

Projet « CREM »
Coordination Régionale pour une Gestion Durable
des Ressources en Eaux au Maghreb
(GIZ / OSS)

**ETAT DES LIEUX DES CONNAISSANCES DU SECTEUR DE L'EAU EN
TUNISIE
(REVUE DE LA VISION ET DES STRATÉGIES)**



RAPPORT FINAL

Janvier 2017

Sommaire

1. -	NOTE DE SYNTHÈSE	1
1.1-	INTRODUCTION.....	2
1.1.1-	<i>Cadre de la consultation actuelle</i>	2
1.1.2-	<i>Le projet CREM et ses bénéficiaires</i>	2
1.1.3-	<i>Les axes du projet CREM et leurs indicateurs</i>	3
1.1.4-	<i>Les partenaires du projet CREM</i>	4
1.1.5-	<i>Méthodologie adoptée</i>	5
1.1.6-	<i>Objectifs du rapport</i>	6
1.2-	APERÇU SUR LE SECTEUR DE L'EAU EN TUNISIE.....	7
1.3-	REVUE BIBLIOGRAPHIE DES INDICATEURS DE LA GIRE EN TUNISIE.....	9
1.3.1-	<i>Gestion durable des ressources en eau en Tunisie (OTEDD, 2009)</i>	10
1.3.2-	<i>Revue régionale des stratégies et/ou des plans nationaux liés à l'eau (SWIM-SM 2014)</i>	12
1.3.3-	<i>Atelier technique sur les indicateurs de gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) (Plan Bleu, 2014)</i>	13
1.3.4-	<i>Tunisia 2012 state of the water report (MEWINA 2014)²</i>	15
1.3.5-	<i>Système d'information sur le développement durable</i>	15
1.3.6-	<i>GIRE : Gouvernance, mécanismes et renforcement des capacités</i>	16
1.3.7-	<i>Etat actuel des indicateurs de la GIRE en Tunisie</i>	28
1.3.8-	<i>Conclusions sur l'état de la GIRE</i>	28
2. -	LES EAUX DE SURFACE	30
2.1-	CONTEXTE GENERAL DES RESSOURCES EN EAUX.....	31
2.1.1-	<i>Potentiel des Ressources en eaux</i>	31
2.1.2-	<i>Évaluation et suivi de la ressource</i>	35
2.2-	ÉTAT DES CONNAISSANCES DES EAUX DE SURFACE.....	39
2.2.1-	<i>Mobilisation des eaux de surface</i>	40
2.2.2-	<i>Gestion de l'infrastructure hydraulique</i>	46
2.2.3-	<i>Gestion des Risques climatiques</i>	47
2.3-	PRINCIPAUX AXES D'AMÉLIORATION DE L'ÉTAT DES CONNAISSANCES.....	52
2.3.1-	<i>La mobilisation</i>	52
2.3.2-	<i>Les barrages</i>	53
2.3.3-	<i>La gestion inter-barrages et transfert des eaux de surface</i>	55
2.3.4-	<i>Les barrages et lacs collinaires</i>	57
2.3.5-	<i>Sécheresses et crues</i>	58
2.4-	VALORISATION DE LA RESSOURCE.....	59
2.4.1-	<i>Investissement dans la mobilisation et la protection des ressources</i>	59
2.4.2-	<i>Protection de la ressource</i>	61
2.4.3-	<i>Utilisation de la ressource et satisfaction des besoins</i>	64
3. -	LES EAUX SOUTERRAINES	70
3.1-	LES NAPPES PHRÉATIQUES.....	71
3.1.1-	<i>Contexte général des nappes phréatiques</i>	71
3.1.2-	<i>Etat des connaissances des nappes phréatiques</i>	71
3.1.3-	<i>Principaux axes d'amélioration de l'état des connaissances</i>	78
3.2-	NAPPES PROFONDES.....	79
3.2.1-	<i>Contexte général des nappes profondes</i>	79
3.2.2-	<i>Etat des connaissances des nappes profondes</i>	80
3.2.3-	<i>Principaux axes de l'amélioration de l'état des connaissances</i>	87
3.3-	VALORISATION DES EAUX SOUTERRAINES.....	88

4. -	LES EAUX NON CONVENTIONNELLES	90
4.1 -	CONTEXTE GENERAL DES EAUX NON CONVENTIONNELLES	91
4.1.1 -	<i>Les eaux usées traitées (EUT)</i>	91
4.1.2 -	<i>Eau de dessalement</i>	96
4.2 -	ETAT DES CONNAISSANCES DES EAUX NON CONVENTIONNELLES.....	96
4.2.1 -	<i>Contrôle de la qualité de l'eau</i>	96
4.2.2 -	<i>Organisation institutionnelle</i>	99
4.3 -	PRINCIPAUX AXES D'AMELIORATION DE L'ETAT DES CONNAISSANCES.....	101
4.3.1 -	<i>Insuffisances</i>	101
4.3.2 -	<i>Recommandations</i>	103
5. -	LE SECTEUR IRRIGUE	106
5.1 -	CONTEXTE GENERAL DE L'AGRICULTURE IRRIGUEE	107
5.2 -	ETAT DES CONNAISSANCES DE L'AGRICULTURE IRRIGUEE	108
5.2.1 -	<i>Les périmètres irrigués - Caractérisation</i>	108
5.2.2 -	<i>Les systèmes d'information de l'agriculture irriguée</i>	113
5.2.3 -	<i>Les contraintes du secteur irrigué</i>	114
5.3 -	PRINCIPAUX AXES D'AMELIORATION DE L'ETAT DES CONNAISSANCES.....	116
6. -	EAU ET ENVIRONNEMENT	122
6.1 -	ENVIRONNEMENT	123
6.1.1 -	<i>Contexte général de la pollution hydrique</i>	123
6.1.2 -	<i>Etat des connaissances de la pollution hydrique</i>	123
6.2 -	EAU POTABLE ET ASSAINISSEMENT	137
6.2.1 -	<i>Contexte général du secteur de l'eau potable et de l'assainissement</i>	137
6.2.2 -	<i>Etat des connaissances du secteur « eau potable et assainissement »</i>	141
6.3 -	PRINCIPAUX AXES D'AMELIORATION DE L'ETAT DES CONNAISSANCES.....	151
7. -	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	153
	ANNEXE 1 : LISTE DES INDICATEURS GIRE	155
	ANNEXE 5.1 - LES INDICATEURS DE SUIVI-EVALUATION ET DES PERFORMANCES DU SECTEUR IRRIGUE 180	
	ANNEXE 5.2 – EVOLUTION DES TARIFS DE L'EAU EN IRRIGATION.....	181

Liste des illustrations

<i>TABLEAU N° 1</i> : DEMARCHE VERS LA DURABILITE DES RESSOURCES EN EAU (EXTRAIT DE L'OTEDD, 2009)	11
<i>TABLEAU N° 2</i> : VALEURS DES 19 INDICATEURS EN TUNISIE (EN 2012)	14
<i>TABLEAU N° 3</i> : INDICATEURS RELATIFS AUX RESSOURCES EN EAU (ETUDE SMDD).....	16
<i>TABLEAU N° 4</i> : CARACTERISTIQUES STATISTIQUES DE L'APPORT ANNUEL MOYEN (10 ⁶ M ³).....	32
<i>TABLEAU N° 5</i> : REPARTITION REGIONALE DES STATIONS METROLOGIQUES.....	35
<i>TABLEAU N° 6</i> : APPORTS D'EAU DURANT LA PERIODE 1993-1994 A 2013-14 (EN MILLION DE M3)...	36
<i>TABLEAU N° 7</i> : PREVISIONS DE LA MOBILISATION DES EAUX DE SURFACE (EN MILLION DE M³)	40
<i>TABLEAU N° 8</i> : LES PERIMETRES D'EPANDAGE EN TUNISIE	44
<i>TABLEAU N° 9</i> : CHANGEMENT PROJETE DE LA MOYENNE DE LA TEMPERATURE DE L'AIR A LA SURFACE DU GLOBE	50
<i>TABLEAU N° 10</i> : CARACTERISTIQUES DES BARRAGES PLANIFIES ET EN EXPLOITATION (SOURCE : LES AUTEURS, SUR LA BASE DES DONNEES DE LA BGTH).....	54
<i>TABLEAU N° 11</i> : RENDEMENT DE L'INVESTISSEMENT HYDRAULIQUE	60
<i>TABLEAU N° 12</i> : PART BUDGETAIRE DES SOUS PROGRAMMES DANS LE BUDGET TOTAL DU PROGRAMME EAU DU MARH	60
<i>TABLEAU N° 13</i> : FINANCEMENT DU DEVELOPPEMENT DES RESSOURCES EAU PAR LES RESSOURCES PROPRES DU PAYS ET LES FINANCEMENTS EXTERIEURS.....	61
<i>TABLEAU N° 14</i> : PRELEVEMENTS DE LA SONEDE POUR L'EAU POTABLE.....	64
<i>TABLEAU N° 15</i> : PRIX PAYES PAR LES AGRICULTEURS DANS LE PPI.....	68
<i>TABLEAU N° 16</i> : ETAT D'EXPLOITATION DES NAPPES.....	71
<i>TABLEAU N° 17</i> : BILANS DES NAPPES PHREATIQUES.....	72
<i>TABLEAU N° 18</i> : NAPPES PHREATIQUES – EVOLUTION DES RESSOURCES/PRELEVEMENTS 1980-2010	74
<i>TABLEAU N° 19</i> : NAPPES PHREATIQUES - EVOLUTION DE L'EFFECTIF DES PUIITS 1985-2010.....	75
<i>TABLEAU N° 20</i> : DETERMINATION DES TAUX DE PRELEVEMENT DANS LES PUIITS SUIVANT LES REGIONS	75
<i>TABLEAU N° 21</i> : REPARTITION DES RESSOURCES PHREATIQUES SUIVANT LA SALINITE	76
<i>TABLEAU N° 22</i> : RESEAU DE SUIVI PIEZOMETRIQUE DES NAPPES PHREATIQUES :	77
<i>TABLEAU N° 23</i> : PERTES EN RESSOURCES EN EAU COTIERES SUITE A UNE EANM A L'HORIZON 2050 .	77
<i>TABLEAU N° 24</i> : REPARTITION DES NAPPES PROFONDES ET DE LEURS RESSOURCES DGRE 2013....	80
<i>TABLEAU N° 25</i> : EVOLUTION DE L'EXPLOITATION DES NAPPES PROFONDES DELA TUNISIE EN MM ³ /AN - 2003-2012.....	81
<i>TABLEAU N° 26</i> : REPARTITION PAR GOUVERNORATS DES RESSOURCES ET DE LEUR EXPLOITATION :	83

TABLEAU N° 27 : RESEAU DE SUIVI PIEZOMETRIQUE DES NAPPES PROFONDES :	84
TABLEAU N° 28 : MOYENNES REGIONALES DES PRELEVEMENTS DANS LES FORAGES	85
TABLEAU N° 29 : EVOLUTION DES EUT.....	92
TABLEAU N° 30 : LES INDICATEURS DE PERFORMANCE DU SYSTEME D'ASSAINISSEMENT DE L'ONAS.	92
TABLEAU N° 31 : PROCEDES DE TRAITEMENT SECONDAIRE	93
TABLEAU N° 32 : TABLEAU DES ANALYSESDES EUT ARRIVANT AUX PPI/EUT-2010	94
TABLEAU N° 33 : STATIONS A REHABILITER	95
TABLEAU N° 34 : CAPACITE DE DESSALEMENT INSTALLEE.....	96
TABLEAU N° 35 : DMI MOYENNES DES AGENTS PATHOGENES DANS LES EAUX USEES (CAUCHI ET AL., 1996, DANS BAUMONT ET AL, 2004. DEGLIN, 2002)	96
TABLEAU N° 36 : PARAMETRES ET LA FREQUENCE DES ANALYSES NECESSAIRES POUR LA SURVEILLANCE DE LA QUALITE DES EAUX USEES TRAITEES	97
TABLEAU N° 37 : PI SELON L'ORIGINE DE LA SOURCE D'EAU.....	112
TABLEAU N° 38 : TABLEAU RECAPITULATIF DU RS ET DES NO ₃ – CAMPAGNE 2004.....	124
TABLEAU N° 39 : SALINITE DES EAUX DE SURFACE.....	125
TABLEAU N° 40 : RECAPITULATIF DES RESULTATS DE L'INVENTAIRE DES SOURCES DE POLLUTION DES RESSOURCES HYDRIQUES.....	127
TABLEAU N° 41 : CHIFFRES CLES DANS LE SECTEUR D'ASSAINISSEMENT (SOURCE : ONAS).....	129
TABLEAU N° 42 : POPULATION RURALE DESSERVIE	140
TABLEAU N° 43 : EVALUATION DE LA PRODUCTION ET DE LA CONSOMMATION D'EAU POTABLE.	141
TABLEAU N° 44 : REPARTITION DU TAUX DE BRANCHEMENT EN EAU POTABLE (SOURCE : LE RECENSEMENT GENERAL DE LA POPULATION ET DE L'HABITAT 2014)	142
TABLEAU N° 45 : CHIFFRES CLES DANS LE SECTEUR D'EAU POTABLE (SOURCE : SONEDE).....	144
TABLEAU N° 46 : EVOLUTION DES PRELEVEMENTS ET DES ANALYSES BACTERIOLOGIQUES	145
TABLEAU N° 47 : ANALYSES BACTERIOLOGIQUES (2011-2013)	146
TABLEAU N° 48 : STATION DE DESSALEMENT DES EAUX SAUMATRES	147
TABLEAU N° 49 : CHIFFRES CLES DANS LE SECTEUR D'ASSAINISSEMENT (SOURCE : ONAS).....	150

Liste des figures

FIGURE N° 1:	BILAN NATUREL GLOBAL ET AFFECTATION (ITES 2011)	31
FIGURE N° 2:	REPARTITION DES RESSOURCE EN EAU DE SURFACE SELON LE DEGRE DE SALINITE	33
FIGURE N° 3:	RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE LA TUNISIE.	36
FIGURE N° 4:	EXCEDENT ET DEFICIT DANS LES APPORTS DANS LES GRANDES REGIONS NATURELLES	37
FIGURE N° 5:	CARTE DES BARRAGES DE LA TUNISIE	41
FIGURE N° 6:	INTERCONNEXION DES BARRAGES ET SYSTEME DE TRANSFERT.....	46
FIGURE N° 7:	EVOLUTION DES TEMPERATURES ET DES PRECIPITATIONS MOYENNES ENTRE 1986-2005 A 2081-2100 (IPCC, 2013)	51
FIGURE N° 8:	EVOLUTION DES APPORTS AUX BARRAGES 1984-2013	55
FIGURE N° 9:	HISTORIQUE DE L'EXPLOITATION DU BARRAGE BARBARA	56
FIGURE N° 10:	HISTORIQUE DE L'EXPLOITATION DU BARRAGE SIDI BARRAK	56
FIGURE N° 11:	EVOLUTION DES INVESTISSEMENTS HYDRAULIQUES ET AGRICOLES	59
FIGURE N° 12:	EVOLUTION DU PRIX MOYEN ET DU COUT DE REVIENT DU M3 D'EAU POTABLE ..	65
FIGURE N° 13:	EVOLUTION DE LA VALEUR AJOUTEE AGRICOLE, DGEDA	66
FIGURE N° 14:	EVOLUTION DES TARIFS ET COUTS DE REVIENT DE L'EAU D'IRRIGATION. DGGREE	68
FIGURE N° 15:	NAPPES PHREATIQUES – EVOLUTION DES RESSOURCES/PRELEVEMENTS 1980-2010	74
FIGURE N° 16:	NOMBRE DE PUIITS EQUIPES	75
FIGURE N° 17:	EVOLUTION DE L'EXPLOITATION DES NAPPES PROFONDES EN TUNISIE (2003 - 2013)	81
FIGURE N° 18:	SOURCES DE POLLUTION INVENTORIEES EN 1994 ET EN 2004 PAR GOUVERNORAT.	126
FIGURE N° 19:	PROJECTION DE LA TEMPERATURE MOYENNE ANNUELLE DANS LA PERIODE 2030 - 2050	135
FIGURE N° 20:	BAISSES DES PRECIPITATIONS MOYENNES ANNUELLES (%) ENTRE 2030 ET 2050	135
FIGURE N° 21:	MENAGES SELON L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE	139
FIGURE N° 22:	TARIFS DE L'EAU POTABLE 2014.....	139
FIGURE N° 23:	TAUX DE DESERTE DE L'AEP AU MILIEU RURAL EN 2014	140
FIGURE N° 24:	EVOLUTION DE LA CONSOMMATION SPECIFIQUE JOURNALIERE D'EAU POTABLE	142
FIGURE N° 25:	TAUX DES LOGEMENTS RACCORDES AU RESEAU D'ASSAINISSEMENT (%), (SOURCE : LE RECENSEMENT GENERAL DE LA POPULATION ET DE L'HABITAT 2014).....	148
FIGURE N° 26:	RESEAU D'ASSAINISSEMENT EN MILIEU COMMUNAL PAR GOUVERNORAT EN 2014 (SOURCE : LE RECENSEMENT GENERAL DE LA POPULATION ET DE L'HABITAT 2014)	149

Liste des acronymes

ANPE :	Agence nationale de Protection de l'Environnement
APIA	Agence de Promotion des Investissements Agricoles
AVFA	Agence de Vulgarisation et de Formation Agricole
BPEH :	Bureau de Planification et des Equilibres Hydrauliques
BGR :	Federal Institute for Geosciences and Natural Resources
BMZ	Ministère Fédéral Allemand de la Coopération Economique et du Développement
CITET:	Centre International des Technologies de l'Environnement de Tunis
CRDA :	Commissariat Régional au Développement Agricole
CREM	Coordination Régionale pour la Gestion Durable des Ressources en Eau au Maghreb
DEDA :	Direction des Etudes et du Développement Agricole
DGACTA :	Direction Générale de l'Aménagement et de la Conservation des Terres Agricoles
DGFIOP	Direction Générale des Financement et des Organisations Professionnelles
DGGREE :	Direction Générale du Génie Rural et d'Exploitation des Eaux
DGEQV	Direction Générale de l'Environnement et de la Qualité de vie
DGPA :	Direction Générale de la Production Agricole
DGRE	Direction Générale des Ressources en Eau
DHMPE :	Direction de l'Hygiène, du Milieu et de la Protection de l'Environnement
DPH	Domaine Public Hydraulique
EUT	Eaux Usées Traitées
GDA	Groupement de Développement Agricole
GIRE :	Gestion Intégrée des Ressources en eau
GIZ	Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
INM	Institut National de la Météorologie
INRGREF :	Institut National de Recherche en Génie Rural, Eaux et Forêts
INS	Institut National des Statistiques
MARH :	Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques
MEDD:	Ministère de l'Environnement et du Développement Durable
ONAS :	Office National de l'Assainissement

OSS	Observatoire du Sahara et du Sahel
OTEDD	Observatoire Tunisien de l'Environnement et du Développement Durable
PPI	Périmètre Public Irrigué
REUT	Réutilisation des Eaux Usées Traitées
SECADENORD	Société d'Exploitation du Canal et des Adductions des Eaux du Nord
SINEAU	Système d'Information National sur l'EAU
SONEDE	Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux
STEP :	STation d'EPuration
SWIM	Sustainable Water Integrated Management
SYGREAU	SYstème de Gestion des Ressources en EAU
UMA	Union du Maghreb Arabe

1. - NOTE DE SYNTHÈSE

1.1 - Introduction

Le déclenchement de la crise alimentaire mondiale a touché de plein fouet les pays du Maghreb. Ainsi, les politiques axées sur l'offre de l'eau sont en train d'atteindre leurs limites physiques, sociales, économiques et environnementales, posant de graves risques sur le moyen et le long terme.

La rareté aiguë des ressources en eau, surtout celles de bonne qualité, est une des caractéristiques majeures du climat semi-aride de ces pays. En effet, au cours des dernières décennies, le Maroc, l'Algérie et la Tunisie ont enregistré les sécheresses les plus critiques de leur histoire, avec toutes les conséquences néfastes connues, telle la réduction des allocations d'eaux potable, agricole et industrielle. Cela a eu des conséquences sur le développement socio-économique des trois pays.

Pour les années à venir, l'eau représentera le grand défi au Maghreb car la région est confrontée à la fois aux contraintes naturelles typiques des zones arides limitant l'offre en eau dans un contexte d'une demande croissante de la population aussi bien hydrique qu'alimentaire.

Cette situation de l'eau dans la région a longtemps été soumise à de fortes pressions liées aux politiques publiques, aux transformations démographiques et économiques, et plus récemment, aux changements climatiques puisqu'on relève une augmentation des périodes de sécheresse avec des taux d'évaporation de plus en plus élevés. De ce fait, à la compétition pour l'accès à la ressource eau s'ajoute une compétition économique, de plus en plus difficile entre les différents secteurs de production et où le secteur agricole se voit attribuer la primauté imposant différents conflits d'usages. Dans ce contexte, fortement marqué par une pénurie structurelle des ressources en eau, les Etats des trois pays doivent s'entraider dans le but de réduire, chacun de son côté, leurs difficultés dans la gestion des ressources en eau.

1.1.1 - Cadre de la consultation actuelle

L'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS) a initié une idée de projet sur la gestion durable des ressources en eau dans le Maghreb en soumettant une demande de financement auprès du Gouvernement de la République Fédérale d'Allemagne. Le Ministère Fédéral Allemand de la Coopération Economique et du Développement (BMZ), a chargé la GIZ de l'exécution de la mission de l'appui technique pour ce nouveau projet CREM (Coordination Régionale pour la Gestion Durable des Ressources en Eau au Maghreb).

Le projet proposé par l'OSS constitue une contribution aux réflexions en cours au niveau des pays et de l'Union du Maghreb Arabe (UMA) pour la mise en place d'une stratégie régionale de gestion des ressources naturelles particulièrement l'eau. Ce projet se limite pour l'instant aux trois pays, l'Algérie, le Maroc et la Tunisie.

1.1.2 - Le projet CREM et ses bénéficiaires

Le projet CREM a pour objectif global : les institutions partenaires des trois pays (Maroc, Algérie, Tunisie) ont accès à des solutions fiables et partagées pour une gestion durable des ressources en eau au Maghreb et ont échangé les bonnes pratiques pour cela pour que les capacités des institutions en charge de la gestion durable des ressources en eau au Maghreb soient renforcées.

En réalité, le projet CREM véhicule l'idée que la gestion des connaissances et du savoir pourrait être un vecteur de coopération régionale au Maghreb pour une gestion durable des ressources en eau. Cette gestion va permettre l'échange d'information, entre les trois pays dans le domaine de l'eau à travers des mécanismes d'échange de bonnes pratiques entre les différentes institutions concernées de l'eau de ces trois pays. Ces mécanismes d'échange seront mis en place par les partenaires eux-mêmes et seront alimentés avec les documents nécessaires. Des systèmes de gestion d'information seront développés ainsi que des plans d'action incluant des scénarios statuant des formats d'échange et d'apprentissage.

Pour ce faire, le projet s'articule autour de plusieurs axes dont les principaux sont la clarification des concepts de bonnes pratiques et de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE), une réflexion sur les modes d'échange de bonnes pratiques, la création d'un réseau de partenariat et le renforcement de capacités. Les principaux défis à cet égard impliquent le partage des modèles de bonnes pratiques et solutions éprouvées, ainsi que les leçons apprises pour la mise en œuvre de leviers de transformation dans le domaine de l'eau dans la région. Il est donc devenu nécessaire pour les trois pays de forger des partenariats pour le développement qui vont au-delà de l'unilatéral transfert de connaissances et de finances. Car le défi clé est de faire prendre conscience de l'importance d'échanges d'expériences et d'information dans le processus d'apprentissage mutuel entre les acteurs de l'eau des trois pays.

Les principaux bénéfices du projet CREM sont :

- chacun des trois pays bénéficie, dans le secteur de l'eau, des bonnes expériences et pratiques des deux autres ;
- des mécanismes d'échange systématiques sont ratifiés par les trois pays dans le cadre d'une gestion durable des ressources en eau ;
- un début d'initiatives pour une meilleure coopération, sous tutelle maghrébine, d'échanges et de partages.

1.1.3 - Les axes du projet CREM et leurs indicateurs

Les axes du projet CREM ont été arrêtés et répartis entre les trois parties concernées OSS, GIZ, et BGR. Ces axes de travail ont été examinés au cours d'un atelier régional de restitution tenu le 22 mai 2013 à Tunis, avec la participation des représentants de trois pays concernés, de l'UMA, de l'OSS, de la GIZ et le BGR. Il a été convenu que le projet CREM comporte 3 axes :

1.1.3.1 - Etat des lieux sur la mise en œuvre de la GIRE dans la région

Cet état des lieux sur la mise en œuvre de la GIRE se fera comme suit :

1. Analyse institutionnelle, administrative et technique dans les pays sur les politiques de GIRE ;
2. Inventaire des systèmes d'information et de gestion disponibles (administrations, entreprises, etc.) et inventaires des études récentes liées à la mise en œuvre de la GIRE ;
3. Analyse de l'état actuel et élaboration d'un catalogue de solutions ;
4. Inventaire des bonnes pratiques existant dans chaque pays.

Indicateur de suivi de l'axe 1 : *Les institutions partenaires dans les trois pays mettent à disposition des informations et documents pour une nouvelle base de données eau les concernant (au moins 10 fichiers/documents par pays).*

1.1.3.2 - Développement de systèmes d'Information et de mécanismes d'échanges

Il s'agit de développer un système d'information adapté aux besoins des 3 pays et d'élaborer des mécanismes d'échange des bonnes pratiques dans le domaine de l'eau

1. Construction et développement d'un système d'information adapté aux besoins (bonnes pratiques, expériences techniques, montages institutionnels ou de gestion) ;
2. Réflexion sur la mise en place d'un mécanisme de pérennisation du système d'information proposé.

Indicateur de suivi de l'axe 2 : *Des mécanismes d'échange entre les pays partenaires ont permis de développer des plans d'actions pour une planification efficace dans une approche de gestion intégrée des ressources en eau (1 plan d'action par pays).*

1.1.3.3 - Préparation d'études approfondies

1. Evaluation des besoins stratégiques pour la poursuite de la mise en œuvre de la GIRE ;
2. Préparation d'un catalogue d'études approfondies à mener ;
3. Choix d'une étude pilote à mener dans le cadre maghrébin lors de manifestations internationales ;

Indicateur de suivi de l'axe 3 : *les résultats des études approfondies pour le développement des stratégies dans le secteur de l'eau ont été présentés aux décideurs dans le but de garantir l'application des mesures issues de ces résultats.*

1.1.4 - Les partenaires du projet CREM

- Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS)
- Union du Maghreb Arabe (UMA)
- BGR et GIZ

1.1.4.1 - Partenaires TUNISIE

- BPEH, DGRE, DGGRE, DGBGTH, DGF, INRGREF (Ministère de l'Agriculture)
- DGQV et ANPE du Secrétariat de l'Environnement
- DHMPE du Ministère de la Santé

1.1.4.2 - Partenaires ALGERIE

- Ministère des Ressources en Eau et de l'Environnement
- Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH),
- Direction des Études et des Aménagements Hydrauliques (DEAH)
- Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et de la Ville (MATEV)
- Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural

1.1.4.3 - Partenaires MAROC

- Département de l'agriculture du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime (MAPM),
- Département de l'eau du Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement (MEMEE),

- Haut-Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification
- Centre National de la Recherche Forestière.

1.1.5 - Méthodologie adoptée

La méthodologie adoptée se base sur une approche de travail collaboratif. Ce type de travail a été choisi afin de profiter de la grande expérience diversifiée des différents Experts de l'équipe dans le domaine de l'eau. Ceci incitera à exprimer au maximum le savoir des Experts sans les confiner dans des tâches classiques selon des canevas de contributions prédéfinies et rigides.

La notion de travail collaboratif (Peer production en anglais) désigne un travail qui n'est plus fondé sur l'organisation hiérarchisée traditionnelle, et plus spécifiquement un nouveau mode de travail où collaborent de nombreuses personnes grâce aux technologies de l'information et de la communication.

Les outils informatiques nouveaux permettent de maximiser la créativité et l'efficacité d'un groupe associé à un projet d'envergure même si les Experts du groupe sont très dispersés dans l'espace et le temps.

Le travail collaboratif se fait en collaboration du début à la fin sans division fixe des tâches. Il associe trois modalités d'organisation :

- il propose à tous et chacun, dans le projet, de s'inscrire dans un principe d'amélioration continue de chaque tâche et de l'ensemble du projet,
- il organise le travail en séquences de tâches parallèles (permettant un travail plus asynchrone),
- il fournit aux acteurs de chacune des tâches une information utile et facilement exploitable sur les autres tâches parallèles et sur l'environnement de la réalisation.

Evidemment avant d'arriver à ce type d'organisation de travail collaboratif, le groupe d'Expert doit passer par une étape de travail Coopératif.

Le travail coopératif est une coopération entre plusieurs personnes qui interagissent dans un but commun mais se partagent les tâches.

Ainsi, la mission se déroulera selon la chronologie suivante :

- Réunion de démarrage avec le comité de suivi de l'étude afin d'exposer la méthodologie du bureau et de discuter les points qui restent à éclaircir.
- Un travail coopératif pour produire le rapport intermédiaire. Chaque Expert élabore une note thématique correspondant à son domaine d'expertise.
- Le rapport intermédiaire permettra de déclencher les discussions et les échanges au niveau de l'équipe interne et avec les différentes parties prenantes du projet.
- Les discussions et les échanges fixeront les orientations et les recommandations appropriées pour finaliser le travail. Le travail collaboratif définira les principes pour associer les capacités de création et pour obtenir potentiellement ce qu'il y a de mieux avec les ressources disponibles dans le groupe des Experts.
- Tenir des réunions de brainstorming et remettre le rapport provisoire
- Réunion de restitution des résultats après remise du rapport provisoire
- Prise en compte des commentaires et remise du rapport définitif.
- Réunion de validation du rapport définitif.
- Restitution au grand public des résultats de l'étude.

Outre l'expertise de l'équipe, les documents cités dans les références bibliographiques ont été utilisés pour caractériser l'état des connaissances du secteur.

La mission développera trois composantes essentielles :

- Le contexte global du secteur de l'eau et le contexte spécifique des sous-secteurs, en évoquant essentiellement la gouvernance du secteur et des sous-secteurs (notamment ses quatre principes fondamentaux : la responsabilité, la transparence, l'état de droit et la participation), en rappelant l'état de planification, les systèmes d'information, les mécanismes de coordination et les capacités humaines des institutions.
- L'état des connaissances, en se référant aux indicateurs établis, les méthodes utilisées, la fiabilité des chiffres et par conséquent la signification réelle de ces indicateurs. Une analyse SWOT est à établir pour caractériser l'état des connaissances du secteur de l'eau à travers les différents indicateurs.
- Passer en revue les principaux axes d'amélioration de l'état des connaissances afin de mettre en correspondance les possibilités de compléter/ajuster/adapter les stratégies établies avec un système plus fiable de connaissances : faut-il renforcer certaines connaissances pour ajuster les stratégies en cours ? Comment peut-on atteindre une meilleure connaissance de certains aspects du secteur de l'eau ? Quelles connaissances supplémentaires faut-il compléter pour avoir une vision claire du secteur et définir une stratégie mieux adaptée ? Quelles sont les leçons apprises au niveau régional qui peuvent servir à l'amélioration des connaissances au niveau national ?

1.1.6 - Objectifs du rapport

Ce rapport final, élaboré suite aux commentaires de la GIZ et de l'OSS portant sur le rapport provisoire, est organisé en six chapitres :

- i. Une note de synthèse, résumant le contexte de l'étude, la méthodologie suivie, le contexte du secteur de l'eau et l'état des connaissances en termes de gestion intégrée des ressources en eau.
- ii. Une note relative aux eaux de surface : contexte du sous-secteur, état des connaissances avec les principaux axes d'amélioration et la valorisation de la ressource.
- iii. Une note relative aux eaux souterraines : contexte du sous-secteur, état des connaissances avec les principaux axes d'amélioration et la valorisation de la ressource.
- iv. Une note relative aux eaux non conventionnelles : contexte du sous-secteur, état des connaissances et les principaux axes d'amélioration.
- v. Une note relative à l'agriculture irriguée : contexte du sous-secteur, état des connaissances et les principaux axes d'amélioration.
- vi. Une note relative à l'eau et environnement (pollution hydrique, eau potable et assainissement) : contexte du sous-secteur, état des connaissances et les principaux axes d'amélioration.

En plus de l'annexe I résumant l'ensemble des indicateurs relatifs au secteur de l'eau

La logique de présentation du rapport est basée sur :

- Une vision globale avec le chapitre GIRE et une vision sectorielle avec les cinq thèmes les plus importants et partiellement indépendants.
- Les trois premiers thèmes caractérisent l'offre (eaux de surface, eaux souterraines et eaux non conventionnelles) et les deux derniers thèmes caractérisent la demande (agriculture irriguée, eau potable et écologie).

- Les thèmes horizontaux sont traités au niveau des thèmes sectoriels (changements climatiques et environnement), mais aussi traités à part dans le dernier chapitre.
- D'autres thèmes importants sont à signaler et qui peuvent être mieux développés dans ce rapport : eau et aménagement du territoire, eau et énergie, eau virtuelle, politique d'incitation, réforme agraire,...etc.

1.2 - Aperçu sur le secteur de l'Eau en Tunisie

La Tunisie fait partie des pays pauvres en eau avec moins de 500 m³ par tête d'habitant et par an de ressources en eau renouvelables. L'agriculture d'irrigation détient une part d'environ 80% de la consommation totale en eau de la Tunisie. L'effort considérable de mobilisation des ressources en eau, au moyen de l'aménagement d'un système de barrages et de canaux de transfert, a joué un rôle déterminant dans la maîtrise et l'atténuation des impacts économiques et sociaux des sécheresses qu'a connues le pays, particulièrement durant les quinze dernières années.

Malheureusement, cet effort a atteint ses limites tant aux plans physique qu'économique. Les ressources qui restent à mobiliser sont les moins accessibles et les moins rentables. Les efforts à mener au cours des prochaines décennies doivent se focaliser sur une gestion plus efficace d'une ressource qui devient de plus en plus rare. Cette gestion doit privilégier la demande plutôt que l'offre.

Moins consommatrice d'eau, l'alimentation en eau potable de la population, est assez exigeante du point de vue qualité et devra rester incompressible même durant les sécheresses les plus sévères. En milieu rural, la politique de généralisation de la desserte d'une eau de qualité reste l'un des défis majeurs de la Tunisie pour la prochaine décennie. D'un autre côté, les secteurs touristiques et industriels qui constituent les bases de l'économie du pays ne doivent pas subir des handicaps dus au déséquilibre entre l'offre et la demande en eau.

Conscients des défis futurs de la Tunisie dans le secteur eau, les décideurs tunisiens ont adopté la gestion intégrée des Ressources en Eau (GIRE) comme système de gestion et d'en mesurer les progrès pour :

- l'atteinte des objectifs du millénaire pour le développement au niveau des indicateurs de la préservation de l'environnement et l'accès à l'approvisionnement en eau potable et aux services d'assainissement de base ;
- l'accomplissement de la vision africaine 2025 : usage et gestion équitables et durables de l'eau pour l'allègement de la pauvreté, le développement socioéconomique, la coopération régionale et l'environnement.

Les objectifs poursuivis par cette politique de l'eau en Tunisie tentent :

- d'assurer une adéquation entre la limite de l'offre et l'accroissement de la demande ;
- d'identifier et à réduire les déséquilibres entre les différentes régions du pays ;
- d'assurer la sécurité alimentaire du pays en limitant les importations des denrées alimentaires et en encourageant les produits agricoles à valeurs ajoutées destinés à l'exportation.

La Tunisie a fait le choix d'une gestion durable des ressources en eau, d'une fourniture saine de l'eau et de son assainissement. Cette gestion devrait englober toutes les dimensions: technique, économique, financière, sociale, culturelle, institutionnelle et environnementale.

Le pays évolue donc lentement vers une gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) tenant compte de l'ensemble du système hydrologique de surface, souterrain, non conventionnel, et cela à toutes les échelles (locale, régionale, nationale et internationale), et aussi pour les différents secteurs (eau potable, agriculture, tourisme, industrie, ..).

Cette approche GIRE prévoit une participation équilibrée entre l'Etat et les usagers (administrations, privés, enseignants, chercheurs, société civile, ..) tout en tenant compte des aspects socio-économiques, environnementaux, politico-institutionnels et culturels du pays.

La GIRE offre donc les moyens de disposer de décisions équilibrées. Le Programme Mondial de l'Eau des Nations Unies considère les progrès réalisés dans ce type de gestion comme un indicateur potentiel d'une bonne maîtrise de la gestion des ressources en eau. Ce grand chantier a conduit la Tunisie à mettre en place un certain nombre de réformes (agraire, tarification, économie d'eau, instauration d'un partenariat public-privé, mise à jour de la réglementation en vigueur, etc..) tout en incluant des mesures et des pratiques à caractères institutionnel, réglementaire et technique susceptibles d'orienter le comportement des usagers vers une utilisation plus efficiente de l'eau dans le but de maintenir la demande en eau à un niveau compatible avec les ressources disponibles du pays.

Assurées par un code des eaux promulgué en 1975 et mis à jour en 2014, ces dispositions sont supposées activer la bonne application des différentes mesures concernant :

1. la domanialité publique des ressources en eau (droit d'usage et obligations des usagers) ;
2. le rôle de l'administration dans la planification, la mobilisation, le contrôle et le suivi de l'utilisation des ressources en eaux ;
3. l'introduction de la notion d'économie d'eau avec le principe de sa valorisation maximale à travers le pays ;
4. la protection de l'environnement de la pollution hydrique et la réutilisation des eaux épurées à des fins agricoles ;
5. l'autogestion des ressources hydrauliques dans un cadre associatif ainsi que l'implication du secteur privé dans la gestion des ressources non conventionnelles.

Tous ces résultats et acquis ont permis à la Tunisie de mettre en place l'esquisse de la future politique de l'eau qui s'articule autour :

- de la poursuite et de l'achèvement de la mobilisation de toutes les ressources identifiées ;
- de l'amélioration de l'efficacité des infrastructures hydrauliques ;
- de la gestion de la qualité des eaux, la préservation de la ressource et la protection des écosystèmes et de l'environnement ;
- de l'atténuation des effets des événements extrêmes (sécheresses et inondations) ;
- de la continuation de la stratégie de l'économie d'eau et la gestion de sa qualité ;
- de la valorisation des eaux non conventionnelles ;
- de l'optimisation des systèmes de collecte des données, l'accès à l'information par les usagers et le développement d'un système d'information sur l'eau ;
- du renforcement des institutions chargées de la gestion de l'eau dans un cadre intégré (GIRE) ;
- du développement d'un partenariat-public-privé ;

- de la mise en place d'instruments législatifs et du renforcement des institutions chargées de la gestion de l'eau et des leurs capacités ;
- de la recherche d'outils et de modalités de financement adéquates, innovantes et diversifiées.

Cette politique évolutive n'a pas cessé d'être modernisée et complétée afin de répondre aux enjeux fondamentaux du pays. Elle s'est traduite par l'élaboration de stratégies nationales ou sectorielles munies de programmes et de plans d'actions. Ceci a aussi permis, entre autres, de capitaliser beaucoup d'acquis en termes de bases de données de plus en plus disponibles et fiables et aussi tout un système dense et performant de mesure et de surveillance de la ressource eau s'appuyant sur la mise à disposition de nouvelles technologies de l'information.

Pour en arriver là, la Tunisie a payé le prix en allouant d'importants budgets nationaux et internationaux. Parmi les investissements réalisés, on cite le programme d'investissement dans le secteur de l'eau (PISEAU : 2002-2017) qui constitue l'instrument principal de mise en œuvre des réformes importantes dans le secteur de l'eau en Tunisie.

1.3 - Revue bibliographie des indicateurs de la GIRE en Tunisie

La démarche qui a été suivie pour établir l'état des connaissances en termes de GIRE s'est basée sur les rapports publiés par l'OTEDD en 2009, les documents élaborés par le GWP et publiés sur leur site web (www.gwp.org/toolbox), les résultats de l'étude SWIM-SM pour la Tunisie « Revue régionale des stratégies et/ou des plans nationaux liés à l'eau réalisée en 2014 ainsi que sur les résultats du rapport publié en 2014 et élaboré dans le cadre du projet MEWINA : « Tunisia 2012 state of the water report » ainsi que sur les travaux du plan bleu publiés en 2014 et relatifs à l'atelier technique sur les indicateurs de gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) qui s'est tenu en octobre 2013. Nous donnons également un état des indicateurs du secteur de l'eau identifiés dans le cadre de l'élaboration du système d'information sur le développement durable qui est en cours de finalisation par la DGDD du Ministère de l'environnement et du développement durable.

Les concepts de gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) peuvent être mesurés à l'aide de plusieurs catégories d'indicateurs utilisés par la communauté internationale qui visent l'intégration des dimensions environnementale, sociale et économique dont les indicateurs de développement durable. Développés en fonction de leur finalité, les indicateurs permettent de synthétiser et de communiquer des informations sur des enjeux environnementaux complexes afin de faciliter la prise de décision. Appliqués à la gestion de l'eau par bassin versant, les indicateurs peuvent être utilisés pour refléter les caractéristiques du bassin et établir des liens entre les domaines économiques, sociopolitique et biophysique (disponibilité et qualité de l'eau, répartition des usages, etc.).

Un des cadres les plus utilisés est l'approche formalisée par l'OCDE pour les indicateurs environnementaux Pression-État-Réponse (PER) (Pressure-State-Response – PSR). Les modèles DSR (Driver-State-Response) et DPSIR (Driver-Pressure-State-Impact-Response) développés respectivement par la Commission du développement durable de l'Organisation des Nations Unies et l'Agence Européenne de l'environnement (AEE) ont également été présentés. UNWATER classe les indicateurs selon 4 catégories : les indicateurs de contexte, les indicateurs de fonction, les indicateurs de gouvernance et les indicateurs de performance.

Enfin l'approche thématique est la plus utilisée dans les jeux d'indicateurs nationaux officiels car cela facilite la liaison avec les cibles et processus politiques, tout en fournissant un message clair aux décideurs mais retenons que la sélection des indicateurs doit être un exercice participatif afin que les acteurs concernés s'approprient les indicateurs.

1.3.1 - Gestion durable des ressources en eau en Tunisie (OTEDD, 2009)

Initié par la commission nationale de développement durable (CNDD), une étude sur les ressources en eau a été réalisée en 2007 en trois documents : un rapport, un guide et des indicateurs ont été élaborés et publiés en 2009 par l'OTEDD avec le soutien de la GIZ constitue le seul document complet sur les ressources en eau élaboré par une institution Tunisienne. Basé sur une analyse, cet ouvrage dégage dans une première phase les principales problématiques qui caractérisent le système de l'eau et évalue dans une deuxième phase, sur la base du calcul et du suivi d'indicateurs choisis, les niveaux de durabilité correspondants. Les voies de la durabilité ont été structurées autour des quatre axes majeurs, à savoir un axe environnemental, un axe social, un axe économique et enfin un axe institutionnel traduisant la gouvernance en matière de gestion de la ressource.

De ce fait, le document fournit la structuration de la démarche retenue vers les voies de la durabilité du système de l'eau en Tunisie qui retient 7 objectifs stratégiques et 16 programmes correspondants.

Tableau n° 1 : Démarche vers la durabilité des ressources en eau (extrait de l'OTEDD, 2009)

La Tunisie doit disposer d'une ressource en eau accessible et suffisante pour assurer un développement durable		
Domaines du développement durable	Objectifs stratégiques	Programmes
Physique et environnemental	Préservation des ressources en eau disponibles	Lutte contre la pollution des eaux
		Lutte contre la surexploitation des eaux souterraines renouvelables
		Réduction et maîtrise de l'exploitation des eaux souterraines fossiles non renouvelables
	Renforcement de la mobilisation du potentiel en eau	Amélioration de la maîtrise des eaux de crues exceptionnelles
		Développement de l'infiltration des eaux de surface
		Développement de la mobilisation locale et décentralisée de l'eau
	Développement des eaux non conventionnelles	Promotion et développement du dessalement des eaux marines
		Valorisation de la réutilisation des eaux usées traitées
	Intégration de la dimension écologique dans le système de l'eau	Amélioration des connaissances en matières de besoins en eau écologiques
		Planification des nouveaux projets de mobilisation de l'eau sur la base des besoins écologiques
Social	Accessibilité de la population à l'eau potable	Maintien de la durabilité de l'accessibilité financière à l'eau
		Garantie d'une eau potable en quantité suffisante et en qualité homogène et standard
Economique	Economie et valorisation des ressources en eaux disponibles	Renforcement des programmes d'économie d'eau
		Développement des programmes de valorisation de l'eau
Institutionnel	Implication des usagers et renforcement de la coordination entre les opérateurs	Amélioration de l'implication des usagers dans la gestion de l'eau
		Renforcement de la coordination entre les opérateurs et les usagers

Une concertation élargie avec le Ministère de l'agriculture et d'autres ministères concernés autour des résultats obtenus a permis d'hierarchiser les propositions et les programmes identifiés. Une concertation de niveau restreint puisque d'autres parties prenantes impliquées dans la gestion de l'eau n'ont pas été impliquées comme les différents usagers (citoyen, écolier, jeune, femme), la société civile, le secteur privé et les organisations professionnelles (UTAP, GDA).

L'adoption des principes et concepts de la GIRE étant tout à fait à leurs débuts, la concertation s'est appuyée aussi sur une pondération des propositions qui a pris en considération d'une part l'appréciation de l'importance et du niveau de contribution du programme à la concrétisation de la durabilité du système de l'eau et d'autre part l'appréciation du degré d'accomplissement du programme en question. Même si ce travail a

été réalisé sur la base des données et informations des ressources jusqu'en 2005 et compte tenu du fait que cette étude a tenu compte des résultats des impacts du changement climatique sur les ressources en eau, l'agriculture et les écosystèmes et de l'étude prospective EAU 2030, nous pourrions retenir que les conclusions de cette étude demeurent d'actualité, voire même largement justifiées avec les besoins de la nouvelle constitution Tunisienne.

D'une manière générale, il en ressort du traitement que les domaines du Développement Durable Social, Economique et Institutionnel exprimés par leurs objectifs stratégiques respectifs 5, 6 et 7 sont reconnus d'importance élevée, alors qu'ils sont à des degrés d'accomplissement variables, élevé pour l'accessibilité de la population à l'eau potable, moyennement élevé pour l'économie et la valorisation des eaux et faible pour l'implication des usagers et le renforcement de la coordination entre les opérateurs.

En ce qui concerne le Domaine physique et environnemental du Développement Durable, représenté par les objectifs stratégiques 1, 2, 3 et 4, celui-ci présente dans sa globalité une importance relative élevée par rapport à l'ensemble des trois autres domaines du Développement Durable avec toutefois des disparités en terme de niveau d'accomplissement au niveau des objectifs, moyen pour les trois premiers, à savoir la préservation des ressources en eau disponibles, le renforcement de la mobilisation du potentiel en eau et le développement des eaux non conventionnelles et faible pour le quatrième objectif à savoir l'intégration de la dimension écologique dans le système de l'eau. Sur la base de cette démarche, extrapolée à l'ensemble des programmes, il apparaît que le côté institutionnel matérialisé particulièrement par l'amélioration de l'implication des usagers dans la gestion de l'eau et le renforcement de la coordination entre les opérateurs, est largement considéré comme un axe stratégique prioritaire qu'il convient de développer au cours de la prochaine période.

La durabilité de la gestion de l'eau passe par quatre axes prioritaires qui sont la lutte contre la surexploitation des eaux souterraines renouvelables, le développement et la promotion des eaux non conventionnelles, l'intégration de la dimension écologique dans la gestion du système d'eau, et l'économie et la valorisation du potentiel actuel en eau.

1.3.2 - Revue régionale des stratégies et/ou des plans nationaux liés à l'eau (SWIM-SM 2014)

Le projet SWIM (sustainable water integrated management) financé par l'Union européenne sur la période 2010-2014, comporte une composante assistance technique « SWIM-SM » qui a été consacrée aux pays partenaires¹, dont la Tunisie. Cette composante a été déployée sous forme de six principaux types d'interventions dont :

- a) La gouvernance de l'Eau et l'intégration des problématiques de l'eau dans les autres politiques et stratégies sectorielles;
- b) Le renforcement des capacités et autonomisation des parties prenantes intervenant dans le secteur de l'eau afin qu'elles puissent aider à la planification et au développement de la gestion des ressources en eau selon une approche holistique;
- c) L'application des plans de gestion de l'eau en renforçant les dialogues intra et intersectoriels et en contribuant à l'harmonisation des approches et des politiques et

¹ Les Pays partenaires (PP) du programme SWIM sont : l'Algérie, l'Égypte, Israël, la Jordanie, le Liban, la Libye¹, le Maroc, les territoires Palestiniens occupés, la Syrie et la Tunisie

l'identification et promotion des bonnes pratiques et des expériences réussies en matière de gestion de l'eau et de dépollution de la Méditerranée.

