toute l'année, en réalité, les écoulements sont extrêmement variables.

C'est là un facteur limitant essentiel pour l'exploitation de l'eau de la nature à la fois d'une année à l'autre et de façon saisonnière.

Plus l'écoulement du cours d'eau est variable, plus la transformation de son écoulement en ressource disponible nécessite un barrage réservoir de capacité importante, afin d'amortir les à-coups des apports naturels.

Les barrages –réservoirs n'ont cependant qu'une durée de vie limitée du fait du phénomène de l'envasement qui se traduit par une réduction du volume utile de la retenue suite au lent dépôt des sédiments au fond. Leur durée de vie se chiffre en dizaines d'années.

La gestion multi-objectif rend l'utilisation des barrages complexe lorsque ces objectifs sont antagonistes. Ainsi pour remplir son rôle d'alimentation en eau, le gestionnaire cherchera toujours à garder le barrage aussi plein que possible en vue de parer à de longues périodes de sècheresse. A l'inverse, pour remplir le rôle de protection contre les crues, il voudra le garder toujours aussi vide que possible, afin de disposer d'autant de volume que possible en cas de crue subite.

Dans ce cas, les barrages seuls n'offrent pas la solution et il y aura lieu de développer des méthodes intégrées pour concilier les antagonismes et optimiser l'usage de l'eau. Par ailleurs, les barrages ont le plus souvent des impacts négatifs non négligeables sur les personnes ainsi que sur les écosystèmes quand leur construction entraine des déplacements de population et modifie les ressources qui assuraient la vie des riverains ou quand des dommages écologiques s'avèrent inévitables : rupture de la connectivité entre l'amont et l'aval du cours d'eau et cloisonnement hydro-écologique.

Les nappes d'eau souterraines sont des réservoirs naturels immenses qu'il s'agit d'exploiter au mieux : les fluctuations annuelles de leur surface piézométrique assurent à l'écoulement de l'eau une régulation inter-saisonnière et interannuelle naturelle sans commune mesure avec celle conférée par les barrages. Une nappe d'une centaine de km2, dans des conditions lithologiques favorables, serait à même d'emmagasiner une dizaine de millions de m^3 d'eau si sa surface était relevée d'1 m. La régulation pluri annuelle des apports exceptionnels est aussi en principe tout à fait envisageable.

La recharge d'une nappe déprimée, par suite d'une surexploitation, est conçue pour obtenir, au mieux, l'effet recherché :

- ✓ Le stockage d'eau souterraine c'est-à-dire la mise en réserve d'eau disponible en vue d'une reprise différée. Le réservoir souterrain, a, dans ce cas, la fonction régulatrice d'un réservoir d'accumulation de surface.

- ✓ La restauration du niveau ou de la pression. Cela exige, dans le cas d'une nappe libre, des débits importants et des ouvrages nombreux dans la zone à influence. Dans le cas d'une nappe captive, les débits nécessaires sont plus faibles et les ouvrages moins nombreux mais la pression doit être nettement supérieure à celle de la nappe à recharger.

La recharge des nappes est réalisée aujourd'hui selon divers procédés et en mobilisant différentes sources d'eau (transfert des eaux des barrages, utilisation des eaux des crues, utilisation des eaux usées traitées, etc.). Elle est devenue avec la première stratégie de développement des ressources hydrauliques (1991- 2000) une action structurelle de mobilisation des ressources. Depuis 1992, on a assisté à la multiplication des sites de recharge par différentes méthodes (lâchers dans les oueds, injection dans les puits, injection dans des bassins, puits filtrants, recharge à partir de barrages collinaires, Infiltration à travers les zones irriguées par les eaux usées traitées « EUT »,..).

Mais le volume moyen de recharge artificielle demeure très insuffisant au regard d'un volume de surexploitation des nappes phréatiques évalué à 266 Mm^3/an.

Par ailleurs, à travers ces initiatives, il s'est souvent agi d'augmenter la production de captages ou de compenser des surexploitations ou des rabattements de nappes dus à des aménagements hydrauliques plutôt que de régulariser par ce moyen les eaux superficielles.

La recharge artificielle de nappes souterraines pourrait davantage s'intégrer dans l'aménagement des eaux comme un moyen de régularisation des eaux de crue complémentaire des barrages d'accumulation et couplé avec eux.

5.18. VERS UN NOUVEAU MODE DE REGULATION

L'adoption d'une approche de gouvernance plus adaptée au contexte actuel, encourageant la participation des acteurs et la gestion locale des ressources, requiert de compléter les changements en cours par les principales actions suivantes :

- L'Etat doit contribuer à l'instauration de plus de visibilité du jeu politique. Il doit reconnaitre l'existence de divergences entre les intérêts présents sur l'échiquier politique. Cette reconnaissance devra être accompagnée par l'abandon de la pratique de l'euphémisme de certains intérêts,
- La production et la diffusion de l'information nécessaire à l'objectivation des positions des divers intérêts exprimés,
- La création d'espaces de réflexion et d'échanges des points de vue. Ces espaces que certains politistes désignent par le terme forum peuvent intéresser les différentes dimensions d'une question, technique- scientifique, économique, politique.

L'ensemble des adaptations vise à permettre une vue globale de tout problème à traiter. Cette vue autorisera de capter les trois variables clés de tout problème, à savoir, les idées, les intérêts en présence et les institutions pouvant formater la solution à mettre en œuvre.

Les adaptations susmentionnées sont autant nécessaires que difficiles. Le besoin d'améliorer l'efficacité économique des usages d'une eau devenant de plus en plus rare et coûteuse légitime les changements suggérés. La dépendance au sentier institutionnel explique les difficultés des adaptations totales et rapides des dispositifs institutionnels en place.

Des orientations de différents niveaux et d'ordres multiples seraient à prendre dans le cadre de l'élaboration de la stratégie Eau 2050 :

- régionaliser davantage la gestion des ressources en eau souterraines et de surface par l'activation systématique des Conseils régionaux de l'eau qui seuls pourront émettre de manière précise les besoins des régions et arbitrer l'allocation des volumes/quotas reçus entre les différentes parties prenantes.

- s'assurer de la coordination continue entre le Conseil National de l'Eau et les Conseils Régionaux de l'Eau, en veillant à ce que toutes les parties prenantes y participent: créer un espace de consultation et de décision permanent, tout en s'assurant que les Conseils National et Régionaux de l'Eau soient mobilisables en temps réels et anticipent les crises.
- doter les Conseils National et Régionaux de l'Eau : (i) d'un secrétariat (ou équipe d'exécution) chargée d'élaborer et de mettre en œuvre les programmes pluriannuels de gestion et de l'utilisation de l'eau, les plans nationaux annuels, et, (ii) d'un système d'alerte précoce, géré par une équipe de chercheurs (Hydraulicien, Agronome et Agro-économiste ou Sociologue) dont l'objectif sera de suivre l'évolution de l'état de la ressource et de son utilisation en temps réel et de présenter de manière anticipée des scenarii de gestion de la ressource aux Conseils National et Régionaux, notamment en période de rareté de la ressource.
- analyser de manière systématique dans chaque gouvernorat les études en cours et relatives à la gestion et l'utilisation de la ressource et étudier la faisabilité de ces projets versus: (i) le quota d'eau disponible ou les projections à moyen et long terme, (ii) les infrastructures existantes, (iii) la faisabilité de nouvelles infrastructures et, (iv) la disponibilité de fonds nationaux/ou externes ainsi que le délai de mobilisation de fonds.
- s'assurer de la multiplication des sources d'approvisionnement en eau d'irrigation au niveau local pour protéger le patrimoine (non seulement les arbres fruitiers) mais aussi les moyens de subsistance des agriculteurs.
- analyser les coûts de l'énergie en partenariat avec la STEG pour la mise en place de mesures incitatives et améliorer ou opérationnaliser la règlementation d'installation des systèmes photovoltaïques: un partenariat stratégique est à établir entre le Ministère de l'Energie et le Ministère de l'Agriculture pour définir les conditions d'équipement et de gestion des systèmes photovoltaïques selon la nature du périmètre à approvisionner en énergie.
- engager une réforme foncière dans les PPI (Remembrement), (ii) les termes de la réforme foncière seraient à définir dans chacune des catégories de périmètres irrigués de manière précise là où le problème foncier se pose de manière aigue et, (iii) c'est-à-dire dans les périmètres les plus anciens (selon le type d'oasis, dans les PI étatique de la Vallée de la Medjerda…). Il s'agit d'assurer une rentabilité minimale de l'utilisation de la ressource et d'assurer l'approvisionnement des marchés de manière continue et à prix accessible pour les consommateurs.
- enfin, une analyse institutionnelle et de manière approfondie est à réaliser pour définir le meilleur montage institutionnel qui permettrait d'améliorer la performance de la gestion des eaux d'irrigation : (i) Est-ce-que le GDA a encore sa raison d'être ? Et (ii) Est-il nécessaire de relancer les Offices qui au moins avaient la capacité et les moyens de gérer des périmètres irrigués de grande superficie ?