La nécessité d'examiner l'état des Plans et/ou Stratégies nationaux de l'eau et les progrès vers la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) a été identifiée comme étant une priorité réelle par les pays partenaires au cours de la phase de lancement du programme SWIM-SM. Dans ce cadre, une revue régionale des stratégies et/ou des plans nationaux liés à l'eau a été élaborée pour trois pays : la Jordanie, le Liban et la Tunisie dont nous avons extrait ci-dessous les principaux résultats sur l'état de la GIRE en Tunisie.

1.3.3 - Atelier technique sur les indicateurs de gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) (Plan Bleu, 2014)

Le Plan Bleu, le SEMIDE et le Secrétariat de l'UpM ont mobilisé leurs fonds propres pour cette action ainsi que le support de l'Office national français de l'eau et des milieux aquatiques (ONEMA).

Un atelier technique qui avait trois objectifs: (i) présenter un état des lieux de l'existant et des besoins en termes d'indicateurs GIRE, en particulier dans les 4 pays pilotes (Jordanie, Liban, Maroc et Tunisie) impliqués dans le projet, (ii) s'accorder sur les indicateurs GIRE prioritaires les plus pertinents qui pourraient être appliqués à l'échelle nationale avec une possible agrégation à l'échelle internationale et (iii) identifier les exigences liées pour les Systèmes Nationaux d'information sur l'eau en termes de gestion de données a retenu une liste préliminaire de 117 indicateurs de GIRE dont 30 indicateurs retenus pour mesurer le degré de mise en œuvre de la GIRE ont été étudiés dans le cadre de cet atelier et 19 indicateurs GIRE prioritaires ont été identifiés (tableau n°2).

Dans le cadre de cette étude, c'est l'approche thématique qui a été retenue. Une compilation des jeux d'indicateurs GIRE existants a été effectuée à partir :

- Des indicateurs prioritaires et complémentaires de la stratégie méditerranéenne de développement durable (SMDD) ;
- Du set minimum d'indicateurs pour la gestion des ressources en eau, élaboré par Capnet/PNUD ;
- Du set de 15 indicateurs clés pour le secteur de l'eau élaboré par UN-Water ;

Les 117 indicateurs GIRE sont répartis en 6 thématiques :

1. Disponibilité des ressources en eau (17 Ind.)
2. Usages de l'eau et allocation (28 Ind.)
3. Gestion de la demande en eau (16 Ind.)
4. Contrôle de la pollution (20 Ind.)
5. Suivi-Evaluation et gestion de l'information (6 Ind.)
6. Niveau de mise en œuvre de la GIRE (30 Ind.)

Tableau n° 2 : Valeurs des 19 indicateurs en Tunisie (en 2012)

Indicateur	unité	Valeur (en 2012)
Prélèvements en eau par secteur	Km3/an	Eau potable : 0,495 Industrie : 0,089 Agriculture : 2,165
Surface totale équipée pour l'irrigation	ha	468.000
Ressources en eau renouvelables réelles totales par personne	m3/personne	378,9
Nombre d'études pour évaluer les besoins en ressources en eau actuels et futurs ont été menées	Oui/non et nombre	Oui, plusieurs études certaines anciennes et nécessitent d'être actualisées pour intégrer par exemple les impacts du changement climatique
Capacité de stockage par personne	m3/personne	ND
Superficie équipée en système modernes d'irrigation	ha	360.000 (2011)
Taux de desserte en milieu rural	%	93,4
Part des eaux collectées et traitées par le système d'assainissement public	%	97,4
Evolution de la qualité de l'aquifère (qualité/salinité)	%	50% de salinité <1,5g/L
Existence d'un organe de coordination interministériel	Oui/non	oui
Part des eaux usées traitées dans la totalité des eaux usées produites	%	ND
Taux d'utilisation des eaux issues du dessalement	%	19,23 Mm3
Prélèvements totaux d'eaux superficielles	Mm3	2188
Taux d'eaux usées brutes urbaines rejetées dans le milieu récepteur	%	0,8
Consommation spécifique moyenne d'eau par ha irrigué et par région	m3/ha	4628
Prélèvements totaux d'eaux souterraines	Km3/an	2,121
Les informations en gestion de l'eau sont disponibles aux gestionnaires et aux autres acteurs	Oui/non	Oui mais morcelées et dispersées et souvent non mises à jour
Proportions des détenteurs de permis de pollution d'eau respectant les conditions du permis	%	ND
Nombre de stations de surveillance des ressources en eau produisant des données fiables	Nombre	ND

1.3.4 - Tunisia2012 state of the water report (MEWINA 2014)²

Dans le cadre du projet MEWINA (Monitoring and Evaluation for Water in North Africa), un rapport sur l'état des ressources en eau en 2012 a été élaboré comportant 155 indicateurs (cf. chapitre VI) et publié en 2014.

Ce projet financé notamment par la Facilité Africaine de l'eau, s'étend sur 6 pays : Algérie, Egypte, Libye, Maroc, Mauritanie et Tunisie vise à mettre en place un mécanisme permettant aux pays nord africains AMCOW de rendre compte annuellement de la situation du secteur de l'eau, en utilisant des informations harmonisées et comparables. Ceci dans l'objectif de permettre aux décideurs des pays nord-africains :

- D'évaluer l'état du système de suivi-évaluation (S&E) existant du secteur de l'eau;
- De mettre en place un système de S&E du secteur de l'eau intra-régional et un mécanisme permettant aux pays nord-africains et à Nord-AMCOW de suivre et rendre compte de la situation du secteur de l'eau au moyen de données standardisées et d'informations harmonisées ;
- De préparer un plan et un programme de S&E régional et mobiliser des ressources adéquates pour sa mise en œuvre par le biais de partenariats.

Les indicateurs GIRE retenus dans le projet MEWINA sont classés en 9 catégories ou thèmes:

- A/Disponibilité en eau (Eau bleue, eau verte, eau grise, eaux non conventionnelles...);
- B/Prélèvements et consommation en eau ;
- C/ Eau et changement dans l'affectation des sols ;
- D/ Eau et démographie ;
- E/ Services d'eau et accessibilité ;
- F/ Qualité de l'eau ;
- G/ Eau et climat ;
- H/ Eau et économie ;
- I/ Politique de l'eau (ex. bassins et aquifères transfrontaliers, projets de transfert d'eaux souterraines). Il est à noter que les pays arabes sont les premiers à fournir des données sur l'eau verte.

Le nombre total d'indicateurs de l'eau est de 155 indicateurs dont 98 indicateurs primaires, 32 indicateurs secondaires dérivés et 22 indicateurs spécifiques.

1.3.5 - Système d'information sur le développement durable

L'identification des indicateurs du développement durable objet de la phase 2 de l'étude s'est basée sur les priorités et objectifs nationaux de la Tunisie et ses engagements régionaux et internationaux dans le domaine du développement durable. Ces priorités ont été identifiées à partir de :

- La stratégie nationale du développement durable (SNDD)
- La stratégie méditerranéenne du développement durable (SMDD)
- Les objectifs du développement durable de l'ONU (ODD)

Les indicateurs ci-dessous (tableau n°3) énumérés et relatifs aux ressources en eau découlant de ces stratégies ont été évalués sur des critères de pertinence, de comparabilité, de facilité et coût de calcul et de fiabilité.

1. Taux de branchement au réseau public d'assainissement en milieu communal
2. Taux de branchement au réseau d'assainissement (communal et non communal) :
3. Demande en eau totale et par secteur, rapportée au PIB
4. Valeur ajoutée par mètre cube alloué en agriculture irriguée
5. Exploitation de la ressource en eaux par activité économique
6. Taux d'exploitation des ressources en eau souterraines
7. Taux d'utilisation des eaux non conventionnelles
8. Indice de production d'eau non durable
9. Indice d'exploitation des ressources renouvelables

Deux autres indicateurs ont été retenus mais qui ne sont pas actuellement calculés et qui sont :

- L'indice de qualité générale de l'eau dont le calcul est assez complexe et nécessite un suivi rigoureux
- L'indice de l'efficacité de l'eau qui permet de suivre les efforts réalisés en termes d'économie d'eau par la gestion de la demande en diminuant les pertes et les gaspillages lors du transport de l'eau (SMDD, 2011)

Tableau n° 3 : Indicateurs relatifs aux ressources en eau (étude SMDD)

Nom de l'indicateur	Responsable de production	Valeur
Taux de branchement au réseau d'assainissement (communal et non communal)	ONAS OTEDD	87,3 % (2012)
Indice d'exploitation des ressources renouvelables	CRDA/DGRE	67,3% (2012)
Taux d'utilisation des eaux non conventionnelles	DGGREE	3% en 2012
Taux d'exploitation des ressources en eau souterraines	CRDA/DGRE	103% (NP en2013) 114,4% (Ph en 2010)
Valeur ajoutée par mètre cube alloué en agriculture irriguée	OTEDD/MARHP	0,411 DT/m ³ (2010)
Indice de production d'eau non durable	DGRE	32% en 2013

1.3.6 - GIRE : Gouvernance, mécanismes et renforcement des capacités

Nous donnons dans ce qui suit l'état des indicateurs de la GIRE en se référant au projet SWIM-SM réalisé en 2012 et qui s'est basé en grande partie sur les résultats du questionnaire lancé en Avril 2011 par l'UN-Water pour l'élaboration du « Rapport sur l'état de l'application des approches intégrées vers le développement, la gestion et l'utilisation des ressources en eau » de l'UN-Water. En plus cet état de mise en œuvre de la GIRE en Tunisie s'est basé sur :

- Les informations collectées et analysées au cours des missions dans les pays en 2012

- Les inputs des principaux événements régionaux et internationaux (par ex. le 6e Forum mondial de l'eau, Marseille, mars 2012 ; le Sommet Rio+20, 20-22 juin 2012 ; la Semaine mondiale de l'eau, août 2012, etc.)
- la validation des informations et résultats à travers un Atelier régional des experts du programme SWIM-SM organisé en Juin 2012 avec les parties prenantes qui ont approuvé l'approche méthodologique, validé les résultats et fourni des informations.

Cet état est également consolidé avec les indicateurs calculés dans le cadre du projet MEWINA cité ci-dessus et des analyses des résultats d'autres études et stratégies nationales dont la liste bibliographique est fournie à la fin du document.

1.3.6.1 - A. L'environnement propice « favorable »

A1. Politiques : Fixer des objectifs pour l'utilisation, la protection et la conservation de l'eau (A.1) ;

La Tunisie ne dispose pas de plan GIRE mais les principes généraux de la politique de l'eau sont adoptés dans les documents (gestion de la demande, gestion intégrée des ressources en eau, préservation de la ressource), sans être développés en profondeur, en touchant et en discutant avec l'ensemble des acteurs des thèmes clés (par exemple, articulation de la politique de l'eau avec la sécurité alimentaire, avec la politique d'aménagement du territoire, arbitrage et résolution des conflits inter-secteurs et intra-secteurs, gestion par bassin, ...etc.). Au niveau des stratégies, on peut noter l'existence d'une stratégie 2030 au niveau du MARHP élaborée en 1998 et un document plus récent « gestion durable des ressources en eau » produit par le MEDD en 2008 et validé par la Commission Nationale de Développement Durable (CNDD)². La stratégie 2030 est axée sur la gestion de la demande et a pour objectif principal le maintien d'un bilan ressource-besoins excédentaire par une économie d'eau de 30%, en plus du recours au dessalement des eaux saumâtres, au recyclage des eaux usées, et à la maîtrise de la protection de la ressource en eau contre la pollution. Cette stratégie prévoit qu'à l'horizon 2030, la demande équilibrera les ressources conventionnelles exploitables (en année moyenne). Cette demande est estimée à 2760 Mm³, alors que les ressources ne seront que de 2732 Mm³. Or selon les données actuelles, le volume mobilisé en 2012 a été de 2719 Mm³³ ce qui explique le besoin d'une étude prospective plus rigoureuse.

Comparé à d'autres pays, la situation hydraulique est jugée relativement confortable au niveau de la satisfaction de la demande ce qui résulte d'une planification cohérente de l'offre, avec l'enchaînement historique suivant :

- Les trois plans directeurs (du Nord, du Centre et du Sud) réalisés durant les années 70 et qui ont établi des programmes de réalisation d'ouvrages de mobilisation, de transfert d'eau, de protection contre les inondations et de valorisation des eaux souterraines ;
- La première stratégie nationale de mobilisation des eaux (1990-2000) dont l'objectif principal a été d'atteindre la mobilisation de 85% du potentiel des ressources en eau (à travers la création de 21 barrages, 203 barrages collinaires et 580 lacs collinaires). En outre, elle a visé la réalisation de forages de reconnaissance et d'exploitation, des piézomètres de contrôle et de suivi, et l'amélioration et le développement des réseaux de mesures et de suivi des ressources en eau.

²la CNDD n'est plus fonctionnelle depuis décembre 2010.

• ³MEWINA, 2014. Tunisia 2012 state of the water report

- La deuxième stratégie nationale de mobilisation des eaux (2001-2011) : Elle vise la mobilisation de 90% du potentiel des ressources en eau (à travers la réalisation de 11 grands barrages et 50 barrages collinaires et l'interconnexion des grands barrages), de porter les superficies des périmètres irrigués à 405.000 ha, d'atteindre un taux de desserte en eau potable en milieu rural de 97% et d'améliorer la qualité de l'eau potable desservie en milieu urbain à moins de 1,5 g/l.
- D'autres plans sectoriels régionaux et locaux : Pour l'eau potable urbaine et rurale, la conservation des eaux et du sol (avec deux stratégies parallèles à celles de la mobilisation), l'eau conditionnée, l'eau d'irrigation et l'utilisation des eaux usées traitées dans l'agriculture et dans d'autres secteurs comme la stratégie de réduction de la consommation d'eau dans le secteur touristique.

Les documents cités ci-dessus ne sont pas reconnus par l'ensemble des acteurs et donc non considérés comme des documents officiels et de référence par plusieurs acteurs. Cet avis est renforcé par le fait qu'avant la révolution Tunisienne, certains documents stratégiques sont élaborés par l'ITES, sans diffusion à tous les acteurs et qui servent à guider certaines orientations du gouvernement en termes de gestion de l'eau. En outre, plusieurs stratégies sous-sectorielles verticales (barrages, périmètres irrigués, eau potable, traitement des eaux usées, etc.) ou transversales (vulgarisation, gestion de l'eau, économie d'eau, etc.) coexistent. Ainsi, il est aujourd'hui difficile de rattacher, toutes ces stratégies sous-sectorielles à une stratégie sectorielle unique, participative et intégrée en termes de priorités pour l'action et pour l'affectation des moyens.

La politique actuelle se base sur la gestion de budget par objectif et a retenu pour le court terme les seuls objectifs chiffrés pour l'horizon 2016⁴ sont somme suit :

Mobilisation des ressources en eau :

- Atteindre un taux de mobilisation de 95% des ressources en eau, soit une capacité de stockage de 2438 Mm³
- Atteindre une capacité de transfert de l'eau entre les barrages de 800 Mm³/an

Economie d'eau/réduction des pertes

- Atteindre 93% des superficies irriguées équipées par des équipements d'économie d'eau

Eau/finances

- Atteindre 90% du cout de recouvrement des couts de l'eau potable rurale
- Atteindre 83% du cout de recouvrement pour le système d'irrigation
- Rénovation/réhabilitation réseau sur 11.000 ha des superficies irriguées
- Un taux d'efficience du réseau d'irrigation de 78%,

Eau potable rurale

- Atteindre une couverture de 98%
- Préservation/gestion durable des ressources en eau
- Atteindre un volume injecté de 27,2 Mm³/an pour la recharge artificielle des nappes
- Atteindre un volume d'eau usée réutilisé en agriculture de 22 Mm³

La politique actuelle de l'eau n'est pas écrite de façon à permettre d'identifier les rôles respectifs du gouvernement et des autres parties prenantes dans l'atteinte des objectifs globaux. Le rôle de l'Etat en tant que régulateur, organisateur du processus de participation et, en dernier recours, d'arbitre en cas de conflit n'est pas clairement défini. L'engagement des parties prenantes dans un dialogue, avec

⁴ Projet MEWINA

une prise en compte des conflits potentiels et des compromis à faire entre les coûts à court terme et les gains à long terme est amorcé mais les priorités ne sont pas définies et explicitées de façon commune à toutes les parties prenantes. Il n'est pas réellement admis encore le fait de considérer l'eau comme un bien social et économique implique d'élaborer des politiques d'affectation des ressources là où elles sont le mieux valorisées pour la société, en commençant par la satisfaction des besoins de base. La faiblesse des données fiables des coûts et des bénéfices ne permettent pas d'aller vers des compromis transparents et des décisions efficaces.

Le projet d'élaboration de l'étude prospective EAU 2050 dont une requête de financement a été adressée à la FAE, pourra aider à dépasser ces problèmes et offrir à la Tunisie sa première vraie stratégie du secteur de l'eau à l'horizon 2050 basée sur une vision participative et innovante de la gestion des ressources en eau adapté au contexte et aux défis actuels et futurs et tout particulièrement le changement climatique.

A2. Cadre Législatif : Politiques de l'eau converties en lois

En Tunisie, le Code de l'eau -adopté en 1975- constitue le pilier du cadre législatif de l'eau dans le pays. Ce code a été amendé par la loi n°116-2001 pour intégrer principalement 2 principes : étendre le concept de développement des ressources en eau aux ressources non conventionnelles (eau usée traitée et eau dessalée) et intégrer le développement durable et les obligations de conservation en considérant que les ressources en eau en tant que richesse nationale. De plus, certaines lois et règlements ont été adoptés, en particulier au cours de la dernière décennie pour faire face aux nouvelles problématiques y compris celles liées aux questions environnementales (Décrets 1261 et 1262/87 sur l'institution et le fonctionnement des groupements de développement agricole (GDA) ; Décrets relatifs au rejet des eaux usées (NT 106.02) et de la réutilisation des eaux traitées en agriculture (NT 106.03). La réforme du code de l'eau, initiée récemment par le gouvernement tunisien, vise à réviser et à mettre à jour la législation globale liée à l'eau et assurer sa cohérence et son intégration avec les autres législations en tenant compte des objectifs de la nouvelle constitution Tunisienne. Une consultation nationale a été lancée afin de faire valider le code de l'eau par le parlement (action en cours). Les lois et les textes d'application existants demeurent insuffisants pour atteindre les objectifs de conservation et de protection puisque les mesures d'accompagnement de la mise en application de ces lois demeurent inexistantes surtout quand elles relèvent des prérogatives d'autres institutions que celles qui relèvent du Ministère de l'agriculture. De plus, les infractions sont peu ou pas sanctionnées et ne constituent pas de freins pour les différents violeurs des lois.

A3. Structures de Financement et d'incitations

Les investissements dans le secteur de l'eau sont des investissements lourds impossibles à assurer par l'Etat. De ce fait, les ressources financières pour satisfaire les besoins en eau proviennent en grande partie des prêts, des dons et des aides bilatérales et multilatérales pour des projets à caractère social et urgent. L'intégration des programmes d'investissements liés à l'eau dans les plans quinquennaux nationaux de développement a aidé à assurer des fonds pour le secteur de l'eau. En 2012, les dépenses en eau ont été évaluées à près de 1,7% du PIB et presque 36 % du budget global du Ministère de l'Agriculture. L'aide publique au développement à travers les bailleurs de fonds bilatéraux et multilatéraux contribue à près de 50% des investissements pour l'eau. Les structures de financement devraient évoluer vers la prise en compte d'autres formes de financement comme pour les services fournis par certaines infrastructures à certains bénéficiaires. L'approche « paiement des services environnementaux » a été d'ailleurs intégrée dans le nouveau code de l'eau. Les

appréciations qualitatives et quantitatives des impacts sur l'environnement et les ressources naturelles sont généralement bien cernées d'un point de vue technique mais l'identification d'instruments financiers, la capacité d'analyse (coûts-bénéfices, études stratégiques environnementales et sociales, etc.), la participation du public dans la conception, la mise en œuvre et le suivi des politiques sectorielles sont appelées à être améliorés. C'est aussi l'un des objets des études stratégiques du secteur de l'eau, à l'horizon 2050. D'ailleurs un atelier d'information de la société civile a été organisé par la FAE pour discuter les termes de référence de la requête de financement adressée à la FAE.

Le partenariat public-privé peu développé dans le secteur de l'eau sera encouragé par l'État dans la gestion des ressources en eau et des installations d'eau dans le cadre de privilèges qui sont fixés par les textes législatifs en vigueur. L'adoption en cours de la loi PPP par le parlement sera un atout pour l'allègement des finances de l'Etat et l'amélioration de l'efficacité de la gestion des ressources en eau.

Aussi la création du nouveau fond vert climat devra constituer une opportunité de financement des différents projets qui permettent l'adaptation au changement climatique.

1.3.6.2 - B. Gouvernance et cadres institutionnels

La gestion de l'eau en Tunisie est largement centralisée au niveau du Ministère de l'Agriculture qui joue un rôle central. L'organisation du Ministère comprend 4 directions techniques : la Direction Générale des Ressources en Eau (DG/RE) en charge de l'évaluation, du suivi et de la conservation des ressources en eau, la Direction Générale des Barrages et des Grands Travaux Hydrauliques (DG/BGTH) en charge de la construction et de l'exploitation des barrages, la direction de l'aménagement et de la conservation des terres agricoles (DG/ACTA) en charge de la protection des eaux et des sols et de la lutte contre l'érosion et la Direction Générale du Génie Rural et de l'Exploitation des Eaux (DG/GREE) en charge de la construction et de l'exploitation des périmètres irrigués par les eaux conventionnelles et non conventionnelles (eaux usées traitées) et du développement des systèmes d'eau potable dans le milieu rural dispersé. De plus, une direction générale spécialisée, rattachée au Cabinet du Ministre, le Bureau de la Planification et des Équilibres Hydrauliques (BPEH) est en charge de la coordination entre les divers secteurs, de la planification du développement de l'eau et de l'allocation des ressources en eau. Deux sociétés d'exploitation importantes sont aussi sous le contrôle du Ministère de l'Agriculture : la SONEDE en charge de l'approvisionnement de l'eau potable (production, traitement et transport, distribution de l'eau, gestion et entretien du réseau d'eau potable et des équipements et gestion des abonnés, ainsi que le développement en terme d'études, travaux et approvisionnements) et la SECADENORD qui assure le fonctionnement, la gestion, l'exploitation, l'entretien et la maintenance du canal et des conduites d'adduction servant pour le transport des eaux des barrages de Sidi Salem, de l'Ichkeul et de l'Extrême Nord vers les lieux de leur utilisation, desservie par les ouvrages mis à sa disposition et toutes les missions entrant dans le cadre de son activité et tendant à permettre la meilleure utilisation des eaux du Nord. La SECADENORD procède à la répartition et à la vente des eaux aux différents organismes chargés de leur distribution aux utilisateurs (CRDA pour les GDA, la SONEDE pour ses différents usagers). Le Ministère de l'Agriculture est représenté au niveau sous-national par 24 Commissariats Régionaux de Développement Agricole ou l'on trouve les différents arrondissements : des eaux, du sol, des forêts, de l'irrigation, etc.

Le Ministère de l'Environnement et du Développement durable est aussi directement impliqué dans le secteur de l'eau et est responsable de la protection, du contrôle et du suivi de la pollution des

ressources en eaux à travers l'Office National d'Assainissement, l'ONAS, responsable de la mise en œuvre et de l'exploitation des stations de traitement des eaux usées et l'Agence Nationale pour la Protection de l'Environnement responsable du contrôle de la pollution. D'autres ministères interviennent dans le secteur de l'eau en fonction de leurs prérogatives, principalement le Ministère des Transports pour la collecte de données météorologiques, le Ministère de l'Équipement et de l'aménagement du territoire pour la protection des inondations urbaines et le Ministère de la Santé à travers la direction de l'hygiène des milieux et de la protection de l'environnement (DHMPE) pour le contrôle sanitaire. Au niveau local, la gestion des systèmes d'irrigation et d'eau potable en milieu rural est transférée aux Associations des Usagers de l'Eau, nommées groupement de développement agricole (GDA). En 2014, le nombre des GDA est respectivement de 1253 pour les systèmes d'irrigation et de 1327 pour les systèmes d'eau potable. Le Ministère de l'intérieur quant à lui intervient selon la loi 91-39 du 8 juin 1991 pour la gestion des inondations classées comme calamités à travers la mise en place d'une commission nationale permanente chargée d'élaborer le plan national de lutte contre les calamités (y compris les inondations), d'organiser les secours et de suivre sa mise en application du plan national et des commissions régionales. Ces commissions se chargent de l'élaboration du plan régional du gouvernorat et de suivre sa mise en application. Le fonctionnement de ces commissions est réglementé par le décret 2004-2723 du 21 Décembre 2004.

Jusqu'à présent, la gestion des inondations s'est limitée à la protection des ouvrages, des structures et surtout des vies humaines. Il n'existe pas de plan national de protection contre les inondations ni de plan de gestion permettant la valorisation des eaux des périodes extrêmes qui sont appelées à s'intensifier dans les années à venir à cause de l'impact du changement climatique.

Aussi, diverses institutions ministérielles et de la recherche scientifique interviennent dans la gestion et la promotion de la réutilisation des eaux usées traitées dont notamment :

- le Ministère de l'agriculture (DGGREE, AVFA ; DGPA/CRDA)
- le Ministère de l'environnement et du développement durable (DGEQV, ONAS, ANPE, CITET, etc.)
- le Ministère de la santé (DHMPE) et
- Les institutions de recherche (INGREF, le Technopôle de Borj-Cédria).

Si l'on regarde chaque institution à part, on trouve qu'elle assure convenablement les tâches qui lui sont assignées. Par contre, il n'existe pas de structure ou organe qui assure le lien entre ces différentes institutions afin que l'objectif final de gestion, de protection ou de sauvegarde de la ressource soit atteint.

B1. Création d'un Cadre Organisationnel – Formes et fonctions

La gestion des ressources en eau nécessite un cadre organisationnel mieux organisé. Dans ce cadre, et afin de pallier aux manquements observés avec les anciens textes réglementaires, le nouveau code de l'eau attribue la gestion du DPH au Ministre en charge de l'eau, l'avis technique aux commissions de DPH et la sécurisation de l'exploitation des ressources et des infrastructures, aux autorités morales publiques ou aux privés.

Le rôle du conseil national de l'eau dont les réunions sont présidées par le Ministre en charge de l'eau, a été revu et constitue l'autorité suprême qui fournit son avis et son approbation aux questions qui lui sont soumises notamment en ce qui concerne :

- Les stratégies, politiques et les plans de programmes nationaux, régionaux et locaux

- Celles relatives à prérégler le secteur de l'eau par les structures compétentes.
- Les tendances et les principes généraux de la politique de l'eau du pays et aux études prospectives relatives au secteur de l'eau.
- Les programmes de mobilisation, de transfert, de développement et d'utilisation des ressources en eau d'intérêt national.
- Le plan national de ressources en eau et les zones irriguées.
- Les projets de lois et décrets qui règlementent les projets de gestion de l'eau.
- Les accords et projets d'accords avec les pays frères et étrangers sur l'usage des ressources en eau transfrontalières.
- Le programme de lutte contre les catastrophes (sècheresse, inondations, feux, etc.).

Le nouveau code de l'eau et d'autres textes règlementaires qui découleront de la mise en application de la nouvelle constitution Tunisienne constituent un atout majeur pour réussir la GIRE si et seulement si ces textes sont convenablement appliqués.

B2. Edification des Capacités Institutionnelles - Développement des ressources humaines

Le départ à la retraite et non remplacement des responsables imminents dans le secteur de l'eau a fragilisé l'administration et dilué ses efforts. Après la révolution, il a été procédé à un rajeunissement des cadres de certaines administrations et Ministère en charge de l'eau. Des programmes de formations en collaboration avec des partenaires techniques et financiers sont initiés en faveur des nouveaux recrutés qui sont encore à intensifier par des applications pratiques sur le terrain. Aussi, des programmes de mise à niveau sont à concevoir et à intensifier pour l'actualisation des connaissances sur les avancées dans le domaine de l'eau et ses infrastructures et des nouveaux défis comme le changement climatique.

Le renforcement des capacités de la société civile est aussi assuré par une multitude d'ONG qui opèrent dans le domaine de l'eau et de l'environnement en profitant des financements des différentes institutions internationales qui encourage la décentralisation et la démocratisation dans la gestion de l'eau. Les efforts restent morcelés et faiblement durable par manque d'appropriation de la population bénéficiaire.

Aussi différents programmes de communication et d'informations sont initiés et mis en œuvre par les directions en charge de l'eau comme la stratégie de communication sur la réutilisation des eaux usées traitées et des boues par la DG/EQP, la stratégie d'économie d'eau dans le secteur agricole, la stratégie d'économie d'eau de la SONEDE, etc.

1.3.6.3 - C. Instruments de gestion

C1. Evaluation des Ressources en Eau - Appréciation des Ressources et des Besoins

Le premier instrument de gestion est relatif à l'évaluation des ressources en eau sous toutes leurs formes et types. La fiabilité dans l'appréciation est un atout.

En Tunisie, on estime que les ressources en eau bleue (de surface, souterraines) sont connues avec des précisions satisfaisantes. Leurs volumes d'exploitations et leurs qualités sont également connues mais moins précises à cause de l'exploitation illicite et privée non contrôlée. Le code de l'eau en cours de révision a prévu l'échange d'information entre l'utilisateur de l'eau et l'administration pour les

besoins d'une meilleure connaissance des données et informations sur l'eau. Des études de recherche ont permis l'appréciation des volumes d'eau verte mobilisées par l'agriculture pluviale, les forêts et les parcours. Cette eau verte contenue dans le sol est capitale dans la sécurité alimentaire.

. L'amélioration de la méthode d'évaluation de ces ressources ainsi que le suivi de ce potentiel, variable d'une année à une autre, permettra d'optimiser l'importation et l'exportation d'eau virtuelle, une nouvelle notion qui est aussi connue des gestionnaires de l'eau.

Les ressources alternatives qui regroupent les eaux usées traitées, les eaux dessalées et la recharge artificielle des nappes sont également connues et leurs évolutions contrôlées. La connaissance du dessalement d'eau et la réutilisation des eaux usées traitées dans le secteur privé reste faible.

Au niveau de la réutilisation des eaux usées traitées qui a débuté depuis les années 60, une stratégie nationale de réutilisation des eaux usées traitées a été élaborée en 2002 qui vise la valorisation du potentiel des eaux usées dans le secteur de l'agriculture et d'autres secteurs comme la recharge artificielle des nappes et l'irrigation des terrains de golf. Mais malgré les efforts consentis, la REUT reste très timide avec un taux de réutilisation moyen sur les 10 dernières années de 28%. Les EUTR irriguent 8100 ha de périmètres irrigués, 1000 ha de terrain de golf (Hammamet, Sousse, Djerba, Tabarka, Monastir) et environ 500 ha d'espaces verts.

Les consommations d'eau des différents secteurs sont suivies et mesurées ou estimées. Des études prospectives sont aussi développées par les secteurs concernées donnant les besoins en eau à l'horizon 2030 (Etude eau 2030). Toutes les consommations d'eau du « privé » sont difficilement connues et contrôlées.

Pour la gestion des données et des informations, des indicateurs des ressources en eau ont été élaborés en 2009 et publiés par le MEDD. L'OTEDD publie également les indicateurs de développement durable dont un ensemble d'indicateurs sur les ressources en eau. Aussi, le projet PISEAU II a initié la mise en place d'un système national d'information sur l'eau SINEAU1 visant à optimiser la gestion des ressources en eau de surface et souterraine ainsi que les composantes du sol, à travers une information actualisée sur ces deux composantes. Le SINEAU inclut 3 sous-systèmes : le Système de gestion des ressources en eau (SYGREAU), le Système de contrôle de la pollution de l'eau (COPEAU/SPORE) et le Système d'informations sur le sol (SISOL). Dans le cadre de la mise en place de ce système national d'information sur l'eau, deux études sont en cours de réalisation pour identifier les besoins en termes d'indicateurs en eau et en sols :

- Une étude conception et de mise en place d'une grille d'indicateurs d'état pour le suivi-évaluation de la qualité des sols dans les périmètres irrigués de la Tunisie, avec pour objectif de définir des indicateurs pertinents pour la surveillance de la salinité et l'hydromorphie ;
- Une étude relative à l'élaboration du cadre institutionnel et les indicateurs eau et sol, afin d'évaluer la mise en œuvre des principes de GIRE en Tunisie, d'établir le cadre institutionnel de SINEAU, de définir les indicateurs de suivi des ressources en eau et des sols à renseigner par le SINEAU, et d'élaborer une grille d'indicateurs pertinents pour le suivi des politiques et stratégies dans les domaines de l'eau et du sol en Tunisie.

Par ailleurs, le SINEAU devra favoriser :

- l'utilisation de nouvelles techniques d'acquisition, de mise à jour, de diffusion et d'archivage des données ;
- leur association à des applications liées à la gestion des ressources en eau et en sols ou dans les projets de développement ou de recherche scientifique ;

- la garantie de la communication facile et rapide des informations entre les différents opérateurs du système (publics ou privés).

En absence de ce système d'information, on assiste à une très forte hétérogénéité des indicateurs que l'on trouve dans différents rapports avec des appellations et sans doute des méthodes de calcul différentes ce qui ne permet pas d'évaluer les progrès et/ou le recul de certains indicateurs de la GIRE.

C.2. Plans Pour la GIRE

Comme explicité au paragraphe 1.3.6.1 (A1), la Tunisie ne dispose pas de plan pour la GIRE proprement dit mais des efforts sont consentis pour intégrer les processus et concepts de la GIRE dans les différentes stratégies et plans sectoriels (développement durable, changement climatique, forêts) voir même les plans de développements dont une note d'orientation est en cours de développement par le Ministère du développement et de la coopération internationale. La stratégie nationale de ressources naturelles élaborée récemment par le Ministère de l'agriculture et ses directions générales intègrent aussi les concepts de gestion intégrée eau/sol. L'adoption de plan national de GIRE où chaque institution se retrouve pourra constituer un atout dans le futur et permettra d'éviter les interférences dans la gestion et donc une meilleure prise en compte de l'aspect holistique de la gestion des ressources en eau.

C.3. Gestion de la Demande en eau

En Tunisie, et ce depuis les années 90, la politique de l'eau s'est orientée vers la gestion de la demande en eau et s'est concentrée sur l'optimisation de la gestion des ressources en eaux en prenant en considération la quantité ainsi que la qualité des ressources en eau, y compris les questions de pollution, et en introduisant de nouveaux concepts tels que les ressources non conventionnelles en eau et récemment les impacts du changement climatique. Durant la dernière décennie, les programmes se sont orientés vers la gestion de la demande et un programme national pour économiser l'eau dans l'agriculture a été lancé en 1995. Le programme comporte deux volets : (a) un volet investissement accordant des subventions aux agriculteurs pouvant aller de 40% à 60% du coût des équipements d'économie de l'eau, (b) un volet de sensibilisation et de communication. Un décret pour l'audit des systèmes d'eau chez les gros consommateurs a aussi été mis en place depuis 2002 qui vise l'économie et l'usage rationnel des ressources en eau. Le suivi également des rendements des réseaux de production et de distribution de l'eau par la SONEDE.

Les plans de développement retiennent aussi la productivité de l'eau comme indicateur principal dans l'allocation de la ressource. On sait par exemple que la productivité de l'eau par le secteur industriel évaluée en 2012 est d'environ 145 \$/m³ alors que celle de l'agriculture est de 0,51 \$/m³. D'autres indicateurs sont aussi utiles pour orienter le choix de l'allocation comme le concept « job per drop » qui donne l'emploi créé par l'eau dans le secteur de l'agriculture qui est de 7175 emplois/Million de m³ alors que celui de l'industrie est de 11993 emplois/Million de m³.

Mais en pratique, les investissements sur le terrain ne tiennent pas compte de l'évolution de ces indicateurs, souvent pour répondre à des besoins de développement à caractère social et urgent.

C.4 Instruments de Changement Social

La révolution Tunisienne survenue en Décembre 2010 a ouvert l'espace à la participation de la société civile et de ce fait, beaucoup de donateurs et de programmes soutiennent la structuration et la responsabilisation de la société civile afin de remplir son rôle dans le nouveau contexte politique et de développement difficile. Diverses initiatives citoyennes ont permis de sensibiliser la population, les politiciens et les preneurs de décision sur les questions liées à l'eau et à l'environnement ce qui a conduit à une prise en compte de la problématique de l'eau dans la constitution. En effet, les droits à l'eau et à l'environnement sont inscrits dans la constitution comme dans la protection du climat. Ce qui fait que le gouvernement utilise de plus en plus d'approches participatives par des consultations nationales pour la planification et la préparation des programmes. Les consultations pour le processus de révision du code de l'eau ou la préparation à la stratégie de conservation des eaux et du sol, ainsi que le processus en cours pour l'élaboration de la stratégie de l'eau 2050 sont des exemples concrets. Ce processus est nouveau et doit être institutionnalisé en lui accordant un budget de fonctionnement conséquent pour une réelle participation de la société.

C.5. Résolution de Conflits – Gestion des Conflits, Garantie du Partage de l'Eau

Le code de l'eau a prévu toute une partie pour la gestion des périodes extrêmes (inondations et sécheresse) où des risques de conflits peuvent apparaître. Le conseil national de l'eau est l'organe qui annonce la situation de stress hydrique en cas de sécheresse ou autre phénomène à l'origine d'un manque de ressources, identifie les zones sinistrées et fournit les mesures pour surmonter cette situation.

Si le stress couvre l'échelle nationale, c'est le Ministère de l'Agriculture qui définit avec le BPEH les allocations et les restrictions dans l'usage de l'eau. Les autorités locales feront de même si le stress est régional ou local. La gestion des conflits est assurée par le BPEH et les tribunaux.

Les conflits peuvent apparaître suite à des infractions sur l'usage de l'eau lesquelles sont punies par le code de l'eau. Selon le nouveau code, ces punitions varient entre 1000 à 100.000 dinars d'amende et d'un emprisonnement de 6 mois à un an.

L'accès à l'eau étant garanti par la constitution, le nouveau code de l'eau donne plus de précision sur la garantie de l'accès à l'eau potable sur la base des spécifications tunisiennes. Dans ce cas, les dépenses relatives à l'approvisionnement en eau seront calculées par l'administration et régularisées par le citoyen. Une nouveauté réside dans le fait que ces dépenses intégreront dans le futur tous les coûts de mobilisation de l'eau y compris ceux relatifs à l'infrastructure lourde (comme les barrages).

C.6. Instruments Règlementaires – Allocation et Limites d'Utilisation de l'Eau

Le code de l'eau qui a été actualisé et soumis au parlement pour adoption constitue le cœur des instruments règlementaires. Il définit les allocations et les limites d'utilisation de l'eau quel que soit son type et sa qualité. Les textes d'application du code de l'eau seront revus en conséquence une fois le code adopté par le parlement. Les normes de rejet et de réutilisation (NT 106.02 et la NT106.03) sont en cours de révision également et seront par conséquent adaptées aux nouveaux besoins du code de l'eau et de la constitution. Le recours à la réglementation économique à travers l'évolution de la tarification de l'eau est aussi prévu.

Des systèmes même d'autorégulation existent en tant qu'initiative de certains GDA autour des ressources d'eau surexploitées. Tel est le cas du GDA de Bssissi situé sur la plaine côtière d'El Bssissi Oued Akarit au Nord-Est du Gouvernorat de Gabès. En adhérant au GDA, les agriculteurs ont régularisé leurs situations s'ils disposent de puits illicites. L'allocation de 200 litres/s réservée par l'administration, à travers le CRDA, est partagée entre les agriculteurs suivant la superficie et les spéculations. Avec la décentralisation de la gestion des ressources naturelles imposée par la constitution, ces exemples de régulation seront sans doute développés. Le code de l'eau prévoit également des mesures pour l'exploitation des ressources en eau directement du domaine public hydraulique qui sera dans le futur soumise à des frais qui tiennent compte du type d'usage de l'eau (eau potable, l'eau embouteillée, irrigation, industriel ou touristique). Ces frais qui seront fixés par des comités indépendants tiendront compte de tous les coûts de mobilisation de ces eaux.

C.7. Instruments Economiques

Afin de sensibiliser sur la pénurie des ressources et la nécessité d'améliorer leur utilisation de la meilleure manière possible et malgré la situation économique difficile dans le pays, le gouvernement s'est engagé dans un processus d'augmentation des tarifs qui est approuvé par le conseil des Ministres. Quelques mois avant la révolution, le prix de l'eau potable a été, également, revu à la hausse par l'arrêté du ministre de l'agriculture, des ressources hydrauliques et de la pêche et celui du ministre des finances du 13 juillet 2010 (JORT 56 du 13 Juillet 2010). Et depuis, le prix de l'eau potable et celui de l'assainissement ont été augmentés six fois. Pour l'eau potable selon les arrêtu du 23 Septembre 2011 (JORT73 du 27 Septembre 2011) ; arrêté du 13 juin 2013 (JORT n°51 du 25 Juillet 2013) et arrêté du 26 Décembre 2013 (JORT 105 du 31 Décembre 2013). Pour l'assainissement il s'agit de l'arrêté du 27 Octobre 2011 (JORT N 83 du 1 Novembre 2011), de l'arrêté du 15 août 2013 (JORT n°67 du 20 Aout 2013) et de l'arrêté du 19 janvier 2015 (JORT n°7 du 23 Janvier 2015). Pour l'utilisation domestique, la tarification a une structure nationale basée sur des tarifs progressifs qui encourage à l'économie de l'eau. Le tarif d'eau potable le plus bas correspond pour la tranche trimestrielle de 0 à 20 m³ à 155 millimes/m³ et le plus élevé correspond à la tranche supérieure à 500 m³/trimestre à 1190 millimes le m³ avec une tarification unique pour le secteur touristique égale à 1190 millimes le m³ quelle que soit la consommation.

La redevance assainissement est plus complexe. Elle varie pour le secteur domestique de 22 millimes à 690 millimes le m³ et dépend du volume et du degré de pollution (charge de DBO₅) pour le secteur industriel et collectif. Pour le secteur touristique la tarification de l'assainissement est unique et égale à 1235 millimes le m³.

Pour le secteur agricole, une augmentation constante des tarifs de l'eau agricole a été adoptée à un taux de 9% par an depuis 1990 mais a été ensuite arrêtée en 2002. Le tarif dépend des CRDA et des GDA et peut varier de 50 à 160 millimes le m³. L'encouragement à la réutilisation des eaux usées traitées est assuré par une tarification nationale unique et égale à 20 millimes le m³ pour les périmètres irrigués alors que l'usage de l'EUT pour l'irrigation des terrains de golf est gratuite.

L'encouragement à l'économie de l'eau dans le secteur agricole selon la stratégie nationale d'économie d'eau est assuré par une subvention pouvant aller de 40 à 60% pour la mise en place des équipements goutte à goutte. Aussi et pour promouvoir la réutilisation des EUT, une stratégie nationale de communication et de sensibilisation à l'utilisation des eaux usées traitées et des boues des stations d'épuration et initiation des activités de sensibilisation à l'échelle régionale a été élaborée en 2014 et actuellement en cours de mise en œuvre.

L'obligation selon la loi pour la réalisation des audits des systèmes d'eau chez les gros consommateurs est également un instrument qui vise à l'économie de la ressource, la préservation des infrastructures, l'économie d'énergie et la protection de l'environnement en général. L'octroi de subventions pour la réalisation de l'audit ou la mise en place des mesures d'économie d'eau égale à 20% des montants des investissements plafonnés sont des encouragements en faveur de la protection de la ressource.

La stratégie d'adaptation du secteur agricole et des écosystèmes au changement climatique élaborée en 2007 propose des nouveaux instruments économiques comme les assurances et les paiements des services environnementaux.

Le code de l'eau a même prévu que les coûts des infrastructures de protection des ressources soient partagés entre tous les bénéficiaires des services de protection. Il n'est plus d'actualité que l'Etat investisse dans la protection pour les secteurs ou les communautés.

La mise en application effective des différents instruments cités ci-dessus et d'autres qui pourront être développés lors de la mise en œuvre de la loi sur les PPP reste tributaire d'une méthodologie appropriée de comptage de la consommation d'eau quelle que soit son origine. En effet, en l'absence de compteurs d'eau sur l'usage des eaux souterraines, des eaux des oueds, des stations d'épuration ou de dessalement, il sera illusoire de garantir l'équité dans la gestion économique de l'eau.

C.8. Echange d'information

Il existe en Tunisie différentes sources d'information sur l'eau publiées par différentes institutions (OTEDD, DGRE, etc.) avec des ajustements selon les besoins ressentis. De ce fait, les informations peuvent sembler incohérentes si on oublie de les considérer dans le contexte de leur publication et nécessitent parfois des mises à jour. Le système d'information sur l'eau SINEAU en cours d'élaboration devra constituer, pour la Tunisie, la source unique et fiable d'information sur l'eau. Le SINEAU fournira à chaque instant des informations actualisées par les différents opérateurs (CRDA, SONEDE, ONAS, etc.). Ces informations ont été sélectionnées pour répondre aux besoins de la GIRE comme indiqué ci-dessus. En effet, dans ce système on trouvera les données relatives à la qualité et la quantité des ressources en eau (qualité, volumes, fréquence d'occurrence, variabilité spatiale); des informations : des données calculées (tendances, données dans le temps, pratiques d'utilisation des ressources et leurs impacts).

Le code de l'eau prévoit même l'obligation d'échange d'information avec l'administration de chaque propriétaire ou titulaire des données quantitatives et qualitatives sur l'eau, y compris tout bénéficiaire ou concessionnaire de l'eau naturelle ou artificielle.

La mise en œuvre des projets par les autorités compétentes techniques en charge de la réalisation des projets issus de la planification nationale ou régionale est renforcée par l'implication des services des forêts, de la conservation des eaux et du sol, des partenaires des bassins versants partagés, des structures de la recherche scientifique, de la société civile et toutes les structures compétentes pertinentes.

Le code de l'eau reconnaît même la dimension historique et culturelle de certaines infrastructures de l'eau dans les oasis en tant que patrimoine et l'obligation de sa protection et sa valorisation.

La publication périodique d'un document unique sur la GIRE constitue une avancée pour permettre de corriger et d'ajuster les mesures mises en place pour atteindre les objectifs de la GIRE.

C9. Instruments d'évaluation

Les instruments d'évaluation sont sectoriels ce qui réduit leurs efficacités. Les risques liés aux décisions sont difficilement quantifiés et du coup leur réduction n'est pas perçue comme bien économique. Les études de vulnérabilité socio-économique et physique commencent à se développer, ce qui permet d'intégrer les mesures d'adaptation pour réduire les risques. A ce titre, on peut citer les études vulnérabilité du littoral à l'élévation accélérée du niveau de la mer, les études de vulnérabilités de certains écosystèmes comme les nappes alfatières, l'olivier ou la forêt qui ont été élaborés avec l'appui de la GIZ.

Les évaluations environnementales dans le secteur de l'eau et également les secteurs annexes sont réalisées conformément au décret du 11 Juillet 2005 qui règlemente les études d'impact sur l'environnement. Ces évaluations demeurent partiellement intégrées dans les processus de planification, de conception et de mise en œuvre. Ces évaluations environnementales qui devraient faciliter la consultation publique ne sont pas connues à temps par le public et de ce fait les personnes affectées par les décisions ont peu de recours et d'influence pour réduire les impacts négatifs et rien dans le processus ne garantit qu'elles reçoivent les compensations appropriées. Tel est le cas par exemple en cas de non-conformité de la qualité de l'eau usée traitée réutilisée dans le secteur agricole. De ce fait, les études environnementales actuelles ne peuvent pas permettre aux autorités de prendre les meilleures décisions de sorte que les coûts et avantages environnementaux et sociaux soient pris en considération ensemble avec les coûts économiques et financiers. Des compétences en études sociales demeurent plus que nécessaires pour modifier les échelles spatiales et temporelles des analyses socio-physiques et permettra surtout de focaliser sur les impacts humains.

Les projets liés aux ressources en eau ayant un caractère social et de développement, les évaluations économiques reposent sur des critères objectifs surtout que les études d'évaluation comme les analyses cout-bénéfices ou couts-efficacités qui reposent sur des chiffres uniques sont insuffisantes pour le choix de projets complexes et d'envergure. La diversification des options d'analyses peut proposer un véritable choix et permet de ne négliger aucun cout et donc d'internaliser les couts externes souvent ignorées par les analyses actuelles.