Les orientations spécifiques ne pourront se matérialiser que dans le cadre de la mise en œuvre d'orientations plus larges ayant pour but la mise en place d'un environnement économique incitatif.

Dans le cadre de la régionalisation accrue de la gestion des ressources, il est nécessaire d'orienter l'effort de gestion de la ressource en eau vers l'usage de la ressource comme contribuant au développement local. Et pour ceci, il faudrait au préalable :

- définir une vision/stratégie de développement au niveau local et régional,
- penser et mettre en place les modalités de gestion et d'utilisation de la ressource en eau pour réaliser cette vision/stratégie, la stratégie devant bien sûr garantir des moyens de subsistance et des revenus pour le plus grand nombre et induire une dynamique de développement local.

5.19. METTRE EN ŒUVRE LES SYSTEMES D'INFORMATION PERTINENTS POUR UN PILOTAGE OPTIMAL

Par le biais d'indicateurs pertinents, il s'agit d'initier et de perpétuer une lecture critique des ressources en eau, dont nous disposons réellement, ainsi qu'une évaluation objective de la pression que le développement socio-économique exerce à tout moment, en quantité et en qualité, sur l'écosystème hydrique du pays.

Pour une estimation fiable des ressources en eau dans le temps et dans l'espace, quelques prérequis sont à prendre en considération :

- Sous climat aride, les déperditions dans les parties aval des bassins endoréiques se traduisant par des débits décroissants de l'amont vers l'aval, le bilan global de bassin ne met pas en lumière la répartition interne des productions et des pertes d'écoulement et minimise, de ce fait, son alimentation réelle.
- En général, si l'extension spatio-temporelle des données hydrologiques de l'évaluation des ressources en eau superficielles par application de corrélations entre stations de bassins voisins et « opérateurs pluie-débit » peut s'avérer plus ou moins satisfaisante, la référence spatiale du flux d'écoulement souterrain ne peut être définie que dans le cadre du système aquifère qui répartit et localise le flux sortant. La reconnaissance, l'identification, les limites et le fonctionnement des systèmes aquifères du territoire concerné est de ce fait un préalable pas toujours garanti.

Ainsi :

- Dans l'appréciation de la qualité globale de l'information concernant l'eau de surface la densité des réseaux hydro-climatiques, le suivi des bulletins hydrométriques et la qualité des monographies hydrologiques constituent un atout majeur.
- La qualité de l'information ayant trait à l'eau souterraine est liée au nombre de systèmes aquifères ayant fait l'objet d'investigations poussées jusqu'à la modélisation numérique ou de soutenances de thèses d'Université ou d'Etat.