1.3.7 - Etat actuel des indicateurs de la GIRE en Tunisie

Dans le cadre du projet MEWINA, tous les paramètres pouvant renseigner sur la GIRE et sa mise en œuvre ont été calculés et un état pour 2012 a été fourni (annexe I du rapport). Le rapport donne également les formules de calcul dans le détail.

1.3.8 - Conclusions sur l'état de la GIRE

La GIRE est un processus amorcé depuis plus de deux décennies pour la gestion de l'eau. Les bouleversements vécus depuis la révolution ont fragilisé ce processus et l'ont ralenti. Cependant, l'adoption par le parlement de la loi sur les PPP, le code de l'eau en cours d'adoption, la mise en œuvre de la nouvelle constitution sont des atouts pour permettre de réanimer et renforcer ce processus. Les indicateurs de la GIRE témoignent de la fragilité absolue des ressources en eau et d'un besoin urgent pour une meilleure connaissance et suivi rigoureux de l'évolution des usages et des rejets. La décentralisation de la gestion des ressources en eau est à accélérer afin de garantir une

nouvelle responsabilisation des différents partenaires. Les instruments financiers, économiques et institutionnels doivent être revus et adaptés au nouveau contexte sociopolitique et aux défis auxquels les sociétés font face et qui vont impacter de façon directe et indirecte les ressources en eau, notamment le changement climatique, la libéralisation des marchés, etc. La gestion des ressources en eau devra être élargie pour intégrer la gestion de l'eau verte, de l'eau virtuelle et des écosystèmes dont les services environnementaux garantissent la disponibilité de l'eau. Les méthodes d'évaluation de la valeur économique totale des écosystèmes et des services environnementaux doivent être développées ce qui permettra de compléter l'analyse économique des investissements pour une meilleure prise de décision en termes de la planification du développement. La gestion des périodes extrêmes humides doit être orientée vers une meilleure valorisation de cet excédent d'eau.

Enfin, la documentation de l'évaluation de la GIRE de façon périodique pour les besoins de la planification du pays est à initier. En d'autres termes, un plan GIRE mérite de voir le jour.

2. - LES EAUX DE SURFACE

2.1 - Contexte général des ressources en eaux

2.1.1 - Potentiel des Ressources en eaux

La Tunisie est constituée d'étages bioclimatiques très diversifiés, montagneux au Nord (Atlas), steppique au Centre et saharien au Sud. Les apports pluviométriques influencés par la géomorphologie du pays, sont de ce fait très variables dans l'espace. Au Nord Ouest, considéré comme le château d'eau de la Tunisie, ils atteignent 1200 mm pour basculer à moins de 100 mm au Sud.

Les ressources en eaux pluviales du pays (i.e. le volume précipité mesuré en année hydrologique moyenne sur l'ensemble du territoire national⁵) sont estimées à 36 000 millions de m³/an⁶. Le pays accuse cependant une grande variabilité interannuelle avec un maximum de 63 600 10⁶ m³, enregistré en 1969-70 et un minimum de 21 000 10⁶ m³, enregistré en 1946-47 (Besbes et al 2014)⁷.

Le bilan naturel global (ITES 2011) de l'affectation des 36 milliards de m³ est le suivant :

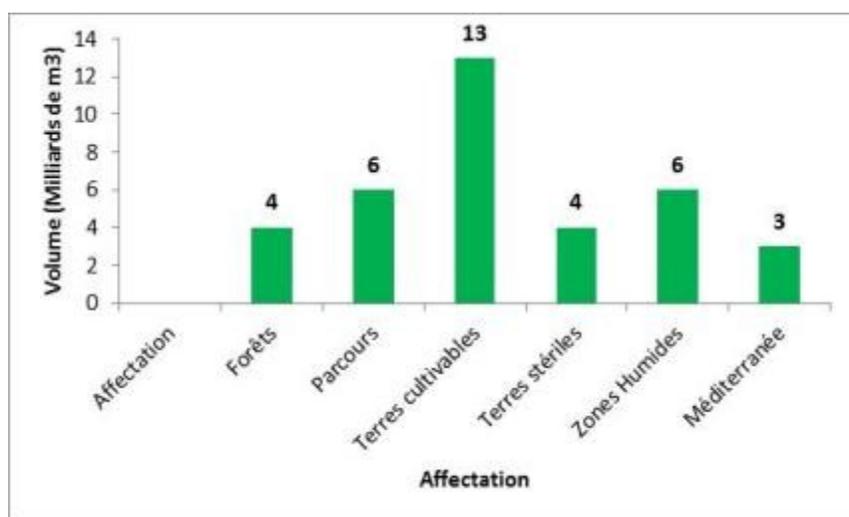


Figure n° 1: Bilan naturel global et affectation (ITES 2011)

Le potentiel des ressources en eaux est évalué à 4865 Millions de m³ dont 2165 Millions de m³ des eaux souterraines. Les eaux non conventionnelles s'élèvent à 232 Millions de m³/an (DGRE, 2014).

Les eaux de surface qui représentant la moyenne interannuelle des apports (i.e. l'écoulement annuel moyen), s'évaluent à 2700 Millions de m³ et constitue 55% du potentiel total du pays en ressources hydriques (l'étude Eau XXI (MARH 1998).

Les apports en eau de surface proviennent de quatre régions naturelles distinctes par leurs conditions climatiques, hydrologiques et leurs aspects géomorphologiques et géologiques. L'extrême nord et Ichkeul dont la superficie ne représente que 3 % de la superficie totale du pays, fournit des apports

⁵ Le volume précipité moyen = superficie du pays * précipitation moyenne pondérée par la surface des régions = 163 610 Km² * 220 mm/an.

⁶ On souligne cependant, que la moyenne spatiale et temporelle des précipitations endogènes (généré par le pays) sur le long terme est estimée à 207mm/an ; de ce fait le volume précipité moyen sur le long terme serait de l'ordre de 33 870 million de m³. Aqastat 2015

⁷ Dans l'étude Eau 21 (MARH 1998), on indique que le maximum et le minimum enregistrés sont respectivement de 90 km³ et de 11km³, sans pour autant préciser les années d'observations.

en eau de surface évalués en moyenne à $960 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ /an, soit 36 % du potentiel total du pays. Le nord, représenté par les bassins de la Medjerda, du Cap Bon et de Méliane fournit une moyenne de $1230 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ /an, soit 46 % du potentiel total en eau de surface. Le centre, comprenant les bassins versants de Nebhana, Marguellil, Zéroud et du Sahel, offre des ressources annuelles évaluées en moyenne à $320 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ /an, soit 12 % du potentiel. Le sud qui représente environ 62 % de la superficie totale du pays est la région la plus démunie en eau de surface et ne possède que des ressources très irrégulières, évaluées à $190 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ /an, soit 6 % du potentiel total (DGRE 1995).

En plus de la disparité régionale, les apports se caractérisent par une grande variabilité interannuelle. Le ruissellement a atteint un maximum de 11.32 km^3 enregistré en 1969/70 et un minimum de $0,78 \text{ km}^3$ en 1993/94. Compte tenu de cette étendue, la dispersion des apports annuels est relativement grande. Frigui et Touzi (2009)⁸ rapportent que la mesure de la dispersion moyenne de la série des apports, s'étalant de 1960 à 2005, est à peu près 1900 million de m^3 . Cet écart type est relativement important par rapport à la moyenne des apports calculée. A l'échelle régionale, la dispersion est plus importante au Centre et au Sud. Compte tenue de cette variabilité et de l'imprécision relativement élevée qui altère l'évaluation de l'écoulement annuel moyen (Tableau 5), la moyenne des apports ne peut constituer seule un indicateur fiable du potentiel du pays en eau de surface. Il faudrait consolider la connaissance du potentiel en eau de surface du pays par d'autres mesures statistiques et entreprendre des analyses plus élaborées des séries des apports.

Tableau n° 4 : Caractéristiques statistiques de l'apport annuel moyen (10^6 m^3)

Région	Moyenne	Ecart type	Max	Min	Erreur %
Nord	2286	1440.18	6713	675	9.45
Centre	257	493.44	3415	35	28.6
Sud	204	416.16	2295	10	30.4
Tunisie	2747	1895.43	11320	780	10.3

Source Frigui & Touzi 2009

La Tunisie partage avec l'Algérie voisine une partie de ses eaux de surface. Ainsi l'oued de Barbara et Mellila véhiculent un apport moyen en direction de l'Algérie de l'ordre de 180 million de m^3 /an. En retour Mejerda Nord, Mellègue ainsi que Oued de Safsaf et Kebir reçoivent 275 millions de m^3 /an depuis l'Algérie. (Besbes et al. 2014)

Du point de vue de la qualité, 72 % des eaux de surface disponibles à l'échelle du pays ont une salinité inférieure à 1,5 g/l dont un peu plus de 90 % se trouvent au Nord (Fig 2 sur la base des travaux de Kallel 1994⁹).

⁸ Frigui, H.L., Touzi, S. 2009. Caractérisation des événements extrêmes en Tunisie et possibilité de maîtrise des excédents pour une gestion durable de la ressource. In L'Etat des ressources en eau au Maghreb 2009. UNESCO.

⁹ Kallel, R., 1994. Caractéristiques morphologiques et hydrologiques du réseau hydrographique Tunisien. DGRE. Tunisie.

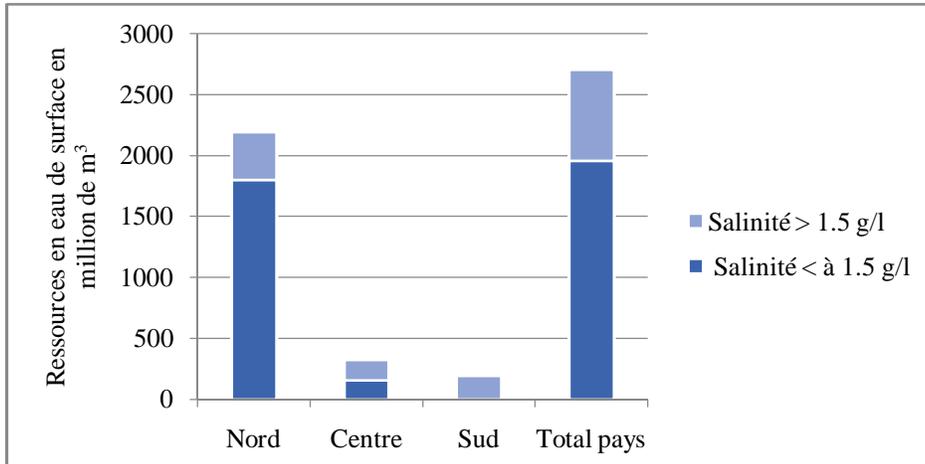


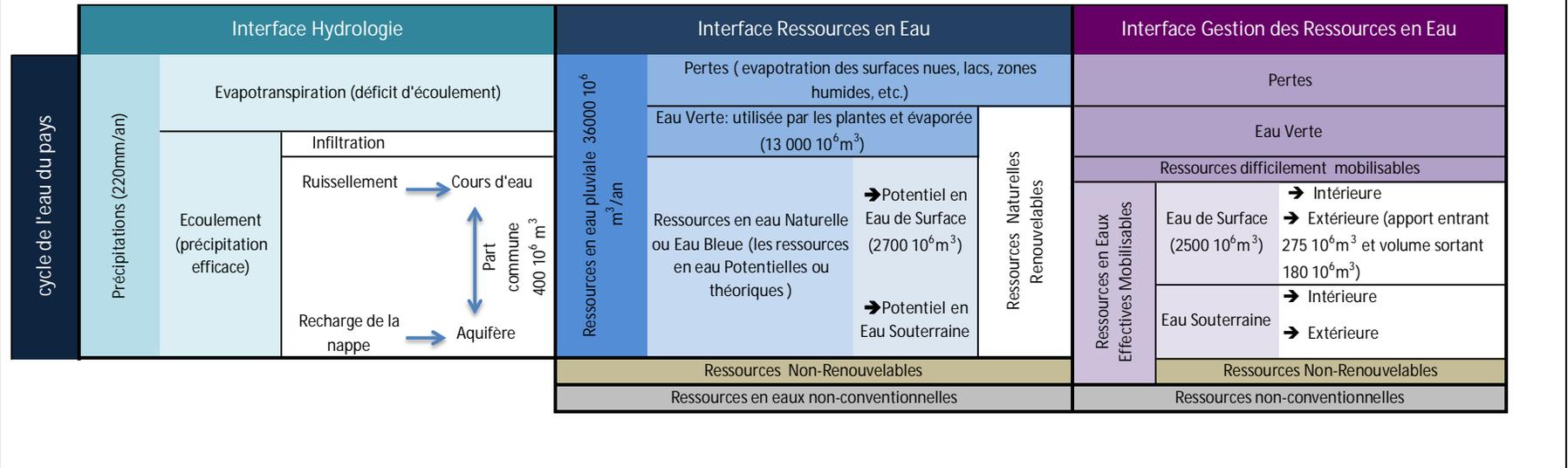
Figure n° 2: Répartition des Ressources en eau de surface selon le degré de salinité

En toute généralité, le potentiel en eau identifié dans un territoire ne pourrait pas être géré totalement. Les quantités mobilisables sont en effet liées aussi bien aux conditions techniques, socio-économiques, environnementales que géopolitiques. En fait, le développement des aménagements de mobilisation est une question technique, économique et sociale. Pour préciser les quantités effectivement mobilisables il faut notamment prendre en considération l'eau écologique et la part des pays voisins dans le cas des eaux partagées. Ainsi les quantités mobilisables peuvent ainsi évoluer dans le temps au grès des choix politiques et de l'évolution technique.

Dans le cas spécifique de la Tunisie, le planificateur estime les ressources en eau de surface mobilisables à environ 2500 millions de m³/an, dont 2 175 10⁶ m³ /an proviennent des ressources régulières et le reste des ressources irrégulières. Les ressources de surface régulières correspondent au volume annuel moyen des eaux disponibles pendant 90 % du temps. Ce volume est équivalent au bas débit d'un cours d'eau. Ce sont les ressources susceptibles d'être prélevées ou détournées avec un débit régulier. Les ressources irrégulières correspondent en revanche, à la composante variable des ressources en eau (crues, par exemple). Elles comprennent les variations saisonnières et interannuelles, c'est-à-dire l'écoulement saisonnier ou l'écoulement durant les années humides. Il s'agit de l'écoulement qui doit être régulé (Aquistat 2015).

Il faut souligner à ce propos, que jusqu'à lors, les ressources partagées avec l'Algérie ne font l'objet d'aucune convention bilatérale, si bien qu'en Tunisie la mobilisation est planifiée sur la base de la quasi-totalité des eaux de surface qui s'écoulent sur son territoire.

ENCADRÉ1: Ressources en eau en Tunisie



2.1.2 - Évaluation et suivi de la ressource

La planification du développement et de l'utilisation de la ressource repose essentiellement sur une connaissance des ressources en eau, notamment sur une évaluation pertinente du potentiel naturel et du potentiel gérable. La Direction générale des ressources en eau du ministère de l'agriculture (DGRE) est chargée entre autres du suivi des différentes composantes des ressources en eau dans le pays. Pour le cas spécifique des eaux de surface, la direction des eaux de surface de la DGRE met en place et gère les réseaux de mesure et d'observations concernant les différentes composantes des cycles hydrologiques et établit les bilans hydrologiques à l'échelle nationale et régionale.

2.1.2.1 - Pluviométrie et Hydrométrie

La DGRE publie depuis 1968-1969 l'annuaire pluviométrique de la Tunisie. On dénombre 698 stations météorologiques composant le réseau actuel de suivi de base (annuaire 2013). Ce réseau sert à la détermination des apports pluviométriques à l'échelle du pays (DGRE, Annuaire pluviométrique 2011-2012). Parmi ces dernières stations, 149 (dont 96 stations de l'INM) furent sélectionnées de sorte que 3 à 7 stations par gouvernorat serviront au calcul des apports météoriques. La répartition régionale est adoptée et classée selon 6 secteurs (Tableau 6).

Tableau n° 5 : Répartition régionale des stations météorologiques

Secteur	Surface (Km ²)	Nombre de stations	km ² /poste	Distribution des postes/région (%)
Nord-Ouest	16517	159	104	23
Nord-Est	11725	204	57	29
Centre-Ouest	22184	102	217	15
Centre-Est	13430	116	116	17
Sud-Ouest	35761	58	617	8
Sud-Est	55305	59	937	8
Total		698		100

Source: DGRE (2013)

Le réseau hydrométrique de base servant à la détermination des apports hydrométriques à l'échelle du pays se compose de 73 stations principales et de 173 points de mesures permanents. (DGRE, Annuaire hydrologique 2013-2014). Le pays est découpé en 7 secteurs hydrographiques : l'Extrême Nord, Le Cap Bon & Meliane, La Medjerda, Sebkat El Kalbia & Sidi El Hani, Sahel & Oued El Leben, Chott el Gharsa & Sedkhet Naouel et enfin Le Sud (Figure 3, DGRE). Grâce à ce réseau de mesure le pays dispose d'une longue série de données sur les apports, si bien que l'évaluation du potentiel en eau de surface pourrait être faite avec une précision satisfaisante.

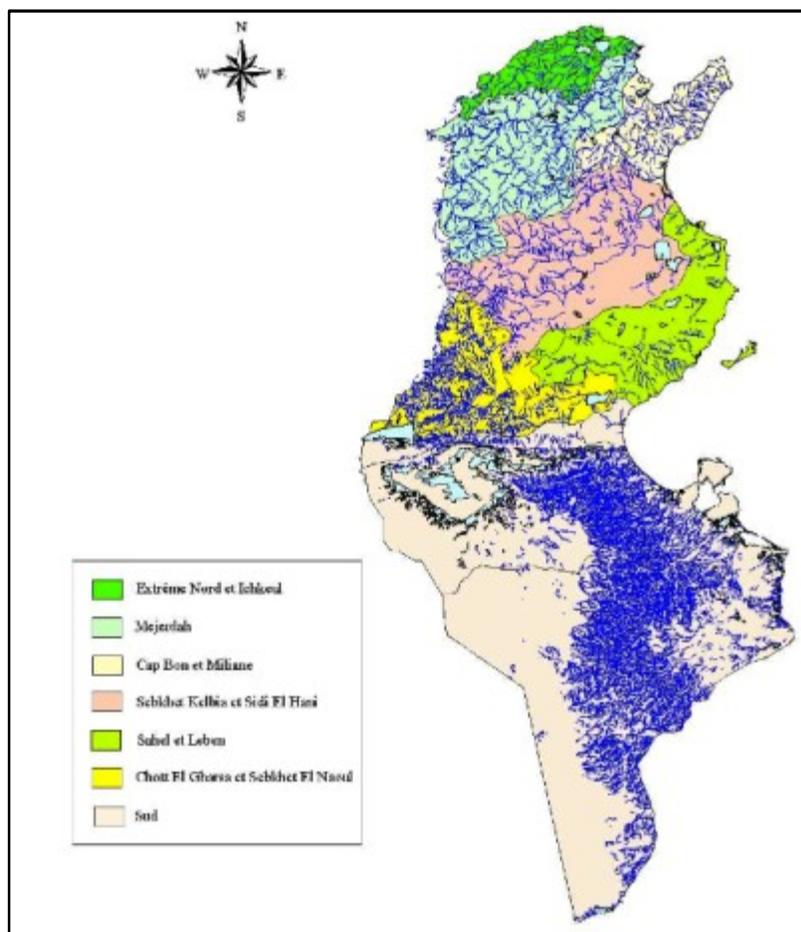


Figure n° 3: Réseau Hydrographique de la Tunisie.

Durant les deux dernières décennies le pays a eu en moyenne un apport de 2846 millions de m³ (avec un écart type de 1660 million de m³). Pendant cette période, le pays a connu des épisodes sévèrement déficitaires, où le déficit a dépassé 50% du potentiel. Ces périodes déficitaires ont été plus fréquentes pendant la première décennie, la seconde décennie a été globalement excédentaire. (Tableau 6)

Tableau n° 6 : Apports d'eau durant la période 1993-1994 A 2013-14 (en million de m3)

	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99	99-00	00-01	01-02	02-03
Total des apports	780	1563	3160	788	2615	2625	1482	2022	1156	7033
Total /potentiel (%)	28.89	57.89	117.04	29.19	96.85	97.22	54.89	74.89	42.81	260.48
Total /ressources mobilisables (%)	31.2	62.52	126.4	31.52	104.6	105	59.28	80.88	46.24	281.32

	03-04	04-05	05-06	2006-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14
Total des apports	4022	5966	3270	2195	1120	4371	1999	2942	4855	2695	3107
Total /potentiel (%)	148.96	220.96	121.11	81.30	41.48	161.89	74.04	108.96	179.81	99.81	115.07
Total /ressources mobilisables (%)	160.88	238.64	130.8	87.8	44.8	174.84	79.96	117.68	194.2	107.8	124.28

Source : DGRE Annales Hydrologiques

A l'échelle régionale, la comparaison de l'apport de l'année d'observation au potentiel de la région (i.e. à la moyenne interannuelle de l'écoulement) sur la période allant de 1993 à 2014, met en évidence que le Sud, le Centre et le Sahel sont fréquemment touchés par un déficit considérable (Figure 4). Ces observations sont obtenues dans ces régions en se basant sur un potentiel estimé pour ces régions de l'ordre de 190 millions de m³/an et 320 millions de m³/an respectivement. L'intensité du déficit constaté pourrait être dû au fait que le potentiel estimé n'est pas suffisamment représentatif du potentiel réel dans ces régions. On note également que l'excédent constaté dans l'extrême Nord et le Nord pourrait servir à combler le déficit dans les autres régions.

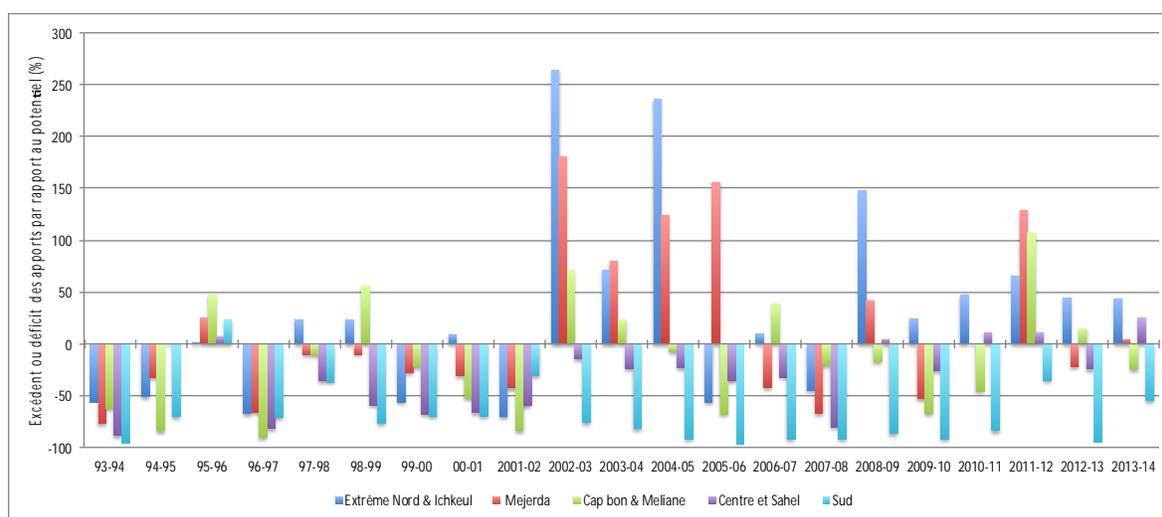


Figure n° 4: excédent et déficit dans les apports dans les grandes régions naturelles

Aussi faut-il souligner que le pays dispose également d'un système de collecte des mesures hydrologiques en temps réel et annonce des crues «SYCOHTRAC». Ce système compte 55 stations hydro-pluviométriques au niveau du bassin versant de Medjerda.

2.1.2.2 - Amélioration du suivi de la ressource

Il y a lieu de remarquer que l'observation, la mesure et l'analyse des données en vue d'une évaluation pertinente des ressources pourraient être améliorés. A ce propos les points suivants sont notés :

- La DGRE base ses calculs sur une superficie continentale de 155 360 Km². Par conséquent, l'apport effectif des zones humides (8250 ha) non considéré, se traduit par une sous-estimation des ressources hydriques.

- Le Nord-Ouest reçoit la pluviométrie la plus élevée et compte tenu de son relief fortement montagneux, on s'attend à y retrouver la densité la plus forte en termes de stations. Le Nord- Est, dont les reliefs sont modérés et les apports plus faibles, dispose pourtant de la densité de stations la plus élevée. Idem pour le Centre-Ouest et le Centre-Est, le premier devrait être mieux pourvu en stations météorologiques.
- La disparité de l'aire d'influence par station atteint un rapport de 16 à 4 entre le Nord Est et le Sud. Un tel rapport est très élevé et il est nécessaire d'étudier la possibilité de le réduire en fonction des besoins.
- Il faudrait appliquer une même densité au moins au niveau des gouvernorats faisant partie d'une même région naturelle (NW-NE-CW-CE-SW-SE).
- Un travail d'optimisation du réseau pluviométrique, à l'échelle de tout le pays est fortement recommandé.
- Il est impératif d'actualiser les courbes intensité-durée-fréquence en tenant compte de l'impact du changement climatique déjà observé. Ces courbes sont utilisées pour le dimensionnement des différents ouvrages de drainage et d'évacuation des eaux (canaux, conduites, buses, ouvrage d'art, etc.) sur tout le territoire et pour toute l'infrastructure (hydraulique, routière, etc.)
- Vu que la moyenne de précipitations n'est pas représentative à elle seule, il est nécessaire de considérer les apports extrêmes par unité spatiale et temporelle, c'est-à-dire toutes les pluies inférieures à 5 mm et celles à forte intensité. En effet, les faibles pluies n'ont aucun effet sur le ruissellement et sur la recharge. En revanche, elles sont importantes une fois infiltrées dans le sol arable, réservoir de l'Eau Verte. Les pluies à forte intensité (données en mm/h recueillies à partir des pluviographes) ont un impact important sur le transport solide et sur les inondations, de ce fait elles devraient être répertoriées à part.
- Il s'est avéré que 29 stations hydrométriques principales sur 73 étaient opérationnelles, soit un taux de 40% et 50 points de mesures permanents sur 173, soit un taux de 29% (annuaire 2013/2014). Il devient indispensable de dégager un indicateur de fiabilité des résultats [$I_f = N$ (stations opérationnelles) / N_t (Nbre total de stations)] à l'échelle de chaque région naturelle.
- D'après nos entretiens avec la DGRE, aucune évaluation des résultats du «SYCOHTRAC» n'a été effectuée. Une telle défaillance pourrait mettre en doute les données du système et sa pertinence. Un programme de réhabilitation de ce système est fortement recommandée.
- Il y a lieu de constater que pendant l'année hydrologique 2013/2014, sur un total de 24 CRDA, 9 ont transmis les données hydrologiques à la DGRE (37,5%), 11 ont établi les rapports hydrométriques (46%), 6 ont procédé à des analyses de conductivité électrique des eaux au niveau des stations hydrométriques et 3 ont procédé à un échantillonnage pour contrôler le transport solide (DGRE Annuaire 2013-2014) . A cet effet, il faudrait faire intervenir un autre indicateur qui reflète la contribution des régions dans la publication des annuaires hydrométriques. Si le taux exprimant la fonctionnalité au niveau des stations est de 40% et celui de la contribution des régions est de 46%, la crédibilité des résultats publiés peut être mise en doute. Par ailleurs, dans un contexte de développement et de GIRE, toutes les actions sont décentralisées et la prise de décisions concertées nécessite des partenaires tout à fait présents, actifs et efficaces.
- Dans ledit annuaire, le CRDA de Tunis n'est pas mentionné. La DGRE doit mentionner s'il est annexé à l'un des gouvernorats voisins¹⁰.

¹⁰ Le CRDA concerné (Ariana ou Manouba) prélève et traite les données du gouvernorat de Tunis par manque de moyens au CRDA de Tunis.

- Aussi, faut-il remarquer que le découpage spatial du pays en hydrométrie et en pluviométrie n'est pas le même. Il existe 7 secteurs pour le premier, et 6 secteurs pour le second. Ce découpage est encore plus problématique vu qu'il est totalement différent pour les nappes phréatiques.
- Il est impératif que le découpage régional soit un découpage officiel adopté unanimement à l'échelle nationale. Actuellement, des incohérences sont constatées lors des agrégations des données régionales au sein de la même institution et dans ses propres publications (annuaire pluviométrique, hydrométrique, situation des nappes phréatiques, exploitation des nappes profondes, etc.). Ceci constitue une problématique interrégionale si on prend en considération que les pays maghrébins (Algérie et Maroc) ont adopté le même type de découpage, celui par bassin hydrologique.
- Le bilan hydrométrique devrait mettre en exergue les quantités d'eau qui tombent dans toutes les retenues artificielles (barrage, barrages collinaires, lacs collinaires) et sur les plans d'eau naturels (lacs et sebkhas) ainsi que tout déversement en mer (naturel ou artificiel en cas de production).
- Lors de la gestion des ressources en eau, le pays fait face à une difficulté double : l'inégalité de la répartition interrégionale des dotations en eau, en terme quantitatif et en terme qualitatif, et l'irrégularité interannuelle des précipitations. Bien que le pays dispose d'une longue série de données sur les précipitations (datant depuis 1900), les caractéristiques de la variabilité pluviométrique demeurent peu connues. A ce jour, on ne sait pas si une sécheresse de trois ou quatre années suit une certaine tendance, qui annonce un véritable changement de climat, ou s'il s'agit d'un épisode climatique dans un cycle dont on pourrait prédire l'évolution, ou encore si c'est plutôt un événement tout à fait aléatoire. Le développement de cette connaissance est pourtant primordiale pour optimiser la gestion de la ressource.

2.2 - Etat des connaissances des eaux de surface

La planification du développement de la ressource repose essentiellement sur les plans directeurs d'utilisation des eaux élaborés dans les années 70. Ces plans ont été établis par grande région naturelle, l'extrême nord et le nord, le centre et le sud; une répartition qui a été dictée par les spécificités hydrologiques de chaque région. Cette planification repose sur deux principes directeurs: optimiser sur le long terme la mobilisation de la ressource au niveau du pays et réduire la disparité régionale en termes de dotations en eau par le développement du système de transfert.

L'adoption d'une approche holistique dans la planification du développement et de l'utilisation des ressources en eaux, par la conception des plans directeurs pour toute la Tunisie et dans une même période, a permis au pays d'identifier très tôt les orientations stratégiques d'une utilisation optimale de son potentiel hydrique. La rareté de la ressource, sa fragilité, et sa répartition inégalitaire entre les régions, ont conduit à ce que la planification repose sur une approche intégrée de l'utilisation des eaux. L'intégration est conçue dans le sens de l'intégration de la dimension quantitative et qualitative de la ressource, l'intégration de l'utilisation eau de surface – eau souterraine à différentes échelles spatiales, et également l'intégration de la gestion de l'offre et de la demande à l'échelle du pays.

Grace à ces plans directeurs, le programme du développement de l'infrastructure hydraulique a été élaboré afin de mettre en œuvre la politique de l'eau en Tunisie. Cette politique repose sur trois piliers: l'approvisionnement en eau potable de toutes les régions du pays, la mobilisation du maximum des ressources mobilisables et le développement du système de transferts. Depuis, le pays s'est lancé depuis dans un large programme de construction des aménagements hydrauliques de mobilisation et de transfert en confirmant l'option pour une politique de grands travaux hydrauliques.

La stratégie de mobilisation adoptée dans les années 80, a porté sur la mise en œuvre des premières composantes essentielles au développement du réseau de transfert des eaux du Nord. Ainsi au cours de cette décennie, les barrages de Sidi Salem et Joumine furent construits. A partir des années 90, deux stratégies successives de mobilisation étaient mise en œuvre dont l'objectif est de mobiliser la totalité des eaux mobilisables.

2.2.1 - Mobilisation des eaux de surface

La mobilisation des eaux de surface concerne toutes les eaux stockées dans les ouvrages de retenues artificielles (barrages, barrages et lacs collinaires) et celles infiltrées grâce aux aménagements de conservation des eaux et du sol (CES) et d'épandage des eaux de crues.

2.2.1.1 - Grands barrages, barrages et lacs collinaires

Les stratégies successives prévoyaient la mobilisation quasi-totale des eaux de surface en 2015. A cette date le pays disposerait de 49 grands barrages, 275 barrages collinaires et 1660 lacs collinaires.

Tableau n° 7 : Prévisions de la Mobilisation des eaux de surface (en million de m³)

Année	Ressources potentielles	Ressources mobilisables	Ressources mobilisées				
			1990	2000	2005	2010	2015
	2700	2500	1179	1876	2200	2400	2500
Grands Barrages		2170	1170	1688	1927	2080	2170
Barrages collinaires		195	5	125	160	190	195
Lacs collinaires		135	4	63	113	130	135

Sources DGRE- DGBGTH

Jusqu'en 2015, près de la moitié des ressources mobilisables sont mobilisées par les grands barrages alors que les barrages et lacs collinaires mobilisent à hauteur de 5% de ces ressources. La Tunisie dispose de 33 barrages de capacité utile de 2242 Millions de m³, 253 barrages collinaires et 893 lacs collinaires, de capacités respectives de 266 millions de m³ et de 93 millions de m³ (MARH 2015)¹¹. On note cependant, qu'actuellement seulement 26 barrages sont effectivement en exploitation. La carte ci-après présente l'état des lieux des barrages (DGBGTH) de la Tunisie.

¹¹ MARHP. 2015. Revue sectorielle de l'eau. BPEH

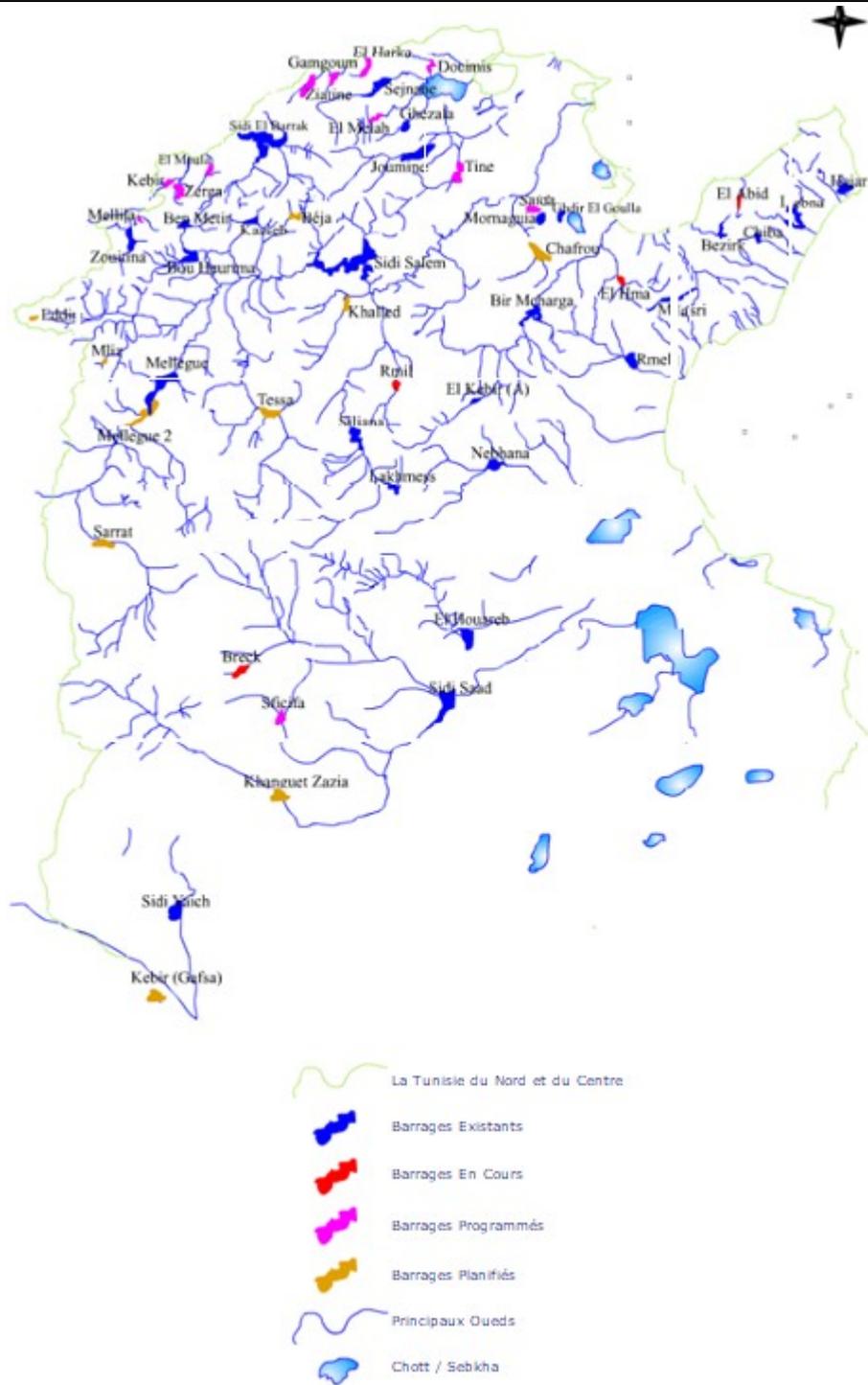


Figure n° 5: Carte des barrages de la Tunisie

2.2.1.2 - Conservation des eaux et du sol et épandage des eaux des crues

Les études sur l'érosion au Nord et Centre (1980) et la désertification au Sud (1976) montrent que 3,5 millions d'ha sont menacées par l'érosion dont 1,5 millions ha par une érosion aiguë et 3.3 millions d'ha sont menacées par la désertification (DGAFTA, stratégie 2007-2011). L'étude sur la gestion optimale des ressources en eau (2003) montre que le suivi de 13 barrages durant 1984-1998 enregistre un envasement de 253 millions de m³.

Le projet LADA (évaluation de la Dégradation et de la Gestion Durable des Terres en Zones Arides, Semi arides et Sub-humides. FAO/DGAFTA 2010) estime une réduction annuelle de 15000 ha des terres fertiles sous l'effet de l'érosion, de la désertification, de l'augmentation du degré de salinité et de l'expansion urbaine.

On estime que 600 millions de m³ pourraient être mobilisées par les techniques de conservation des eaux et du sol. Deux stratégies décennales de protection des eaux et du sol ont été adoptées depuis 1990. Ces stratégies visaient la diminution des surfaces menacées par l'érosion et les volumes envasés dans les barrages.

La recherche scientifique montre que la durée de vie des barrages et lacs collinaires est limitée (5 à 40 ans) selon la lithologie, la surface du bassin et l'aménagement des terres en amont. Et que les plantations de fruitiers dans des cuvettes, l'installation de cordons de pierres sur les versants raides et la mise en place de seuils dans les ravines suppriment le ruissellement des petites averses, étalent les crues et réduisent les débits de pointe et donc les transports solides qui envasent les barrages (BERGAOUI *et al.* 2008. Impact de l'aménagement des terres de culture par les cuvettes individuelles sur l'humidité et la fertilité des sols)

Pour ce faire, il a été prévu d'aménager les bassins versants, de construire des lacs collinaires, et des ouvrages de recharge de la nappe, et d'entretenir les projets réalisés.

La première stratégie (1990-2001) de conservation des eaux et du sol a été élaborée et mis en œuvre en 1990 et a donné lieu à ce qui suit :

- Aménagement des bassins versants : 892 573 ha ;
- Protection des terres céréalières : 70 494 ha ;
- Maintenance et entretien : 335 496 ha ;
- Ouvrages d'épandage des eaux et de recharge des nappes : 3 556 unités;
- Lacs collinaires : 580 unités.

Les 580 lacs collinaires réalisés lors de cette première stratégie ont mobilisé 58 Mm³. A la fin de la mise en œuvre de la deuxième stratégie de conservation des eaux et du sol (2002-2011), les réalisations enregistrées sont comme suit :

Désignation	Réalizations							Total des réalisations
	Avant 1990	1ere stratégie 1990-2001			2eme stratégie 2002-2011			
	Réalisé	Réalisé	Prévu	Taux de réalisation (%)	Réalisé	Prévu	Taux de réalisation (%)	
Aménagement de bassin versants (ha)	638.657	573.892	672.500	133	640.641	700.000	92	1.853.190
Protection des terres de grandes cultures (ha)	19.757	70.494	305.000	23	6.629	100.000	7	96.880
Exploitation et réhabilitation (ha)	220.038	338.496	858.000	39	315.633	700.000	45	1.032.009
Ouvrages d'épandage et de recharge (unités)	216	3556	4.290	82	2.770	4.500	62	6.542
Lacs collinaires	83	580	1000	82	202	1000	20	867
Chantiers (Nombre de jours de travail en millions)	NE (Non évalués)	54			33			
Coût (Millions de Dinars Tunisiens)	NE	440	571	71	435	789	56	
Observations		Capacité de stockage de 58 Mm3 au lieu de 50 Mm3 prévus (117%)			Mise en œuvre lente : non-implication des bénéficiaires de la protection des terres des grandes cultures et pour l'entretien des ouvrages ainsi que des contraintes financières pour la réalisation des lacs collinaires.			

L'année 2012a vu l'achèvement des travaux prévus lors de la 2eme stratégie et la réalisation des activités de l'année 2012 pour un montant global de 85 M DT dont 61 M DT sur le programme national et avec environ 3,928 Millions de jours de travail payés sur le programme national.

- Aménagement de BV sur 57.300 ha
- Entretien et réhabilitation de 36.000 ha sur 44.000 programmés
- Réalisation de 239 ouvrages de recharge et d'épandage et 9 lacs collinaires

Il y a lieu de souligner que La Tunisie a beaucoup investi dans les aménagements CES. L'évaluation des impacts de ces travaux sur les écoulements de surface et sur la recharge des nappes, notamment au centre et au sud tunisien devrait faire l'objet d'investigations concertées entre les institutions concernées notamment la DGACTA et la DGRE. En outre, des jaugeages différentiels le long des oueds constituant des axes préférentiels d'alimentation des nappes sont fortement recommandés.

Par ailleurs dans le cadre de la stratégie de mobilisation des ressources en eau (1991-2000), il est prévu que le nombre des ouvrages de recharge atteigne 2525 et que celui des ouvrages d'épandage atteigne 1031. Les périmètres d'épandage existants couvrent une superficie totale de 30 000 ha, répartie comme suit:

Tableau n° 8 : Les périmètres d'épandage en Tunisie

Gouvernorat	Périmètres d'épandage	Surface (ha)
Sidi Bouzid	Oued El Fekka- Oued Nadhour- Oued Hachim- Sahla- Sidi Jaballah- Ouaara - Sidi Ali Ben Aoun- Araar	13566
Gafsa	Sidi Aïch- El Kebir- Sned- Belkhir	8300
Kasserine	Oued Bou Haya	2500
Gabès	Oued Jir	700
Tozeur	Oudia-Thelja	1210
Siliana	Babouch-Sguifa-Rouhia	2900
Total		29176

Source : Chekir 2013¹²

La technique d'épandage est très ancienne et particulièrement adaptée aux conditions du Centre de la Tunisie. Les conditions climatiques des régions arides ne permettent pas d'assurer les besoins en eau des cultures en sec (céréales, oliviers). Plusieurs techniques ont été utilisées pour apporter le complément d'eau nécessaire aux cultures :

- « Jessour » : terrassement des ravins et construction d'une digue en terre parfois consolidée avec des pierres.
- « tabias » : longue banquette principale en courbe de niveau avec à chaque extrémité, à angle droit, une banquette latérale.
- « Meskats » : impluvium d'une pente variant de 3 à 10%, apporte les eaux de ruissellement vers les parcelles de l'amont.
- « Mgouds » : déviation des eaux de crues par l'intermédiaire de petits canaux ou banquettes de diversion au bord d'une importante dépression, d'un ravin ou d'un oued. Il est estimé que la technique des Mgouds peut mobiliser plus de 25 millions de m³ d'eau par année (Mamou, 1997).

Les ouvrages traditionnels n'étant pas pérennes, ils sont détruits à chaque crue et reconstruits. Ils apportent néanmoins des quantités d'eau grâce auxquelles les cultures arrivent à terme, apportent des sédiments riches en éléments fertilisants et améliorent les rendements des cultures et les zones de pâturage.

Ces ouvrages ont été remplacés au cours du 20^e siècle par des seuils en dur qui permettent de maîtriser les débits de déviation et de couvrir de plus grandes superficies. Les ouvrages d'épandage constituent une alternative aux barrages de rétention. Ces derniers sont réalisés en priorité pour la protection contre les inondations et pour la recharge des nappes. Ils présentent des inconvénients majeurs au niveau de l'accumulation des sédiments, de l'évaporation et par là-même, de l'augmentation de la salinité. Les plus importants barrages du centre du pays sont Sidi Saad et El Haouereb. Les eaux de ce dernier sont totalement infiltrées dans la nappe et récupérées en aval du barrage pour l'irrigation du périmètre d'El Haouereb.

L'examen de l'étude « Eau 2050 » montre deux orientations stratégiques :

- Les eaux bleues directement disponibles sont limitées à 4,8 Milliards de m³ soit moins que le 1/7 des précipitations globales d'où la nécessité de les préserver et de les optimiser ;

¹²Chekir, H. 2013. L'épandage des eaux de crues. Centre de publication universitaire

- Les eaux vertes, eaux indirectement disponibles sous forme de production agricole, animale et végétale (agriculture pluviale, parcours et forêt) totalisant environ 23 Milliards de m³, il y a là un immense réservoir à valoriser et à mobiliser pour assurer la sécurité hydrique et alimentaire du pays.

2.2.1.3 - Interconnexion des barrages et Transfert

Depuis la planification de l'utilisation des eaux entreprise dans les années 70, le transfert a été admis comme solution d'atténuation des inégalités régionales en dotation en eau. En outre, le transfert apporterait un degré de flexibilité supplémentaire à la gestion des épisodes de sécheresse, d'autant plus que les eaux de Nord sont plus régulières et que la probabilité de subir un épisode sec varie de 7 à 23% dans le Nord et de 25 à 30% dans le Centre et le Sud. Il faut souligner également que l'effet des changements climatiques accroîtrait l'intensité des phénomènes extrêmes et des inégalités régionales.

Le transfert se fait selon un axe de l'Ouest vers l'Est. Les grands barrages du Nord sont interconnectés par différents canaux de transfert, si bien que l'eau de l'extrême Nord et de la Mejerda fait un parcours de plus de 500 Km, elle arrive jusqu'aux zones côtières de Bizerte, Tunis, Cap-Bon, Sousse et Sfax. En plus, l'eau de Nabhana est également acheminée pour satisfaire les besoins des régions de Sousse, Monastir et Mahdia (la figure 6 présente la carte de l'interconnexion des barrages et du réseau de transfert (Daoud 2003) ; et l'annexe 2 présente une description détaillée du système de transfert).

Aujourd'hui le réseau d'interconnexion des barrages et de transfert se développe davantage par un dédoublement et un triplement des conduites des eaux provenant du Nord et de l'Extrême Nord. On estime que le développement du système de transfert permettrait de rehausser la capacité actuelle de transfert, qui est de l'ordre de 700 millions de m³/an, à 800 millions de m³/an à l'horizon de 2016 (MARH 2014¹³).

L'interconnexion des différents bassins et systèmes hydrauliques existants et le transfert vers le Centre et les zones intérieures, vise les avantages suivants :

- Le développement de la mobilisation des ressources en eau du Nord (au cours des épisodes humides) et leur valorisation afin d'éviter leur déperdition en mer ;
- l'augmentation de la capacité des différents ouvrages et réservoirs hydrauliques existants ;
- la régénération des aquifères de la Tunisie centrale affectés par la surexploitation et l'adoucissement des eaux dans les retenues de surface ;
- la sécurisation des bassins hydrauliques indépendants (Extrême nord, Nord et Centre) en assurant l'équilibre interrégional.

Par ailleurs, le stockage des volumes transférés dans des réservoirs de surface ou souterrains (i.e., recharge des nappes), constitue un nouveau potentiel de mobilisation. On estime en effet que la mobilisation de 500 millions de m³ supplémentaires serait possible et que 90% de ce potentiel se réaliserait à partir du transfert des eaux de surface. (ITES 2011)¹⁴. Ainsi le transfert serait non seulement une action de préservation de la ressource, mais également de développement.

¹³ Ministère de l'agriculture, 2014. Revue sectorielle de l'eau. BPEH.

¹⁴ ITES. 2011. Etude stratégique Eau 2050 en Tunisie.

Un programme de GIRE identifié après la révolution consiste (en plus des actions de développement de la ressource telles que le dessalement de l'eau de mer à Sfax, la création de nouveaux réservoirs intermédiaires), au dédoublement des conduites de transfert existantes sur le littoral et leur prolongement, dans l'objectif d'atteindre les zones intérieures (ex. Kairouan, Sidi Bouzid) et de satisfaire la demande de tous les secteurs socio-économiques dans ces zones.

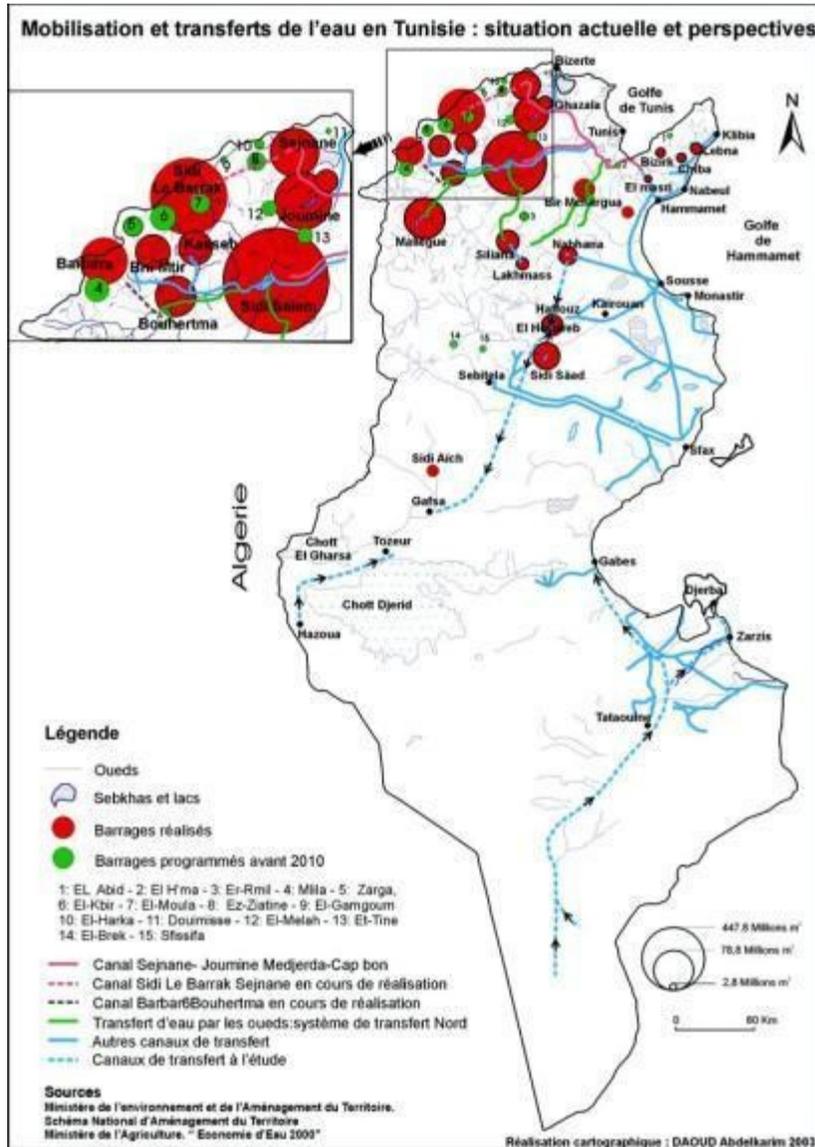


Figure n° 6: Interconnexion des barrages et système de transfert

2.2.2 - Gestion de l'infrastructure hydraulique

Plusieurs opérateurs interviennent en tant que gestionnaires et utilisateurs des Complexes Barrages et réseau de transfert:

- La DGBGTH est le premier organisme responsable de la planification et de la réalisation des barrages et des réseaux de transfert. Un système d'informations très élaboré, mis en place grâce à l'étude sur la gestion optimale des ressources en eau (GEORE). Ce système donne la situation des eaux dans les barrages au jour le jour, du transfert des eaux en différents points du système

hydraulique, ainsi que le matériel nécessaire pour des représentations graphiques et cartographiques de la situation hydraulique des barrages et des aménagements de transfert. Néanmoins ce système n'est pas aujourd'hui fonctionnel. La DGBGTH affirme avoir élaboré des TDR pour les études de faisabilité d'un nouveau réseau de transfert en collaboration avec le BPEH.

- Le BPEH assure la coordination entre toutes les institutions chargées de la gestion de l'eau et des aménagements hydrauliques pour des besoins de planification et de programmation de projets. Il agrège les informations provenant de toutes les institutions en relation avec la mobilisation et/ou l'exploitation de l'eau, identifie la demande en eau et procède aux analyses nécessaires à la planification de nouveaux programmes d'allocation en eau. Des commissions mixtes présidées par le ministre, sont créées à l'occasion de la réflexion et de l'étude de chaque grand programme de développement. Etant rattaché directement au Cabinet du Ministre, il traite tous les problèmes qui surviennent en relation avec l'eau (tels que la gestion des extrêmes) en étroite collaboration avec la DGBGTH et toutes les institutions concernées.
- La gestion des aménagements de transfert des eaux est déléguée à la SECADENORD (Société d'exploitation à autonomie financière, créée en 1984). Elle est en charge des ouvrages de transfert du nord (canal Medjerda Cap Bon, conduites des eaux provenant des barrages du nord (Sejnane, Joumine, Sidi Barrak, Barbara, Sidi Salem) le complexe de pompage Kalaat El Andalous - El Herryet les conduites de transfert de Nebhana et des forages de Sisseb. La SECADENORD vend l'eau en gros aux CRDA (pour les besoins agricoles) et à la SONEDE (pour l'eau potable, le tourisme et l'industrie) en vue de recouvrir ses frais d'exploitation et de maintenance.
- La SONEDE dispose d'un réseau de transfert et de stations de pompage qui lui est spécifique à partir des eaux des barrages d'eau potable (Beni Mtir - Kasseb), des eaux souterraines et profondes. Ce réseau est raccordé à des stations de traitement et ou de dessalement. Elle gère donc les réservoirs, les captages et les forages du nord et du centre (Bizerte, Zaghuan, Manouba, Cap Bon, Enfida, Kairouan, Sbeitla, Jilma - Hajeb El Aioun - Sfax), les réservoirs et stations de pompage et de traitement, les conduites de transfert et les réseaux de distribution de l'eau potable. La SONEDE est actuellement en concurrence avec l'agriculture (concernant le CMCB en période de pointe), néanmoins elle reçoit le volume nécessaire ayant la priorité par rapport à l'irrigation, volume qui est pompé vers Sousse et Sfax. Selon une étude réalisée par la DG/BGTH le transfert des eaux revient plus cher que le dessalement au-delà de la ville de Sfax. Par conséquent le renforcement du système de transfert de la SONEDE consiste en l'augmentation de sa capacité de régulation et de réserve à Saïda de 36.10^6 m^3 et au Sahel de 30.10^6 m^3 et la réalisation des stations de pompage et des adductions pour la connexion entre ces retenues et avec le système existant.
- La SECADENORD approvisionne les CRDA en eaux d'irrigation à travers des stations qui pompent sur les réseaux de transfert (oued Medjerda, CMCB).

Concernant le réseau de mesures dans le système de transfert, il est important de signaler l'insuffisance constatée des points de mesures (Etude du secteur de l'eau, thème 3, 1998). D'autre part, et étant donné que plusieurs organismes sont impliqués dans la collecte des données (DGRE, DGBGTH, SECADENORD), l'absence de centralisation de l'information ne permet pas d'identifier facilement l'origine des différences dans l'établissement des bilans des barrages souvent constatées. Une confrontation régulière des données collectées est indispensable pour pallier ce problème.

2.2.3 - Gestion des Risques climatiques

2.2.3.1 - Crues et sécheresses

Le réseau de mesures des crues de la DGRE comprend trois catégories de stations hydrométriques qui se présentent comme suit:

- Les stations d'alerte et de gestion : Elles assurent l'annonce de crues et facilitent la gestion des ouvrages hydrauliques en aval.

- Les stations principales: Elles permettent un suivi continu et régulier de la situation des cours d'eau surveillés ;
- Les stations secondaires : Elles sont en place pour une étude particulière et une durée limitée ;

Ce réseau géré par la DGRE a pour tâche essentielle la prévision à court terme et le contrôle des crues des principaux oueds pour protéger les ouvrages d'infrastructure et la population. Il est basé sur la présence d'observateurs qui communiquent par téléphone ou par radio la situation hydrométrique et pluviométrique avec la Centrale directement ou sur poste de relais (A/RE du CRDA). Il est complété par le réseau d'annonce des crues au niveau des sites de barrages, géré par la DGBGTH qui communique par radios VHF (en plus des émetteurs récepteurs mobiles montés sur véhicules et portatifs dans les chantiers). Ce réseau fournit entre autres des données relatives aux retenues, celles relatives aux crues à leur arrivée aux barrages et il peut communiquer avec les stations d'annonce des crues lorsqu'elles existent.

En cas de sécheresse, un « Guide pratique de la gestion de la sécheresse en Tunisie-Approche méthodologique » a été élaboré par une équipe de plusieurs cadres multidisciplinaires du ministère de l'agriculture, en 1999, grâce aux longues séries d'informations climatologiques et hydrologiques existantes, aux données du système sus-indiqué et aux traditions tunisiennes en matière d'adaptation à la sécheresse.

Un pompage des eaux du barrage Sidi Barrak s'opère en cas d'extrêmes pénuries dans les réservoirs du système de transfert notamment pour l'irrigation, vu les coûts d'énergie engendrés et qui ne peuvent pas être récupérés par les tarifs actuels. Ainsi, un coût moyen d'environ 300 mill/m³ est consenti alors que le tarif de l'eau de la SECADENORD de 50 mill/m³ en moyenne, varie de 26 à 60 mill/m³ selon le périmètre public (irrigué par les eaux de barrages) ce qui représente déjà près de 50% du tarif moyen agricole affecté à l'agriculteur.

La Tunisie a connu au cours des 15 dernières années (2000 à Mars 2015) plus de 25 événements extrêmes avec 5 sécheresses (1999-2000, 2000-2001, 2001-2002, 2007-2008 et 2009-2010) et 20 inondations réparties comme suit : 7 inondations rien que sur le bassin de la Medjerda (Janvier 2003, décembre 2003, janvier 2004, Novembre 2011, février 2012 , décembre 2014 et fév/Mars 2015), des inondations spectaculaires et mortelles à Sebbelet Ben Ammar en Octobre 2007 (18 morts) et en Septembre 2009 à Redayef (17 Morts). D'autres événements non moins importants comme ceux de Septembre 2003 au Grand Tunis en Octobre 2011 et 14 Novembre 2012 à Ben Arous, en Avril 2009 à Manouba. A Sfax en Septembre 2009, 19-20 septembre 2013 et 22-23 décembre 2013. En Octobre 2013 à Gabès, en Juin 2014 Kebili (Oued Rebaii) et enfin des inondations causées par les lâchers du barrage Sidi Salem à Mjez El bab le 2 Novembre 2011 et le 24 Mars 2014.

L'année 2012 a connu des inondations spectaculaires en février couplées avec de la neige tombée sur les hauteurs et dont la fonte a aggravé la situation.

Même s'il n'y a pas des études permettant d'identifier le lien direct de ces événements avec les effets du changement climatique, la fréquence de ces événements et leurs ampleurs semblent dépasser ceux connus à ce jour. En effet, ce sont surtout les inondations qui se sont avérées plus fréquentes, et qui sont occasionnées par une fréquence et une intensité de pluies inconnues auparavant (150 mm en une heure à Redayef en 2009, 150 mm en moins de deux heures à Sebbel et Ben Ammar au nord de la capitale en 2007).

Cette augmentation des inondations à l'échelle de tout le pays vient confirmer les prévisions des projections climatiques sur la Tunisie. Ces prévisions annoncent une augmentation de la fréquence et de l'intensité des années extrêmes sèches et humides à l'horizon 2030. L'ampleur des dégâts relatifs à ces inondations est aussi expliquée par une occupation des sols et un aménagement du territoire peu adaptés.

Les fortes intensités de pluies engendrent beaucoup plus de dégâts que d'avantages pour l'agriculture particulièrement dans le nord: érosion, stagnation d'eau dans les PI et les cultures pluviales nécessitant des systèmes de drainage, de grandes quantités de sédiments qui engraisent l'oued Medjerda diminuant sa capacité de transit d'où des inondations de plus en plus étendues, et qui comblent également les réseaux d'irrigation alimentés à partir de cet oued. Dans le Centre et le Sud, ces eaux alimentent les périmètres d'épandage des eaux de crues et reconstituent naturellement les nappes souterraines surexploitées.

Lors des évaluations, lorsque l'on constate une série d'années humides, il y a lieu de vérifier si des événements extrêmes se sont produits pour juger si les apports d'eau ont été effectivement bénéfiques.

2.2.3.2 - Adaptation aux changements climatiques

Les effets du changement climatique ont été ressentis en Tunisie. En effet, au cours des deux dernières décennies, la Tunisie a connu 4 années sèches successives (de 1998 à 2002). Cette sécheresse a été à l'origine de la réalisation de la stratégie nationale d'adaptation du secteur agricole et des écosystèmes au changement climatique achevée en 2007. Cette stratégie a été à la base des premières projections nationales du changement climatique. Depuis lors, tous les travaux réalisés en termes d'adaptation au changement climatique ont été basés sur les résultats des projections climatiques de cette stratégie. Les études sur le changement climatique et tout particulièrement sur l'adaptation au changement climatique aussi bien national, régional¹⁵ que mondial sont nombreuses. Des stratégies nationales d'adaptation ont également été développées pour le littoral, la santé, le tourisme et l'agriculture. D'autres études de vulnérabilité au changement climatique ont été réalisées pour des écosystèmes spécifiques comme l'alpha ou l'écosystème pastoral, l'olivier et la subéraie. Dans chacune de ces études les ressources en eau ont été évoquées et analysées dans le contexte du changement climatique. La liste de toutes ces études est indiquée en annexe.

En 2013, Verner publie un ouvrage qui met à jour les projections climatiques en Tunisie compte tenu des connaissances scientifiques. Dans son ouvrage « Tunisia in a Changing Climate Assessment and Actions for Increased Resilience and Development » a indiqué qu'en 2050, les températures moyennes pourraient changer de +1,4 ° C à +2,5 ° C et les précipitations pourraient être réduites de 5

¹⁵Assaf, A., Erian, W., Gafrej, R., Herrmann, S., McDonnell, R., Taimeh, A. Climate Change Contributes to Water Scarcity in Verner, Dorte, ed. 2012. *Adaptation to a Changing Climate in the Arab Countries*. Washington, DC: World Bank. DOI: 10.1596/978-0-8213-9458-8. License: Creative Commons Attribution CC BY 3.0.

Gafrej, R., Gitay, H. 2012. Biodiversity and Ecosystem Services have a Role in Climate Adaptation in Verner, Dorte, ed. 2012. *Adaptation to a Changing Climate in the Arab Countries*. Washington, DC: World Bank. DOI: 10.1596/978-0-8213-9458-8. License: Creative Commons Attribution CC BY 3.0.

Verner, D., Abu Salman, R., Ahmed, K., Assaf, A., Dababseh, A., Djernaes, M., El-Mallah, F., Eria, W., Gafrej, R., Gitay, H., Grey, S., R.Habib, R., Hesselbjerg Christensen J., Ismail, S., Katich, K., Levine, T., Losos, A., McDonnell, R., Menck Figueroa, G., Noble, I., Padrón Fumero, N., Rabie, T., Stendel, M., Yang, S. 2012. Implement Policy Responses to Increase Climate Resilience in Verner, Dorte, ed. 2012. *Adaptation to a Changing Climate in the Arab Countries*. Washington, DC: World Bank. DOI: 10.1596/978-0-8213-9458-8. License: Creative Commons Attribution CC BY 3.0.

à 15%. Les changements locaux et saisonniers de la température et des précipitations pourraient être encore plus grands. Les réductions futures des précipitations devraient résulter d'un déplacement vers le nord dans la trajectoire des tempêtes méditerranéennes. Le niveau des mers pourrait augmenter de 3 centimètres et 61 centimètres au cours le XXI^e siècle en fonction du contenu de la chaleur locale de l'eau et de la salinité dans la Méditerranée. Cela pourrait augmenter l'intrusion marine vers les aquifères côtiers. Ces projections climatiques ont été déduites par l'application du downscaling pour illustrer les températures et les précipitations maximales quotidiennes pour la ville de Tunis en utilisant deux modèles celui du Hadley Centre version 3 (HadCM3) pour deux scénarios d'émissions SRES (A2 et B2) de 1961 à 2099 et d'un ensemble de scénarios régionalisés fourni par l'Université de Cape Town (UCT).

Sur la base de ces projections, le document fournit une évaluation des impacts du changement climatique sur les modes de vie, les productions agricoles, sur les écosystèmes, sur le littoral et sur l'économie en général.

Le 5^{ème} rapport de l'IPCC paru en septembre 2013 montre que dans le scénario du pire (tableau n°7), d'ici la fin du siècle, les températures pourraient augmenter jusqu'à +4,8°C par rapport à la fin du XX^{ème} siècle, c'est-à-dire +5,5°C par rapport aux niveaux préindustriels (dans le scénario du pire – le scénario « RCP8.5 ») si l'on continue sur la trajectoire actuelle (figure n°7). La fréquence des vagues de chaleur, qui aujourd'hui ont lieu une fois tous les 20 ans, pourraient doubler ou tripler. Cela étant, il est important de signaler que dans ce rapport, on utilise de nouveaux modèles et de nouvelles trajectoires, qui rendent difficile la comparaison directe avec les scénarios du précédent rapport.

Tableau n° 9 : Changement projeté de la moyenne de la température de l'air à la surface du globe

Variable	Scénario	2046-2065		2081-2100	
		moyenne	plage probable ^c	moyenne	plage probable ^c
Changement de la température moyenne à la surface du globe (°C) ^a	RCP2.6	1,0	0,4 à 1,6	1,0	0,3 à 1,7
	RCP4.5	1,4	0,9 à 2,0	1,8	1,1 à 2,6
	RCP6.0	1,3	0,8 à 1,8	2,2	1,4 à 3,1
	RCP8.5	2,0	1,4 à 2,6	3,7	2,6 à 4,8
		moyenne	plage probable ^d	moyenne	plage probable ^d
Élévation du niveau moyen des mers (m) ^b	RCP2.6	0,24	0,17 à 0,32	0,40	0,26 à 0,55
	RCP4.5	0,26	0,19 à 0,33	0,47	0,32 à 0,63
	RCP6.0	0,25	0,18 à 0,32	0,48	0,33 à 0,63
	RCP8.5	0,30	0,22 à 0,38	0,63	0,45 à 0,82

(Extrait de l'IPCC, 2013, traduction non officielle)

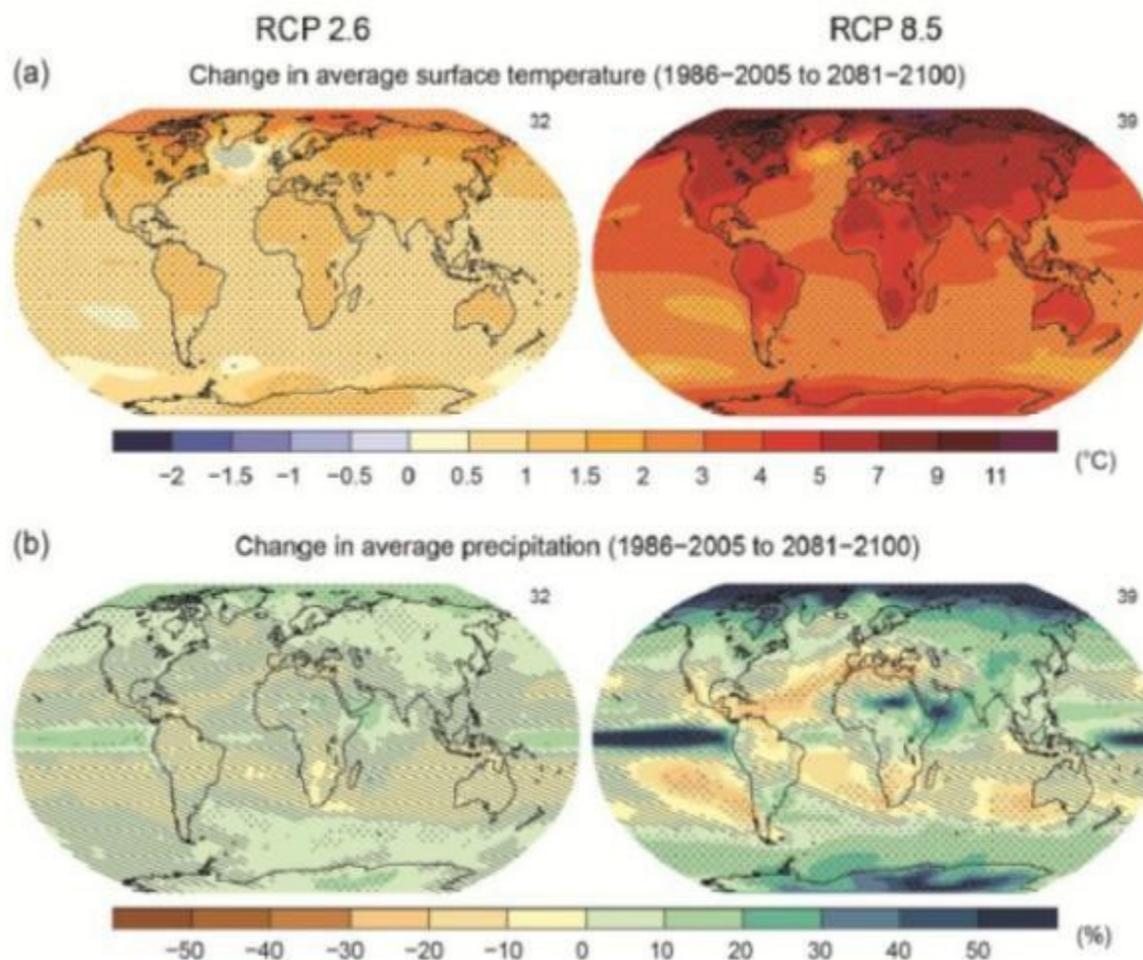


Figure n° 7: Evolution des températures et des précipitations moyennes entre 1986-2005 à 2081-2100 (IPCC, 2013)

Sur la base de ces projections, l'UNEP a publié en Novembre 2013 un rapport sur les coûts de l'adaptation au changement climatique en Afrique (UNEP, 2013). Ce rapport fournit une évaluation des coûts de l'adaptation pour l'Afrique qui pourraient atteindre environ 350 milliards de dollars par an d'ici à 2070 si l'objectif des deux degrés était dépassé de manière significative. Par contre, si l'objectif était respecté, les coûts pourraient diminuer de 150 milliards de dollars par an. Les coûts de l'adaptation combinés aux dommages résiduels pourraient conduire à des coûts totaux pouvant atteindre 4% du produit intérieur brut (PIB) de l'Afrique d'ici à 2100, selon un scénario avec une augmentation de 3,5-4° C. Si aucune mesure d'adaptation n'est prise, les dommages pourraient coûter 7% du PIB de l'Afrique d'ici à 2100 dans un monde ayant atteint une hausse de 3,5-4° C selon le rapport sur l'écart de l'adaptation en Afrique.

Ainsi, le changement climatique devrait, selon les études précitées, aggraver le stress hydrique, contribuer à la dégradation des écosystèmes et des agro-écosystèmes (production oléicole, arboriculture, élevage, grandes cultures, etc.) et accentuer la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes, en particulier les sécheresses et les inondations. La Tunisie souffrirait également d'une amplification des processus d'érosion, des étés plus chauds, des sécheresses plus fréquentes et plus fortes doublées de pluies intenses. Les températures plus élevées, assècheraient les sols et augmenteraient la salinité des réserves d'eau. En outre, l'élévation accélérée du niveau de la

mer dû au réchauffement climatique, aura des impacts graves sur le littoral, les écosystèmes côtiers, les ressources naturelles et les infrastructures côtières.

En somme, le changement climatique engendrerait des impacts néfastes majeurs sur les écosystèmes, la santé et l'économie (en particulier les secteurs agricole et touristique), et d'importantes répercussions sociales, surtout au niveau des populations pauvres à l'intérieur du pays, dont les revenus sont fortement dépendants des activités agricoles et de l'exploitation des ressources naturelles et tout particulièrement de l'eau.

Cela étant, les documents sur le suivi des ressources en eau (pluviométrie, apports, etc.) de la DGRE n'ont pas évolué depuis pour intégrer les effets du changement climatique, afin de mieux orienter les décideurs pour une nouvelle politique des équilibres hydrauliques.

L'adaptation au changement climatique nécessite du « mainstreaming » de la planification et du développement à l'échelle nationale et donc une vision globale cohérente intégrant les effets possibles du changement climatique sur les ressources naturelles et sur les activités socio-économiques actuelles. A titre d'exemple : si la stratégie d'adaptation du secteur agricole et des écosystèmes au CC prévoit la « disparition » de certaines activités agricoles d'ici 2030 car elles sont économiquement non rentables et ne supporteront pas en plus les effets du forçage climatique, faudra-t-il penser dès maintenant à la reconversion de ces activités et ne pas continuer à essayer de mobiliser de l'eau vers ces activités. Etc.

La négligence du contexte du CC dans la GIRE est due en grande partie au fait que les décideurs ne sont pas convaincus des effets liés au CC. Cela est justifié par le fait que la Tunisie est habituée à gérer ces périodes extrêmes et ce type de climat, et que les effets du climat sont minimes devant les effets anthropiques. L'intégration du changement climatique dans la planification implique que d'autres partenaires de l'extérieur du secteur soient engagés aussi.

2.3 - Principaux axes d'amélioration de l'état des connaissances

2.3.1 - La mobilisation

Avec l'achèvement des programmes de mobilisation, tous les sites identifiés et particulièrement ceux qui sont appropriés pour la construction des ouvrages de retenues, seront exploités. Théoriquement, la mobilisation en eau de surface conventionnelle atteindra ses limites.

Alors que la mobilisation marginale est de plus en plus coûteuse, la perte de capacité des ouvrages en exploitation réduit les volumes supplémentaires effectivement mobilisés. Aujourd'hui l'effort de mobilisation est freiné par la perte de capacité des barrages. Au Cap Bon et au Centre en particulier, les nouveaux barrages prévus combleront la moitié de la capacité perdue par les barrages en exploitation dans ces régions. Cette situation est susceptible d'augmenter davantage la pression sur les ressources du Nord du pays et de compliquer le partage et l'allocation des eaux.

Compte tenu de la capacité utile des barrages en exploitation, 84% des ressources mobilisables sont mobilisées par les grands barrages. La planification prévoit une élévation de ce taux à près de 87%. Ainsi dire, les objectifs des stratégies sont presque atteints. Il faut noter cependant, que seulement 26 barrages mobilisent cette eau, alors qu'au total 33 barrages existent sur 49 planifiés.

Dans ces conditions, il est urgent de réordonner les priorités. Le pays doit déployer ses efforts non plus pour poursuivre la politique des barrages mais plutôt pour entretenir et préserver le patrimoine en infrastructure hydraulique dont il dispose. Il est impératif de concevoir la nouvelle stratégie de

mobilisation autour des actions adéquates, pour augmenter la productivité des ouvrages et optimiser leur utilisation.

Pour la gestion future des ressources en eau et pour tirer les conclusions sur la mobilisation, il faut certainement recourir aux modèles mathématiques. Un tel outil est aussi nécessaire pour simuler les pondérations et les critères d'utilisation parmi les secteurs d'eau impliqués. Ainsi, une analyse multicritère et multisectorielle peut être menée ; elle servira de base pour une étude comparative des différentes options de gestion.

La modélisation des besoins en eau, dans le temps et dans l'espace (optimisation des réseaux), secteur par secteur (modèle sectoriel), région par région (modèle régional), ou bassin par bassin (modèle bassin versant), peut s'opérer à l'aide de ce modèle mathématique. A travers la modélisation, on est capable de savoir où se trouve la carence dans le réseau des stations de mesure hydro-climatique. Les stations qui ne servent pas du tout à l'établissement d'un bilan hydrique du bassin versant peuvent à titre d'exemple être démantelées.

2.3.2 - Les barrages

- L'envasement des retenues des barrages, dû essentiellement à la dégradation des bassins versants en amont des réservoirs, constitue actuellement l'un des problèmes les plus épineux. Le volume des sédiments dans les barrages en exploitation est estimé en 2015 à 519 millions m³. Les taux d'envasement dans les barrages du Nord, du Centre et du Cap Bon sont respectivement de 19%, 23% et 15% (tableau n°10).
- Compte tenu de l'absence du suivi régulier du transport solide en période de crues, le contrôle de la capacité de stockage dans les barrages doit inéluctablement être suivi de façon systématique par bathymétrie. Les courbes d'étalonnage traduisant les côtes d'eau dans les retenues en volume mobilisé doivent être actualisées annuellement.
- Les scénarios de lâchers à partir des barrages doivent être appliqués suivant des consignes concertées (débits de lâchers, volume, durée) avec un calendrier médiatisé, notamment auprès des personnes à risque se trouvant en aval de la retenue. Ces personnes doivent être encadrées et dotées d'équipements appropriés.
- Une attention particulière devrait être portée sur la qualité des eaux, en particulier dans les barrages qui alimentent l'eau potable. C'est une composante essentielle pour le suivi des paramètres traduisant des états de contamination ou même de pollution aboutissant à des phénomènes d'eutrophisation.
- Suite à la récurrence des infractions liées aux rejets des déchets solides et liquides de toute sorte, une révision dans la responsabilité des attributions des structures publiques et para-publiques devrait être examinée. A notre avis, la même structure responsable du suivi quantitatif d'un barrage devrait être renforcée par une équipe qui suit à la fois la qualité et la salubrité de tout l'aspect environnemental en amont de ladite retenue.

Tableau n° 10 : Caractéristiques des barrages planifiés et en exploitation (Source : Les auteurs, sur la base des données de la BGTH)

Nom du barrage (année de réalisation, région)	Capacité initiale (10 ⁶ m ³)	Planification des barrages				Barrages en Exploitation - 2015	Capacité Utile actuelle - 2015 (10 ⁶ m ³)	Taux d'envasement (%)
		Avant 1990	1 ^{ère} stratégie decennale 1990-2001	2 ^{ème} stratégie decennale 2002-2011				
				X ^{ème} plan	XI ^{ème} plan			
Mellegue (54, El Kef)	182.2					51.13	71.94	
Beni Mtir (54, ..)	61.63					60.39	-	
Kasseb (68,...)	81.88					76.9	6.08	
Barbara (98, Jendouba)	74.82					64.7	-	
Sidi Salem (81,...)	814					643.12	20.99	
Bou- Heurthma (76, Jendouba)	117.5					112.04	4.65	
Joumine (83, Bizerte)	129.9					118.77	8.57	
Ghezala (84, Bizerte)	11.7					10	14.5	
Sejnane (94, Bizerte)	137.5					134.01	2.54	
Sidi Barrak (99, Beja)	286.51					286.51	-	
Siliana (87, Siliana)	70					33.44	52.23	
Lakhmess (66,...)	8.22					7.22	12.17	
Ermil (02, Silinana)	4					4	-	
Zarga (... , Jendouba)	24							
El Kbir (... , Jendouba)	64							
El Moula (... , Jendouba)	26							
Ziatine (... , Bizerte)	33							
Guemgoom (... , Bizerte)	18							
El Harka (... , Bizerte)	28							
El Maleh (... , Bizerte)	41							
Tine (... , Bizerte)	35							
Douimis (... , Bizerte)	45							
Mlila (... , Jendouba)	25							
Sirat (... , El Kef)	20							
Mellègue El Eloui (... , El Kef)	90							
El Maleh El Aloui (... , Beja)	65							
Tessa (... , El Kef)	35							
Khalled (... , Beja)	25							
Béja (... , Beja)	25							
Eddir (... , Jendouba)	10							
Chafrou (... , Ariana)	7							
S/Total Barrages du Nord	2595.86	1477.03	841.83	110	167	1979.86	1602.23	
Bir Mcherga (71,...)	52.9					41.6	21.36	
Rmel (98, Sousse)	22					23.83	-	
Nabhana (65, Kairouan)	86.5					58.76	32.07	
Sidi Saad (81,...)	209					133.32	36.21	
El Houareb (89,...)	95.3					77.47	18.71	
Sidi Aich (97, Gafsa)	88					88	-	
Brek (02, Kasserine)	16					16	-	
Sfisifa (... , Kasserine)	8							
El Kbir (... , Gafsa)	25							
Khanguet Jazia (... , Kasserine)	30							
Lben (... , Sidi Bouzid)	18							
S/T Barrages Centre	650.7	52.9	134	73	73	569.7	438.98	
Bezirk (59, Nabeul)	6.5					6.38	1.92	
Chiba (63, Nabeul)	7.8					5.05	35.32	
Masri (68, Nabeul)	6.9					5.19	24.74	
Lebna (86, Nabeul)	30.1					23.31	22.57	
El Hma (02, Nabeul)	12.1					12.85		
Abid (02, Nabeul)	10					9.62	3.85	
El Hajar (... , Nabeul)	5							
S/T Cap Bon	78.4	51.3				73.4	62.4	
Total Général	3324.96	1581.23				2622.96	2103.61	

2.3.3 - La gestion inter-barrages et transfert des eaux de surface

On estime actuellement que l'apport moyen aux différents barrages est de l'ordre de 1500 Millions de m³. Lors des années déficitaires, cet apport est en moyenne de 850 Millions de m³ avec des minimas atteignant les 500 Millions m³.

Par contre, pendant les années excédentaires, l'apport en eau aux barrages est en moyenne de l'ordre 1850 Millions m³ atteignant des maxima de 3700 Millions de m³ (Figure 7). La tendance à l'augmentation est due essentiellement à la multiplication des barrages au cours de ces dernières années. Afin d'être assez proche de l'état actuel, nous allons raisonner par rapport à la période 2000 – 2015. On constate que pour cette période, les fluctuations annuelles des apports en eaux aux différents barrages sont très importantes.

En effet, lors des années déficitaires, l'apport moyen est de l'ordre 500 – 800 Millions de m³. Dans ce cas, le déficit par rapport à la moyenne qui est de l'ordre 600 - 800 Millions de m³ devrait être géré dans deux ou trois ans.

Pendant les années excédentaires, en revanche, l'apport moyen aux différents barrages est de l'ordre de 1800 – 2000 Millions de m³. L'excédent est en moyenne de l'ordre de 800 Mm³. Malheureusement, cet excédent est déversé la même année à la mer et dans les Sebkhass. Ceci pose le problème de la gestion inter-barrages pour une meilleure régulation.

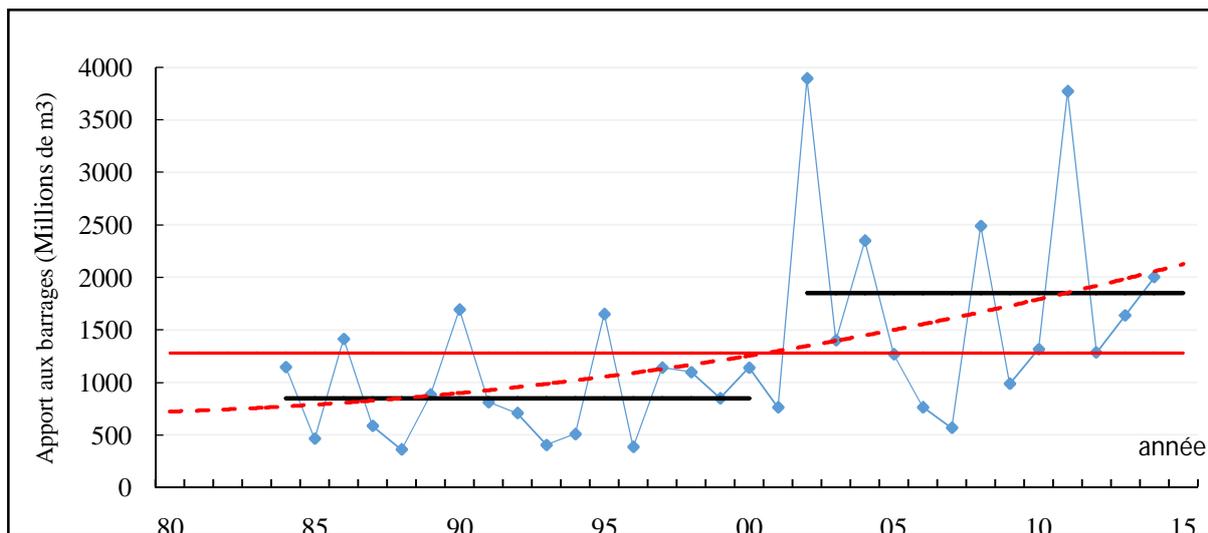


Figure n° 8: Evolution des apports aux barrages 1984-2013

Certains barrages du pays souffrent également d'une sous utilisation de leur eaux. L'historique de l'exploitation des barrages Barbara et Sidi El Barrak (figures 9 et 10), montre que leur exploitation est très faible, cette sous-exploitation est justifiée par l'exploitant suite au coût élevé de pompage. Or la mobilisation des eaux de mer par le dessalement nécessite jusqu'à 10 fois plus d'énergie que le pompage pour le transfert d'eau à la fois pour l'irrigation et l'eau potable. Ceci qui n'a pas empêché la SONEDE de recourir au dessalement d'eau de mer pour Djerba. Ces barrages peuvent pourtant alimenter le réseau de transfert et leurs eaux seraient mieux valorisées.

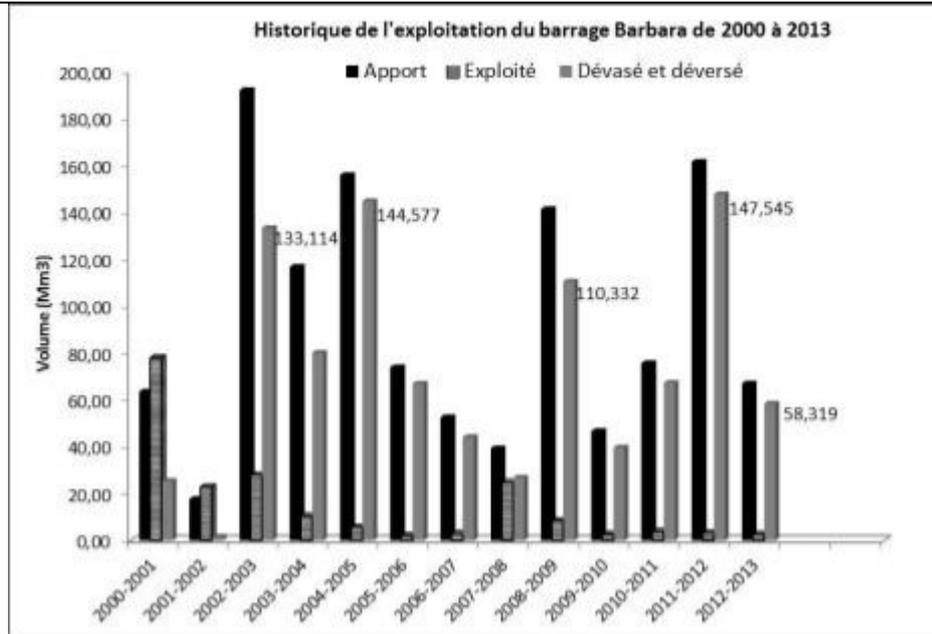


Figure n° 9: Historique de l'exploitation du barrage Barbara



Figure n° 10: Historique de l'exploitation du barrage Sidi Barrak

Les transferts modernes portent sur des grands volumes et des longues distances nécessitant souvent le recours à l'énergie. Ce qui relève de grands travaux qui nécessitent d'importants investissements ayant des impacts environnementaux.

Les pertes d'eau dans les réseaux de transfert et de distribution sont considérables et afin de promouvoir l'utilisation efficace d'une ressource rare et coûteuse, il est nécessaire d'entrevoir des actions prioritaires pour maîtriser ces pertes.

Le bilan d'un bassin peut être soldé par des transferts interbassins mais la demande de ce transfert ne doit pas masquer l'éventuelle défaillance dans la gestion efficace des ressources en eau. Le transfert doit être un ultime recours, puisqu'il implique une grande contribution nationale.

2.3.4 - Les barrages et lacs collinaires

Concernant les lacs collinaires programmés par les stratégies de mobilisation, le bilan de leurs impacts reste mitigé. En effet, les rapports d'évaluation relatifs à cette action avaient décelé de multiples défaillances (comblement rapide des retenues notamment à Siliana, impacts négatifs sur les nappes, telles que celles du Kairouanais et gestion déficiente des eaux stockées dans les lacs collinaires).

Dans la pratique, la gestion des barrages collinaires ne s'est pas toujours conformée au rôle et aux objectifs assignés à ces ouvrages. En réalité des barrages collinaires édifiés pour la recharge des nappes, n'ont jamais rempli ce rôle. Certaines nappes ont été privées du potentiel de recharge naturelle à travers leur réseau hydrographique.

D'autres barrages collinaires ont été édifiés pour protéger les ouvrages se trouvant en aval contre l'envasement. Mais aucune méthodologie n'a été développée pour gérer de tels ouvrages.

Des ouvrages placés dans des sites gypseux sont problématiques, car les eaux de la retenue ne peuvent être ni directement exploitées ni utilisables pour une éventuelle recharge des aquifères en aval.

Par ailleurs, les CRDA ne disposent même pas de documents de suivi d'exploitation sur les barrages collinaires. La plupart de ces barrages ne disposent pas d'échelles, donc on ne connaît pas avec exactitude les volumes mobilisés. Beaucoup de ces ouvrages ont enregistré des apports solides considérables, par conséquent il serait indispensable de procéder à des opérations de bathymétrie pour actualiser la capacité de mobilisations de ces ouvrages.

L'étude de la situation d'exploitation des 22 lacs collinaires (JICA, 2013) montre une sous-exploitation suite à un problème d'ordre institutionnel. En effet, les lacs collinaires sont réalisés par l'arrondissement CES dans un objectif de recharge et/ou d'irrigation, puis délégués informellement à l'arrondissement PPI dont l'attribution se focalise autour des périmètres publics irrigués et exclut par conséquent les zones irriguées autour des lacs collinaires.

Par soucis d'alléger la charge de gestion, on a dû confier l'usage de certains lacs à des groupements d'exploitants. Les retombées de telles décisions sont très néfastes.

La cession aux GDA concerne en fait la distribution et l'usage de l'eau accumulée dans les retenues à des fins agricoles, des fois le CRDA fournit des motopompes et des conduites de refoulement. Les barrages collinaires se trouvent par conséquent en manque d'entretien et de maintenance par insuffisance de moyens humains et financiers. Le personnel du génie rural et l'exploitation des périmètres irrigués s'est approprié le mode de gestion participatif ; cependant les GDA des barrages collinaires et des lacs collinaires sont abandonnés à leur sort, et il n'existe pas un référentiel commun appliqué par les CRDA à ce sujet.

En bref, une révision générale et approfondie de la gestion de ces ouvrages doit être faite, après avoir procédé à une enquête exhaustive sur leur situation. Parallèlement, des fonds propres de fonctionnement et de gestion de ces barrages doivent être alloués et des programmes de renforcement des capacités des GDA doivent être mis en place. .

Ce qui a été décrit pour les barrages collinaires peut être admis totalement ou partiellement pour les lacs collinaires.

2.3.5 - Sécheresses et crues

➤ Insuffisances

L'article 140 du code des eaux stipule que « L'initiative de l'étude et de la réalisation d'ouvrages généraux de défense contre les eaux incombe à l'Etat qui réalise à cet effet les programmes généraux de lutte contre les inondations destinés à contenir les pointes des crues dans une limite propre à réduire au minimum les effets de ces crues. ».

Or, on ne dispose pas de manuel de procédures émanant d'un plan national d'intervention urgente (PNIU) pour lutter contre les événements extrêmes.

Généralement, le plan d'urgence devrait comporter deux parties.

1. La première partie, définissant clairement **qui** (les responsabilités) fait **quoi** (politique, stratégie) et **où** (couverture, champ d'application), doit être suffisamment globale pour servir de cadre à la deuxième partie.
2. La deuxième partie, celle opérationnelle, définit **comment** l'action d'intervention devrait être mise en œuvre. Cette partie devrait être régulièrement mise à jour, en fonction de l'évolution de la situation, des connaissances et de nouveaux développements. Elle devrait avoir également un certain nombre d'annexes, soumis à des changements plus ou moins fréquents qui permettent de faire un inventaire exhaustif des moyens d'intervention (caractéristique, emplacement, disponibilité).

Le manuel de procédures du plan d'intervention comprendra notamment l'alerte, l'évaluation de la situation, la communication, la mobilisation et le déploiement des moyens matériels et humains, l'intervention et l'indemnisation.

En somme, il faudrait rendre institutionnel deux guides ou manuels de procédures :

- Guide de gestion de la sécheresse avec un fonds propre à ses interventions.
- Guide de gestion des inondations avec un fonds propre à ses interventions.

Constat :

- Manque de transparence et insuffisance des moyens permettant l'accès des citoyens à l'information et leur compréhension des mécanismes décisionnels.
- Responsabilité négligée : la responsabilité se réfère à un ensemble de contrôles, de contrepois et de modes de supervision obligeant les représentants et les institutions des secteurs public et privé à rendre compte de leurs actions. Elle sanctionne également la mauvaise performance, les actions illégales et les abus de pouvoir.
- Responsabilité citoyenne absente : absence d'actions menées par les populations, les médias et les organisations de la société civile visant à amener les états et les décideurs à rendre des comptes ;
- Participation citoyenne illusoire : la gouvernance actuelle est tronquée ; les groupes marginalisés et démunis ne participent pas aux décisions relatives à la gestion de l'eau ; faiblesse des mécanismes de participation d'autant plus que certains outils en place ne sont pas exploités (ex. Conseils Nationaux de l'Eau, de l'Agriculture, du Développement Durable)
- Fonctionnement défaillant des institutions en charge de l'eau : manque/défaillance des ressources techniques et humaines et de la capacité des institutions à mener à bien leur mandat avec une collaboration efficace.

➤ Recommandations :

Une bonne gouvernance en faveur de la sécurité en eau et de la résilience climatique :

- Le renforcement de la sécurité en eau et du développement résilient au climat passe par l'évaluation et la gestion des risques causés par le changement climatique (gouvernance,

institutions nationales et locales, cohérence et liens entre les politiques d'adaptation nationale, mécanismes de réaction développés à l'échelle locale, etc.).

2.4 - Valorisation de la ressource

La valorisation de l'eau de surface se fait aussi bien par la mobilisation des eaux des écoulements, par la préservation des eaux du sol, par la protection de la ressource contre la pollution et la dégradation, que par l'utilisation optimale des ressources disponibles.

2.4.1 - Investissement dans la mobilisation et la protection des ressources

Les grands travaux hydrauliques pour la mobilisation des eaux de surface consistent essentiellement en la construction des barrages, leur interconnexion et le transfert d'eau. L'aménagement hydraulique comprend également la mise en place des réseaux de distribution de l'eau agricole et de l'eau potable.

Les investissements dans l'infrastructure hydraulique ont été toujours significatifs dans les différents plans de développement économique et social de la Tunisie. En se servant des documents des plans du ministère de l'agriculture et du ministère des plans et finances ainsi que des annuaires statistiques agricoles, Besbes et *al.* (2014)¹⁶ ont rapporté les volumes des investissements hydrauliques, agricoles ainsi que les investissements totaux de la Tunisie, réalisés au cours de la mise en œuvre des différents plans de développement (Fig 11). Deux faits remarquables ressortent de l'analyse des schémas d'investissement du pays. D'abord, l'investissement hydraulique se situe au dessus de 50% de l'investissement agricole et atteint son plus haut niveau, 60%, au 8^{ème} plan. Ensuite la part de l'investissement hydraulique dans l'investissement national était toujours très forte (plus de 10%) jusqu'au 8^{ème} plan, dès lors il commence à descendre en dessous de 7%.