Il est également important de savoir et de distinguer ce que l'on comptabilise dans les étapes du circuit d'utilisation de l'eau. Aussi, est-il préconisé d'intégrer dans le tableau de bord général des indicateurs des utilisations de l'eau.

Il est également important de distinguer les « besoins » en eau (quantités nécessaires et suffisantes requises par les différents usages) des « demandes » en eau correspondantes qui sont la transposition et l'expression de ces besoins dans le réel, observables sur la ressource (offre du milieu naturel) ou sur le marché (offre des producteurs).

Il serait judicieux, sinon nécessaire, d'avoir un regard critique sur la manière, les méthodes et les moyens mis en œuvre (recensements, comptages, mesures, enquêtes, estimations indirectes) pour la détermination de la demande en eau et pour l'estimation des consommations nettes des quantités d'eau entrées en usage, dans la mesure où l'ordre de grandeur des taux moyens de consommation nette, généralement appliqués n'excède pas :

- 15% pour les collectivités urbaines
- 50% pour les collectivités rurales
- 90% pour l'irrigation et l'élevage
- 5% pour les industries

Si les besoins en eau sont déduits de la démographie, du mode de vie (urbain ou rural), de la nature des activités économiques et des normes d'usage, la demande en eau, elle, dépend, en outre, des conditions de l'offre (de l'état des ressources, de leur mobilisation et des conditions de production d'eau) ainsi que du niveau de développement socio-économique qui permet de les satisfaire.

C'est ainsi que, par exemple, suite à la mise en eau d'un nouveau barrage, les premiers périmètres irrigués à en bénéficier pourraient, faute de demandes concurrentes, considérer, sans conséquences, un usage laxiste de l'eau momentanément disponible.

5.20. METTRE LA COMMUNICATION AU SERVICE D'EAU 2050

Les premières préconisations de la communication externe dans le cadre de l'étude Eau 2050 concernent :

- La communication sur les recommandations et les conclusions des concertations et des ateliers au fur et à mesure de leur organisation.
- La communication écrite à rythme régulier pour entretenir la mobilisation autour de l'étude et informer le public : faire le point par rapport aux étapes franchies et à franchir, impliquer les principales parties prenantes dans les choix préconisés, entretenir l'idée et la perception de la bonne continuation de l'étude et de la bonne approche qui y préside.
- La communication sur l'eau est souvent sociale avec l'insistance sur les dysfonctionnements ponctuels d'alimentation. Tandis que la dimension institutionnelle de la communication sur l'eau en tant que denrée rare et dont les usages doivent être soigneusement gérés fait souvent défaut. D'où la nécessité de communiquer sur les mesures à mettre en place en vue d'introduire davantage de bonnes pratiques : réduction du gaspillage, paiement des redevances, connaissance du coût de mobilisation de l'eau. Un agriculteur a ainsi tendance à payer les engrais et les pesticides à leurs prix réels mais il est réticent quand il s'agit d'augmenter les tarifs de la consommation d'eau, ne serait- ce que légèrement.

Pour une communication efficace, il s'agira de stratifier les populations cibles en termes d'appartenance sociale, régionale, professionnelle, selon que l'on est leader d'opinion, professionnel… et adapter la communication en fonction de cela, mais aussi de diffuser : les témoignages, les succès stories afin de propager les bonnes pratiques de l'économie d'eau,….

L'importance d'obtenir l'adhésion des acteurs dans leur ensemble, en amont et au cours de toutes les étapes de la vie d'un projet socio-économique, est devenue incontournable. Ceci est d'autant plus vrai quand il s'agit d'une question telle que celle de la pénurie et de la disponibilité de l'eau.

La stratification des acteurs ciblés par la communication constitue, dans ce cadre un prérequis, de façon à trouver les meilleurs rapports cibles/ support/ message.