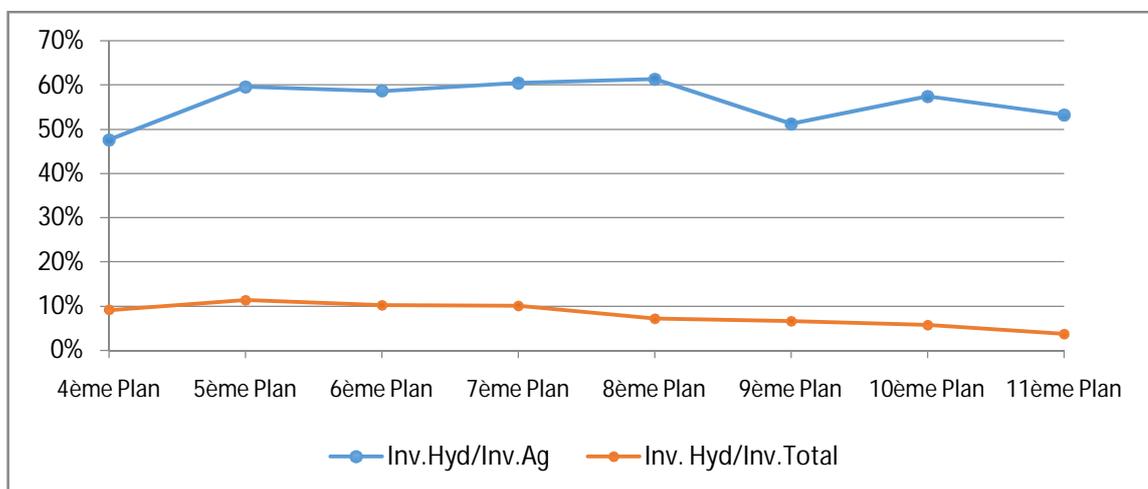


Figure n° 11: Evolution des investissements hydrauliques et agricoles

La comparaison des investissements hydrauliques et des PIB réalisés au cours de chaque période renseigne sur l'évolution de la valeur ajoutée de ces investissements. Bien qu'on observe, à partir du 8^{ème} plan une relative tendance à la baisse de la part des investissements hydrauliques dans les investissements totaux du pays, la rentabilité de l'investissement hydraulique ne cesse de progresser si bien que sa valeur a doublé entre le 8^{ème} et 11^{ème} plan.

¹⁶ Besbes, M., Chahed, J., Hamdane, A. 2014. Sécurité hydrique de la Tunisie. Gérer en condition de pénurie. L'Harmattan.

Tableau n° 11 : Rendement de l'investissement hydraulique

Plan	Année	PIB/Inv.Hyd
8 ^{ème}	1992-1996	54.257
9 ^{ème}	1997-2001	61.576
10 ^{ème}	2002-2006	81.210
11 ^{ème}	2007-2011	102.516

Il faut souligner également que la construction des grands réservoirs recevait une part importante de l'investissement en infrastructure hydraulique. A titre indicatif, Au cours du 10^{ème} plan, 55% du budget du ministère de l'agriculture a été affecté au développement hydraulique dont 43% à la construction des grands réservoirs (MARH 2014¹⁷). On observe cependant qu'à partir de 2011, la part budgétaire des grands travaux hydrauliques dans le budget total du programme eau est réduite au profit de la part accordée au génie rural et exploitation des eaux (Tableau 13).

Tableau n° 12 : Part budgétaire des sous programmes dans le budget total du programme eau du MARH

Sous programme	2011	2012	2013	2014
Ressource en eau (%)	3.8	4.7	4.8	4.9
Barrages et grands travaux (%)	33.2	15.1	17.9	20.2
Génie rural et exploitation des eaux (%)	62.9	80.3	77.2	74.9

Pour la période de 2012-2016, la stratégie de développement économique et sociale de 2012-2016¹⁸ prévoyait la réalisation de 11 barrages avec une capacité totale de stockage de 435Mm³ environ et un coût total évalué en 2011 à 423.6 10⁶ DT. Etant donné que seule une partie des barrages prévus dans la stratégie, entrera en exploitation fin 2016, l'objectif de mobilisation à l'heure actuelle, est d'atteindre fin 2016, une capacité de stockage dans les grands barrages de 2438 10⁶ m³, ce qui se traduit par une augmentation de capacité de l'ordre de 197 10⁶ m³.

Il est prévu que fin 2017 les barrages Harka, Tine, Melah à Bizerte seront mis en service, et la réalisation du barrage Serrat au Kef sera achevée. Ces barrages ont coûté 177.1MDT et dont la capacité totale est de l'ordre de 126 10⁶ m³.

Le transfert a été également renforcé avec un coût total de 246.2 10⁶ DT. Il s'agit en particulier du renforcement du transfert Sidi Barrak-Sejnane-Joumine-Medjerda, du Transfert des eaux des barrages de Zarga, Kebir, Moula vers Sidi Barrak, ainsi que le transfert des eaux des barrages Tine, Gamgoum et Harka.

Le financement du développement des ressources hydrauliques se base considérablement sur les appuis extérieurs (PAPS EAU 2010, MARH 2014). Toutefois, ces appuis étaient relativement faibles en 2008, 2012 et 2013 probablement en raison du retard de décaissement (Tableau 14).

¹⁷ Ministère de l'agriculture, des ressources hydrauliques et de la pêche, BPEH. 2014. Revue sectorielle de l'eau.

¹⁸ Stratégie de développement économiques et sociales 2012-2016. Note d'orientation. Sep 2011. République Tunisienne.

Tableau n° 13 : Financement du développement des ressources eau par les ressources propres du pays et les financements extérieurs

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Budget (%)	26	30	61	45	41	47	75	70	48
Prêts (%)	74	70	39	55	59	53	25	30	52

2.4.2 - Protection de la ressource

2.4.2.1 - Conservation des eaux et du sol

La DGACTA a bénéficié du projet « Evaluation de la dégradation des terres dans les zones arides » (Land Degradation Assessment in Drylands - LADA), d'une durée de quatre ans (2006-2010), financé principalement par le Fonds de l'Environnement Mondial (FEM), mis en œuvre par le PNUE et exécuté par la FAO. Le projet LADA visait à établir et à mettre en œuvre une méthode globale permettant l'estimation et la cartographie de la dégradation des terres. L'évaluation LADA a été menée à trois échelles spatiales différentes (locale, nationale et mondiale) et elle prend en compte les situations, les déterminants et les impacts de la dégradation des terres. En fin de compte, à terme, le projet LADA devrait permettre une meilleure compréhension des phénomènes de dégradation et donner des indications pour des réponses appropriées à toutes les échelles et orienter par conséquent les nouveaux investissements. En effet, les investissements en activités de GRN et de lutte contre la dégradation des terres ont été évalués sur les 15 dernières années à 8416 MDT, soit 2381 MDT au cours du 9eme plan, 2925 MD pour le 10eme plan et 3213 MD pour le 11eme plan.

Le projet LADA en Tunisie a permis d'atteindre les résultats importants en termes de caractérisation de la situation des ressources en sol dans le pays. Cette évaluation s'est déroulée dans le cadre d'un processus participatif et partenarial avec différentes institutions intervenant dans le domaine de la gestion des ressources naturelles.

Il s'agit au niveau national de la réalisation de la carte des systèmes d'utilisation des terres (SUT) à l'échelle 1/500000, de celle de la dégradation des terres à la même échelle et de celle de conservation/gestion durable des terres.

Les cartes de dégradation et de conservation ont été élaborées selon la méthodologie LADA, et permettent de mettre en évidence pour la dégradation le type de dégradation, l'étendue et le degré de celle-ci et pour la conservation, le type, les catégories, l'étendue et l'efficacité des aménagements de conservation. Elles ont été réalisées par la mobilisation d'une équipe multidisciplinaire au niveau de chaque gouvernorat.

Au niveau local, trois gouvernorats ont été retenus pour la réalisation d'un travail approfondi d'évaluation de la dégradation et de gestion durable des terres : au nord-ouest (Siliana) au centre ouest (Kasserine) et au sud-est (Médenine).

Aussi et dans le cadre du projet LADA, un rapport sur les bonnes pratiques de gestion durable des terres pour s'adapter au changement climatique, atténuer ses impacts et assurer une durabilité de la production agricole a été réalisé (Rapport LADA Tunisie, 2010).

Il s'agit essentiellement de bonnes pratiques agricoles et de mesures de préservation et de gestion des ressources naturelles pour lesquelles la Tunisie constitue une référence. Ce document comprend :

- Les pratiques de gestion et de conservation des eaux et du sol ;

- Les pratiques de lutte contre l'ensablement et de fixation des dunes mobiles ;
- Les pratiques de gestion et d'amélioration des parcours ;
- Les techniques et pratiques agronomiques.

Ce projet a permis aussi de dégager les principales orientations en matière de gestion des ressources naturelles se rapportent aux aspects suivants :

1. Instaurer un partenariat, dès le départ, entre les divers intervenants concernés pour la mise en œuvre des stratégies des ressources naturelles ;
2. Orienter les efforts vers l'exploitation des potentialités régionales et privilégier autant que possible la protection et l'entretien des acquis. Il s'agit de procéder par la révision des textes règlementaires, des politiques et des subventions accordées à l'économie de l'eau et l'identifications de nouveaux mécanismes tel que le paiement des services environnementaux;
3. Renforcer l'encadrement des techniciens et focaliser les missions de l'administration sur les opérateurs stratégiques et de supervision ;
4. Faire évoluer pour les ressources en eau, l'implication de l'administration d'une gestion de l'offre vers la gestion de la demande ;
5. Harmoniser les modes d'opération de la DGF et de l'OEP en matière d'aménagement pastoral ;
6. Renforcer les mécanismes de nature à valoriser les acquis de la recherche.

Pour remédier aux insuffisances constatées dans la gestion des RN, le projet LADA propose de réaliser une spatialisation des actions d'aménagement et de gestion de ressources naturelles et mise à jour des bases de données existantes (outil d'aide à la décision) : actualisation de la carte de dégradation du sol, (érosion hydrique, érosion éolienne et salinisation) spatialisation de l'inventaire des travaux d'aménagement et de gestion des ressources naturelles (CES, forêt et parcours) et l'état de réalisation, actualisation de la carte d'occupation des sols, mise à jour de la carte pédologique, mise à jour de la carte de protection des terres agricoles, inventaire des puits de surface et des forages et l'évaluation de l'exploitation des ressources souterraines.

Pour la période de 2012-2016, la stratégie de développement économique et sociale de 2012-2016 préconise d'augmenter de 30% le rythme d'intervention des programmes de conservation des eaux et des sols. Un programme national de CES est réalisé chaque année au coût de 52MDT sur le budget de l'Etat. Les travaux réalisés au cours de ce programme, consistent en l'aménagement des bassins versants, l'entretien et sauvegarde des projets réalisés, la mise en place de techniques douces, la correction des ravins, ainsi que la construction des ouvrages d'épandage et d'alimentation de la nappe. Un financement extérieur a permis de mettre en œuvre deux autres programmes pour les travaux de CES et maîtrise des eaux de surface: le programme cadre de gestion des bassins versants (au cout de 54M€) et le projet de développement agricole rural autour des lacs collinaires (au cout de 16.8MDT).

L'eau 2050 (ITES 2011) stipule que la sécurité hydrique dépend de la gestion de l'érosion. Les travaux antiérosifs devraient réduire la sédimentation dans les barrages de 40%. Le fort taux de perte d'eau due à l'évaporation (environ 100 Mm³/an au niveau de tous les barrages) incite à privilégier le stockage souterrain par la recherche artificielle des nappes afin de mobiliser les appoints d'irrigation nécessaires en cas de sécheresse.

2.4.2.2 - Protection des zones humides et des écosystèmes liés à l'eau

La Tunisie compte plus de 250 zones humides. Ces zones humides fournissent des habitats riches en biodiversité, elles jouent également un rôle de régulateur du climat et de l'hydrologie par l'atténuation des phénomènes hydrologiques exceptionnels (crue et sécheresse). Elles font office de filtre naturel des bassins versants et participent ainsi à l'amélioration de la qualité des eaux. Cependant, plusieurs de ces zones humides se dégradent par la pollution industrielle et agricole et font face au déficit hydrique causé par les sécheresses et la diminution de l'alimentation en eau douce.

A l'heure actuelle, seuls les besoins en eau douce de la zone humide de l'Ichkeul sont officiellement reconnus et intégrés dans le processus d'allocation des eaux des barrages, à telle enseigne que l'eau lâchée pour le lac est reportée dans les bilans quotidiens d'exploitation des barrages. Le budget alloué à la conservation et à la gestion de l'Ichkeul s'élève en moyenne à 147 10³DT/an (ANPE 2007)¹⁹.

Dans l'étude de la DGPDIA (1997)²⁰, on a essayé de projeter l'évolution possible d'un indice de biodiversité des zones humides selon différents scénarios de gestion des ressources naturelles. Cette étude a stipulé que l'évolution de la biodiversité dans les zones humides pourrait être positive si des efforts appropriés sont consentis pour la conservation et la gestion des zones humides. Cependant, l'étude ne propose pas une évaluation monétaire d'une perte éventuelle de la biodiversité due à la dégradation de l'eau.

Les coûts de la dégradation des zones humides et plus généralement des ressources en eau du pays ont été évalués dans un premier temps par Sarraf et al. 2004²¹ et ils ont été actualisés et affinés par la suite dans l'étude de la Banque Mondiale de 2007²². Le coût lié à la dégradation des zones humides a été estimé à 7.3 million de DT en se référant à l'année de base 2004 et en utilisant la méthode de l'évaluation du coût de remplacement (BM 2007). Des études plus récentes (Sherif et Doumani 2012, 2014)²³ ont permis d'évaluer le coût de dégradation et de restauration du bassin versant de la Medjerda. Ce coût s'élève à 0.34% du PIB de la Tunisie en 2010. On estime que 10 ha de zone humide sont perdus annuellement dans ce bassin versant. Ainsi le coût total de dégradation est de l'ordre de 470 10³DT en 2010 avec un minimum de 400 10³DT.

2.4.2.3 - Assainissement

On compte 170 communes du pays (d'un total de 264 communes) qui sont prises en charge par l'ONAS, l'unique opérateur responsable de la collecte des eaux usées et de leur traitement. 58.2% de la population est raccordée au réseau d'assainissement (INS 2015)²⁴ alors que 83% des ménages ont des branchements particuliers au réseau de l'eau potable. Le milieu non communal souffre fortement du manque d'accès à l'assainissement. Dans ce

¹⁹ Agence Nationale de Protection de l'Environnement (ANPE). 2007. Rapport sur le suivi scientifique au Parc National de l'Ichkeul. Année 2005-2006. Unité chargée du suivi de l'Ichkeul, Ministère de l'Environnement et du Développement Durable, 69 p.

²⁰ Ministère de l'Agriculture, DGPDIA. 1997. Etude de la stratégie des ressources naturelles : Bilan stratégique. Partie 2, Volume 1, 181p.

²¹ Sarraf, M., B. Larsen and M. Owaygen. 2004. Cost of Environmental Degradation: The Case of Lebanon and Tunisia. Environment Department Paper No. 97, The World Bank, Washington, DC.

²² Banque Mondiale, 2007. Tunisie. Evaluation du coût de la dégradation de l'eau. Note d'orientation N°38856.

²³ Sherif, A., Doumani, F. 2012. Tunisia, Cost of the Degradation of Water Resources in the Medjerda Basin. Sustainable Water Integrated Management (SWIM-SM) Programme

Sherif, A., Doumani, F. 2014. Tunisie, Coûts Prévisionnels de la Dégradation et de la Restauration des Ressources en Eau du Bassin de la Medjerda : 2010-2025. Programme de Gestion Intégrée Durable de l'Eau (SWIM-SM)

²⁴ INS (2015) Résultats du recensement général de la population et de l'habitat 2014

milieu seulement 9.6% des logements sont raccordés au réseau (INS 2015) alors que le taux de branchement individuel au réseau de l'eau potable est de 46.1%. Dans ces conditions, les risques de dégradation des ressources naturelles et les risques sanitaires sont incontestablement importants dans ces zones. A notre connaissance, il n'y a pas eu d'évaluation économique de l'effet causé par le retard de l'accès à l'assainissement par rapport à l'accès à l'eau potable.

2.4.3 - Utilisation de la ressource et satisfaction des besoins

2.4.3.1 - Eau potable

En 2013, 98% de la population a accès à une source d'eau potable, avec un taux de branchement universel dans les zones communales. 43.9% des habitants des zones non communales sont desservis par les services du génie rural du ministère de l'agriculture. 22273 habitants du pays, soit 6.1% des habitants des zones non communales, n'ont pas encore accès à une source durable en eau potable (SONEDE 2014).

En 2013, la SONEDE dessert 83.3% de la population du pays. La satisfaction des besoins de cette population repose à plus de 50% sur les ressources en eau de surface (SONEDE 2014)²⁵. Cette eau est destinée au secteur résidentiel et non résidentiel dont l'industrie, le tourisme et le commerce. (Tableau 15)

Tableau n° 14 : Prélèvements de la SONEDE pour l'eau potable

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Prélèvements en eau de surface en 10 ⁶ m ³	210.6	225.4	234.6	239.5	249.8	262.9	277.3	287.3	301.3	319.2	344.7	356.2
Pourcentage par rapport au volume total prélevé pour l'eau potable	54.1	54.6	55.6	55.3	55.3	56.0	56.7	56.6	55.5	56.6	57.3	56.7

Source : SONEDE 2014

Dans le réseau de la SONEDE, l'indice linéaire de perte sur distribution (ILPD) est de 8.3m³/j/km en 2013, alors que l'ILPD optimal est de 3.6m³/j/km (SONEDE 2014).

L'efficacité moyenne des réseaux de distribution de l'eau potable des GDA est de 68%. On estime que les pertes dans ces réseaux pourraient être diminuées de 12%. (DGGREE 2014).

Le système tarifaire pratiqué à l'heure actuelle couvre au mieux les frais d'exploitation et de maintenance des réseaux. Si bien que les bénéficiaires ne contribuent pas dans les frais de renouvellement et de l'investissement de base. Dans le cas particulier de l'eau potable, à partir de 2002, le prix moyen pratiqué par la SONEDE, qui tient compte des redevances fixes, ne couvre plus le coût de revient moyen d'exploitation (Figure 12).

²⁵ SONEDE, Direction Centrale de la planification et des études générales. 2014. Rapport des statistiques 2013. Les statistiques de la SONEDE 2002-2013.

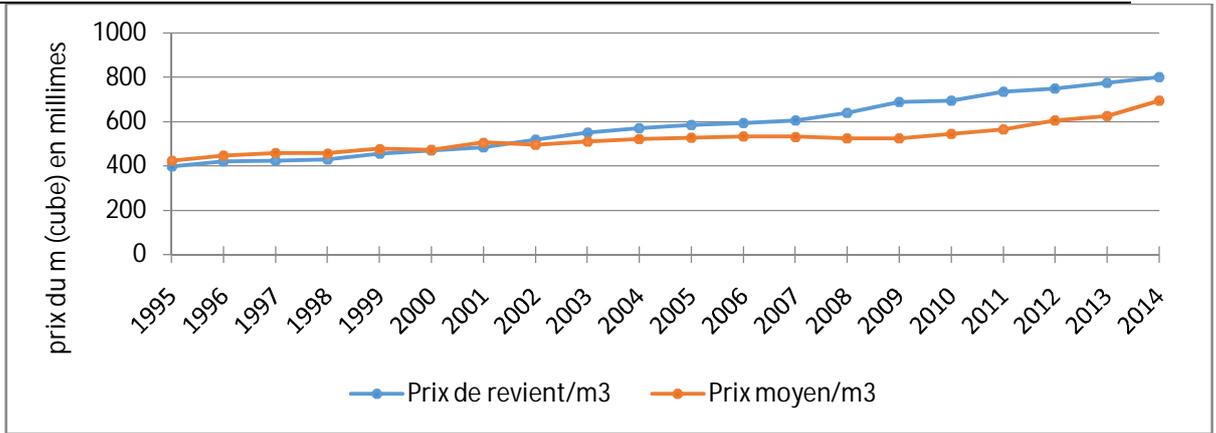


Figure n° 12: Evolution du prix moyen et du coût de revient du m³ d'eau potable

Le tarif de l'eau potable dans les zones non communales, dont la desserte de la population est gérée par les GDA, varie entre 0.2DT/m³ et 1.2DT/m³, avec un prix moyen de 0.63DT/m³, alors que le coût de revient est de 0.7DT/m³. (SONEDE 2014)²⁶

La dette de l'eau, i.e. le non paiement des factures de l'eau, est un phénomène non négligeable et qui témoigne du refus de certains bénéficiaires à assumer leur responsabilité quant au partage de la charge de l'eau. La dette des GDA eau potable s'élève à 37.9 10⁶DT, notamment leur dette envers les CRDA qui constitue 42% des créances de ces derniers (DGGREE 2014)²⁷.

2.4.3.2 - Agriculture

L'eau de surface, notamment l'eau des barrages et des lacs collinaires, ainsi que l'eau des oueds et épandage, alimentent 43% des périmètres irrigués et 88% des périmètres irrigués sont équipés par des systèmes d'économie d'eau, soit 375 000 ha sur 423 000 ha de périmètres irrigués. La superficie moyenne de l'exploitation irriguée est de 2.5 ha (DGGREE, 2015).

Les résultats enregistrés indiquent une faible productivité du secteur agricole dont les maillons faibles sont la dégradation et la surexploitation des ressources naturelles (eau, salinisation des sols, érosion et envasement des retenues), la structure des exploitations (80% de la petite agriculture), la faible organisation professionnelle (177 sociétés mutuelles des services agricoles qui couvrent 4% des agriculteurs) et la faible performance des filières d'appui.

Selon la DGEDA (rapport statistiques agricoles 2013), la valeur ajoutée du secteur agricole et de pêche enregistre l'évolution suivante:

²⁶SONEDE 2014. Etude stratégique de l'alimentation en eau potable en milieu rural en Tunisie.

²⁷DGGREE. Situation actuelle des GDA eau potable. Présentation-ar- L'atelier national de l'étude stratégique de l'alimentation en eau potable en milieu rural en Tunisie. 14 Oct. 2014.

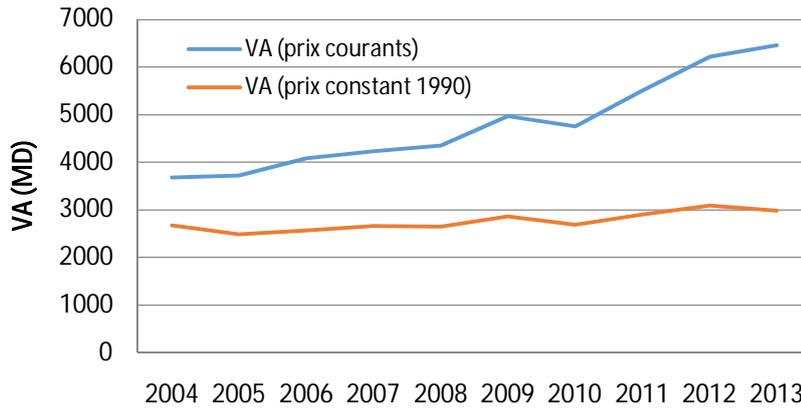


Figure n° 13: Evolution de la valeur ajoutée agricole, DGEDA

La composition des sous-secteurs dans la production agricole est 34% pour l'élevage, 33% pour l'arboriculture, 17% pour le maraîchage, 8% pour la céréaliculture et 7% pour la pêche.

Dans les PPI qui consomment 2.1 milliards de m³/an, les pertes d'eau sont de l'ordre de 35%. Le secteur irrigué contribue en valeur, à hauteur de 37% de la production agricole. Ainsi, près de deux tiers de la production agricole sont assurés par l'agriculture pluviale essentiellement basée sur les céréales et les oliviers.

2.4.3.2.1 L'Agriculture Pluviale

L'agriculture pluviale consomme 6.6 milliards de m³/an de la pluviométrie annuelle (Hamdane, SESAME : Séminaire eau et sécurité alimentaire en méditerranée 2013). Toute mise en culture est un engagement et une action vers une valorisation potentielle des eaux pluviales. Rien ne peut prédire que la production puisse arriver à bon port. En effet, la production céréalière reste marquée par une fluctuation interannuelle en fonction du climat. Le niveau d'autosuffisance oscille entre 16% et 60% selon l'année hydrologique.

Des mesures préventives doivent être mises en place en vue de prévenir des événements extrêmes éventuels (soit des réseaux de drainage, des stations de pompage éventuelles afin d'évacuer les eaux excédentaires constituant une contrainte aux travaux cultureux, des aménagements de CES, ...).

L'eau dans le sol constitue un grand réservoir qui commence à être appréhendé comme eau verte par les responsables de la gestion de l'eau. Les apports totaux (pluviométrie et irrigation) sur les terres agricoles varient selon les années (sèches ou humides). Ils ont été de 9.92 Milliards de m³ en 2000-2001 et de 17.02 Milliards de m³ en 2006-2007 et l'évapotranspiration totale a été de 11.26 et de 14.22 milliards de m³ respectivement, selon Walter Watch²⁸. L'apport en eau d'irrigation varie de 1.7 à 2.1 Milliards de m³, et constitue donc 15% des prélèvements totaux des plantes. L'étude expérimentale menée par l'observatoire tunisien de l'eau, a conclu que sur un bilan légèrement négatif en années sèches et positif en années humides (soit 2.8 Milliards de m³ en 2006-2007), l'excédent devant alimenter les réservoirs souterrains et superficiels. Hamdane (SESAME, 2013) montre que le déficit hydrique de la balance alimentaire est de 6.3 Milliards m³/an.

²⁸ Sécurité hydrique de la Tunisie (M. Besbes- J. Chahed et A. Hamdane)-L'Harmattan 2014.

La superficie Agricole utile de la Tunisie est estimée de 4.5 à 5 Millions d'ha (Mha) de terres cultivables. Les principales cultures prélevant le maximum d'eaux pluviales sont les céréales (1,3Mha en 2013-2014²⁹ dont 84 000 ha en irrigué), les fourrages (0,7Mha), l'olivier et les arbres fruitiers. La somme de leur équivalent-eau est de 7644 Millions de m³ contre 9142 Millions/m³ pour l'ensemble des cultures, représentant 83.6% du total.

Concernant la totalité du couvert végétal (y compris forêt, parcours...) la comptabilisation et l'évaluation de l'eau du sol sont des prémices vers une meilleure valorisation des eaux pluviales à travers la mise en œuvre des mesures et des techniques appropriées (reboisement, exploitation rationnelle des forêts, consolidation des travaux de CES par des plantations forestières et vivrières, amélioration des parcours par des mises en défens, des amendements par les boues des stations d'épuration, extension des périmètres d'épandage des eaux de crues, aménagements fonciers appropriés...). Des mesures législatives et réglementaires sont également à envisager pour la résolution des contraintes foncières des terres collectives en vue de pouvoir bénéficier des encouragements de l'Etat (crédits et subventions) à mettre à la disposition du secteur en vue de sa promotion.

2.4.3.2.2 L'Agriculture irriguée

Le secteur irrigué constitue un pilier stratégique de l'économie agricole et un facteur de développement régional. Le nord du pays constitue 52% de l'irrigué qui exploite essentiellement les eaux de surface. Avec 8% de la superficie agricole utile, le secteur irrigué représente 37% de la valeur de la production agricole, 10% de l'exportation agricole, 90% du besoin national en cultures maraichères et 75% du besoin national en fruits. Le secteur irrigué occupe 27% de la main d'œuvre agricole (DGEDA).

La superficie irriguée a évolué proportionnellement avec le taux de mobilisation des ressources en eaux (370 000 ha en 2000 et 423 000 ha en 2015). On distingue les périmètres publics aménagés par l'Etat (54%) et les périmètres irrigués privés (46%). La consommation des périmètres irrigués est évaluée à 2.1 Millions m³/an.

Au niveau de l'exploitation des eaux de surface, la réglementation (code des eaux) exige une autorisation provisoire, renouvelable chaque saison, et qui spécifie le volume annuel alloué. Ce volume est estimé par le CRDA sur la base des cultures programmées par l'agriculteur. L'utilisateur paie une redevance annuelle de 5 mil/m³ avec un minimum de 15 D (arrêté du ministre de l'économie et des finances et du ministre de l'agriculture du 3 novembre 2014). La redevance est de 50 mil/m³ pour l'usage non agricole.

Au niveau des périmètres publics irrigués, la tarification de l'eau est administrée par le CRDA qui s'approvisionne en eau de la SECADENORD à raison de 60% et le revend au profit des GDA qui assurent la distribution d'eau auprès des agriculteurs.

Les tarifs moyens appliqués par les CRDA restent inchangés depuis 2002 (figure 14).

²⁹ Année où les apports aux barrages ont été de 1640Mm³, soit 85% des apports moyens

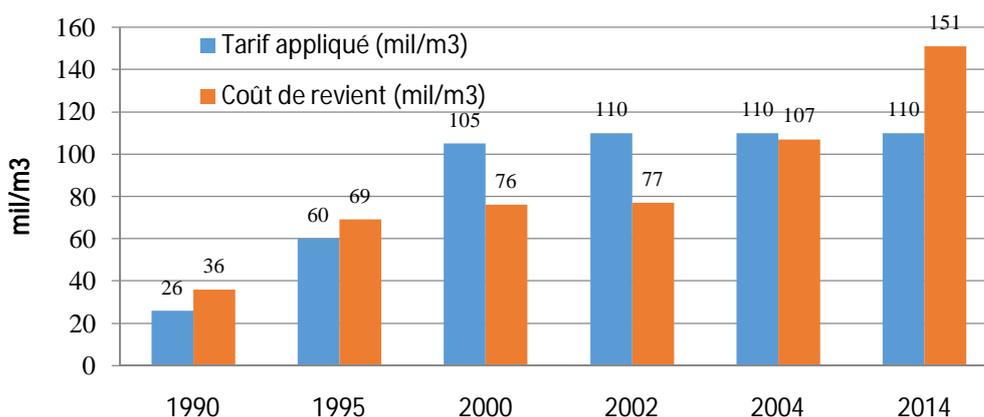


Figure n° 14: Evolution des tarifs et coûts de revient de l'eau d'irrigation. DGGREE

En ce qui concerne l'eau d'irrigation, les études de tarification réalisées en 2007 ont permis d'estimer le cout total de l'eau dans les périmètres publics irrigués à 400 millimes/m³, dont 250 millimes/m³ en tant que cout réel d'exploitation et de maintenance, et 150 millimes/m³ en cout d'ouvrages de mobilisation et de transfert.

Cependant, les prix fixés aux agriculteurs ne couvrent pas le coût d'exploitation estimé. Ces tarifs n'ont pas augmenté depuis 2002 et couvrent à peine 40% des frais avec renouvellement des équipements et 55% sans renouvellement.

Tableau n° 15 : Prix payés par les agriculteurs dans le PPI

GOUVERNERAT	Tarif Monôme millimes/m ³
Ariana	140
Manouba	140
Ben Arous	de 100 à 110
Bizerte	de 110 à 140
Nabeul	de 53 à 115
Beja	de 68 à 126
Jendouba	de 85 à 126
Sousse	de 130 à 135
Monastir	de 150 à 180
Kairouan	de 85 à 100
Gafsa	38

L'endettement des GDA pour l'irrigation n'en demeure pas moins. En particulier, le taux de recouvrement des créances des GDA des PPI est estimé à 51%, ce qui conduit à l'alourdissement de leur endettement envers les CRDA et la STEG.

Dans les périmètres irrigués, l'irrigation est un apport d'eau complémentaire à la pluie. En année pluvieuse, la consommation en eau diminue dans les périmètres irrigués, mais il n'existe pas d'évaluation annuelle ou périodique de l'apport en eau pluviale et de sa valorisation. Les gestionnaires de l'eau déplorent seulement le manque d'alimentation des recettes provenant des irrigations (permettant l'entretien des aménagements publics) et également la faiblesse des taux d'irrigation et d'intensification. Une estimation de la contribution des eaux pluviales a été appréhendée à travers le calcul de l'équivalent-eau des principales productions végétales. Dans les périmètres irrigués, il s'avère que la part des eaux

pluviales est de 40% par rapport aux besoins totaux des plantes³⁰, ce qui est considérable. Par conséquent, toute irrigation d'appoint (une à deux applications au minimum) valorise encore plus les apports d'eau pluviale.

Un programme d'investissement pour l'extension des céréales irriguées en appoint a été inséré au PISEAU II en vue d'atteindre 120 000 ha et valoriser les eaux pluviales grâce à quelques irrigations supplémentaires. Des contrats doivent être signés pour n'irriguer que des cultures dites pluviales durant la saison hivernale axées sur les céréales. La mise en œuvre du programme a été fastidieuse et les objectifs n'avaient pas été totalement atteints, le maximum de superficie emblavée a été réalisé en 2010/2011 (55 000 ha dans les PPI et 46 000 ha dans les périmètres privés, soit un total de 101 000 ha). La superficie atteinte en 2014 a été de 84 000 ha. Dans les PI il s'agit théoriquement d'irrigation totale pour obtenir le maximum de rendement (100 Qx/ha et plus), néanmoins les agriculteurs préfèrent toujours attendre les premières pluies avant d'irriguer et prennent souvent le risque de perdre leurs cultures, raison pour laquelle la DGPA comptabilise les céréales des PI dans le programme d'irrigation d'appoint.

Le ministère de l'agriculture (la DGGREE, la DGPA) dispose des informations concernant les programmes d'aménagement des superficies équipées pour l'irrigation d'appoint et les superficies emblavées par gouvernorat annuellement.

Les grandes réformes engagées par le ministère de l'agriculture et des ressources hydrauliques dans les périmètres irrigués sont axées sur l'amélioration de l'efficacité des réseaux collectifs, l'amélioration de l'efficacité des systèmes et de la conduite de l'irrigation au niveau de la parcelle, la mise en place d'une tarification adéquate, la participation active des usagers dans la gestion des ouvrages à travers les GDA, la recharge des nappes phréatiques associée aux programmes de CES, de lacs et barrages collinaires, la réutilisation des eaux usées traitées en irrigation et la protection des eaux d'irrigation contre la pollution.

Dans ce cadre de la modernisation des infrastructures hydrauliques, plusieurs actions sont en cours notamment le projet APIOS 2008-2017 avec 180 MDT, le projet de modernisation des périmètres de la basse vallée de la Medjerda 4300 ha avec 45 MDT et 2ème tranche en cours (2300 ha) et le projet de modernisation de Sidi Thabet (2300 ha).

³⁰ Calculé sur la base de l'équivalent-eau des productions végétales des années 2006 à 2010. Besbes et *al.* (2014)
Groupement TPAD / I2E

3. - LES EAUX SOUTERRAINES

Scientifiquement, l'aquifère est un réservoir caractérisé par sa structure géologique et sa configuration. On distingue l'aquifère à nappe libre (nappe phréatique) lorsque la limite supérieure de la nappe est à fluctuation libre et l'aquifère à nappe captive ou semi captive (nappe profond) lorsque la limite supérieure de la nappe est une formation imperméable ou semi-perméable.

3.1 - LES NAPPES PHREATIQUES

3.1.1 - Contexte général des nappes phréatiques

En Tunisie, il s'agit des nappes dont la profondeur de captage est inférieure à 50 m. Ces nappes sont exploitées par des puits de gros diamètres (1-10m).

Et comme les puits de gros diamètres furent creusés de façon artisanale, ceux-ci dépassent rarement la cinquantaine de mètres de profondeur. Ceci a constitué un argument consensuel des responsables du secteur à l'époque de limiter les nappes phréatiques à 50m de profondeur et tout ce qui dépasse 50m est rangé dans la classe des nappes profondes.

On compte au total 226 entités hydrogéologiques phréatiques à travers tout le pays et qui sont réparties comme suit :

- 72 des entités sont localisées au Nord, soit 32% de l'effectif des nappes phréatiques.
- 97 localisées au Centre, soit 43%.
- 57 localisées au Sud, soit 25%.

Le tableau ci-dessous résume l'état d'exploitation et d'équipement de ces nappes:

Tableau n° 16 : Etat d'exploitation des nappes

Région	Ressources (Mm ³ /an)	Exploitation (Mm ³ /an)	Nombre de puits Equipés/Exploités	Effectif des nappes
Tunisie du Nord	371	388	43344	72
Tunisie du Centre	251	349	47480	97
Tunisie du Sud	124	118	15709	57
Total Tunisie	746	855	106533	226

En 2010, la population tunisienne comptait 10 982754 individus (INS, 2014). Le ratio par habitant et par an en cette date fut de 68 m³/habitant/an pour les ressources et de 78 m³/habitant/an pour les prélèvements.

3.1.2 - Etat des connaissances des nappes phréatiques

3.1.2.1 - Bilan des nappes phréatiques

La DGRE publie depuis 1980, et suivant un rythme quinquennal, la situation des nappes phréatiques de la Tunisie.

L'analyse approfondie de la publication la plus récente datant de 2014 à la DGRE et traitant de la situation des nappes phréatiques 2010 a permis de relever les observations suivantes:

Tableau n° 17 : Bilans des nappes phréatiques

Secteur	Gouvernorat	Nappe Sous Expl	Nappe Sur. Expl.	Total	Ressou	Exploit	Bilan		Taux %
							-	+	
NW	JENDOUBA	6	0	6	14.06	11.34		2.72	81
	BEJA	5	0	5	23.4	7.73		15.67	33
	LE KEF	12	2	14	25.09	22.1	1.02	4.01	88
	SILIANA	9	0	9	14.72	11		3.72	75
	BIZERTE	3	10	13	52.06	52.82	11.41	10.65	101
NE	ARIANA	2	0	2	6	4.25		1.75	71
	MANOUBA	3	0	3	22	11.52		10.48	52
	TUNIS	4	0	4	4.4	1.87		2.53	43
	BEN AROUS	3	2	5	12.63	15.99	5.98	2.62	127
	ZAGHOUAN	3	2	5	13.2	12.15	2.0	4.65	92
	NABEUL	3	3	6	183	237	69.8	15.8	130
CW	KASSERINE	21	10	31	52.9	44.68	8.98	17.2	153
	SIDI BOUZID	5	5	10	55	84.2	31.7	2.5	153
CE	KAIROUAN	3	8	11	63.5	122.14	59.24	0.6	192
	SOUSSE	5	6	11	14.08	15.15	2.22	1.15	108
	MONASTIR	7	3	10	9.43	8.13	1.05	2.35	86
	MAHDIA	5	4	9	16.68	21.03	8.53	4.18	126
	SFAX	8	7	15	39.28	53.26	20.59	6.61	136
SW	GAFSA	8	5	13	33.3	35.84	6.17	3.63	108
	TOZEUR	2	3	5	34.08	34.62	3.67	3.13	102
	KEBILI	7	0	7	5.49	0.26		5.23	5
SE	GABES	5	2	7	23.7	25.1	6.2	4.8	106
	MEDNINE	9	5	14	12.67	12.97	2.38	2.08	102
	TATAOUINE	9	2	11	15.14	9.36	0.1	5.88	62
Total		147	79	226	746	854.5	228.6	132.0	

On s'aperçoit que 11 gouvernorats accusent un effectif de nappes phréatiques supérieur ou égal à dix ! Et c'est à Kasserine qu'on enregistre l'effectif le plus élevé ; soit 31 nappes.

Parmi les 226 nappes phréatiques, on distingue 79 nappes surexploitées réparties sur 18 gouvernorats. Ceux qui sont les plus touchés et accusant un taux de surexploitation supérieur à 120%, sont les gouvernorats de : Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid, Sfax, Nabeul, Ben Arous et Mahdia. L'état de surexploitation a entraîné une ponction sur les réserves d'un volume dépassant 228 Mm³ ; soit à peu près le 1/3 du total des ressources phréatiques.

Pour ce qui est du reste des nappes phréatiques ; soit 147 nappes, on distingue, parmi elles, 23 nappes qui, depuis 2010 déjà, avaient atteint un stade avancé de leur exploitation (100% des ressources). De nos jours, et après cinq ans de ce constat, ces nappes seraient vraisemblablement basculées vers les nappes en état de surexploitation. Les ressources propres à ces dernières nappes s'élèvent à environ 23.66 Mm³/an.

C'est ainsi que les nappes réellement sous-exploitées et dont l'effectif s'élève à 124 nappes (147-23), elles accusent un potentiel encore disponible atteignant 134 Mm³/an.

Au niveau de la répartition des nappes :

- 14 nappes ont des ressources supérieures à 10 Mm³/an. (6%)
- 22 nappes : 5 < Ressources < 10 Mm³/an. (10%)
- 38 nappes : 2.5 < Ressources < 5 Mm³/an. (17%)
- 45 nappes : 1 < Ressources < 2.5 Mm³/an. (20%)
- 107 nappes : Ressources < 1 Mm³/an. (47%)

Au regard de cette répartition, on s'aperçoit alors que l'effectif des nappes à ressources importantes se limite seulement à 6%. Celles à ressources moyennes à modestes s'élèvent à 47%. Alors que celles à ressources très faibles sont de 47% aussi.

Compte tenu du nombre élevé des exploitants de ces aquifères (puisqu'on compte plus que 106 mille exploitants), il est évident, que ces nappes jouent un rôle socio-économique très important dans le secteur agricole tunisien et notamment dans le secteur irrigué.

Au niveau de l'état de connaissance des bilans :

Suite à plusieurs enquêtes bibliographiques, il apparut que sur un effectif de 226 nappes phréatiques, seules 43 nappes ont fait l'objet d'une étude par modèle de simulation numérique ; soit un taux de 19%. Encore faut-il préciser que la plupart de ces études sont anciennes, celles concernant les nappes du nord-est (Bizerte, régions de Tunis et Cap Bon) remontent à la fin des années dix-neuf cents soixante-dix.

Pour les autres, les nappes à ressources moyennes et modestes, elles ont fait l'objet, d'études classiques où le bilan fut arrêté selon le modèle de Darcy. Pour celles accusant de faibles ressources, ce sont surtout des estimations préliminaires, le plus souvent trop arbitraires, qui ont été adoptées et qui depuis n'ont pas été revues et dont les bilans continuent à être reproduits et publiés de façon répétitive sans être actualisés.

Dans le même contexte, nous soulignons que, pour la plupart des nappes, nous ne disposons pas d'une connaissance de leurs caractéristiques géométriques, de leur surface, épaisseur, leur échange avec les aquifères sous-jacents semi-profonds ou profonds et les systèmes aquifères limitrophes. Ces lacunes constituent une contrainte majeure pour la GIRE et un programme de mise à jour est impérativement recommandé.

Au niveau des dates des inventaires des puits:

- Seules 38 nappes sont vu l'inventaire de leurs puits achevé en 2010 ; soit un taux de 17%.
- 45 nappes ont vu l'inventaire de leurs puits réalisé entre 2000 et 2010; soit un taux de 20%.
- 83 nappes ont vu l'inventaire de leurs puits réalisé entre 1990 et 2000 ; soit un taux de 37%.
- 40 nappes ont vu l'inventaire de leurs puits réalisé entre 1980 et 1990 ; soit un taux de 18%.
- 13 nappes sans précision de la date d'inventaire ; soit un taux de 6 %.
- 07 nappes ont vu l'inventaire de leurs puits réalisé entre 1972 et 1975 ; soit un taux de 3%.

Il est évident que cette situation constitue une source entachée d'erreurs se répercutant sur le résultat relatif aux prélèvements et par conséquent sur la bonne gouvernance de la ressource.

Au niveau de l'attribut spatial

Contrairement à ce que certains pays ont adopté (comme nos voisins algériens et marocains), pour gérer leurs systèmes hydrauliques par bassin hydrologique, on continue en Tunisie à adopter des limites plutôt administratives (limites des gouvernorats).

3.1.2.2 - Evolution des bilans dans l'intervalle 1980-2010

Le tableau ci-dessous relève la répartition des ressources phréatiques à travers le pays et l'état de leur exploitation entre 1980 et 2010. Il apparaît que pour les ressources, l'asymptote fut atteinte depuis 2005 ; alors que pour les prélèvements, l'évolution ne cesse de se poursuivre en croissance positive.

Tableau n° 18 : Nappes phréatiques – Evolution des ressources/prélèvements 1980-2010

REGION	RESSOURCES EXPLOITABLES (Mm3/an)							RESSOURCES EXPLOITEES (Mm3/an)						
	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
NORD	287	324	372	395	386	371	371	227	300	382	406	405	393	388
CENTRE	162	194	200	221	235	251	251	137	203	225	227	261	299	349
SUD	27	67	97	102	115	124	124	31	60	91	112	112	116	118
TOTAL	468	586	669	718	737	746	746	395	563	699	745	778	808	854

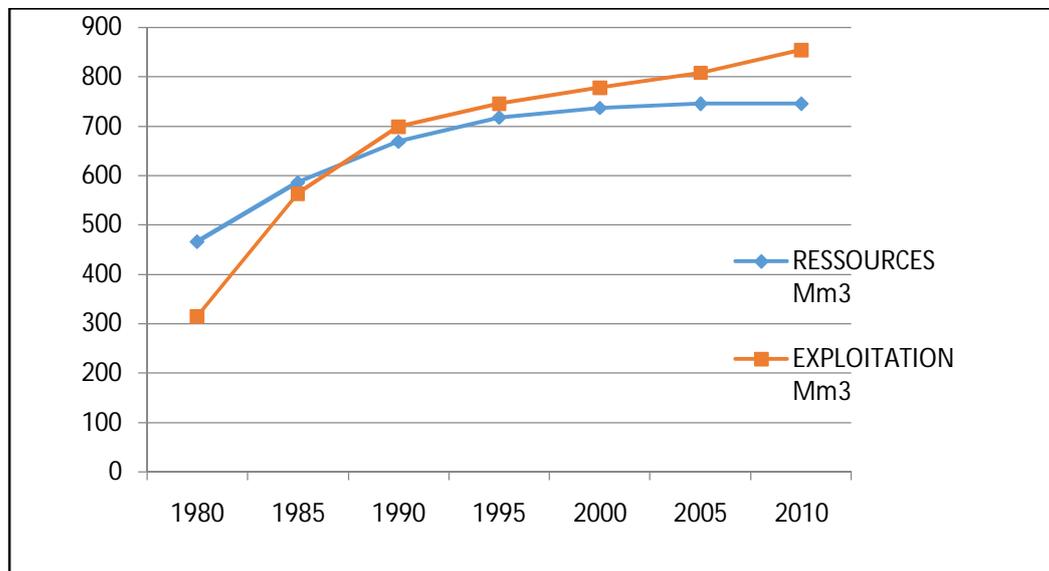


Figure n° 15: Nappes phréatiques – Evolution des ressources/prélèvements 1980-2010

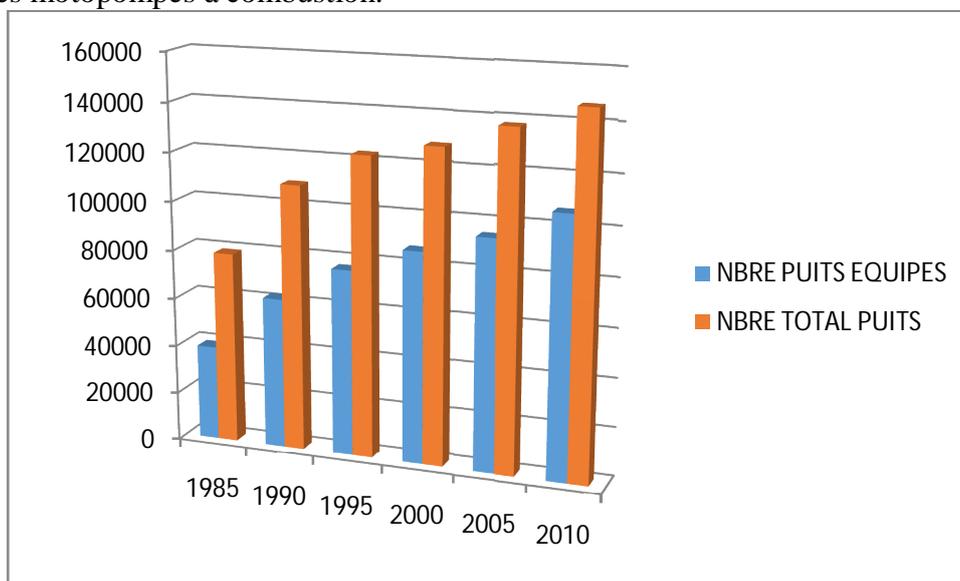
Parallèlement, l'effectif des puits ne cesse d'augmenter malgré le stade avancé de surexploitation qui a marqué 102 nappes.

Dans le tableau qui suit, sont reportés les effectifs et les taux de puits équipés dans tout le pays depuis 1985 jusqu'à 2010.

Tableau n° 19 : Nappes phréatiques - Evolution de l'effectif des puits 1985-2010

ANNEE	NBRE PUIITS EQUIPES	NBRE TOTAL PUIITS
1985	39095 (49.5%)	78877
1990	62097 (56.9%)	109163
1995	76809 (62.4%)	123024
2000	86965 (67.7%)	128399
2005	94691 (68.8%)	137709
2010	106533(72.65%)	146633

Ce tableau fait apparaître que la pression sur les nappes phréatiques ne cesse de continuer et aucune tendance vers la baisse n'est enregistrée. La croissance se manifeste à la fois sur l'effectif des puits, sur le taux d'équipement (72.65%) et sur le taux de l'électrification au dépens des motopompes à combustion.

**Figure n° 16:** Nombre de puits équipés**Tableau n° 20 :** Détermination des taux de prélèvement dans les puits suivant les régions

Région	Sous Région	Ressources Mm3/an	Prélèvements Mm3/an	Nombre de puits équipés	Volume/puits/an M3
Nord	Nord-Ouest	77	52	8163	6370
	Nord-Est	239	336	35181	9550
Centre	Tunisie-Centrale	108	129	15555	8293
	Kairouanais-Sahel	143	220	31925	6891
Sud	Sud-Ouest	73	71	8045	8825
	Sud-Est	52	47	7664	6132

Le volume moyen prélevé dans les puits varie suivant les régions. Il est influencé par plusieurs facteurs (les caractéristiques hydrodynamiques propres à la nappe, la nature des spéculations agricoles en irrigué, le climat, etc). Le volume de prélèvement le plus faible est enregistré au sud-est. Il est de 6132m³/puits/an. Par contre, le plus élevé est enregistré au Cap-Bon, il est de 9550 m³/puits/an. A l'échelle nationale, le volume moyen de prélèvement est de 8020 m³/puits/an. Ce paramètre pourrait être pris comme un indicateur régional ou même national.

3.1.2.3 - Problématique des nappes surexploitées

On dénombre actuellement 102 entités aquifères phréatiques touchées par le problème de surexploitation à des degrés variés. L'instauration de périmètres de sauvegarde et d'interdiction en application du code des eaux n'a pu être efficace pour limiter les prélèvements. Le volume de dépassement des ressources correspondant aux ponctions sur les réserves s'élève à 228.6 millions de m³/an.

La mise en œuvre de la recharge artificielle pour remédier à la situation reste encore insuffisante en raison de l'indisponibilité des eaux conventionnelles en quantités suffisantes ou du manque des infrastructures spécifiques à la recharge ou des moyens logistiques et financiers. En moyenne les volumes d'eau mobilisée pour la recharge des nappes aquifères voisinent 30 millions de m³/an à travers une soixantaine de sites de recharge.

D'autres mises en œuvre de recharge à partir des eaux non conventionnelles ont été lancées mais encore à titre expérimental.

3.1.2.4 - Qualité des eaux des nappes phréatiques

Le réseau de la qualité des eaux souterraines phréatiques se compose de 540 puits de surface. Depuis la mise en place du réseau de suivi de la qualité (1998), on procédait à deux campagnes de prélèvements : L'une en période de basses eaux et l'autre en période de hautes eaux. Mais depuis 2005, on se limitait à une seule campagne, celle des basses eaux.

Le contrôle de qualité se réduit au contrôle du résidu sec et de la teneur en nitrates.

Dans la récente publication « Annuaire de qualité des eaux souterraines DGRE 2014 », nous relevons que :

- Sur un total de 24 CRDA, contribuant à contrôler les nappes phréatiques, six (6) CRDA n'y ont pas participé.
- Sur un total de 540 puits constituant le réseau, seuls 354 puits ont été contrôlés (65.6%).
- Sur les 354 puits surveillés, 126 puits ont accusé un résidu sec supérieur à 3g/l, soit 36%, et 188 puits ont accusé une teneur en nitrates supérieure à 50 mg/l, soit 53%.

En comparant l'état 2014 aux états antérieurs, il apparaît qu'il y a une tendance vers un accroissement de la salinité dans les secteurs nord-est et centre-est ; et une tendance vers des concentrations de plus en plus élevées en nitrates dans les secteurs nord-est, centre-est et centre-ouest.

Par ailleurs, dans un des rapports techniques publié à la DGRE, on révèle que les ressources phréatiques sont classées suivant leur degré de salinité comme suit :

Tableau n° 21 : Répartition des ressources phréatiques suivant la salinité

Teneur en sels en mg/l	<1500	1500-3000	3000-5000	>5000
Ressources phréatiques (%)	8.4	31.7	39	20.9

Il apparaît que seule 8.4% des ressources phréatiques ont une salinité inférieure 1500 mg/L et 60% ont une salinité supérieure 3000 mg/L. Ceci contraignant la valorisation des ressources relativement chargées en sels.

3.1.2.5 - Contrôle piézométrique

Le réseau de contrôle piézométrique des nappes phréatiques est composé de 899 puits de surface et 551 piézomètres. Le tableau ci-dessous reflète la répartition régionale de ce réseau.

Tableau n° 22 : Réseau de suivi piézométrique des Nappes phréatiques :

Sous-région	Puits de surface	Piézo-mètres
NW	167	61
NE	376	127
CE	97	59
CW	107	181
SW	117	27
SE	35	96
TOT	899	541

Les points de contrôle de la piézométrie des nappes phréatiques ont manifesté des fluctuations piézométriques tantôt positives tantôt négatives, très variables d'un point de surveillance à un autre et d'une nappe à une autre. Mais ce sont surtout les nappes surexploitées qui accusent les baisses les plus prononcées. Les nappes de Mornag et celles de la plaine de Kairouan, de Sidi Bouzid et du Cap Bon ont enregistré des baisses atteignant par endroit -7 m et -3 m(2012).

3.1.2.6 - Impacts du changement climatique

L'impact de la variabilité du climat et par conséquent du changement climatique est de deux types :

- Un impact direct au niveau de la recharge naturelle des nappes
- Un impact indirect lié à la surexploitation des eaux souterraines essentiellement en cas de baisse de pluviométrie et d'augmentation de la température.

Sur la base des projections climatiques et de l'évaluation de l'impact de l'élévation accélérée (EANM) du niveau de la mer, fut établi un scénario qui prévoit, que les nappes phréatiques côtières risquent de subir d'ici 2050 une perte au niveau de leurs ressources de 152 Mm³/an. Au niveau de l'ensemble des nappes phréatiques, l'augmentation très importante de la salinité fera que le volume exploitable serait de (746-152 =594 Mm³/an).

Tableau n° 23 : Pertes en ressources en eau côtières suite à une EANM à l'horizon 2050

Nombre de nappes côtières vulnérables	54
Ressources totales des 22 nappes	288 Mm ³ /an
Superficie vulnérable	1400 km ²
Pertes de ressources par salinisation et intrusion marine	152 Mm ³ /an
Taux des ressources salinisées	53%

Il faut souligner que cette hypothèse n'a pris en considération que les effets de la raréfaction des ressources pluviales, composante fondamentale dans l'alimentation des nappes

phréatiques. Mais il faut souligner que le changement climatique influera sur le régime pluvial qui, semble-il, prévoit des pluies plus torrentielles qui accuseraient des écoulements plus fréquents à travers les réseaux hydrographiques et seraient plus bénéfiques à l'alimentation des nappes par comparaison aux infiltrations directes des pluies fines!

Quoiqu'il en soit, l'impact du changement climatique sur les ressources phréatiques n'est pas à négliger dans un contexte GIRE.

3.1.3 - Principaux axes d'amélioration de l'état des connaissances

3.1.3.1 - Insuffisances

Les insuffisances les plus importantes touchent à :

- Au concept purement « tunisien » qui limite les nappes phréatiques – conventionnellement- à 50m de profondeur ; alors qu'il y a plein de cas où des nappes phréatiques accusent des profondeurs de leur plan d'eau au delà de 50m !
- L'actualisation des inventaires.
- L'actualisation des bilans.
- L'absence d'un guide permettant l'application, au niveau de tous les CRDA, d'une même procédure permettant la détermination des prélèvements et la répartition des ressources en fonction de leur degré de salinité.
- Le réseau de contrôle de la qualité n'est pas optimisé.
- La recharge artificielle par les eaux conventionnelles et les sites favorables à sa mise en œuvre.
- La recharge artificielle par les eaux non conventionnelles et les sites et techniques appropriées à mettre en œuvre.

3.1.3.2 - Recommandations

Les plus importantes recommandations préconisent :

- Revoir le concept tunisien des nappes phréatiques et l'harmoniser avec le concept universel en abandonnant la profondeur restrictive de 50m.
- Pour ce qui est de l'actualisation de l'inventaire, il faut préciser que les charges dues aux opérations d'inventaires exhaustifs et systématiques des points d'eau sont devenues très élevées donc coûteuses et trop lourdes. L'accès même aux points est devenu difficile voire parfois impossible et contraignant. Le moment est venu pour changer de techniques et de procédures. Parmi les techniques à adopter, on cite à titre indicatif les techniques d'échantillonnage statistiques et les techniques de la télédétection. Cette dernière repose sur l'interprétation des images satellitaires en vue de déterminer les superficies réellement irriguées et le type des spéculations agricoles pratiquées. Il s'agit d'un travail multidisciplinaire qui lors de son application oblige à pratiquer les règles de jeu de la GIRE.
- Pour ce qui est des prélèvements, il faut avoir la conviction que si ces derniers ne sont pas bien évalués, ils vont influencer sur la fiabilité à donner aux bilans de différentes nappes. Cependant, le lancement d'un partenariat avec la STEG permettrait de déduire les volumes pompés en rapport avec la consommation énergétique d'une part et de faciliter la facturation relative à la concession et le droit d'usage de l'eau de l'autre. Un projet pilote dans cette perspective peut être choisi et appliqué. D'autres projets pourraient également être conçus notamment au niveau des nappes souffrant du fléau de la surexploitation et présentant un appoint d'eau d'irrigation à partir d'une ressource en eau allochtone !

D'autres sujets fort intéressants qui marquent l'aspect socio-économique de la mise en application de la GIRE au cas où les nappes phréatiques intensément exploitées sont soumises à une opération de régénération à travers la recharge artificielle ou au contraire lorsque la nappe phréatique se trouve dépourvue de sa capacité de recharge naturelle suite à la construction de barrages collinaires à leur amont tel que s'est produit pour les nappes de Foussana et Sbiba à Kasserine.

Dans cette perspective, une nouvelle Stratégie (la Stratégie de Préservation des Eaux Souterraines) a été conçue pour être mise en œuvre dans le cadre du PAPS, prenant en considération plusieurs aspects (technique, organisationnel, institutionnel, juridique et financier) dans laquelle le renforcement institutionnel et la mise en œuvre des outils d'une bonne gouvernance (locale et participative) ont une place prépondérante (l'exemple de la nappe de Bsis à Gabès a souvent été évoqué depuis une dizaine d'années et nécessite de gros efforts pour être multiplié):

Pour ce qui est de l'actualisation des bilans, nous proposons de passer à la codification des nappes phréatiques à l'instar de ce qui a été fait pour les nappes profondes et de généraliser le recours aux modèles de simulations numériques pour une meilleure évaluation des ressources.

Pour l'aspect juridique :

- mise en place de mesures coercitives en fonction du degré de mobilisation de la ressource (surexploitation) et de sa vulnérabilité
- Renforcement du contrôle de l'Etat en vue de la préservation des eaux souterraines (instauration de nouveaux périmètres de sauvegarde et d'interdiction des nappes surexploitées)

Pour l'aspect institutionnel :

- clarification et meilleure répartition des rôles des acteurs dans le secteur de l'eau selon différents modes de gestion favorisant en particulier la gestion participative pour les ressources en eaux souterraines.

Pour l'aspect financier :

- Recouvrement des redevances de prélèvement des eaux souterraines (auprès de tous les consommateurs.
- Mise à jour et mise en œuvre d'une nouvelle tarification des eaux souterraines (inspirée de la tarification trinôme instaurée en 2007)
- Etablir un guide pour chaque nappe permettant d'identifier des sites de recharge que ce soit à partir des eaux conventionnelles ou non conventionnelles et d'évaluer les capacités de recharge et la ou les techniques appropriées pour la mise en œuvre.
- Renforcement des arrondissements régionaux avec des laboratoires même portatifs afin d'analyser les échantillons à l'échelle régionale.
- Réalisation de nouveaux projets d'épandage des eaux des crues dans le cadre des programmes de conservation des eaux et du sol.

3.2 - NAPPES PROFONDES

3.2.1 - Contexte général des nappes profondes

En Tunisie, il s'agit des nappes dont la profondeur de captage est supérieure à 50m. On dispose au total, de 347 entités aquifères. Ces dernières sont nombreuses et peu étendues au

Nord et plus étendues et moins nombreuses au Centre, et très étendues et peu nombreuses au Sud.

Le tableau suivant reflète la répartition de ces nappes et de leurs ressources (DGRE 2013).

Tableau n° 24 : répartition des nappes profondes et de leurs ressources DGRE 2013

SECTEUR	Nbre Nappes	RESSOURCES Mm ³ /an	REMARQUES
NORD	166	314	Ressources renouvelables
CENTRE	98	331	Ressources renouvelables
SUD	83	784	Ressources non renouvelables
TOTAL	347	1430	

3.2.2 - Etat des connaissances des nappes profondes

3.2.2.1 - Bilan des nappes profondes

L'exploitation globale des nappes profondes de la Tunisie a atteint au cours de l'année 2013 environ 1476 Mm³.

Cette exploitation dépasse légèrement les ressources totales des nappes profondes évaluées à 1430 Mm³/an.

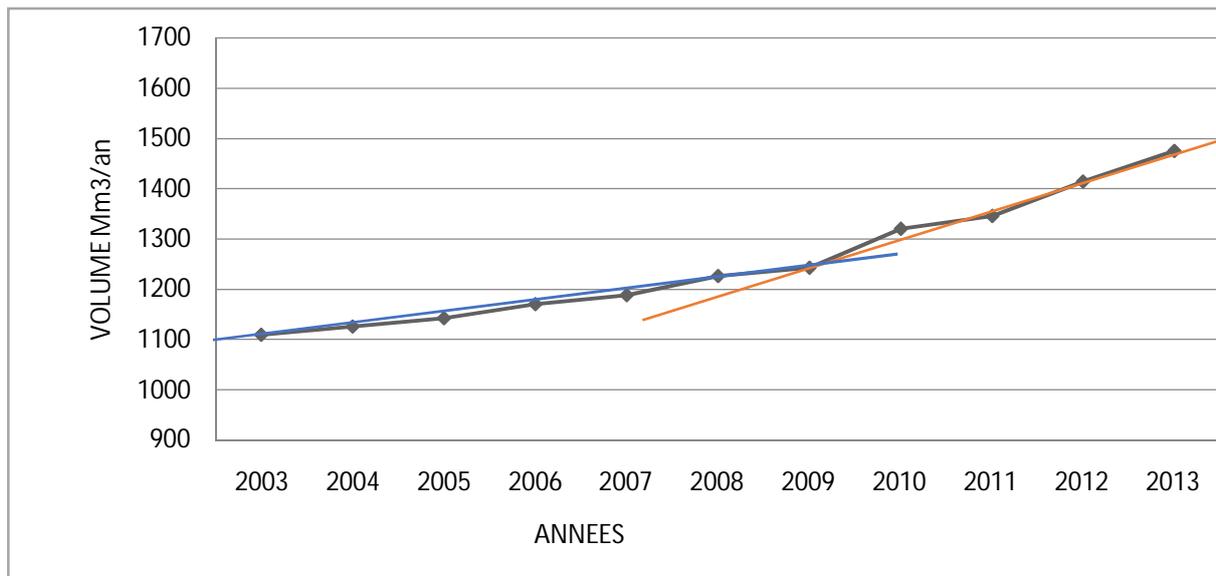
Tableau n° 25 : Evolution de l'exploitation des nappes profondes de la Tunisie en Mm³/an - 2003-2012

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Nord	135	139	134	148	149	152	154	170	181	191	217
Centre	229	237	245	262	256	280	288	310	306	326	392
Sud	744	752	764	761	783	796	800	799	792	806	867
Forages illicites								42	67	92	107

Les prélèvements dans les nappes profondes sont issus de ressources renouvelables pour les nappes localisées au nord et au centre du pays et de ressources pratiquement non renouvelables ou très peu renouvelables pour les nappes du sud.

En comparant les ressources aux prélèvements, on s'aperçoit que l'année 2013 marque le commencement d'un état de surexploitation des nappes profondes à l'échelle nationale.

Par ailleurs, la représentation graphique de l'évolution de l'exploitation des nappes profondes de 2003 à 2013 fait apparaître qu'à partir de 2009 le rythme de l'exploitation s'est accentuée.

**Figure n° 17:** Evolution de l'exploitation des nappes profondes en Tunisie (2003 - 2013)

- Au niveau de la répartition géographique :

On note que pour les nappes profondes, la DGRE a établi un système de codification basé sur le concept du bassin versant hydrologique dont les limites correspondent au bassin sédimentaire. C'est le domaine géologique unitaire. Ce principe fut adopté dans un objectif de gestion par bassin tout d'abord et pour faciliter la valorisation des bases de données pluviométriques et hydrométriques lors des études hydrogéologiques ayant comme finalités l'établissement des bilans hydrauliques.

Mais, dans l'état actuel des choses, la limite adoptée est celle des limites des gouvernorats et cette façon de faire a fait apparaître un nombre de nappes profondes surréalistes à cause des redondances résultant des nappes partagées entre gouvernorats. Aussi, nous avons relevé que dans de multiples cas, on affecte à plusieurs nappes codifiées réunies, superposées ou juxtaposées une seule valeur que ce soit pour les ressources ou pour les prélèvements.

D'après la DGRE, des subdivisions arbitraires ont été appliquées à cause de la complexité du système aquifère. Ce qui fait ressortir que pour 91 nappes codifiées correspondent 26 valeurs de ressources. En éliminant ces subdivisions virtuelles, le nombre de nappes profondes serait réduit de : $91 - 26 = 69$. Ainsi, l'effectif des nappes profondes serait ramené à 278.

- Au niveau de l'état des connaissances :

Nous soulignons que, pour la plupart des nappes, nous ne disposons pas d'une connaissance de leurs caractéristiques géométriques, de leur surface, épaisseur, leur échange avec les aquifères sous-jacents ou sus-jacents et les systèmes aquifères limitrophes.

Il apparut que sur un effectif de 334 nappes profondes, seules 10% de ces nappes ont fait l'objet d'une étude par modèle de simulation numérique. Il faut dire que ce sont surtout les nappes du sud constituant la Djefara et le SASS tunisien, le Sahel de Sfax et partiellement le kairouanais qui ont été les mieux servis en modélisation. D'autres études sont anciennes, celles concernant les nappes du nord-est (Bizerte, régions de Tunis et Cap Bon remontent à la fin des années dix neuf cents soixante-dix) !

Pour les autres, on distingue celles qui ont fait l'objet, d'études classiques (bilan par le modèle de Darcy). Il s'agit d'estimations préliminaires et le plus souvent arbitraires.

- Au niveau des prélèvements :

Seuls les forages exploités pour l'eau potable que ce soit de la part de la SONEDE ou du GR en milieu rural et une fraction minime d'autres forages appartenant à des utilisateurs variés sont équipés de compteurs. Ces forages ne dépassent pas un taux de 10 à 12% de l'effectif total des forages. Par conséquent l'évaluation de l'exploitation des nappes profondes est entachée de beaucoup d'imprécisions. Quelles que soient les incitations à prendre auprès des usagers, il est illusoire de voir de se concrétiser à court ou à moyen termes l'installation de compteurs d'eau sur les forages en exploitation. Cependant, une convention avec la STEG s'impose à plus d'un titre pour mieux évaluer les prélèvements à partir de la consommation énergétique.

- En ce qui concerne les prélèvements, le gouvernorat de KEBILI vient en tête avec un volume de $404 \text{ Mm}^3/\text{an}$ (27% des prélèvements de tout le pays !), suivi de Gabès $138 \text{ Mm}^3/\text{an}$, Tozeur $129 \text{ Mm}^3/\text{an}$ et Kairouan $110 \text{ Mm}^3/\text{an}$. Le problème de surexploitation est manifeste donc surtout au sud et au Kairouanais.
- Pour ce qui est de l'effectif des forages, il est le plus élevé au SW; il représente 40% de celui de tout le pays. Ceci nous mène à évoquer le problème des forages illicites dont le nombre le plus élevé se trouve à KEBILI. Le nombre de forages illicites touche les secteurs du NE, le Kairouanais, le CW et le SW.

3.2.2.2 - Répartition régionale des Ressources et exploitation des nappes profondes

Comme la répartition géographique des ressources, de leur état d'exploitation et du nombre de forages en exploitation n'est pas homogène, le tableau ci-dessous reflète cette disparité.

Une analyse approfondie de ces répartitions a montré -paradoxalement- que c'est dans les régions les plus dotées en ressources que ces dernières sont les plus surexploitées et les plus démunies sont les moins exploitées !

En effet, sur les 24 gouvernorats couvrant le pays, on relève que seuls trois (3) échappent aux problèmes de la surexploitation (Ariana, Tunis et Tozeur). Les 21 autres gouvernorats sont touchés par la surexploitation mais à des degrés divers :

Tableau n° 26 : Répartition par Gouvernorats des ressources et de leur exploitation :

	GOVERNORAT	RESSOURCES Mm ³ /an	EXPLOI ^o Mm ³ /an	Nappes Surexpl.	DEFICIT Mm ³ /an	N FORAGES
NW	JENDOUBA	52,3	19,78	2	-0,28	69
	BEJA	27,5	7,06	2	-0,81	163
	LE KEF	48,3	18,81	4	-1,45	174
	SILIANA	23	19,32	7	-2,81	137
NE	BIZERTE	41,6	18,94	1	-0,05	451
	ARIANA	1,65	0,67	0	0	32
	MANOUBA	20,5	4,91	1	-0,67	132
	TUNIS	1,5	0,38	0	0	12
	BENAROUS	29	30,39	1	-8,59	691
	ZAGHOUAN	35,5	30,07	10	-10,39	533
	NABEUL	32,8	50,54	11	-22,2	1296
CE	KAIROUAN	89,2	109,91	11	-27,07	846
	SOUSSE	14,9	12,87	6	2,24	162
	MONASTIR	7	6,66	2	-3,52	36
	MAHDIA	9,5	3,98	1	-0,78	141
	SFAX	34,9	31,79	1	-4,56	194
CW	KASSERINE	87,6	98,31	10	-25,61	1857
	SIDIBOUZID	88,2	84,25	10	-14,39	607
SW	GAFSA	82,5	78,64	3	-15,55	391
	TOZEUR	174,4	128,73	0	0	208
	KEBILI	238	403,93	6	-165,93	3574
SE	GABES	156,6	138,28	3	-13,99	288
	MEDNINE	74,8	48,47	4	-28,07	160
	TATAOUINE	58	22,81	1	-0,9	266
TOT		1429,25	1369,5	97	-345,1	

Il ressort que :

- Sur un effectif de 347 nappes profondes, on dénombre 97 nappes en état de sur exploitation (28%). Leurs déficits s'élèvent à 345 Millions m³/an répartis comme suit :
 - Le nord : 47.25Mm³/an. (39 nappes ; Eaux renouvelables)
 - Le centre : 73.7 Mm³/an. (41 nappes ; Eaux renouvelables)
 - Le sud : 225.4 Mm³/an. (17 nappes ; Eaux non renouvelables)

Ces états de surexploitation se sont soldés par :

- Une atténuation de l'artésianisme notamment au sud.
- Une baisse prononcée de la piézométrie. A titre d'illustration, on rencontre fréquemment des profondeurs du plan d'eau oscillant entre 160 et 190m/TN dans le plateau de Kasserine.
- Une salinisation de plus en plus poussée dans les forages localisés non loin de la mer (Gabès, Mednine, Cap Bon...) ou des chotts et sebkhas (presqu'île de Kebili, Kairouan...)

➤ **Réseau de contrôle piézométrique des nappes profondes :**

Le réseau de contrôle piézométrique des nappes profondes est composé de 710 forages et piézomètres. Le tableau ci-dessous reflète la répartition régionale de ce réseau.

Tableau n° 27 : Réseau de suivi piézométrique des Nappes profondes :

Sous-région	PIEZOMETRES	Forages
NW	151	14
NE	167	1
CE	65	1
CW	120	21
SW	86	21
SE	61	2
TOT	650	60

Les piézomètres contrôlant les nappes profondes ont manifesté des fluctuations piézométriques tantôt positives tantôt négatives, très variées d'une nappe à une autre, surtout au nord là où se manifeste la recharge des nappes. Mais ce sont surtout les nappes surexploitées et celles dont les ressources ne sont pas renouvelables qui accusent les baisses les plus prononcées. Les nappes du complexe terminal et de la Jefara au sud ont enregistré une baisse respective atteignant par endroit -7 m et -5 m/an.

Les nappes profondes du Centre Ouest et du Sud Ouest sont influencées directement par le déficit pluviométrique et aussi par la forte exploitation. Les nappes profondes du Sud du pays dont les ressources ne sont pas renouvelables manifestent une baisse piézométrique continue. Ceci est lié au rythme de prélèvements de plus en plus croissant.

Des actions et mesures urgentes d'ordre varié devraient être prises dans l'immédiat pour arrêter ce fléau, sinon les conséquences seraient néfastes et non réversibles.

Parmi ces actions figurent les mesures d'ordre institutionnel en application du code des eaux (périmètres de protection) et les mesures d'ordre technique telle que la recharge artificielle aussi bien par les eaux conventionnelles que non conventionnelles.....

➤ **Détermination des moyennes régionales des prélèvements dans les forages :**

Dans le tableau qui suit sont reportés, à l'échelle régionale, les effectifs des forages en exploitation et les volumes d'exhaure correspondant :

Tableau n° 28 : Moyennes régionales des prélèvements dans les forages

Sous-région	Effectif Forages	Volume m ³ /forage/an
NW	555	117 531
NE	3700	41 054
CE	2184	81 868
CW	3164	67 320
SW	6873	95 635
SE	734	286 103
TOT	17210	85 764

Nous avons remarqué que les taux de prélèvement par forage et par an déduits sont réellement très dispersés. Ils varient dans un rapport de 1 à 7. Le taux le plus faible est enregistré au nord-est ; et le plus élevé au sud-est. Ceci est lié aux rythmes de pompage.

Au nord-est, il est relativement modéré en saisons pluviales, alors qu'au sud, en général, il est soutenu quelle que soit la saison et encore intensif de la part de la SONEDE comme ça se produit aux gouvernorats de Gabès et Médenine.

A Gabès, outre le pompage entrepris par la SONEDE pour la desserte en eau potable, la région d'El Hamma est soumise à un pompage intensif par une batterie de forages pour satisfaire les besoins du complexe chimique de Ghannouch au détriment de l'agriculture.

Aussi, les forages implantés dans la nappe de Zeuss-Koutine sont fortement sollicités ce qui fait que plus des 2/3 des ressources en eaux profondes du gouvernorat de Médenine sont exploitées pour l'eau potable transférée vers l'île de Jerba.

En somme, 59% des prélèvements dans les nappes profondes proviennent des gisements non renouvelables localisés dans le Sud ; et 41% des prélèvements proviennent des nappes renouvelables localisées au Centre et au Nord. Un tel constat doit être pris en considération pour la mise en application à moyen et à long terme d'une gestion durable d'une ressource qui devient de plus en plus rare et de plus en plus contraignante.

➤ Répartition des prélèvements par type d'usage :

La répartition de l'exploitation des nappes profondes du pays entre les différents secteurs d'activités économiques montre ce qui suit:

- Usage agricole en irrigation : 1143 Mm³ (77.5 %)
- Alimentation en eau potable : 290 Mm³ (19.6 %)
- Usage industriel et autres : 42 Mm³ (2.9 %)

On pourrait ainsi calculer les indicateurs suivants: en 2013, la population était de 10982754 habitants, le ratio par habitant et par an à partir des eaux profondes varie comme suit :

- Pour les eaux profondes renouvelables, le ratio par habitant fut de 59m³/habitant/an sur le plan ressources et 55.5m³/an/habitant sur le plan prélèvements.
- Pour les eaux non renouvelables, le ratio par habitant fut de 71m³/habitant/an sur le plan ressources et 79 m³/habitant/an sur le plan prélèvements.

- Pour toute eau confondue des nappes profondes, le ratio par habitant fut de 130 m³/an/habitant sur le « plan ressources » et 134.5m³/habitant/an sur « le plan prélèvements ».

3.2.2.3 - Qualité des eaux des nappes profondes

La répartition des eaux profondes exploitées en fonction de leur minéralisation et suivant des classes de résidu sec, montre ce qui suit :

- 384,02 Mm³/an, présentent un RS inférieur ou égal à 1,5 g/l ; soit 28 % du volume exploité,
- 739,83 Mm³/an, présentent un RS compris entre 1,5 et 3g/l ; soit 54 % du volume exploité,
- 197,36 Mm³/an, présentent un RS compris entre 3 et 5 g/l ; soit 14 % du volume exploité,
- 48,08 Mm³ /an, présentent un RS supérieur à 5 g/l ; soit 4 % du volume exploité.

Le contrôle de qualité se réduit au contrôle du résidu sec et de la teneur en nitrates, sans prendre en considération, en parallèle, le contrôle de la piézométrie.

Dans la récente publication ''Annuaire de qualité des eaux souterraines (DGRE 2014), nous relevons que :

- Sur un total de 24 CRDA, contribuant à contrôler les nappes phréatiques, six (6) CRDA n'y ont pas participé.
- Sur un total de 376 points constituant le réseau, seuls 223 puits ont été contrôlés (59%).
- Sur les 223 puits surveillés, 45 puits ont accusé un résidu sec supérieur à 3g/l, soit 20%, et 30 puits ont accusé une teneur en nitrates supérieure à 50 mg/l, soit 13.5%.

En comparant l'état 2014 aux états antérieurs, il apparaît qu'il y a une tendance vers un accroissement de la salinité dans les secteurs nord-est, centre-est surtout dans les nappes côtières, et sud-ouest dans les endroits limitrophes aux chotts.

Les nitrates accusent des concentrations de plus en plus élevées dans le secteur nord-est seulement.

Il apparaît que seul le 1/5 des ressources ont une salinité inférieure à 1500mg/l et 23.4% ont une salinité supérieure à 3000mg/l. Plus que 56% des Ressources se situent dans la gamme de 1500 à 3000mg/l. Toutefois, l'exploitation de ressources au-delà de 5g/l sans aucun traitement aurait une retombée directe sur la valorisation de telles ressources relativement chargées en sels.

On souligne que le réseau de contrôle de qualité des eaux profondes ne répond pas aux exigences requises. En effet, un réseau de 223 points de contrôle pour un effectif de nappes de 278 (ajusté à au lieu de 347 déclarées) donne une moyenne inférieure à l'unité par nappe. Alors qu'on recense 4 points de contrôle au gouvernorat de Tozeur contre 24 points de contrôle au gouvernorat de Béjà. Ainsi, ce réseau nécessite alors à être optimisé.

3.2.2.4 - Impacts du changement climatique

Le changement climatique aura un effet négatif sur les nappes profondes. En effet, toute diminution de la pluviométrie réduit les eaux de surface disponibles ce qui incite aux prélèvements des nappes profondes. La dégradation de la qualité d'eau profonde due à

l'intrusion marine accentuera la dégradation de ces nappes. Le volume exploitable serait de 1214 Mm³ à l'horizon 2030. Compte tenu du fait de la communication entre les deux types de nappes, les projections climatiques estiment que la perte des ressources souterraines serait de 23% du potentiel estimé à l'horizon 2030. Par ailleurs, ce potentiel devra augmenter pour les deux types de nappe suite aux actions de recharge.

3.2.3 - Principaux axes de l'amélioration de l'état des connaissances

➤ **Insuffisances**

Les insuffisances les plus importantes touchent à :

- Au concept purement "tunisien" qui définit les nappes profondes-conventionnellement-toutes nappes captées par des forages à plus de 50m de profondeur ; alors qu'il y a bien des cas où des nappes phréatiques sont captées à plus de 50m de profondeur !
- Au vu des annuaires relatifs à l'exploitation des nappes profondes, publiés périodiquement par la DGRE, nous avons relevé fréquemment, et avec des taux variés, pouvant atteindre même 50% de l'effectif des forages, que ces derniers ne disposent pas de numéros IRH. Ceci rend impossible l'intégration des données relatives à ces forages dans la base de données SYGREAU propre à la DGRE.
- L'absence des équipements des forages en compteurs d'eau (taux ne dépassent pas un 10 à 12% de l'effectif total des forages) oblige que l'évaluation de l'exploitation des nappes profondes est entachée de beaucoup d'imprécisions. Ceci se répercute évidemment sur les bilans et sur leurs fiabilités.
- L'inventaire des forages d'eau n'est pas actualisé et la prolifération des forages illicites complique davantage la situation.
- Les bilans des nappes ne sont pas actualisés et on ne dispose pas de référence de ces bilans pour des dizaines de nappes.
- Le réseau de contrôle de la qualité des nappes profondes n'est pas optimisé.
- Les recettes liées à la concession de l'exploitation des eaux profondes en application du code des eaux restent dérisoires comparativement aux sommes réellement dues.
- La recharge artificielle par les eaux conventionnelles retenues dans les barrages et les lacs collinaires édifiés spécialement à la recharge est presque absente et dans beaucoup de cas ces retenues jouent le rôle de bacs d'évaporation! On ne dispose pas de guide permettant l'identification des zones préférentielles à la recharge et les techniques appropriées pour sa mise en œuvre.
- L'absence de cartographie matérialisant l'emplacement des forages et des réseaux de contrôle piézométrique et de qualité.

➤ **Recommandations**

Dans beaucoup de cas de nappes profondes, nous avons remarqué qu'on attribue une seule valeur de ressources pour un ensemble de nappes codifiées jusqu'à un empilement de 11. On se demande alors pourquoi ne pas considérer cet empilement de nappes une seule entité, aussi complexe qu'elle soit, que de multiplier artificiellement l'effectif des nappes inutilement.

- Des présumées nappes codifiées ne présentant ni ressources, ni exploitation devraient être éliminées.
- Il est absolument indispensable de saisir les forages avec leur N° IRH, la saisie se limitant à l'introduction du nom du propriétaire n'est pas suffisante.

- La confusion majeure qui nécessite à être tranchée définitivement c'est que la ségrégation entre nappe phréatique et nappe profonde. Il faut revoir cette procédure tout à fait arbitraire qui fait que tout forage de plus de 50 m de profondeur est attribué automatiquement à la nappe profonde!
- Nous sommes certains que beaucoup de forages de profondeur supérieure à 50m sont introduits abusivement dans les nappes profondes alors que ces ouvrages sont concernés par les nappes phréatiques.
- Pour les nappes partagées entre deux Gouvernorats et plus, il faut se limiter à une attribution unique et éliminer les redondances.
- Il faut cesser de se faire des illusions que les prélèvements du secteur touristique sont très marginaux. En effet, les forages figurant dans l'annuaire et rattachés à quelques établissements hôteliers ne sont que sporadiques et non exhaustifs et ne servent que pour l'irrigation des jardins. Alors que la consommation substantielle en eau revient à l'eau potable, le sanitaire et les piscines. Cette eau est desservie exclusivement par la SONEDE.
- Le problème majeur reste celui lié à l'inventaire des forages surtout que nous savons qu'après la "révolution" le nombre de forages illicites est devenu incontrôlable. Même les techniques de la télédétection ne permettent pas de dévoiler toute la réalité. Cependant seul un projet concerté avec les instances concernées du Ministère de l'Agriculture, de l'Environnement, de la Santé publique... d'un côté et la STEG de l'autre permettrait de dévoiler la situation en termes d'inventaire. Un protocole de partenariat avec la STEG permettrait d'acquérir toutes les informations relatives à la consommation énergétique propres aux pompages et de sécuriser les recettes liées à la concession d'usage d'eau.
- Il serait possible d'ajuster le nombre d'heures de pompage en fonction de la demande en eau et des performances des nappes. Un tel projet ouvre le portail à la mise en application d'un projet GIRE trop ambitieux introduisant la gestion participative et la gouvernance.
- Généraliser l'application des modèles de simulation numériques pour actualiser les bilans.
- Instaurer des périmètres de protection pour les nappes surexploitées.
- Optimiser les réseaux piézométrique et de qualité et passer aux analyses chimiques élémentaires et leurs associer les relevés piézométriques.
- Inciter la SONEDE à recourir à l'exploitation optimale de la station de dessalement a Jerba et abandonner l'exploitation des nappes profondes du gouvernorat de mednine.
- Inciter la SONEDE à cesser d'exploiter les eaux profondes non renouvelables d'El Hamma pour desservir le complexe chimique de Ghannouch.

3.3 - Valorisation des eaux souterraines

Les nappes phréatiques sont en général exploitées par des puits de surface pour alimenter des périmètres irrigués privés. Ceux-ci ont de tout temps été plus performants que les périmètres publics ayant des taux d'intensifications moyens de 110 % et plus (soit 116% dans les P privés et 92% dans les PPI en 2010 /2011). De plus en plus de périmètres privés sont réalisés sur les nappes profondes dont l'exploitation était auparavant uniquement collective, c'est-à-dire que les aménagements, une fois réalisés par l'Etat, sont cédés aux groupements d'agriculteurs pour leur gestion. La répartition de ces périmètres se présente comme suit :

- Les périmètres sur puits de surface : 150 000 ha (tous des périmètres privés)
- Les périmètres sur forages: 112 000 ha (soit 82 000 ha de PPI et 30 000 ha privés dont plus de 13 000 ha non autorisés situés au gouvernorat de Kébili).
- Soit un total de 262 000 ha de périmètres irrigués utilisant des nappes souterraines.

Avec l'explosion du secteur irrigué à l'échelle des aménagements publics, un mouvement d'entraînement a été constaté au niveau des exploitations privées. Une forte pression sur les

ressources en eau en a résulté conduisant parfois à des dégradations et à des épuisements de ressources à l'échelle locale suite à la surexploitation des nappes (les aquifères côtières, la nappe de Grombalia, la nappe de Kairouan, les nappes non renouvelables du Sud) affectant fortement les potentialités des sols irrigués suite à une salinité croissante de leurs eaux.

Particulièrement au niveau des nappes aquifères fossiles, on assiste à une prolifération démesurée des forages illicites depuis les années 80, phénomène qui s'est amplifié après la révolution. La situation est devenue incontrôlable dans le Gouvernorat de Kébili, où ces pratiques risquent de condamner toutes les oasis de la région.

On constate donc une surexploitation de 137% correspondant à 67.5% des ressources exploitées.

On peut estimer également que plus de 67% des PI alimentés à partir des nappes profondes (par forages) sont exploités de façon non durable soit plus de 75 000 ha de périmètres irrigués (dont plus de 23 000 ha à Kébili).

Cette situation est le résultat de plusieurs facteurs concomitants qui entraînent les zones concernées dans un cercle vicieux de dégradation des ressources et de l'environnement :

- La surexploitation des nappes s'accroît davantage, les niveaux des nappes continuent à baisser et la salinisation de l'eau envahit des territoires de plus en plus importants.
- Une exploitation intensive des nappes par l'irrigation implique des pertes importantes (gaspillage de l'eau), et donc l'élévation du niveau de la nappe superficielle (cas du sud tunisien). Ce qui nécessite des systèmes de drainage et d'amendements sableux (technique exigée récemment par les agriculteurs oasiens).
- La législation actuelle (le Code des Eaux) n'est pas appliquée (par méconnaissance des aspects techniques par les juges) et l'Administration n'est plus en mesure de maîtriser la situation.
- Les exploitants (essentiellement agriculteurs) dans leur situation non réglementaire, n'ont en principe pas droit aux incitations de l'Etat (Equipement hydraulique, crédits de campagne, etc.). Sachant que ces agriculteurs contribuent au développement agricole et régional ils continuent de profiter des subventions accordées aux cultures et aux plantations et ce par manque de coordination entre les différents agents des CRDA et par ignorance de la gravité de la situation.

Les mesures prévues dans la « Stratégie de préservation des ressources en eau » évoquée ci-dessus s'appliquent aussi bien aux nappes phréatiques qu'aux nappes profondes notamment dans les zones d'exploitations illicites appelées actuellement exploitations privées.

Un programme de sensibilisation des agriculteurs est à instaurer en vue de leur prise de conscience de la situation critique dans laquelle se trouvent les nappes fossiles et de les informer que la continuation de la tendance actuelle de prélèvement des eaux profondes risquerait de condamner toutes les oasis qui constituent un patrimoine national qu'il s'agit de préserver pour les générations futures (ce qui constitue un Droit Constitutionnel).

4. - LES EAUX NON CONVENTIONNELLES

4.1 - Contexte général des eaux non conventionnelles

Les eaux non conventionnelles sont constituées des eaux usées traitées, des eaux saumâtres et des eaux de dessalement.

4.1.1 - Les eaux usées traitées (EUT)

Les EUT sont le produit de l'assainissement qui a démarré avec la création de l'ONAS en 1974³¹ dans l'objectif de protéger l'environnement des grands pôles urbains qui sont situées sur le littoral. Le rejet des eaux usées brutes ou traitées dans les exutoires naturels augmente avec l'accroissement démographique et le développement économique (effluents industriels, eaux de drainage salés, chargés de résidus d'engrais, de produits phytosanitaires,...) et contribue considérablement à la pollution de l'environnement et des ressources hydriques. La préservation de la qualité des ressources en eau contre tout type de dégradation devient un impératif et ce à travers l'amélioration de la qualité des effluents dans le milieu naturel et la maîtrise des systèmes de traitement.

4.1.1.1 - Politique de traitement.³²

Lors de la création de l'ONAS la priorité en matière de traitement était d'assurer un niveau secondaire aux affluents qui devaient être rejetés dans le milieu naturel dans un objectif de protection de l'environnement. Le nombre de stations d'épuration de l'ONAS a évolué de 6 en 1975 à 109 en 2011 avec un saut significatif à partir de 1990. Les volumes traités ont évolué de 6 Mm³ en 1975 à 240 par an en 2010 sur un volume total collecté de 246 millions de m³ durant l'année soit un taux de traitement de près de 97 % des eaux collectées par l'ONAS. Bien que tous les indicateurs du système de traitement soient en augmentation, les eaux usées traitées et la capacité des STEP ont été respectivement de 234 Mm³ et de 242 Mm³ en 2011 soit 98% par rapport à l'année précédente (situation due à l'instabilité du pays qui a sévi après la révolution). Près de 50 % des eaux traitées sont produites dans le grand Tunis.

Plusieurs émissaires marins ont été réalisés afin d'éloigner les effluents des grands pôles urbains et protéger le littoral. En effet, la réutilisation est encore limitée et près de 80% des eaux traitées sont rejetés en mer. Bien qu'une stratégie pour la promotion de la réutilisation des eaux usées traitées dans tous les secteurs économiques ait été réalisée en 2002 par l'ONAS, il s'est avéré que l'usage agricole restera le plus prépondérant et nécessite plusieurs mesures sécuritaires pour être promu.

L'ONAS s'est engagée depuis les années 90 dans le traitement complémentaire (élimination des nitrates et des phosphates) pour la protection notamment de la retenue du barrage Sidi Salem (600Mm³) à usage d'eau potable et d'irrigation. De même, quelques stations d'épuration pilotes ont été réalisées à travers le pays pour le traitement des eaux usées des zones rurales de plus de 4000 habitants.

Les eaux usées traitées ont évolué de 1975 à 2011, comme suit :

³¹ Loi n°73/74 de l'ONAS du 3 août 1974 sous-forme d'entreprise publique à caractère industriel et commercial (EPIC).

³² Forum GDE-Maroc-CRDI-2002 (Aniba B., Al Atiri R., Rezgui F.)

Tableau n° 29 : Evolution des EUT

Année	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2011
Volume traité (Mm3)	6	30	43	88	112	156	201	234

Tableau n° 30 : Les indicateurs de performance du système d'assainissement de l'ONAS

Indicateurs de performance de l'ONAS	2007	2010	2011
Nombre de communes prises en charge	157	160	165
Nombre d'habitants dans les communes prises en charge	6millions	6.3 millions	6.4 millions
Linéaire du réseau (km)	13.844	14.799	15.122
Nombre de stations d'épuration (STEP)	98	109	109
Nombre d'abonnés	1.382.000	1.559.000	1.601.000
Taux de branchement au réseau dans les communes prises en charge	86,8%	89.3	89.5
Volume d'eau usée collectée	235Mm ³	246	242
Volume d'eau traitée dans les STEP	225Mm ³	240	234
Volume d'eau potable distribuée par la SONEDE dans les zones d'intervention de l'ONAS	286Mm ³	267	270

4.1.1.2 - La qualité des eaux usées traitées

La qualité des EUT dépend de l'origine des eaux brutes et du type de traitement. Les affluents bruts arrivant aux stations d'épuration sont à 71% d'origine domestique, 22% d'origine industrielle et 7% des eaux touristiques. Le volume d'eau traitée, de 169 millions m³ /an, correspond à 5,5 millions équivalents habitants.

Les eaux usées sont traitées principalement au niveau secondaire. Néanmoins, cinq stations d'épuration existent au niveau des zones sensibles et traitent les eaux brutes jusqu'au niveau tertiaire selon les besoins du milieu récepteur (déphosphatation, dénitrification, ...). Ces traitements concernent environ 4,8% des eaux traitées. Le traitement secondaire des eaux usées résulte des procédés suivants:

Tableau n° 31 : Procédés de traitement secondaire

Procédés d'épuration	Nombre	%des volumes
Boues activées moyenne charge	9	46,9%
Boues activées à faible charge	80	31,8 %
Lagunage	13	16,2 %
Lit bactérien	3	0,7
Lit bactérien et boues activées	2	4,4%

Source: ONAS 2011

Il ressort de l'analyse des résultats fournis par les laboratoires que :

- Les stations d'épuration à *boues activées à faible charge* présentent des eaux traitées non conformes au niveau des coliformes, des streptocoques fécaux, de l'azote et le phosphore total dans le milieu hydrique.
- Les stations d'épuration à *lagunage* permettent d'obtenir un abattement substantiel de la charge bactérienne des eaux usées traitées mais augmentent leur salinité.
- Les stations d'épuration à *aération prolongée* ont une meilleure performance en ce qui concerne les MES, la DBO5 et l'élimination de l'azote et du phosphore que les STEP à boues activées.

Les eaux usées traitées constituent soit une source d'eau additionnelle (réutilisable une fois qu'elle est bien traitée) soit une source potentielle de pollution lorsqu'elle est rejetée non conforme aux normes dans le milieu récepteur.

En première approximation, près des 2/3 des stations d'épuration présentent des dysfonctionnements qui nécessitent une amélioration de leur fonctionnement.

Un nombre important des STEP ne fonctionne pas correctement à cause des capacités insuffisantes et du manque d'entretien. Pour faire face à la situation l'ONAS prévoit la réalisation de 25 nouvelles STEP et la réhabilitation de 27 STEP existantes.

Tableau n° 33 : Stations à réhabiliter

	STEP	Cond. dS/m	Salinité mg/l	DCO	DBO	MES	CF	SF	Fonctionnement
1	Korba	4.995	3.786	69	7	11	5,1E+03	1,1E+04	Réutilisation potentielle
2	Boumerdes				7				Réutilisation potentielle
3	Jerba Aghir	3.057	5.400	44	8	19	2,0E+04	9,0E+03	Réutilisation potentielle
4	Kélibia	2.889	2.190	70	10	11	4,5E+03		Réutilisation potentielle
5	Hammamet Sud	4.706	3.567	80	11	20	5,5E+04	2,1E+04	Réutilisation potentielle
6	Medenine	3.965	3.005	60	20	24	2,3E+04	4,0E+03	Réutilisation potentielle
7	Cherguia	3.713	2.814		21				Réutilisation potentielle
8	Fernana				22				Réutilisation potentielle
9	Menzel Bourguiba	1.919	1.455	75	18	11	2,0E+03	4,5E+02	Traitement à améliorer
10	Sousse Nord	2.845	2.157	85	19	21	5,3E+05	2,6E+04	Traitement à améliorer
11	Boussalem				24				Traitement à améliorer
12	Tozeur	3.238	2.454	93	25	28	6,4E+06	3,4E+05	Traitement à améliorer
13	Sud Meliane	3.399	2.576	176	53	36	2,0E+06	4,5E+04	Traitement à améliorer
14	Msaken	3.170	2.403	111	17	28	2,3E+04	2,2E+04	Mauvais fonctionnement
15	Jemmel	3.256	2.468	80	18	20			Mauvais fonctionnement
16	Jendouba	1.846	1.399		19				Mauvais fonctionnement
17	Monastir Frina	3.248	2.462		20				Mauvais fonctionnement
18	Béjà	1.445	1.095	136	22	27	2,3E+02	4,5E+04	Mauvais fonctionnement
19	Bizerte	1.573	1.192	72	29	18			Mauvais fonctionnement
20	Medjez El Bab	1.671	1.267	31					Mauvais fonctionnement
21	Choutrana	3.915	2.968	89	37	52	7,0E+01	9,5E+04	Mauvais fonctionnement
22	Mahdia	8.118	6.153	350	46	87			Mauvais fonctionnement
23	Cotièrre Nord	7.886	5.978		54				Mauvais fonctionnement
24	Sousse Sud	3.066	2.324	421	73	172	2,7E+06	3,0E+06	Mauvais fonctionnement
25	Kasserine	2.171	1.646	122	78	97	7,0E+04	9,4E+04	Mauvais fonctionnement
26	El Jem	2.715	2.058	794	108	349	1,1E+04	2,4E+03	Mauvais fonctionnement
27	Sfax	5.989	4.540		268				Mauvais fonctionnement
	Normes NT106-02	7.000		90	30	30	2.000	1000	

Source: Etude de rentabilité d'utilisation des EUTà des secteurs autres que les périmètres irrigués/ONAS cité par [26]

4.1.2 - Eau de dessalement

Le dessalement est actuellement pratiqué en Tunisie pour l'alimentation en eau potable (SONEDE) et l'industrie (Groupe Chimique de Tunisie) avec des capacités appréciables, et à moindre importance dans certaines autres zones touristiques et industrielles. Ainsi, la capacité de dessalement installée est actuellement estimée à environ 138 000m³/j. Elle se fait principalement, à partir du dessalement des eaux saumâtres.