Pour la stratification des acteurs, il y a d'abord lieu d'opérer par rapport :

- A l'appartenance administrative,
- A l'appartenance associative et professionnelle,
- A l'appartenance géographique,
- A l'appartenance de genres : hommes, femmes, jeunes,
- A l'appartenance à des structures de loisirs : clubs,

Notons la nécessité d'associer, même en amont, la société civile aux niveaux régional et national aux choix préconisés et retenus dans le cadre de l'étude.

En effet, la tendance sociale qui caractérise de plus en plus l'approche et la politique de développement repose sur la participation des parties prenantes concernées et de la société civile. Les développements précédents avec les réunions internes au maitre d'œuvre et entre les maitres d'ouvrages et d'œuvre, les rencontres nationales et régionales, les comptes rendus, les ateliers techniques, tout cela s'insère dans cette nouvelle mouvance de développement du pays. L'élaboration du nouveau Code des Eaux, actuellement soumis à l'ARP, et la conduite d'autres projets relatifs à l'eau viennent confirmer cette tendance incontournable consistant à développer et à diversifier l'approche participative ayant présidé à leur réalisation.

Cette nouvelle orientation stratégique de la gouvernance du pays se traduit par des dispositions particulières au niveau de la Constitution qui consacre le droit à la participation des collectivités locales dans l'élaboration des projets de développement selon l'article 139.

Il serait également important de favoriser pour la communication dans le cadre de l'Etude Eau 2050 :

- Une meilleure synergie entre les projets ayant un socle commun : celui de la promotion de l'auto développement des régions, de l'économie d'eau, de lutte contre la pollution, ….
- Une meilleure perception de l'ensemble des programmes et pour une meilleure perception de chacun auprès des mêmes populations cibles qui pourront alors éviter la confusion entre ces différents projets et saisir les caractéristiques de chacun,

- Une éventuelle Identification de bonnes pratiques constituant le point commun entre ces différents programmes afin de pouvoir capitaliser sur leurs portées régionales et d'ensemble et de retenir des principes d'auto-développement adaptés.

Pour une étude stratégique telle qu'Eau 2050, un système de communication adapté au niveau national et régional doit être mis en œuvre.

- Le MARHP a imaginé la mise en place d'un « système permanent de communication » animé par l'Unité d'Information et de Communication (UIC) au sein du Cabinet et par les « points focaux » au niveau des directions centrales et des CRDA. Ainsi, des plateformes de communication centrales et régionales devaient- elles être constituées : la plate-forme de communication centrale devait être formée à minima de l'UIC et des points focaux de certaines directions centrales. Les plates-formes de communication régionales devaient être, elles, constituées des « points focaux » des CRDA .

Ce dispositif n'a pas été mis au point dans toutes les structures identifiées. Et là où il a été mis au point, il a été mal monté. Les points focaux désignés dans certains CRDA où ils exercent déjà des fonctions diverses semblent désintéressés par rapport à cette mission de communication et ce pour deux raisons : (i) leur non encouragement et le manque de leur formation en matière de communication qui auraient dû les amener à s'intéresser à leurs nouvelles prérogatives, (ii) leur implication dans leurs tâches habituelles qui déterminent leur notation et l'évolution de leur carrière et (iii) le peu de liberté de manœuvre qui leur serait laissé dans l'accomplissement de leur nouvelle fonction de communication vis-à-vis de l'UIC.

Il y aurait lieu de reprendre et de mettre sur pied cet édifice de communicants interne au MARHP avec le choix de la soixantaine de points focaux « communication » au niveau de chaque CRDA et dans la plupart des centres techniques, des groupements, des directions techniques, etc., …

Nous aurions ainsi les plateformes de communication au niveau central, réunissant l'UIC et les directions techniques avec leurs points focaux « communication », et les plateformes de communication régionales, avec le point focal « communication » de chaque CRDA qui organise avec les différents intervenants administratifs et régionaux de la société civile, la communication dans sa zone, l'UIC servant uniquement pour l'encadrement.

La présence de telles structures de communication centrales et régionales reconnues et connues faciliterait la communication sur l'Etude 2050.

Au moment où le poids et l'importance des dimensions relatives à la sociale civile et aux régions sont de plus en plus stratégiques et incontournables, l'organisation en conséquence de la communication au sein du MARHP pour justement prendre en charge ces nouvelles contraintes est devenue de premier ordre et à très court terme inéluctable.

En plus des points focaux, la communication sur l'Etude Eau 2050 doit passer par des PARTIES INFLUENTES (Associations et/ ou ONG régionales et locales, personnes influentes, etc., …) qui peuvent pousser, avec le maitre d'ouvrage, les agriculteurs, les irrigants, les consommateurs à adopter les orientations et les préconisations d'une telle étude.

Enfin, il est proposé le renforcement des capacités des points focaux en matière de communication interne et externe en leur inculquant des notions de base relatives à la communication institutionnelle, à l'animation des groupes, à la façon d'entretenir des relations professionnelles et de lobbying avec les médias.

Un atelier de réflexion et de décisions dans ce cadre et ce avec le maitre d'ouvrage, les GTTr et les GTTr pourrait être organisé rapidement.

ANNEXES

- **Annexe 1 : UNITES HYDRAULIQUES**
- **Annexe 2: MATRICE QUALITE DES EAUX TRAITEES : CHARGE ORGANIQUE**

Annexe 1 : UNITES HYDRAULIQUES

L'UH de BARBARA au Nord-Ouest

Barrages principaux	BARBARA	MELLILA	ZOUITINA
Fonctions	Renforce l'UH de Mejerda (Bouhertma, Mejerda, Sidi Salem)		
Liaisons	Transfert vers la retenue de BouHertma		
Modes de transfert	Station de pompage conduite et galerie de transfert		
Niveau d'envasement	14%		
Niveau de déversement	Déversement : 45% des apports entre 2000 et 2016		
Eléments de diagnostic	Galerie obstruée ; Coût de pompage ;Déversement important ;Envasement		
Règles de gestion	Barrage non utilisé ;Résultats attendus non atteints		
Indicateurs			

L'UH de l'extrême Nord (6 barrages)

Barrages principaux	KEBIR	MOULA	ZERGA	SIDI EL BARRAK	ZIATINE	GAMGOUM
Fonctions	Réserve de sécurité	Renforce l'UH d'Ichkeul-Sejnane-Joumine				
Liaisons	Transfert vers Sidi El Barrak			Transfert vers Sejnane		
Modes de transfert		pompage	pompage	pompage	pompage	pompage
Niveau d'envasement						
Niveau de déversement				80% des apports ont été déversés entre 2000 et 2016		
Eléments de diagnostic	Coûts de pompage	Déversement trop important	Eau de très bonne qualité perdue pour le système en raison du coût de pompage			
Règles de gestion	Barrage non utilisé Résultats attendus non atteints	Sauf en tant que réserve de sécurité en cas de sécheresse				
Indicateurs						

L'UH de l'ICHKEUL (4 barrages)

Barrages principaux	SEJNANE	MELAH	JOUMINE	TINE
Fonctions	AEP Bizerte	Besoin écologique Echkeul	Transfert vers Cab Bon	
Liaisons	3ème conduite vers 2ème tronçon Canal MCB (CMCB 2)			
Modes de transfert	gravitaire			
Niveau d'envasement			9%	
Niveau de déversement	Sejnane 28% Joumine : 12% (2000-2016) En nette	diminution depuis le renforcement du système de transfert		
Eléments de diagnostic				
Règles de gestion	Bonne utilisation du volume utile	Bon volume de sécurité		
Indicateurs				

L'UH de MEJERDA (6 barrages ? 7 ?)