Tableau n° 34 : Capacité de dessalement installée

Station	Maitre d'ouvrage	Capacité (m ³ /j)	Salinité (g/l)
Kerkenah	SONEDE	3 300	3,6
Gabès	SONEDE	34 000	3,2
Zarzis	SONEDE	15 000	6,0
Jerba	SONEDE	20 000	6,0
Skhira	GCT	10 000	9,0
Skhira	Tiaret (ex sud)	12 000	4,0
Autres	Tourisme et Industrie	43 500	Eaux saumâtres / eau de mer
Total		137 800	

Le programme de dessalement d'eau en Tunisie, prévoit pour la période 2016- 2030, la réalisation des nouvelles stations suivantes:

- Station de Jerba-eau de mer (2016), avec une capacité 50 000 m³/j extensible à 75 000 m³/j dont la 3^e unité sera complétée en 2025 pour atteindre la capacité de 75 000 m³/j
- Station de Sfax-eau de mer (2017), avec une capacité de 100 000 m³/j dont la deuxième unité sera installée en 2027 pour atteindre la capacité de 200 000 m³/j.
- Station de Zarat (Gabès)-eau de mer (2018), avec une capacité 50 000 m³/j
- Station de GCT à Gabès –eau de mer (2020), avec une capacité 30000 m³/j

4.2 - Etat des connaissances des eaux non conventionnelles**4.2.1 - Contrôle de la qualité de l'eau**

Les eaux d'irrigation peuvent transmettre un grand nombre de pathogènes causant des maladies comme la dysenterie, la typhoïde ou les gastro-entérites. Les micro-organismes pathogènes comprennent principalement, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes. Ils ont des effets divers sur la santé. Ils sont la cause d'infections bénignes comme la gastro-entérite mais aussi de maladies mortelles comme le choléra. Selon la littérature, la dose minimale infectante DMI des différentes familles de pathogènes est comme suit :

Tableau n° 35 : DMI moyennes des agents pathogènes dans les eaux usées (Cauchi et al., 1996, dans Baumont et al, 2004. Deglin, 2002)

Micro-organismes	DMI
Virus	10 ²
Bactéries	10 ² -10 ⁶
Helminthes	1-10
Protozoaires	10-10 ²

Le contrôle de la qualité des eaux produites devra répondre à deux objectifs : un objectif de sécurité (protection sanitaire et environnementale) et un objectif de valorisation (fertilisation et rendement agronomique).

Pour la composante « sécurité », la réutilisation des eaux usées traitées en Tunisie est régie par plusieurs textes et lois, résumées comme suit :

➤ **Code des eaux**

Dans le Code des eaux publié en 1975, la loi n° 75-16 du 31 mars stipule que la réutilisation des eaux usées n'est autorisée qu'après traitement approprié en station d'épuration. Ce code (en cours de révision) interdit également l'irrigation des cultures qui peuvent être mangées crues.

➤ **Décret de 1985 : la réglementation des rejets**

Le décret 85-56 régleme les rejets dans le milieu récepteur. Il fixe les lignes directrices et la concession des autorisations.

➤ **Normes de qualité des eaux usées traitées pour une réutilisation agricole**

Ces normes ont été homologuées en 1990 (NT106-03). Cette norme fixe les spécifications chimique et biologique (œufs de nématode) des eaux usées destinées à l'irrigation. Cette norme est en cours d'actualisation pour introduire les différents usages et les paramètres microbiologiques.

➤ **Décret de Juillet 1989 et décret de Décembre 1993**

Les conditions d'utilisation des eaux usées traitées en agriculture sont fixées par le décret n° 89-1047 (Juillet 1989), modifié par le décret n° 93-2447 (Décembre 1993). Ce décret comprend 14 articles fixant le mode d'utilisation des eaux usées traitées en agriculture ainsi que les dispositifs à prendre pour préserver la santé des consommateurs et l'environnement. Les eaux usées traitées doivent être conformes aux spécifications fixées par la norme NT 106.03. Ce décret interdit l'irrigation des cultures maraichères et le pâturage direct. L'irrigation avec les eaux usées traitées ne doit pas occasionner des stagnations d'eau, des mauvaises odeurs, des gîtes larvaires ni la contamination des nappes. La fréquence des analyses physiques, chimiques et bactériologiques a été fixée par l'article 3 du décret n° 89-1047 selon le tableau suivant.

Tableau n° 36 : Paramètres et la fréquence des analyses nécessaires pour la surveillance de la qualité des eaux usées traitées

Paramètres	Type d'échantillons	Fréquence des analyses
pH, DBO5, DCO, SS, Na, Cl, N, NO3, CE	Echantillon composite de 24 heures	Minimum 1 fois par mois
Arsenic, alésage, cadmium, chrome, cobalt, cuivre, fer, fluor, manganèse, mercure, nickel, zinc, chlorures, sélénium, plomb	Echantillon composite de 24 heures	Minimum une fois par semestre
Oeufs de parasites	Echantillon composite de 24 heures	Minimum un fois tous les 15 jours

➤ **Décret de 1er mars 1991 (Décret de 2005 – 1991 du 11/07/2005)**

Le décret n°91-362 du 1er mars 1991 régleme les études d'impacts environnementaux qui doivent être pris en compte dans tous les projets afin d'atténuer les risques.

➤ **L'arrêté ministériel du 21 juin 1994**

Par arrêté ministériel publié le 21 juin 1994, le ministère de l'agriculture a fixé la liste des cultures qui peuvent être irriguées par les eaux usées traitées. Les cultures autorisées sont:

- Les cultures industrielles: coton, le tabac, le lin, de jojoba.
- Les cultures céréalières
- Les cultures fourragères: bersim, du maïs, du sorgho.
- Les arbustes fourragers: Acacia et Atriplex
- L'arboriculture: palmier, les agrumes et les vignes, sans utiliser l'irrigation par aspersion.
- Les arbres forestiers
- Les plantes florales (production de sèche ou industrielle): rose, iris, jasmin, la marjolaine et le romarin.

➤ **Arrêté ministériel du 28 Septembre 1995**

Il s'agit du cahier des charges fixant les modalités et les conditions particulières de l'utilisation des eaux usées à des fins agricoles. Il est approuvé par arrêté des ministères de l'agriculture, de la santé et de l'environnement du 28 Septembre 1995. Il prévoit la protection, et l'éducation sanitaire des agriculteurs et des employés agricoles. Il interdit le pâturage et fixe un délai entre l'irrigation et la récolte des produits. Il fixe une distance minimale de 100m entre les parcelles irriguées aux eaux usées traitées et les habitations et les routes. Les puits situés dans les périmètres irrigués par les eaux usées traitées et la liste restreinte des cultures autorisées.

➤ **Un comité interministériel régional a été établi pour assurer le suivi de l'utilisation des eaux usées traitées et de faire appliquer les textes réglementaires.**

Pour la composante « valorisation », et en absence de textes Tunisiens, il est à se référer aux directives de la FAO (surveillance intégrée de la qualité des effluents traités réutilisés en irrigation. 1995), qui stipulent que les paramètres de qualité chimiques, qui peuvent être surveillés régulièrement ou périodiquement par des agriculteurs ou par les autorités officielles sont:

- EC_w = *conductivité électrique* exprimée en dS/m, mesurée à 20° C. Il est un des paramètres généralement le plus mesuré, pour estimer la valeur totale en sels solubles dans l'eau. La salinité est probablement le paramètre simple le plus important, qui détermine le système de culture et la gestion des terres irriguées avec l'eau usée.
- Les cations et les anions : Ca, Mg, Na, CO_3 , HCO_3 , SO_4 , Cl. Certains de ces ions peuvent être surveillés seulement au début puis périodiquement puisqu'ils changent peu. Quelques autres ions comme le bore doivent être surveillés régulièrement dans le cas où des détergents à base de bore sont largement utilisés. Le bore dans l'eau usée peut être le facteur limitant principal pour sa réutilisation en irrigation. Le rapport d'adsorption du sodium, l'index le plus largement répandu pour mesurer les changements physico-chimiques du sol: $SAR = Na^+ / [(Ca^{2+} + Mg^{2+}) / 2]^{1/2}$ où les concentrations ioniques sont exprimées en méq/l.
- Métaux lourds et oligoéléments : bien que les métaux lourds et les oligoéléments (Al, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Li, Mn, Hg, Ni, Se) ne sont pas nécessairement un problème pour

la réutilisation de l'eau usée, il est recommandé que ces éléments soient déterminés au moins une fois avant la première irrigation. La surveillance périodique est recommandée pour ceux trouvés en concentrations qui peuvent affecter le système sol-plante.

- Nutriments de la plante : il est recommandé de surveiller $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$, P et K, pour trois raisons principales :
 - l'estimation des engrais additionnels à fournir pour optimiser le rendement et la qualité des cultures ;
 - le choix du système agricole approprié pour la meilleure efficacité d'utilisation des nutriments et de l'eau ;
 - la protection des eaux de surface et souterraine de la pollution par $\text{NO}_3\text{-N}$.

4.2.2 - Organisation institutionnelle

Un bon fonctionnement du projet d'assainissement au sens large du terme, incluant une valorisation agricole des eaux usées, implique une identification des tâches et des responsabilités et une bonne coordination entre les différentes fonctions principales :

- la gestion et l'entretien des ouvrages de collecte et de traitement des eaux usées brutes,
- la gestion des ouvrages de stockage et de distribution des eaux usées traitées et des eaux usées décontaminées,
- l'appui à la mise en valeur agricole. La gestion du projet doit adopter :
 - Un système de planification qui intègre les aspects d'optimisation de l'utilisation de l'eau d'irrigation ;
 - L'amélioration de la valeur ajoutée de l'irrigation ;
 - L'adaptation de systèmes de tarification adéquats.
- le suivi et le contrôle du fonctionnement de l'ensemble du système d'épuration - valorisation :
 - contrôle systématique des eaux distribuées aux agriculteurs,
 - qualité sanitaire des produits agricoles,
 - hygiène du travail,
 - surveillance de la nappe (Ministère de la Santé, Ministère de l'Environnement)

Ces différents acteurs doivent disposer des ressources financières suffisantes pour assurer leur mission et le respect des recommandations sanitaires ayant conditionné la faisabilité du projet.

Le Ministère de l'Agriculture autorise l'irrigation avec les eaux usées en concertation avec le Ministère de la Santé Publique et le Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire, en se référant à un cahier des charges élaboré par lui-même fixant les modalités et les conditions particulières d'utilisation des eaux usées traitées à des fins agricoles.

➤ **La gestion et l'entretien des ouvrages de collecte et de traitement des eaux usées brutes**

L'acteur officiellement chargé de cette mission est l'Office National de l'Assainissement : ONAS (*loi n°93-41 du 19 avril 1993, relative à l'Office National de l'Assainissement*). Cet office a pour mission de gérer tout le secteur de l'assainissement dans les zones résidentielles, industrielles et touristiques. Il planifie et réalise les projets et assure la gestion, l'exploitation, l'entretien, le renouvellement et la construction de tout ouvrage d'assainissement depuis la collecte jusqu'au traitement final. Il est chargé de la lutte contre la pollution hydrique et de la protection des ressources en eau.

➤ **La gestion des ouvrages de stockage et de distribution des eaux usées traitées et des eaux usées décontaminées ; l'appui à la mise en valeur agricole**

A l'état actuel, l'exploitant principal des eaux usées traitées est le Ministère de l'Agriculture par l'intermédiaire de ses Commissariats Régionaux au Développement Agricole (CRDA).

Les CRDA réalisent les infrastructures de transfert à partir des stations d'épuration et des ouvrages de distribution (stations de pompage, réservoirs, conduites, etc.). L'eau usée est fournie gratuitement par l'ONAS aux CRDA ; ces derniers font payer les bénéficiaires une partie des coûts d'exploitation des réseaux d'adduction et de distribution.

Dans presque tous les périmètres, un système de gestion participatif est mis en place, avec la passation de la gestion des périmètres irrigués aux groupements de développement agricole (GDA) avec un appui de la part des CRDAs.

➤ **Les organismes de contrôle**

La DHMPE est chargée de la supervision des conditions d'hygiène, de l'évaluation, du contrôle, de l'assistance technique, de la sensibilisation du public et de la recherche. Elle veille à éviter les risques sanitaires dus à la présence de composés chimiques, toxiques ou de germes infectieux. En vue d'examiner leur état d'hygiène, elle contrôle les conditions d'utilisation des EUT par les utilisateurs et par la population environnante de même qu'elle intervient pour le contrôle sanitaire des eaux traitées, des distributeurs d'eau ainsi que pour celui du secteur agricole utilisant les EUT.

L'Agence Nationale de Contrôle Sanitaire et Environnemental des Produits (ANCSEP), créée en 1999 comme un établissement public sous la tutelle du ministère de la santé publique, a pour mission de

- (1) veiller au respect de la réglementation et des normes nationales et internationales en matière de contrôle sanitaire et environnemental des produits,
- (2) de prendre les décisions concernant les applications des normes et des règles en vigueur et notamment celles relatives aux procédés et aux résultats des analyses,
- (3) de contribuer à la formation et à l'information en matière de contrôle sanitaire et environnemental des produits.

L'Agence Nationale de Protection de l'Environnement (ANPE), créée en 1992 sous tutelle du Ministère de l'Agriculture de l'Environnement et des ressources hydrauliques a pour mission de lutter contre toutes les sources de pollution et de nuisance et contre toutes les formes de dégradation de l'environnement. Elle intervient pour l'approbation des études d'impacts sur l'environnement des projets de réutilisation des EUT.

➤ **Le contrôle des eaux usées épurées**

Les acteurs et les modalités sont définis par la loi.

- Décret n° 89-1047 du 28 juillet 1989 modifié par le décret n° 93-2447 du 13 décembre 1993, fixant les conditions d'utilisation des eaux usées traitées à des fins agricoles.

Article 3 : la fréquence des analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux épurées utilisées à des fins agricoles est fixée comme suit :

a/ une fois par mois au minimum des échantillons moyens composés de prélèvements effectués sur 24 heures en vue des analyses physico-chimiques suivantes : pH, DBO5, DCO, MES, chlore, sodium, potassium, azote ammoniacal et conductivité électrique

b/ une fois par semestre au minimum des échantillons moyens composés de prélèvements effectués sur 24 heures en vue des analyses chimiques suivantes : arsenic, bore, cadmium, chrome, cobalt, cuivre, fer, fluorures, manganèse, mercure, nickel, organochlorés, sélénium, plomb, zinc.

c/ une fois tous les quinze jours des échantillons moyens composés de prélèvements effectués sur 24 heures en vue de la recherche des œufs de parasites.

Article n°8 : les cultures irriguées par les eaux usées traitées feront l'objet d'un contrôle biologique et physico-chimique par le ministère de la Santé Publique qui doit ordonner toute mesure utile en vue de sauvegarder la santé du personnel affecté à l'irrigation ainsi que la santé des consommateurs.

- Cahier des charges fixant les modalités et les conditions particulières d'utilisation des eaux usées traitées à des fins agricoles :

Article n° 9 : en cas de non conformité de la qualité des eaux usées traitées aux normes citées à l'article 2 du présent cahier des charges, l'arrêt de la fourniture de l'eau doit être effectué sur ordre des services de contrôle, jusqu'à rétablissement de la qualité requise.

4.3 - Principaux axes d'amélioration de l'état des connaissances

4.3.1 - Insuffisances

La réutilisation des eaux usées traitées en agriculture relève plusieurs pistes à améliorer :

- **Maîtriser le risque lié à la santé humaine et à l'environnement : traitement, suivi et contrôle des paramètres de qualité des EUT, détection et alerte instantanée de tout dépassement, contrôle de l'état des cibles, protection préventive des cibles.**
- L'analyse de la législation Tunisienne relève clairement le souci de sécurité tout le long de la filière, en choisissant de minimiser le risque, en agissant sur tous les maillons de la chaîne. Cependant, le non respect de l'un des maillons peut induire des accidents graves. Pratiquement, sur tous les maillons, il est enregistré des non conformités (en amont au niveau du réseau d'assainissement avec les rejets industriels, au niveau de la station avec des eaux ne respectant pas les normes et au niveau des utilisateurs, avec absence de toutes précautions nécessaires).
- **Maximiser la valorisation agricole à travers l'apport et l'économie des intrants, en complément aux nutriments apportés par les EUT. Cette optimisation ciblera aussi bien le sol que le végétal. La maximisation doit tenir compte des interactions avec la nappe, en termes d'entraînement d'éléments dangereux.**
- En Tunisie, les installations de traitement des eaux usées sont conçues au départ pour répondre à un besoin de protection (donc de rejet acceptable dans le milieu naturel). La mise en place de la REUT est postérieure à la mise en place de systèmes de traitements des eaux usées. C'est une approche top-down (amont-aval) qui est phasée dans le temps. Par conséquent le traitement ne répond pas à la base à une exigence d'utilisation. Il est à tenir compte de la différence des objectifs de traitement, en comparant les deux destinations de l'EUT : milieu naturel et utilisation agricole.

- La restriction des cultures maraîchères est un choix justifié par le niveau de traitement existant (niveau secondaire). C'est une décision cohérente avec la démarche top-down. Cependant, il est opportun de laisser la possibilité de lever la restriction de ces cultures dans certains cas de figures où un ensemble de conditions sont garanties. Inopportunistement, la levée de la restriction n'est pas dans l'ordre du jour des changements entamés en Tunisie (le nouveau code des eaux confirme la restriction).
 - Il est important de noter la faiblesse du conseil agricole. En effet, parmi les opportunités de l'utilisation des eaux usées : le prix subventionné (20 millimes par m³), l'apport en nutriments, ce qui permet d'économiser l'apport en engrais (économie nationale). Ce souci de valorisation est presque absent au niveau de l'encadrement et au niveau des programmes de fertilisation.
 - Il est noté l'absence de l'intervention des services du sol et de la vulgarisation agricole sur terrain. Parmi les défaillances observées au niveau la participation des institutions compétentes, il est mis en évidence la faiblesse de la valorisation agricole et le pilotage du système eau-sol-plante.
- **Améliorer le montage institutionnel pour pérenniser les projets de REUT : recouvrement des coûts au niveau de chaque acteur, capacité de chaque intervenant à remplir sa tâche, coordination entre les intervenants, renforcement des capacités.**
- Les analyses demandées sont aussi à réviser (nature et fréquence) pour laisser un peu de marge à l'adaptation du programme d'analyse, selon le contexte de chaque STEP. Par conséquent, selon le contexte de l'assainissement en amont, il peut y avoir une multiplication de certaines analyses et/ou suppression d'autres.
 - En outre, l'affectation des responsables de ces analyses ne paraît pas cohérente et il est essentiel de la réviser.
 - La norme NT106.03 comprend plusieurs incohérences, notamment l'absence d'analyses bactériologique (coliformes fécaux) et l'absence de normes relatives à l'azote, ce qui n'est pas cohérent en termes de protection des individus et de l'environnement. En outre, le système de contrôle et de suivi proposé au niveau des décrets ne traite pas spécifiquement les risques au niveau du sol (analyse de l'évolution de la salinité par exemple) ou les risques au niveau des produits (analyse systématique d'un échantillon de produits agricoles).
 - Les services de l'environnement sont faiblement présents au niveau régional : l'intervention au niveau des cibles environnementales (eaux de surface, eaux souterraines, sol, faune, flore) reste du ressort des services centraux (qui disposent de laboratoires mobiles).
 - Le rôle des GDA n'est pas valorisé dans la participation aux procédures de suivi et de contrôle de la réutilisation des EUT. Il serait important de transférer certaines tâches dans le système de suivi et de surveillance aux GDAs. La participation des GDAs au système de suivi est une implication directe qui peut induire une confiance plus solide envers la qualité de l'eau et envers les autres intervenants.

Par rapport à l'organisation des institutions, il est important de définir avec clarté (formaliser) les différents flux d'informations à échanger, en définissant le contenu et les délais. D'ailleurs, il serait utile de définir un système d'information et il serait pertinent que le GDA soit considéré comme le gestionnaire de ce système. Il est aussi important de définir les règles et les procédures à mettre en place pour décider l'interruption de l'irrigation suite à un événement accidentel. Ceci est d'importance capitale dans le processus de gouvernance de la REUT et permettra de capitaliser l'état des connaissances dans ce domaine.

Enfin, un programme de renforcement des capacités et des connaissances est indispensable. Dans ce cadre, il est prioritaire de définir avec précision le programme de renforcement des

capacités des GDAs : équipements d'irrigation, gestion de la salinité, suivi des sols, programme de fertilisation, appareils de mesures, pilotage de l'irrigation, contenu du cahier des charges, ...etc.

D'autres aspects de la réutilisation nécessitent des connaissances approfondies pour maximiser le profit et pérenniser les projets. Par exemple, les conditions de recharge de la nappe nécessitent des expérimentations pour éclaircir les points suivants :

- La recharge nécessite-t-elle un traitement complémentaire au préalable ? Quel type de traitement ?
- Comment optimiser la maintenance des installations ?
- Comment mettre en pratique un montage institutionnel optimal ?

4.3.2 - Recommandations

Sur la base des réussites et échecs constatés, différentes recommandations pour lever les freins et envisager des projets de REUT durables peuvent être formulées :

- A l'échelle du territoire, de la filière (de la source à l'usage) et dans un contexte multi-ressources et multi-usages, une démarche intégrée du type gestion intégrée des ressources en eau est indispensable. En particulier, il est essentiel de :
 - considérer les eaux usées comme une ressource (dite non conventionnelle) et non comme un déchet : elles deviennent ainsi une composante à intégrer dans un schéma de gestion intégrée des ressources ;
 - adopter une approche « territoire » à l'échelle du bassin versant en intégrant la gestion de l'eau potable, des eaux usées, des pollutions et de la réutilisation et évaluant les composantes et évolutions socio-économiques, et notamment les relations entre les centres urbains et les zones agricoles à proximité ;
 - dépasser l'approche amont-aval ('top-down') pour une approche aval-amont ('bottom-up') : l'approche top-down adoptée dans le cas de systèmes d'assainissement traditionnel qui consiste à collecter et traiter des eaux usées sans envisager leur réutilisation doit être délaissée au profit d'une approche 'bottom-up' considérant les besoins (usages) au regard des ressources (différents flux d'eaux usées et effluents) et ajustant le traitement en conséquence ;
 - adopter une approche intégrée multisectorielle qui vise à combiner les enjeux sanitaires, alimentaires, environnementaux, économiques et sociaux.
- Choisir un modèle d'assainissement avant tout adapté à l'usage en envisageant la séparation des flux -notamment domestiques et industriels à l'amont- et en considérant la gestion des boues ; considérer le système irrigué (eau-sol-plante-homme) comme faisant partie intégrante de la filière d'assainissement et de valorisation et l'adapter en conséquence en repensant, lorsque cela est possible, les pratiques agronomiques et d'irrigation (évolution des systèmes de cultures, des équipements et doses d'irrigation...) ;
- Adopter des mesures de réduction et de contrôle des risques sanitaires, environnementaux ou de rejet du projet ;
- Etudier l'ensemble des dimensions économiques en évaluant toutes les externalités par des analyses coûts-bénéfices privées et sociales et mettre en place une politique tarifaire adaptée ;
- Mettre en place des programmes de formation et de sensibilisation spécifiques à chaque groupe d'acteurs pour accroître leur niveau de compréhension, de compétence et, in fine, d'acceptation des projets ;

- Mettre en place une politique tarifaire équilibrée avec, notamment, la question de la prise en charge des coûts de traitement par les pollueurs et/ou l'utilisateur. Lorsque la rentabilité financière n'est pas garantie par la politique tarifaire, les externalités positives du projet de REUT (sur l'environnement, la santé ou la préservation des sources d'eau conventionnelles) peuvent justifier la mise en place de subventions publiques.
- Un risque est une probabilité croisant un aléa et une sensibilité (ou exposition). Diminuer le risque revient à développer des stratégies pour minimiser l'aléa et/ou la sensibilité. Par exemple, les mesures sanitaires visent à réduire la concentration de pathogènes dans l'eau (réduction de l'aléa) et à proposer des mesures de protection pour réduire l'exposition (réduction de la sensibilité).
- Le lien entre eaux usées et risque sanitaire est essentiel ; il porte sur les contaminations que peuvent engendrer soit le contact direct avec des eaux usées, soit l'ingestion de produits alimentaires ayant été en contact avec des EU ; ces risques de contamination sont d'ordre bactériologique ou chimique. Depuis une cinquantaine d'années la réflexion s'est développée dans plusieurs domaines en vue de caractériser ce risque et de le maîtriser. Cela concerne :
 - l'analyse agronomique et en particulier le passage des EU à travers le système racinaire ou les feuilles des plantes afin de voir s'il peut occasionner un transit de pathogènes jusqu'aux fruits,
 - la réponse technologique et socio culturelle afin d'identifier quel niveau d'épuration des EU ou quelles précautions peuvent diminuer ou supprimer le risque de contamination,
 - les dispositifs réglementaires afin d'identifier, sur la base des considérations ci-dessus, quels interdits ou quelles recommandations permettent néanmoins de surmonter les risques.
- Dans l'utilisation des EUT en agriculture, deux groupes de population sont potentiellement touchés ; les utilisateurs des eaux usées et leurs familles qui sont en contact direct avec ces eaux et les consommateurs qui y entrent indirectement en contact à travers le produit. Il existe un risque effectif pour ces deux groupes à risque lorsque toutes ces conditions suivantes sont réunies : Une dose infectieuse est atteinte sur le champ (le germe pathogène n'y meurt pas et même s'y propage) – Une dose infectieuse atteint un porteur humain – L'homme se contamine – L'infection cause une maladie. Si cette chaîne de conditions est interrompue à un seul niveau, on ne peut plus parler de risques effectifs mais de risques hypothétiques. Cela signifie qu'il existe en principe, des possibilités d'utiliser des eaux usées dans l'agriculture sans courir de risque et sans qu'il soit nécessaire de réduire à zéro le taux des germes. Il est donc possible aussi de formuler des standards qui rendent possible la réalisation des deux objectifs suivants : l'utilisation systématique de l'eau usée traitée et la protection sécurisée des utilisateurs et des consommateurs.
- Une autre technique de désinfection prometteuse dotée d'un niveau d'efficacité beaucoup plus élevé que le traitement aux rayons ultraviolets, est la technique de membranes. Les eaux usées sont pressées par des pores de diamètres extrêmement petits de telle sorte qu'il existe une barrière définitive pour les coliformes fécaux, les œufs de nématodes et les virus. Pour cette raison, la performance de traitement de cette technique est complète et non sélective. Un autre effet positif secondaire avec ce processus est que les matières résiduelles en suspension sont enlevées en même temps, c'est-à-dire que les eaux usées sont presque complètement clarifiées par ce processus.
- Le potentiel fertilisant est important : pour une lame d'eau de 800 mm/an, les quantités d'azote et de phosphore apportées par les eaux usées traitées (boues activées sans traitement de dénitrification) sont respectivement de l'ordre de 150 kg et 50 kg, pouvant ainsi excéder la moitié des besoins de fertilisation ;
- Un problème réside dans le fait que le besoin de substances nutritives ne se manifeste pas de manière régulière chez les plantes. Tandis qu'il est haut dans la première phase de croissance, il est largement plus faible dans les phases de croissance ultérieures, de sorte que l'irrigation avec les eaux usées peut causer une teneur excessive de ses substances, en particulier concernant l'azote. Cela conduit, selon le type de culture, à une croissance végétative excessive plus ou moins prononcée. Il s'ensuit des diminutions de rendement

parce que la formation de fruits est perturbée. Des plantes sensibles réagissent négativement déjà à une concentration totale de 5 mg/l d'azote. Toutefois, la plupart des plantes cultivées sont relativement insensibles et réagissent négativement seulement à partir d'un seuil d'environ 30 mg/l d'azote. On indique donc, dans les directives existantes sur les taux d'écoulement adéquats, des valeurs maximales pour les teneurs des substances nutritives. Selon la norme tunisienne NT 106.02, les eaux usées doivent contenir jusqu'à 50 mg/l NO_3 dans l'écoulement, une valeur qui causerait déjà une réduction de rendement chez la plupart des plantes cultivées. En revanche, la norme NT 106.03 pour les eaux usées réutilisées ne contient aucune valeur concernant le NO_3 .

- Les EUT peuvent être infiltrer – sous des conditions pédo-géologiques favorables – dans des canaux de nappes phréatiques vides, et, pendant ce processus d'infiltration elles seront débarrassées de leurs germes. La plupart des cas, ce processus de désinfection naturelle suffit pour une réutilisation d'EUT sans restriction.
- Les expériences nationales et internationales montrent que le pouvoir épurateur du sol (PES) permet d'atteindre des niveaux d'épuration comparables à un traitement complémentaire, toutefois, son efficacité est tributaire des conditions locales du sol et du niveau de colmatage du massif filtrant. L'infiltration d'effluents non décontaminés conduit, lorsqu'elle est mal gérée, à une contamination de la nappe, notamment en cas de surcharge du dispositif d'infiltration et de dépassement de la capacité d'épuration de la zone non saturée.
- Des indicateurs pour valoriser les coûts et bénéfices pour les différents acteurs de la filière de REUT (intervenant au niveau de la source, du traitement, du stockage, de la distribution ou de l'utilisation finale de l'eau) sont proposés. Le renseignement de ces indicateurs est utile pour la mise en place d'une ACB privée qui permet de mesurer la rentabilité d'un projet pour un investisseur. Les coûts privés incluent les coûts de l'investissement initial (coût de construction ou mise à niveau de l'usine de traitement et du réseau) et les coûts d'exploitation et de maintenance. Les bénéfices potentiels pour un investisseur sont l'augmentation des volumes d'eau vendus et la réduction de coûts liés à l'évacuation des eaux usées non réutilisées. De plus, l'utilisateur final (l'irrigant par exemple) peut bénéficier d'une augmentation des rendements grâce à la fertilisation organique, et d'une augmentation de la sécurité de l'approvisionnement en eau. Ces éléments sont susceptibles d'influencer positivement le consentement à payer pour l'eau de l'utilisateur.
- L'Analyse en Composantes Principales, ACP sociale, mesure l'utilité sociale d'un projet, en incluant les coûts et bénéfices supportés par les agents extérieurs au projet en raison de la mise en place de celui-ci (externalités positives et négatives). Parmi les externalités positives et négatives sur la santé et sur l'environnement, et les enjeux sociaux susceptibles d'être associés à un projet de REUT, on peut citer par exemple : les impacts sur la contamination des sols et de l'eau souterraine, sur les débits des cours d'eau, sur le maintien d'une agriculture périurbaine et sur les paysages, sur l'approvisionnement en eau potable, les bénéfices agronomiques de long terme liés à la fertilisation organique, les émissions de gaz à effet de serre liés au traitement de l'eau et la pollution visuelle et olfactive générée par les bassins de décantation. Ces externalités sont très rarement évaluées dans le cas des projets développés en Méditerranée, ce qui en fausse l'évaluation économique. Cette synthèse présente des méthodes permettant d'estimer les externalités et les impacts qualitatifs.

5. - LE SECTEUR IRRIGUE

5.1 - Contexte général de l'agriculture irriguée

Dans un contexte de rareté de plus en plus aigüe de l'eau et de coûts de mobilisation et d'exploitation en perpétuelle augmentation, l'Etat a mis en œuvre des stratégies qui envisagent à la fois de promouvoir le développement agricole (sécurité alimentaire) et la durabilité des ressources naturelles.

Les périmètres irrigués qui ne représente que 8% de la superficie agricole utile (SAU), contribuent néanmoins au développement agricole du pays avec :

- 35% de la valeur totale de la production agricole du pays,
- 95% de la production maraîchère,
- 30% en produits laitiers,
- 20% de la valeur des exportations en produits agricoles, et
- 20% de la création d'emplois dans l'agriculture.

Durant les années sèches, le secteur irrigué peut contribuer à hauteur de 45% de la valeur de la production agricole. Par conséquent, vu l'importance du secteur irrigué, ce dernier a bénéficié de tout temps d'un cadre politique particulier en vue de sa promotion et de sa modernisation.

Ainsi des efforts considérables ont été déployés par l'Etat pour promouvoir encore plus ce secteur et améliorer sa productivité à travers i/ des subventions énormes pour l'économie d'eau à la parcelle, ii/ des investissements importants pour des projets de modernisation des anciens périmètres publics irrigués et de sauvegarde des périmètres privés (de petite hydraulique) et iii/ de nombreux programmes d'assistance technique aux GDA pour rehausser leur contribution à la gestion des aménagements hydrauliques. Néanmoins, les contraintes persistent entravant l'accomplissement des objectifs assignés au niveau de la valorisation agricole des périmètres irrigués, se traduisant par une faiblesse des taux d'intensification et des rendements agricoles particulièrement dans les périmètres publics irrigués (PPI) se traduisant par des revenus faibles et une incapacité à recouvrer les coûts d'exploitation des systèmes d'irrigation.

Parmi les principales contraintes, il est à citer la salinisation des eaux, la fatigue des sols, la vétusté des réseaux publics non encore réhabilités (et /ou modernisés), l'inadaptation des anciens réseaux aux techniques modernes d'irrigation, l'exiguïté des exploitations agricoles irriguées, la responsabilisation encore insuffisante des GDA et leur faible capacité de prise en charge effective des différentes tâches de la gestion des systèmes hydrauliques et le non respect de la réglementation (tel que l'exploitation illicite des eaux souterraines aboutissant à la surexploitation des nappes et par conséquent à la salinisation des nappes et des sols et à la chute de la productivité).

Les informations sur le secteur de l'eau et les bases de données foisonnent au ministère de l'agriculture. Certaines ne sont pas au même niveau de mise à jour selon les régions, d'autres ne sont pas maîtrisées par tous les techniciens de l'Administration concernée (certains systèmes d'informations se trouvent abandonnés aux dépôts à la retraite...), d'autres encore sont délibérément contestés. Le feedback entre l'Administration centrale qui collecte et agrège les informations et les institutions régionales qui les produisent est souvent absent. De même, des redondances existent entre quelques institutions centrales créant des discordances au niveau des données respectives. Pour toute donnée mise à disposition la méthode (ou le principe) de sa détermination doit être présentée et bien explicitée. Elle peut être utilisée avec réserve si d'autres méthodes de vérification n'existent pas. Le cas échéant, les moyens nécessaires pour la mise à jour de certaines données sont à mobiliser.

Le ministère chargé de l'eau (actuellement le MARHP) dispose aussi de nombreuses études stratégiques sectorielles (relatives à l'eau)³⁴ et globales (macroéconomiques)³⁵.

5.2 - Etat des connaissances de l'agriculture irriguée

5.2.1 - Les périmètres irrigués - Caractérisation

Les périmètres irrigués peuvent être caractérisés selon différents critères (géographique, hydraulique, type d'investissement...).

➤ **1- Caractérisation géographique:**

La Tunisie peut être divisée en trois grandes régions naturelles, le Nord, le Centre et le Sud. Ces régions s'apparentent à des bassins hydrologiques qui ont fait l'objet de Plans Directeurs de l'Utilisation des Eaux depuis les années 70. Ces Plans Directeurs ont permis de mobiliser la majeure partie des ressources en eau jusqu'à l'orée des années 90 lors de l'achèvement de l'Etude de la Stratégie Décennale de Mobilisation des Eaux et de la mise en œuvre des projets y afférents.

Ces bassins ont des caractéristiques semblables quant aux ressources en eau potentielles, soit i/ soit les eaux de surface, majoritaires dans le nord et mobilisées par barrages et réseaux de transfert, ii/ les eaux souterraines renouvelables, phréatiques et profondes dans le Centre et les régions côtières et iii/ les eaux profondes peu ou non renouvelables dans le sud du pays.

a/ Dans le Nord :

Le Nord du pays avec un climat variant du semi aride au subhumide (la pluviométrie allant de 400mm à 1500mm) où se situent les plus grands barrages du pays et les ressources en eaux de surface de bonne qualité. Le nord apporte 1230 Mm³ d'eau par an soit 46% des eaux de surface du pays. Un système de connexion des barrages et de transfert des eaux permet i/ de contribuer à la satisfaction de la demande en eau potable des agglomérations côtières jusqu'à Sfax, ii/ de satisfaire en eau tous les secteurs économiques, iii/ de combler les déficits en eau d'irrigation dans les périmètres des gouvernorats de Ben Arous, de Bizerte et de Nabeul et iv/ de préserver les nappes côtières de ces trois régions à travers la recharge artificielle. Les nappes phréatiques du nord constituent 55% des eaux phréatiques du pays et se concentrent essentiellement dans les trois Gouvernorats sus-indiqués.

Les plus grands périmètres du pays se situent dans le nord du pays. Ils sont alimentés par les eaux des barrages. Ce sont des périmètres publics irrigués dont la superficie varie de 1000 à 40 000ha. Le transfert de gestion de ces périmètres aux GDA date des années 95 et rencontrent de sérieux problèmes de solvabilité des usagers (endettement,...). Ces périmètres sont principalement destinés aux grandes cultures (céréales, fourrages). Les gouvernorats Est de la région, soit Bizerte, Ben Arous et Nabeul sont les régions parmi les plus riches du pays en cultures maraîchères, ayant une grande tradition de l'irrigation, disposant auparavant d'un grand nombre de petits périmètres privés irrigués à partir des puits de surface. Suite à la surexploitation de leurs nappes, ces périmètres sont en train de se transformer au fur et à mesure en périmètres publics irrigués suite à leur alimentation par les eaux du nord transférées à travers le canal Medjerda-Cap-Bon (canal MCB). Ils subissent actuellement toutes les contraintes et tous les inconvénients des périmètres publics en plus de la concurrence de la SONEDE sur les eaux du canal MCB.

³⁴ Auprès des Directions chargées des ressources en eau et de leur exploitation.

³⁵ A la DGEDA.

b/ Dans le Centre du pays

Le centre apporte 320 Mm³/an d'eau de surface (soit 12%). Les périmètres irrigués du Centre sont des périmètres de petite et moyenne hydraulique (PMH) dont la superficie varie de 30 à 300 ha, irrigués principalement à partir des forages pour les PPI. Les PPI /PMH du Centre ont bénéficié de plusieurs projets de réhabilitation et de modernisation en vue de mettre les réseaux auparavant gravitaires (canaux portés) sous des conditions de débits et de pression permettant l'introduction des systèmes d'irrigation par aspersion et localisés. Quelques grands périmètres (de 2000 à 10 000 ha) sont irrigués à partir de barrages (Nebhana, Sidi Saad et El Haouareb). Les Gouvernorats de Kairouan et de Sidi Bouzid disposent de grandes superficies irriguées à partir d'une multitude de puits de surface qui alimentent des périmètres privés. Les exploitations agricoles irriguées par les puits de surface peuvent être plus importantes (2 à 4 ha/puits). Certains agriculteurs multiplient les PS dans leur exploitation ou creusent un forage au fond du puits en vue d'augmenter ses capacités hydrauliques. Les périmètres du centre sont à vocation agricole très diversifiée et sont très intensifs (arboricultures fruitière et cultures maraîchères). Des débuts de fatigue et de salinisation des sols sont enregistrés et menacent de s'étendre suite à la surexploitation des nappes. La surexploitation des nappes s'étend de plus en plus aux périmètres irrigués à partir des nappes profondes.

c/ Dans les oasis du Sud du pays:

Le sud dispose des eaux souterraines profondes peu ou pas renouvelables beaucoup plus que des eaux de surface et phréatiques. Ce sont des eaux fossiles transfrontalières partagées entre trois pays (La Tunisie, l'Algérie et la Libye). Les possibilités de mobilisation de ces nappes (le Complexe terminal et le Continental Intercalaire) sont relativement faibles du côté tunisien vu la superficie limitée de son territoire. Les superficies oasiennes couvrent actuellement plus de 50 000 ha. L'exploitation des ressources en eau du sud qui sont peu renouvelables a provoqué d'abord l'extinction de l'artésianisme puis la dégradation de la qualité des eaux. La mise en pression des forages a augmenté les frais d'exploitation qui étaient auparavant négligeables dans les oasis du sud. Traditionnellement, les agriculteurs avaient des droits d'eau qui se sont transformés depuis la parution du Code des Eaux en droit d'usage. L'eau qui était gratuite est distribuée contre paiement des tarifs restés depuis parmi les plus faibles du pays.

Les pertes d'eau dans les canaux de distribution en terre ont été à l'origine de la formation d'une nappe salée, d'où des problèmes de salinisation des sols. Un drainage intensif était devenu nécessaire avec de longs émissaires rejoignant le lac salé (Chott Jerid). Quelques oasis nécessitent un pompage des eaux drainées vers le Chott. *Le programme d'assistance technique pour l'amélioration de la conduite des irrigations dans les oasis, comme mesure d'accompagnement de l'APIOS pour la révision des doses (qui se montent à 1000 m³/ha dans un sol sableux) et des périodes d'irrigation (supérieur à un mois), n'a pas vu le jour n'ayant pas été retenu pour le financement.* Par ailleurs, l'exhaure non contrôlé des forages illicites a contribué à l'élévation du niveau global de la nappe phréatique créant des zones humides dans les dépressions menaçant toutes les oasis environnantes (ainsi que les habitations des zones urbaines concernées). Des tassements de sols, des traces de sels en surface ainsi que le jaunissement des palmiers sont constatés et menacent de se généraliser.

Depuis plus d'une décennie, les oasis traditionnelles commencent à voir leurs racines se dénuder. Une pratique locale s'est tout de suite mise en place et s'est rapidement propagée : c'est l'amendement sableux des oasis qui consiste à apporter du sable provenant des dunes de proximité sur une profondeur allant de 20 à 80 cm. Quelques cas nécessitent plus, mais l'opération n'est plus rentable et les oasiens demandent expressément des subventions pour pouvoir rester dans leurs frais. Des études existent en vue d'engager l'Etat sur cette question,

néanmoins les répercussions négatives (environnementales de déstabilisation des dunes et de désertification) s'avérant plus graves et aucune décision n'a été prise dans ce sens. Des recommandations d'agir en amont du processus de dégradation des sols des oasis ont été par contre émises pour améliorer les techniques et les pratiques d'irrigation en vue de l'économie de l'eau, afin d'éviter la percolation des eaux excédentaires dans la nappe, ainsi que pour renforcer et entretenir périodiquement les systèmes de drainage existants. Une participation efficace des GDA était requise pour contribuer aux investissements énormes consentis par l'Etat dans les oasis (PDES, APIOS I, APIOS II, ...).

Par conséquent, tant que les bonnes pratiques ne sont pas suivies à l'échelle de la parcelle et tant que les périmètres illicites continuent leur extension et s'épanouissent sans application rigoureuse de la réglementation, les oasis officielles restent menacées.

Les données et études provenant des Directions chargées de l'eau sont alarmantes alors que les données et statistiques des Directions chargées de la production et des évaluations du développement agricole applaudissent l'évolution de la production et des exportations sans se soucier de l'origine de cette production sachant que toute contravention est très peu ou pas sanctionnée du tout.

➤ **2- Classement des périmètres irrigués publics ou privés selon les investissements:**

a/ Les périmètres publics irrigués (PPI) :

Les PPI réalisés depuis l'indépendance disposent de réseaux en canaux portés à ciel ouvert (trapézoïdaux ou semi-circulaires). Les réseaux collectifs d'irrigation, devenus vétustes, sont sujets à des affaissements et à des casses fréquentes qui engendrent des pertes importantes en eau. Dans les PPI créés plus récemment, le mode de distribution est en général au tour d'eau, avec une pression résiduelle à la borne insuffisante, ne permettant pas l'utilisation des techniques modernes d'irrigation. Les réseaux tertiaires sont enterrés dans la majorité des périmètres. Ils provoquent un gaspillage énorme au transport de l'eau.

Les périmètres irrigués appelés publics (PPI) ont été réalisés avec des investissements publics. Avec 220 000 ha ils couvrent 51% de la superficie irrigable et se répartissent selon la source d'eau comme suit:

- 130 000 ha à partir des barrages et barrages collinaires, constituant la grande hydraulique,
- 82 000 ha à partir des forages, soit les périmètres de petite et moyenne hydraulique, et
- 8 000 ha à partir des eaux usées traitées

Les périmètres publics sont soumis à la loi de la réforme agraire qui prévoit une contribution à l'investissement et une obligation de mise en valeur. Jusqu'à ce jour seule la contribution en nature (cession de terrain) a été appliquée pour les grandes exploitations en sec qui sont devenues équipées d'un réseau d'irrigation.

Des programmes de réhabilitation et de modernisation se poursuivent depuis des décennies pour mettre tous les périmètres créés depuis les années 50 et 60 dans des conditions de fonctionnement (en débit et en pression) qui permettent l'introduction des techniques modernes d'irrigation.

Les PPI étaient gérés jusqu'en 1989 par des Offices de mise en valeur. Le transfert aux Associations d'usagers a été longtemps modeste, mais depuis la loi de 2004 transformant obligatoirement des AIC en GDA (Groupement de Développement Agricoles), les PPI sont tous passés aux GDA qui sont plus ou moins fonctionnels à ce jour.

Les périmètres publics irrigués sont caractérisés par une faible intensification agricole, les exploitants n'ayant pas une tradition de l'irrigation. Ils ont été pendant longtemps assistés par des offices de mise en valeur qui ont été dissous en 1989 période du lancement de la décentralisation et de la promotion des associations d'usagers transformées en GDA depuis 1999. Les périmètres de la grande hydraulique sont principalement céréaliers. Même si les céréales n'ont pas une grande valeur ajoutée, elles rentrent normalement dans un assolement quadriennal. Néanmoins, l'irrigation appliquée par les agriculteurs n'est pas totale vu que l'on se situe dans une région relativement humide et les rendements atteints restent faibles.

b/ Les périmètres irrigués privés:

Les périmètres privés sont réalisés avec des investissements privés. Ils couvrent 210 000 ha (soit 49% de la superficie irrigable totale). Ces périmètres sont réalisés à l'initiative des agriculteurs, autour des puits de surface (150 000 ha), autour des forages privés (30 000 ha) et à partir des oueds (30000 ha). Une autorisation de prélèvement d'eau /de creusage du puits (sous certaines conditions) ou du forage sont nécessaires. Des subventions (de 25%) sont accordées pour la mobilisation de l'eau et pour l'équipement de l'exploitation.

La surexploitation des nappes a été à l'origine d'un déficit localisé en eau et de la salinisation de certaines nappes. Des actions spécifiques de sauvegarde (transfert des eaux du nord) et de gestion intégrée des ressources en eau de surface et souterraines (recharges de nappes) ont été menées. La gestion participative des nappes phréatiques n'existe à ce jour que pour une seule nappe (Bsissi à Gabès). Des investigations sont programmées pour promouvoir ce mode de gestion.

De grands programmes de sauvegarde des périmètres privés sur nappes phréatiques ont été réalisés dans plusieurs gouvernorats en leur apportant un appoint d'eau transportés dans des réseaux publics transformant ces périmètres en PPI. Cela a concerné plus de 20 000 ha de périmètres privés (dans les Gouvernorats de Bizerte, Ben Arous et Nabeul). Néanmoins, ces périmètres se démarquent des PPI étant alimentés par deux sources d'eau (les eaux de surface et les eaux de puits ou les eaux de puits et les EUT). Une tarification spécifique devrait y être appliquée suite à l'introduction de la tarification trinôme (2010), soit la tarification binôme qui a été généralisée pour les PPI et un terme supplémentaire correspondant au prélèvement de l'eau de nappe. Ce dernier terme devrait encourager ou dissuader les exploitants à utiliser les ressources souterraines (selon le niveau piézométrique des nappes). Ces mesures sont prévues d'être appliquées lors de la mise en œuvre de la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) dans les Gouvernorats de Ben Arous et de Nabeul, cependant ce programme (la GIRE) tarde à voir le jour.