Barrages principaux	SIDI SALEM	KASSEB	BENI M'TIR	MELLEGUE	BOUHERTMA	SILIANA	LAAROUSSIA
Fonctions	Retenue des eaux de Mejerda Production d'énergie Irrigation	Alimentation Grand Tunis					Ecoulements d'étiages de la Mejerda Régulation des débits à l'aval pour l'irrigation Production d'énergie
Liaisons	CMCB 1 par Laaroussia	conduite	conduite	Alimentation Mejerda			
Modes de transfert	gravitaire	gravitaire	gravitaire	gravitaire	gravitaire		
Niveau d'envasement	Taux d'envasement : 29%			72%		52%	
Niveau de déversement	Déversement : 26%						
Eléments de diagnostic	L'atteinte d'un stock minimal inférieur à 100 Mm^3 met en danger la sécurité d'approvisionnement en eau d'une partie du pays						
Règles de gestion	Maintien d'un stock de sécurité de 400 Mm^3 à Sidi Salem						
Indicateurs							

L'UH ARIANA, MELIANE, CAP BON et RMEL (10 petits barrages)

Barrages principaux	Ariana	Meliane	Cap Bon	Rmel	Lebna	Bezirk	Chiba	Abid	Bir Mcherga	
Fonctions	Exploitation locale									
Liaisons	Sans liaisons									
Modes de transfert										
Niveau d'envasement					23%				21%	
Niveau de déversement										
Eléments de diagnostic										
Règles de gestion	Exploitation locale									
Indicateurs										

L'UH du KAIROUANAIS

Barrages principaux	**Nebhana**	**ElHouereb**	**Sidi Saad**
Fonctions	Usage local	Irrigation	Recharge de nappes
Liaisons	Sans liaison		
Modes de transfert			
Niveau d'envasement	31%	19%	36%
Niveau de déversement	Déversement : 11% entre 2000 et 2016		
Eléments de diagnostic	Détournement de sa fonction initiale pour usage AEP		
Règles de gestion	Ne peut pas absorber un surcroit de demande		
Indicateurs			

Autres barrages

Barrages principaux	
Fonctions	Usage local Recharge de nappes
Liaisons	
Modes de transfert	
Niveau d'envasement	
Niveau de déversement	
Eléments de diagnostic	
Règles de gestion	
Indicateurs	

Annexe 2: MATRICE QUALITE DES EAUX TRAITEES : CHARGE ORGANIQUE

	DBO5 (mg/l)	DCO (mg/l)	MES (mg/l)	TYPOLOGIE
NORMES	**30**	**125**	**30**	
Charguia	19	69	16	
Choutrana 2	13	48	21	
Tebourba	15	44	19	
Mornaguia	6	33	6	
Mornag	23	76	24	
Hawaria	18	65	29	
Grombalia	23	91	21	
Hammamet sud	17	60	21	
Menzel Bouzelfa	21	75	19	
SE1 Hammamet	19	64	20	
Tazarka	16	62	16	
El fahs	17	61	15	
Jerissa	19	62	18	
Sers	28	87	24	
Medjez El Bab	23	81	28	
Msaken	17	61	20	
Beni Hassen	18	75	26	
Sahline	13	50	12	
Ouerdanine	20	60	22	
Chebba	13	61	21	
Kairouan 2	15	63	20	
Haffouz	25	79	19	
Aghir	10	69	22	
Jerba Ajim	11	53	21	
Jbeniena	14	69	12	
Metouia Ouedhref	23	99	26	
El Attar	25	82	54	
Bizerte	26	84	34	
Korba	28	87	37	
Menzel Temim	28	102	36	
SE4 Nabeul	19	71	36	
Jendouba	22	79	41	
Hammem Bourguiba	11	55	43	
Ghardimaou	26	88	33	
Zaghouan	23	81	32	
Bouarada	22	72	32	
Nefza	21	66	34	
Kalaa Sghira	23	81	39	
Meknassy	27	88	40	
Hancha	24	91	32	
Kebili	23	73	31	
Mareth Zarrat	23	85	44	
Oueslatia	35	108	25	
Jedaida	53	89	34	
Bouargoub	36	106	59	
AFH Mrezga	37	110	37	
Boumerdes	35	97	46	
Lella Mariam	32	100	45	
Douz	34	108	56	
Sud Meliane2	41	110	81	
Tataouine	31	89	68	
Kalaat Andalous	53	151	33	
Aousja	46	126	54	
Fernena	51	163	48	
Gaafour	41	137	39	
Teboursouk	43	133	52	
Medenine	33	127	41	
Sfax Nord	58	165	59	
Aguereb	36	130	46	
Kerkena	45	130	49	
El Hamma	52	134	46	
Choutrana 1	53	168	111	
Kelibia	54	171	79	
SE3 Hammamet	42	148	67	
Tabarka	43	127	91	
Enfidha Hergla	48	199	113	
El Frina	40	207	159	
Jemmal	58	166	85	
Ksour Essef	45	167	86	
Mahres	53	140	124	
Tozeur	51	168	98	
Sidi Bou Ali	63	181	53	
Cotière NORD	69	213	108	
Sud Meliane1	76	198	150	
Kef	75	221	126	
Siliana	64	186	79	
Souihel	109	244	66	
Zarzis ville	61	145	100	
Sfax Sud	105	242	124	
Gabes	66	182	137	

	DBO5 (mg/l)	DCO (mg/l)	MES (mg/l)	TYPOLOGIE
NORMES	30	125	30	
Oueslatia	35	108	25	
Jedaida	53	89	34	
Bouargoub	36	106	59	
AFH Mrezga	37	110	37	
Boumerdes	35	97	46	
Lella Mariam	32	100	45	
Douz	34	108	56	
Sud Meliane2	41	110	81	
Tataouine	31	89	68	
Kalaat Andalous	53	151	33	
Aousja	46	126	54	
Fernena	51	163	48	
Gaafour	41	137	39	
Teboursouk	43	133	52	
Medenine	33	127	41	
Sfax Nord	58	165	59	
Aguereb	36	130	46	
Kerkena	45	130	49	
El Hamma	52	134	46	
Choutrana 1	53	168	111	
Kelibia	54	171	79	
SE3 Hammamet	42	148	67	
Tabarka	43	127	91	
Enfidha Hergla	48	199	113	
El Frina	40	207	159	
Jemmal	58	166	85	
Ksour Essef	45	167	86	
Mahres	53	140	124	
Tozeur	51	168	98	
Sidi Bou Ali	63	181	53	
Cotière NORD	69	213	108	
Sud Meliane1	76	198	150	
Kef	75	221	126	
Siliana	64	186	79	
Souihel	109	244	66	
Zarzis ville	61	145	100	
Sfax Sud	105	242	124	
Gabes	66	182	137	
Hajeb el ayoun	127	1 076	31	
Testour	194	559	49	
Ben Arous Grappée	111	329	252	
Menzel Bourguiba	98	290	92	
Mateur	112	309	102	
Soliman II	131	313	173	
Mrissa	262	852	273	
Khanguet El Hajjaj	88	325	116	
Boussalem	103	323	123	
Hammem Zriba	114	296	146	
Beja	94	299	195	
Sousse Sud	122	299	131	
Sousse Nord 2	211	729	208	
Sousse Nord 1	94	257	69	
Sayada	231	620	395	
Moknine	162	500	234	
Mahdia	140	378	251	
El Jem	132	471	242	
Sidi Bouzid	130	363	218	
Jelma	86	255	135	
Kasserine	119	287	147	
Sbeitla	88	293	125	
Bouhajla	247	1 132	73	
Gafsa	194	411	164	
Metlaoui	117	282	125	
Houmt Souk	138	421	161	
Sidi Mehrez	96	681	131	
Nefta	123	336	192	