De plus en plus de périmètres privés sont en train d'être créés, notamment dans la région de Kébili, en Tunisie Centrale et au Gouvernorat de Nabeul avec des forages réalisés sans l'autorisation préalable. La commission du DPH (Domaine Public Hydraulique) procède à la régularisation de la situation de certains forages en fonction de leurs caractéristiques et du degré d'exploitation de la nappe.

➤ 3- Les PPI intensifs et semi-intensifs selon la source d'eau.

Les périmètres irrigués couvrent actuellement 430 000 ha. Ils sont répartis selon la ressource en eau comme suit :

Tableau n° 37 : PI selon l'origine de la source d'eau

Unité : ha

Source d'eau en maîtrise totale/Ressource pérenne	Ressource non maîtrisées et/ou non pérenne
<ul style="list-style-type: none"> - A partir des barrages : 123 000 ha - A partir des forages Pb³⁶ : 82 000 ha - A partir des EUT : 8 000 ha - A partir des puits de surface : 150 000 ha - A partir des forages privés : 30 000 ha 	<ul style="list-style-type: none"> - A partir du barrage Rmel³⁷ : 5 000 ha - A partir des lacs collinaires : 2 000 ha - A partir des oueds³⁸ : 30 000 ha
Total : 393 000 ha	37000 ha

i. Les périmètres intensifs

Ils sont en général ceux irrigués à partir d'une source d'eau pérenne et en maîtrise totale telle que les eaux des grands barrages (sauf le Rmel à Bou Ficha), les eaux des forages et des puits de surface. Ils s'y ajoutent les périmètres irrigués par les EUT bien que la qualité n'est pas toujours conforme à la norme de réutilisation. Les périmètres intensifs couvrent une superficie totale de plus de 390 000 ha.

Les périmètres irrigués à partir des forages privés et à partir des puits de surface, également privés, sont très intensifs mais ne sont pas durables étant menacées de salinisation.

Par contre, les périmètres publics, en principe intensifs souffrent de sous-exploitation de l'eau, les agriculteurs préférant attendre la pluie plutôt que d'irriguer. Ils ne sont économiquement pas rentables vu que les rendements moyens des céréales y sont faibles (30Qx/ha) alors que l'irrigation totale permettrait d'atteindre des rendements de 80 à 100 Qx/ha.

ii. Les périmètres semi-intensifs

Les périmètres irrigués par des ressources insuffisantes (faible débit d'équipement) ou non pérennes (débit d'étiage souvent sec en été, les lacs collinaires, le barrage Rmel) sont des PI semi-intensifs. Les cultures en place sont des cultures d'hiver ou des plantations normalement menées en pluvial auxquelles des quantités d'eau supplémentaires sont apportées à partir des réseaux de distribution normalisés soit à partir des eaux de crues. L'épandage des eaux de crues des oueds (situées notamment en Tunisie Centrale) contribue en années humides à l'amélioration des rendements des cultures (oliviers et céréales) et à la recharge des nappes. La superficie de 37 000 ha est en fait variable selon que l'année est pluvieuse ou pas.

Un des objectifs initiaux de certains PI semi intensifs est d'améliorer la productivité des cultures menées auparavant en pluvial et de toucher à la fois un maximum de bénéficiaires. Le résultat est que les agriculteurs, recherchant la maximisation de leurs revenus, intensifient les cultures d'été alors que le réseau ne répond pas à un appel instantané en eau qui dépasse les prévisions. Plusieurs PI semi-intensifs ont été transformés en PI intensifs dont la superficie effectivement irriguée est plus réduite dans un périmètre équipé plus étendu. Le périmètre de Rmel est ainsi transformé en un périmètre intensif (de 1000 ha au lieu de 5000 ha). Des irrigations d'appoint sont cependant possible en cas de besoin sur le reste du périmètre.

³⁶Publics³⁷ Le périmètre de Rmel au Gouvernorat de Sousse.³⁸Les surfaces irriguées à partir des débits d'étiage des oueds du nord ou à partir de l'épandage des eaux de crues (aux Gouvernorats de Gafsa, Sidi bouzid., de Siliana, de Sousse...) varient d'une année à l'autre de 10 000 ha à 35 000 ha.

5.2.2 - Les systèmes d'information de l'agriculture irriguée

Les bases de données sont nombreuses sur le secteur irrigué. Elles sont exploitées i/ lors des évaluations rétrospectives pour la planification des projets de développement (plans quinquennaux), ii/ la préparation de requêtes de financement, et depuis quelques années iii/ pour l'évaluation des programmes d'investissement grâce à des indicateurs objectifs prévus d'être réalisés à terme dans le cadre de la préparation du système de Gestion du Budget par Objectif (GBO). Pour certains systèmes d'information les données et les indicateurs sont très nombreux et plusieurs intervenants doivent contribuer à remplir le système au niveau régional. Des difficultés sont enregistrées au moment de l'agrégation des données (retard d'envoi des données, défaillance de saisie par manque de moyens à l'échelle régionale, ...). Par conséquent les données ne sont pas toutes actualisées à la même date.

➤ **Données produites par la DGGREE :**

- *Inventaire et caractéristiques des périmètres irrigués.* La DGGREE agrège toutes les données relatives aux périmètres irrigués à leur création, par source d'eau et par gouvernorat (localisation, source d'eau, débit d'équipement, volume alloué, caractéristiques des réseaux, cultures à préconiser, prévisions de consommation, organisme gestionnaire...). Cela constitue une caractérisation de ces périmètres. Ces données sont fournies par les CRDA (Arrondissements du Génie Rural) à partir des études d'exécution de ces périmètres et des études de faisabilité concernant les cultures à préconiser et les prévisions de consommation. L'actualisation de ces données s'effectue périodiquement, à l'occasion de la préparation des plans de développement qui prévoit une analyse rétrospective comparative par rapport aux prévisions et aux objectifs de développement (indicateurs à l'appui). *La mise à jour de cette base s'effectue tous les cinq ans.*
- *Données sur l'exploitation des périmètres irrigués, gérés en partie par les CRDA au niveau des aménagements communs:* Les données concernent la superficie équipée, la superficie effectivement irriguée, la consommation en eau, les frais d'exploitation, les tarifs appliqués, les recettes et les taux de recouvrement des coûts.
- *Données sur les PI gérés par les groupements d'usagers (les GDA).* Il existe un système d'information spécifique aux GDA. Les indicateurs de fonctionnement et de performance sont remplis par les GDA aidés par la Cellule de Promotion des GDA (au sein des CRDA). Les informations concernent les caractéristiques de fonctionnement des réseaux hydrauliques, les taux d'intensification, les superficies équipées par les systèmes d'économie en eau, ... Les indicateurs de performances concernent surtout la gestion par les GDA (gestion administrative, technique et financière). Une évaluation annuelle est effectuée pour les GDA d'irrigation et les GDA d'AEP séparément. L'utilisation des EUT dispose d'une base de données propre permettant une évaluation annuelle également. Elle concerne les aspects qualitatifs des EUT, la disponibilité en EUT, les caractéristiques des réseaux hydrauliques, les systèmes de cultures ... et les difficultés rencontrées.

➤ **Données produites par la DGEDA :**

Des enquêtes annuelles sont menées au niveau régional (par les CRDA) par des méthodes statistiques et d'échantillonnage pour le compte de la DG/EDA.

La DGEDA fournit des informations globales sur les surfaces emblavées indépendamment à ce qu'elles soient irriguées intensivement ou pas. Ainsi, des différences sont constatées au niveau des données fournies par la DG/EDA et la DGGREE quant aux superficies irriguées par gouvernorat. Dans le Gouvernorat de Kairouan par exemple, les ressources en eau ne permettent pas d'irriguer toutes les superficies répertoriées de façon intensive. Il y a donc lieu de définir les performances maximales à exiger de chaque type de périmètre selon ces caractéristiques hydrauliques et la disponibilité en eau. Ces PI sont généralement mis ensemble lorsque l'on calcule les Taux d'intensification et d'exploitation. La seule distinction

qui existe actuellement est au niveau des PPI et des PI privés. Des enquêtes spécifiques aux périmètres irrigués sont effectuées occasionnellement.

Les données macroéconomiques sont élaborées par la DGEDA et mis à disposition dans le site de l'ONAGRI.

La DGEDA a été le maître d'ouvrage de la Carte Agricole qui n'a pas été mise à jour depuis son élaboration en 2001-2002. Tous les systèmes d'information sur les PI pourraient être incorporés dans cette base cartographique, néanmoins le cloisonnement entre les arrondissements et les services des CRDA entrave le développement d'une base de données cartographique très performante.

➤ **Données fournies par la DGFIOP :**

La DGFIOP, collecte et agrège les données concernant tous les GDA (irrigation, AEP, CES, forêt...).

➤ **Données agrégées au BPEH et à la DGRE :**

De nouvelles bases de données sont élaborées à la DGRE (SINEAU et SIGREAU) et au BPEH, mais par insuffisance de formation du personnel des directions concernées qui fournissent l'information à ces institutions, ces bases de données restent statiques.

5.2.3 - Les contraintes du secteur irrigué

➤ **Rareté et qualité des ressources en eau**

La Tunisie est considérée parmi les pays les plus démunis en eau du Bassin Méditerranéen. Le potentiel en eau mobilisable, de 4800Mm³/an, correspond à un quota (de 436m³/hab/an) inférieur à 500 m³/hab/an qui représente le seuil de pauvreté critique en eau. Cet indicateur tend à diminuer avec l'augmentation de la population et des besoins de tous les secteurs de développement et les risques de changements climatiques. Les ressources effectivement utilisées sont très en deçà de ce chiffre, soit 270 à 300m³/hab/an alors que certaines régions souffrent de déficit en eau et de surexploitation des nappes. En effet, les capacités de transfert et de stockage intermédiaire (en amont des zones d'utilisation) restent insuffisantes (notamment à partir du Barrage Sidi Barrak, à partir des eaux excédentaires du barrage Sidi Salem...) par rapport à la demande qui reste insatisfaite pendant les périodes de pointes estivales. L'empreinte en eau de la Tunisie étant de 2200m³/hab /an, la satisfaction des besoins du pays provient donc beaucoup plus du secteur pluvial (1300m³/hab/an) et de l'eau virtuelle. Plus d'intérêt est donc à porter aux eaux pluviales à travers l'intégration du sec et de l'irrigué, l'exploitation rationnelle, responsable et participative des eaux des barrages et lacs collinaires (BC, LC) ...).

Le pays est aussi confronté à des problèmes de qualité d'eau. En effet, 53% des ressources en eau conventionnelles ont une concentration en résidus secs RS >1,5g/l, et 30% ont une concentration en RS > 3g/l. Ces eaux sont utilisées notamment dans le secteur irrigué (avec des RS de 4 à 6g/l dans les Gouvernorats de Mahdia, Gabès et Médenine) ce qui engendre des répercussions négatives sur les sols ainsi que sur la productivité, la rentabilité et la durabilité des exploitations irriguées. Des conditions pédoclimatiques particulières sont nécessaires ainsi que des précautions supplémentaires sont à mettre en œuvre par les agriculteurs pour un usage sans risque.

Les eaux usées traitées (EUT) sont des ressources fatales additionnelles qui peuvent être utilisées quand elles répondent à la norme de réutilisation (NT-106-03). Elles sont également relativement saumâtres, ce qui constitue une contrainte supplémentaire qui s'ajoute à la restriction culturelle sachant que le traitement des eaux usées est principalement du niveau secondaire.

➤ **Concurrence entre les secteurs d'usage**

L'allocation en eau au secteur irrigué est en moyenne de 2100 Mm³/an. La demande agricole en eau représente 80% de la demande totale en eau. La demande du secteur de l'eau potable, de l'industrie et du tourisme est respectivement de 15%, de 4% et de 1%. La demande en eau au secteur agricole irrigué, quoique prépondérante, est soumise à la concurrence des autres secteurs de développement qui disposent i/ d'une eau de meilleure qualité, et ii/ de la priorité pendant les périodes de pointe. Le problème se sent particulièrement durant les étés entre les besoins de la SONEDE (pour les grands pôles urbains et touristiques situés sur le littoral jusqu'à Sfax) et la satisfaction de la demande en eau d'irrigation des périmètres du Gouvernorat de Nabeul à travers le Canal Medjerda Cap Bon, la capacité instantanée de transit de ce canal étant devenue insuffisante suite à l'augmentation des besoins. Le transfert des eaux du Gouvernorat de Kairouan vers le Sahel commence à poser problème depuis la révolution. Une conscientisation de la population est nécessaire vis-à-vis de l'interprétation des notions de droit à l'eau, patrimoine du peuple, souveraineté de l'Etat sur les ressources... inscrites dans la Constitution Tunisienne afin de prévenir toute tendance à la régionalisation et ses répercussions négatives.

➤ **Dilemme entre développement et préservation des ressources**

- La mobilisation des ressources conventionnelles a actuellement atteint ses limites et les efforts de l'Etat sont orientés de plus en plus vers le maintien des infrastructures existantes, en vue de la préservation du potentiel agricole productif, plutôt que vers la création de nouveaux projets. Par conséquent, l'offre en eau conventionnelle ne pourrait plus répondre à une demande croissante en eau pour les différents secteurs de développement et pour l'eau potable dont les besoins augmentent avec l'accroissement démographique et l'amélioration du niveau de vie.
- Une forte pression sur les ressources en eau souterraines a résulté du désir de s'enrichir rapidement, conduisant parfois à la dégradation des ressources hydriques à l'échelle locale au niveau des nappes aquifères côtières et celles non renouvelables du Sud tunisien. Ces nappes sont de surcroît menacées d'épuisement à plus ou moins long terme. La salinité croissante de leurs eaux affecte les potentialités des sols irrigués et par la même occasion les rendements des cultures, les revenus des fermiers et la production agricole en général et risque de menacer à moyen et long terme la sécurité alimentaire du pays.
- L'absence d'une police des eaux et le manque d'application des textes règlementaires, notamment le Code des Eaux et ses dispositions coercitives, vis à vis du non respect du DPH et des nappes aquifères en particulier semble encourager les usagers à aller de l'avant. Les risques encourus deviennent graves lorsque le phénomène de salinisation devient irréversible. Dans certaines régions, les autorités locales qui se succèdent depuis les années 80, même en toute conscience de cause, ne réagissent nullement contre ce phénomène préférant encourager le développement plutôt que de combattre les abus envers la ressource (cas du gouvernorat de Kébili).

- Les eaux de surface sont par contre sous utilisées dans les périmètres publics irrigués situés au nord du pays, région la plus arrosée du pays. Toutes les mesures incitatives ou d'encouragement financiers sont restées vaines (en l'occurrence la tarification binôme et la tarification préférentielle). La demande reste en deçà des allocations dans les grands périmètres irrigués et durant les périodes humides, par contre un déficit manifeste est enregistré pendant les saisons estivales où la demande est supérieure aux prévisions (suite au changement du système cultural envisagé lors des études).
- Le secteur irrigué se trouve devant le dilemme de la nécessité d'une part d'économiser l'eau eu égard à sa rareté (à travers les techniques modernes d'irrigation telles que les systèmes d'irrigation localisée) et d'autre part d'apporter des doses supplémentaires pour le lessivage des sels qui s'accumulent d'une irrigation à l'autre autour des bulbes d'humectation. L'irrigation de surface devient alors plus adaptée à ces conditions.
- Les mauvaises pratiques en matière d'irrigation et de non maîtrise des techniques modernes, engendrant des pertes considérables en eau, sont dues la plupart du temps à l'insuffisance des moyens et des capacités des services techniques et de vulgarisation pour encadrer convenablement les agriculteurs en vue d'un bon usage de ces techniques et d'une gestion de l'eau en temps réel (pilotage des irrigations).

5.3 - Principaux axes d'amélioration de l'état des connaissances

➤ 1-Tarification et recouvrement des coûts

La tarification de l'eau d'irrigation constitue un outil de gestion permettant de passer à la politique de gestion de la demande en eau et de rationaliser l'exploitation des ressources en eau. Elle vise selon son niveau et sa structure différents objectifs: l'économie de l'eau, l'encouragement à l'utilisation de l'eau, l'amélioration du niveau d'intensification, l'orientation vers les cultures qui valorisent au mieux l'eau ou l'encouragement à des cultures stratégiques et surtout le recouvrement des coûts d'exploitation des aménagements de distribution de l'eau en vue d'une exploitation durable. Elle se base sur les deux principes fondamentaux suivants: la réalité des prix et la cohérence entre le prix et la nature (ou la qualité) des services fournis aux agriculteurs. Ces derniers dépendent de la source d'eau, sa qualité, sa pression, le mode d'exploitation, le système de cultures (selon la vocation des sols), etc.

i/ En Tunisie, la politique tarifaire a suivi l'évolution suivante :

- Une augmentation des tarifs (de 15% par an en terme nominal) devait être appliquée depuis 1987 jusqu'au recouvrement total des frais d'exploitation. Cette évolution s'est arrêtée en l'an 2000.
- La tarification binôme, a été proposée en 1987 dans le cadre du Projet d'Amélioration de la Gestion du Secteur Irrigué (AGSI) en vue de permettre une meilleure valorisation agricole. Cependant, l'assise juridique y afférente n'a été instaurée par décret qu'en 1991 (décret n° 91- 1869 du 2/12/1991).
- L'instauration en 1998, des tarifs préférentiels pour l'encouragement i/ à l'irrigation à partir des EUT (20mill/m³), et ii/ à l'irrigation des cultures stratégiques (50% des tarifs en vigueur).
- La tarification trinôme a été introduite en 2010 et son application est envisagée dans le cadre de la GIRE (en cours d'étude).

ii/ Résultats :

- Suite à l'arrêt de la progression des tarifs les taux de recouvrement des coûts ont fortement chuté affectant fortement les budgets des CRDA et des GDA.

- Les tarifs préférentiels ne semblent pas, à ce jour, avoir eu d'impacts notables sur la consommation en eau ni sur le niveau d'intensification agricole, la demande en eau étant fortement influencée par le facteur climatique (la pluviosité notamment dans le nord) et la qualité des eaux pour les EUT.

➤ **2- La gestion participative de l'eau**

*i. **Historique:***

La gestion commune de l'eau est une pratique ancestrale dans les oasis tunisiennes. Les formes juridiques de la gestion communautaire de l'eau d'irrigation en Tunisie se sont multipliées au cours du protectorat, entre 1912 et 1920. Les associations d'intérêt collectif (AIC) ont fait leur apparition en 1936 et ont été confirmées par le Code des Eaux en mars 1975 et en 1987, la *loi n°87-35 (du 6 juillet 1987)* qui avait obligé tout syndicat ou association à se conformer au statut type unique des AIC.

Les Associations d'Intérêt Collectif" (AIC) étaient des groupements d'usagers de l'eau (d'irrigation ou d'eau potable en milieu rural) chargés de la gestion des systèmes hydrauliques (entretien et fonctionnement) et de la répartition de l'eau. Avant leur dissolution les Offices de mises en valeur étaient chargés des Périmètres Publics Irrigués (gestion des réseaux, vente de l'eau aux agriculteurs). Depuis 1989, des réformes profondes ont été à l'origine de la dissolution des Offices à l'avantage de la gestion participative dont les textes réglementaires (statut des AIC, organisation) venaient de paraître.

*ii. **Les nouvelles réformes réglementaires:***

La dénomination, l'organisation administrative, le statut, les domaines d'activités... des groupements d'usagers sont réglementés par des nouveaux textes législatifs parus entre 1999 et 2005.

Ainsi à partir de 1999, de nouvelles réformes ont été instaurées élargissant les prérogatives des groupements d'agriculteurs à des domaines d'activités répondant aux besoins de leurs adhérents et de celles du développement du secteur de l'agriculture et de la pêche qui ont été renforcés par les textes de 2004, instaurant les GIC puis les GDAP (soient les groupements de développement agricole et de la pêche) qui peuvent se charger d'autres activités relatives à la gestion des ressources naturelles et au développement.

*iii. **Résultats et enseignements à tirer.***

- De gros efforts de sensibilisation et d'encadrement ont été menés du début des années 90 à nos jours. Ils ont eu un impact certain durant les années 1995 jusqu'en 1999, année de la parution de la nouvelle réglementation, soit la loi de mai 1999, relative aux GDAP.
- Le nombre de GDA chargés des systèmes hydrauliques ont atteint 2424 en fin 2008 répartis en 1176 GDA d'irrigation et mixtes et 1248 GDA d'alimentation en eau potable en milieu rural. Le nombre de groupements d'agriculteurs (GDA) chargés de la gestion de l'eau a en fait diminué de 2810 en 2005 à 2424 à partir de 2008 suite à la dissolution des moins performants et au regroupement de plusieurs GDA.
- Actuellement, les GDA d'irrigation gèrent près de 220 000 ha de périmètres publics irrigués. Néanmoins dans les grands PPI (à partir des barrages) la prise en charge n'est que partielle vu les interventions fréquentes des CRDA. Une gestion durable des GDA dans ces périmètres nécessite plus d'efforts de réhabilitation et de mise à niveau préalable. Les travaux réalisés par les CRDA dans les grands PPI du nord restent souvent impayés.
- Les évaluations annuelles réalisées au niveau de l'Administration centrale (la DGGREE) en collaboration avec les CRDA, montrent que les résultats obtenus restent moyens malgré l'ampleur des programmes de sensibilisation et de formation réalisés sachant que les GDA sont confrontés à de nombreuses difficultés : services de distribution de l'eau défectueux,

manque de moyens des CRDA pour l'appui des GDA, faible taux d'exploitation de l'eau par les usagers, mise en valeur et intensification insuffisantes d'où faible capacité financière des usagers et des GDA à prendre en charge la totalité des frais d'exploitation et d'entretien.

- Dans le cadre de la Stratégie de pérennisation des systèmes hydrauliques dont la maîtrise d'ouvrage est à la DGGREE, de nouveaux concepts et approches permettant d'adapter l'environnement socio-institutionnel et réglementaire des GDA ont été élaborés en 2011 en vue de promouvoir la contribution des usagers. La mise en œuvre de ce programme a démarré en 2014 grâce à l'appui de plusieurs Bailleurs de Fonds (KFW, AFD et la BAD). Comme mesure d'accompagnement du PISEAU II, cette composante est basée sur différents éléments fondamentaux dont particulièrement: le principe de la participation des bénéficiaires; un besoin de formation, de suivi et de professionnalisation progressive des GDA; l'application rigoureuse des règles et principes d'équilibre budgétaire des GDA; le recentrage progressif de l'Etat vers ses fonctions régaliennes de suivi et de contrôle; une meilleure concertation entre l'administration et les autorités locales; la promotion de structures privées locales et régionales et la protection des ressources en eau (application des règles de gestion, ...).

➤ **3- L'utilisation des Eaux Usées Traitées à des fins agricoles**

i- Problématique de l'utilisation des EUT :

Sachant que la pluviométrie, relativement plus importante dans le nord du pays, limite la réutilisation dans le domaine agricole, les projets d'avenir sont orientés vers les zones les plus arides du pays où la demande est plus importante (besoins en eau plus élevés) et où les EUT permettent une amélioration des rendements et une régularisation de la production (par rapport au sec).

Néanmoins, la faible valorisation de l'eau dans des conditions restrictives d'utilisation des EUT limite le revenu des agriculteurs. Non seulement le niveau de traitement est le secondaire, mais la qualité des EUT ne répond pas aux normes et constitue la principale contrainte de la réutilisation des EUT dans les périmètres irrigués. En effet, le handicap est particulièrement d'ordre psychologique et limite le plein développement de la réutilisation malgré tous les efforts de sensibilisation, d'encouragement (tarif préférentiel) et l'apport non négligeable de ces eaux en matières fertilisantes.

Les EUT, selon le niveau de traitement actuel, ne permet pas non plus l'introduction des techniques modernes d'irrigation (telles que l'irrigation localisée). Des entretiens fréquents des équipements sont nécessaires, ce qui rend l'activité d'irrigation coûteuse et contraignante au niveau de l'agriculteur. D'autre part l'irrigation par aspersion, tributaire d'une forte charge, augmente encore plus les frais de fonctionnement de la distribution de l'eau. L'irrigation par aspersion demeurera néanmoins la technique optimale pour l'irrigation des céréales et du fourrage. Ainsi le choix des sites de stockage et de la zone à irriguer doit être judicieux de façon à minimiser les coûts d'énergie au niveau des périmètres.

ii- Aspects institutionnels:

- L'organisme principal d'exécution des projets de réutilisation des EUT est le Ministère de l'Agriculture des Ressources Hydrauliques et de la Pêche, par l'intermédiaire de ses Commissariats Régionaux au Développement Agricole (CRDA) qui aménagent les périmètres à irriguer. Dans ces périmètres la gestion est restée principalement à la charge des CRDA (frais d'énergie, entretien et maintenance) même en présence des GDA, le tarif des EUT étant fortement subventionnée (20 mill/m³).
- Vu que le taux de réutilisation des EUT reste en deçà des attentes, aux environs de 20%, de nouvelles investigations sont en cours de préparation à différents niveaux :
 - L'ONAS est en train de mettre en œuvre un grand programme de mise à niveau des STEP existantes saturées, et ce dans l'objectif de promouvoir la réutilisation. De

nouvelles STEP de grande envergure dans le grand Tunis (STEP El Attar II³⁹ et El Allef) sont prévu d'être réalisées à moyen terme pour alléger la pression sur les STEP existantes et absorber l'augmentation prévue des eaux usées suite à l'extension envisagée pour le grand pôle urbain de Tunis.

- Le grand projet de transfert des EUT vers l'intérieur du pays qui a été étudié au MEDD mérite d'être reconsidéré.
- Par ailleurs vu que la tarification actuelle des EUT (20millimes/m³ instaurée en fin 1997) n'a pas eu l'impact attendu au niveau de la valorisation de l'eau, une étude d'évaluation de cette mesure va être lancée. La structure tarifaire à proposer devrait inciter les agriculteurs à utiliser les EUT de façon à permettre de rentabiliser les investissements consentis, de valoriser l'eau mise à leur disposition et de recouvrer les coûts de fonctionnement. Les coûts d'investissements resteront selon la politique hydraulique actuelle du pays totalement subventionnés par l'Etat, quelque soit la source d'eau.

iii- Potentiel de Réutilisation des Eaux Usées Traitées

- Le potentiel en EUT à long terme permet l'irrigation de près de 25 600 ha supplémentaires par rapport à l'existant (8000 ha), à partir de l'ensemble des STEP du Grand Tunis.
- Une nouvelle stratégie est à mettre en place pour l'utilisation des EUT. Elle sera conçue de façon à permettre une gestion intégrée et sécurisée des EUT de toutes les STEP existantes et celles à réaliser. Elle intégrera également les aspects, technique, économique, financier, social, sanitaire ainsi qu'environnemental afin de prévoir toutes les contraintes éventuelles et d'y apporter les mesures nécessaires qui permettront de les lever ou de les atténuer.
- Des répercussions importantes seront ressenties au niveau du coût d'exploitation et de maintenance des systèmes d'irrigation par les EUT, sachant que les frais d'investissement sont totalement pris en charge par l'Etat. D'autre part, le secteur de l'irrigation par les EUT dans le domaine agricole étant fortement subventionné, de nouvelles modalités de recouvrement des coûts devront être conçues dans un objectif de pérennisation des systèmes hydrauliques.

iv- Aspect qualitatif et mesures de sécurisation

- Une réflexion approfondie sur le niveau de traitement à réaliser à plus ou moins long terme devra être menée dans l'objectif d'améliorer la réutilisation des EUT et le revenu des agriculteurs (avec la possibilité éventuelle de lever la restriction agricole) et d'étendre la réutilisation en toute sécurité.
- Il est nécessaire de déployer de plus amples efforts pour une meilleure coordination entre la production et l'usage des EUT grâce à la mise en place de mesures de sécurisation afin d'éviter tout risque sur les usagers des EUT, sur la population et sur l'environnement.

➤ 4- Stratégie d'économie d'eau :

Sachant que les pertes d'eau sont évaluées à 40% avec les techniques traditionnelles d'irrigation et que les ressources en eau du pays se font de plus en plus rares, une stratégie a été élaborée à partir de 1992 et mise en œuvre en 1995. Grâce à cette stratégie une nette amélioration a été enregistrée au niveau des équipements à la parcelle ainsi qu'au niveau des résultats d'exploitation agricoles (amélioration de la production et des revenus).

Toutes les exploitations irriguées peuvent bénéficier des subventions d'économie d'eau qui peuvent atteindre 60% du montant des investissements aussi bien les exploitations des périmètres publics que des périmètres privés. Cependant des problèmes fonciers (pour les agriculteurs ne disposant pas de titres fonciers) peuvent entraver l'extension des superficies équipées en systèmes d'économie d'eau (aspersion, localisée, ou gravitaire amélioré).

³⁹ El Allef I est pratiquement achevé.

- Le Programme National d'Economie d'Eau (PNEE) mis en œuvre depuis 1995 a permis aux agriculteurs d'améliorer l'irrigation à la parcelle sans pour autant diminuer la quantité d'eau utilisée d'un réseau public ou prélevée d'une nappe. De meilleures performances agro-économiques et financières à l'échelle de l'exploitation ont été par contre tirées du projet.
- Les subventions accordées pour l'économie de l'eau⁴⁰ à l'échelle de la parcelle ont été les éléments moteurs de l'installation de systèmes d'économie de l'eau élevant le taux d'équipement à 93% en 2013.
- L'efficacité de l'eau a nettement progressé (77%) grâce à la mise à niveau des réseaux publics d'irrigation et aux encouragements de l'Etat.

➤ **5- Aspect institutionnel- Planification**

La superficie des terres irrigables est de 460 000 ha toutes sources confondues, définie dans le VIII plan de développement économique et social, en fonction du potentiel des ressources en eau, toutes sources confondues. La cadence de réalisation des projets par pas de cinq ans était de 30 000 ha de créations nouvelles et de 5000 à 10 000ha de réhabilitation. Le rapport est en train de s'inverser de plus en plus en fonction de la mobilisation des ressources en eau disponibles. Dans le cadre du PISEAU II, les projets ont concerné 3000 ha de nouveaux périmètres et 27 000 ha de projets de réhabilitation et de modernisation auxquels s'ajoutent 10 000 ha de drainage. Depuis la révolution, les propositions régionales de création de PI ont dépassé la capacité de réalisation des CRDA vu qu'elles sont toutes retenues. Ainsi, plusieurs projets se trouvent reportés comme projets en continuation ne pouvant être totalement réalisés au cours du plan en question. Un renforcement des moyens humains et des capacités des nouveaux recrutés s'avère nécessaire pour répondre aux besoins de développement en temps opportun.

➤ **Les nouveaux défis du secteur irrigué**

Dans un pays semi-aride à aride où la disponibilité en eau et la demande vont être fortement affectées par les changements climatiques, la vision actuelle des politiques de l'eau est basée principalement sur l'amélioration de la gestion des ressources en eau par le renforcement des techniques d'économie d'eau, le choix optimal des cultures moins consommatrices d'eau, la participation effective des irrigants dans la gestion des périmètres irrigués etc.

Les solutions d'avenir qui sont à envisager seraient en priorité de renforcer les modèles de gestion de la demande afin de réduire les excès et de maintenir la demande au niveau des ressources disponibles ainsi que de développer les ressources en eau non conventionnelles (traitement des eaux usées plus ou moins poussé selon l'usage et dessalement pour l'eau potable). Les stratégies à promouvoir ou à renforcer devront permettre également de mieux valoriser l'eau et de se maintenir dans un cadre de développement économiquement durable.

Les démarches suivantes sont à préconiser:

- Le renforcement des modèles et instruments de gestion de la demande,
- La mobilisation et l'exploitation des eaux pluviales (encouragements spécifiques),
- L'adoption d'une démarche de planification intégrée des ressources en eau en vue de la satisfaction de tous les besoins des différents secteurs sociaux et économiques et d'aboutir à une répartition équitable et partagée de l'eau entre ces secteurs,
- L'évaluation du Programme National d'Economie d'Eau (PNEE) et le renforcement des programmes de sensibilisation et de formation des usagers (pilotage des irrigations...),

⁴⁰Subventions d'économie d'eau allant de 40 à 60% selon les catégories d'agriculteurs.

- Le renforcement de l'appui à la gestion et à l'exploitation des systèmes hydrauliques par les groupements d'usagers (les GDA),
- Le renforcement des programmes de mise à niveau des réseaux hydrauliques mis à la disposition des GDA,
- La recherche des mécanismes participatifs pour la gestion des nappes phréatiques en saturation ou en état de surexploitation en vue de les préserver contre la dégradation de leur qualité et leur extinction. L'approche devra intégrer l'allocation des ressources selon l'historique des consommations en prenant en considération les aspects valorisation agricole et répartition équitable de façon à préserver la viabilité économique de l'exploitation tout en évitant les excès.
- L'introduction de nouveaux thèmes de recherche et de renforcement des capacités concernant les nouvelles technologies de traitement des eaux et les énergies renouvelables et le lancement des procédures de leur mise en œuvre afin que les projets y afférents soient prêts aux moments opportuns (à moyen et long terme).

6. - EAU ET ENVIRONNEMENT

6.1 - Environnement

6.1.1 - Contexte général de la pollution hydrique

L'eau constitue le bien environnemental le plus précieux pour la Tunisie ce qui rend le concept de protection, économie et utilisation efficace des ressources en eau l'un des défis à relever dans les prochaines décennies pour la conservation de nos ressources et l'amélioration de leur valorisation.

Les ressources en eau douce sont de plus en plus rares et limitées, compte tenu des faibles possibilités d'augmentation du taux de mobilisation qui a dépassé les 90%. Les ressources profondes montrent actuellement des signes de surexploitation considérables dans plusieurs régions. La prochaine décennie va connaître un accroissement important de la demande tant sur le plan quantitatif que qualitatif et des problèmes de rareté absolue sont attendus. Les mesures de gestion rationnelle de la demande en eau et de protection de la qualité des ressources contre la pollution devront être une priorité.

Les ressources en eau non conventionnelles, à savoir les eaux usées traitées et les eaux saumâtres après dessalement constituent aussi des ressources alternatives, mais leur utilisation reste limitée vu les coûts élevés des procédés.

Malgré les efforts considérables entrepris par le pays en matière de protection de l'environnement, les effets écologiques négatifs de l'intensification de l'utilisation des ressources naturelles liées au développement économique demeurent le problème environnemental majeur en Tunisie.

En effet, la pollution hydrique est un élément qui a pris de plus en plus de l'ampleur avec le développement économique du pays. Des répercussions de cette pollution ont été ressenties au niveau de la santé publique, de la satisfaction de la demande et du coût de l'eau par des charges supplémentaires dues à un traitement additionnel spécifique. En effet, la pollution future peut être provoquée par des éléments toxiques tels que les métaux lourds qui auront des répercussions dangereuses sur la santé publique et des effets néfastes sur les ressources qui seront irréversibles en particulier dans le cas de la pollution des nappes souterraines.

6.1.2 - Etat des connaissances de la pollution hydrique

6.1.2.1 - Suivi de la qualité des ressources en eaux naturelles en Tunisie

6.1.2.1.1 Suivi de la qualité des eaux souterraines

La contamination des eaux souterraines est un problème environnemental majeur qui a suscité l'intérêt des chercheurs et des décideurs dans plusieurs régions du monde.

En Tunisie, les eaux souterraines constituent une ressource importante pour la collectivité et les écosystèmes. Pour cela, des réseaux nationaux de suivi de la qualité des ressources en eau souterraines ont été instaurés au cours des deux dernières décennies du siècle dernier.

Les deux paramètres mesurés révélateurs de l'état des nappes phréatiques et profondes étant la salinité exprimée en Résidu Sec (RS) et la teneur en nitrates exprimée en concentration en NO₃.

Les résultats des analyses réalisées en termes de salinité et de nitrates sur les nappes phréatiques et les nappes profondes sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau n° 38 : Tableau récapitulatif du RS et des NO₃ – Campagne 2004

Gouvernorat	Nappes Phréatiques				Nappes Profondes			
	RS en mg/l		NO ₃ en mg/l		RS en mg/l		NO ₃ en mg/l	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Jendouba	238	6430	0.6	168.7	234	2874	0.6	230.7
Béja	198	6880	1.24	175.5	132	2710	1.24	209
Silliana	343	5360	19.9	242.5	320	2260	1.24	157.5
Kef	244	5016	1.24	246.8	254	2358	3.1	119.1
Bizerte	348	7832	4.34	499.8	274	3582	2.48	315
Ariana	1100	7900	1.24	470	2390	2560	80.6	109.8
Ben Arous	736	4208	43.4	252.4	372	3506	0.6	558.1
Nabeul	320	8535	0.6	341.1	308	4852	0.6	310.1
Zaghouan	486	11354	0.6	124	420	3606	0.6	105.4
Kairouan	0	0	0	0	138	3180	0.6	97.4
Kasserine	180	800	0.6	122.2	150	2730	1.2	76.9
Sidi Bouzid	0	0	0	0	0	0	0	0
Sousse	1150	6981	0.6	228.2	1452	5000	0.6	85
Monastir	428	8950	2.5	455.2	490	4826	0.6	150.7
Mahdia	666	9732	1.24	238.7	2490	5144	0.6	23.6
Sfax	570	7827	0.6	385.7	2689	8460	0.6	21.7
Gafsa	500	11600	2.48	164.3	620	8300	4.3	77.5
Tozeur	1365	18200	0.6	421.7	1540	4580	0.6	22.9
Kébili	1888	11281	0.6	182.9	2240	8470	0.6	40.3
Gabès	1010	5730	0.6	63.3	2215	3870	0.6	137
Médenine	1892	11046	0.62	241.2	704	5674	0.62	33.5
Tataouine	888	9948	1.24	308.2	1048	2825	0.6	88.7

Source : Annuaire de la qualité des eaux souterraines en Tunisie 2004– DGRE

La qualité des ressources en eau souterraines se dégrade sous l'effet de la pollution et de la salinisation. Quelle que soit son origine (urbaine, industrielle ou agricole), la pollution constitue un risque majeur susceptible de la dégradation des ressources en eau souterraines disponibles.

Le suivi de la qualité des eaux souterraines reflète dans son ensemble des teneurs en nitrates et en résidu sec variables d'une année à l'autre, d'un horizon à un autre et d'une nappe à une autre. Ces variations sont dues probablement aux interférences des phénomènes suivants:

➤ **Pollution par nitrate :**

- Utilisation massive des engrais azotés et des produits phytosanitaires notamment dans les PPI
- Rejets et vidanges clandestins de vide-fosses d'eau usées dans le réseau hydrographiques

➤ **Salinisation**

- Surexploitation des nappes
- Absence de système de drainage dans les sols salins et lessivage des sels par les eaux de pluie
- Intrusion marine dans les régions côtières et les nappes limitrophes des marécages salés (Sabkas)

6.1.2.1.2 Suivi de la qualité des eaux de surface

Le prélèvement des échantillons à analyser est réalisé au niveau des plus importantes stations hydrométriques implantées sur les principaux cours d'eau en Tunisie. Les deux principaux paramètres suivis sont la salinité et la turbidité.

Généralement, la salinité des eaux est bonne en phase de crue (moins de 1g/l) mais augmente très vite dès la phase de décrue surtout dans les bassins du centre et du sud et peut atteindre 3g/l.

La salinité des eaux d'étiage se dégrade, oscille souvent entre 0,7 et 5,5 g/l et reste variable selon la géologie du bassin et l'importance des apports du cours d'eau. En effet, la salinité des eaux de surface est fonction du milieu physique du bassin versant et de l'importance quantitative des apports.

Du point de vue qualité, environ 72% des eaux de surface ont une salinité inférieure à 1,5 g/l (82% des eaux du nord, 48% des eaux du centre et 3% des eaux du sud) :

Tableau n° 39 : Salinité des eaux de surface

Région naturelle	Apports totaux (en 10 ⁶ m ³)	Ressources à salinité < 1.5 g/l(en 10 ⁶ m ³)
Nord	2 190	1796 (82%)
Centre	320	153 (48%)
Sud	190	6 (3%)
Total	2 700	1 955 (72%)

Source : DGRE

Le transport solide constitue également l'un des éléments dominants des écoulements de surface, il est fonction de l'intensité de la pluie et des crues ainsi que de l'état du couvert végétal. Par exemple, Oued Zeroud présente des apports moyens de sédiments de 5 millions de tonnes par an. Ces apports sont plus faibles au niveau de la Medjerda car le couvert végétal est plus développé.

6.1.2.2 - Suivi des sources potentielles de pollution

Il convient de rappeler que sous l'appellation « source de pollution hydrique » figurent :

- ✓ Les sources de pollution hydrique ayant pour origine les eaux usées urbaines (brutes et traitées) ;
- ✓ Les sources de pollution hydrique ayant pour origine les eaux industrielles ;
- ✓ Les sources de pollution hydrique ayant pour origine les eaux usées des abattoirs ;
- ✓ Les sources de pollution hydrique ayant pour origine les dépotoirs de déchets solides ;

- ✓ Les sources de pollution hydrique diffuses (ayant pour origine les grands périmètres irrigués et les parcelles irriguées à partir des eaux usées traitées et les étables d'élevages intensifs).

Selon l'étude relative à l'actualisation de l'inventaire des principales sources de pollution de l'eau et de la mise en place d'un réseau de surveillance de la pollution hydrique, réalisée en 2004, 756 sources de pollution ont été inventoriées contre 1581 points de pollution identifiés dans le cadre de l'inventaire de la DGRE de 1994.

La diminution du nombre de sources de pollution s'explique par les résultats des projets de dépollution engagés par le gouvernement tunisien à travers des actions menées par l'ANPE et l'ONAS (voir figure qui suit).

Ce résultat ne s'applique pas dans le cas du gouvernorat de Nabeul pour lequel le nombre de sources de pollution hydrique est passé de 52 points en 1994 à 114 points en 2004. Cette augmentation s'explique par le développement important dans la région du Cap Bon du secteur industriel durant les années 1994 - 2004.

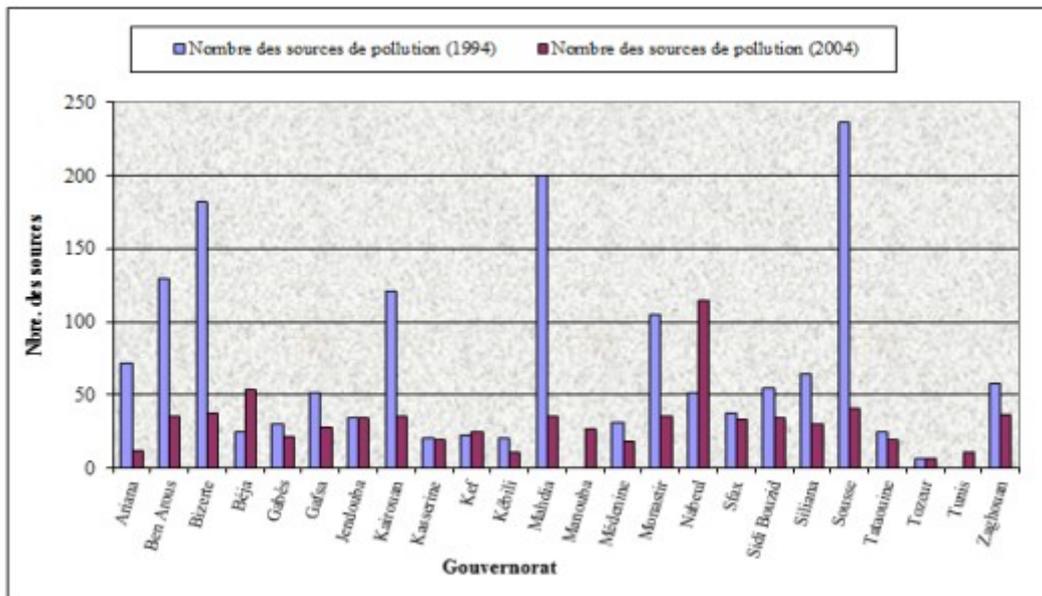


Figure n° 18: Sources de pollution inventoriées en 1994 et en 2004 par gouvernorat

D'après la même étude, la totalité des sources de pollution inventoriées (756) rejettent, dans les différents milieux récepteurs identifiés (234) appartenant au DPH du territoire tunisien, 156 Mm³/an de rejet hydrique constituant ainsi une source de contamination possible pour les eaux souterraines et les eaux de surface. La quantité annuelle de DCO déversée dans ces différents milieux récepteurs s'élève à 80 724 tonnes. Les résultats de l'inventaire des sources de pollution des ressources hydrique réalisé en 2004 sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau n° 40 : Récapitulatif des résultats de l'inventaire des sources de pollution des ressources hydriques

Gouvernorat	Inventaire DGRE		Inventaire 2004					Milieu récepteur le plus exposé à une pollution dans le gouvernorat		
	Nombre des sources de pollution (1994)	des de	Nombre des sources de pollution (2004)	des de	Quantité de rejet (m ³ /j)	Quantité de DCO (t/an)	Nbre des nappes phréatiques exposées à une pollution	Nbre des oueds/Sebkhâ exposés à une pollution	Milieu récepteur	DCO (t/an)
Ariana	72		12		5 039	1 890	2	0	Nappe Basse vallée Medjerda	1 136
Ben Arous	129		35		48 233	3 589	1	2	Oued Méliane	2 946
Bizerte	182		38		8 059	2 613	11	8	Oued Joumine	680
Béja	25		54		16 254	6 188	6	9	Oued Béja	4 295
Gabès	30		22		5 679	1 122	3	3	Oued El Maleh	518
Gafsa	52		28		73 993	10 036	6	6	Oued Thelja	2 908
Jendouba	34		34		20 594	1 680	2	10	Oued Madjerda	464
Kairouan	121		36		21 449	4 984	6	8	Nappe Plaine de Kairouan	2 102
Kasserine	21		19		35 233	5 817	4	9	Oued Andlou	4 321
Kef	23		25		14 124	2 393	0	11	Oued Yazid	663
Kébili	21		11		6 980	1 152	3	1	Nappe Kébili	624
Mahdia	200		36		7 576	3 044	8	7	Nappe Chebba - Ghedabna	771
Manouba	0		27		8 867	5 640	3	2	Oued Chafrou	3 257
Médenine	31		18		14 301	3 056	4	1	Nappe de Ben Guerdane	1 501
Monastir	105		35		19 234	4 336	7	3	Sebkhâ Moknine	1 902
Nabeul	52		114		35 248	8 017	5	22	Oued Tahouna	1 492
Sfax	38		33		3 454	1 623	7	2	Nappe Agareb Sfax	690
Sidi Bouzid	55		34		4 660	1 380	6	3	Oued El Leban	333
Siliana	64		30		9 335	2 288	1	10	Oued Tessa	649
Sousse	236		41		44 567	5 154	5	7	Oued Hallouf	2 382
Tataouine	25		19		7 335	872	5	1	Nappe de Ghomrassen	442
Tozeur	7		7		7 890	667	1	1	Chott El Jerid	451
Tunis	-		11		563	199	2	1	Sebkhâ Sijoumi	183
Zaghouan	58		37		8 194	2 986	4	5	Nappe Oued Rmel	1 306
Total	1 581		756		426 861	80 726	102	132		36 016

6.1.2.3 - Actions de lutte contre la pollution des ressources en eaux naturelles

6.1.2.3.1 Lutte contre les sources de pollution hydriques

L'inventaire des sources de pollution de 2004 a permis d'inventorier 756 sources de pollution potentielles. La stratégie nationale adoptée par les différents organismes et institutions intervenants dans le domaine de la gestion de la pollution de l'eau repose sur deux volets :

- Le suivi des sources de pollution et l'impact sur les ressources en eau
- La mise en place de programmes et de plans d'action visant l'élimination progressive de ces sources de pollution.

6.1.2.3.2 Lutte contre les sources de pollution hydrique d'origine urbaine

La Tunisie dispose d'un réseau bien établi pour le traitement des eaux usées. Depuis sa fondation en 1974, l'Office National de l'Assainissement (ONAS) a impulsé un progrès remarquable du secteur de l'assainissement.

L'ONAS a atteint un taux de raccordement au réseau public d'assainissement dans les zones d'intervention de 90.5% et un taux de raccordement aux stations d'épuration de 87.9% en 2013 contre respectivement 45.7% et 9.6% en 1975.

Le champ d'intervention de l'ONAS comprend les grandes et petites villes et les agglomérations avec plus de 4.000 habitants, les zones industrielles et les zones touristiques. En effet, Le nombre de commune prises en charge par l'ONAS a également évolué de 23 communes en 1975 à 170 en 2013 avec 110 stations d'épuration et un réseau publique d'assainissement allant jusqu'à 15 641 Km.

L'ONAS a également entrepris la réhabilitation des bouches d'évacuation des eaux usées dans les principales régions touristiques le long du littoral, visant ainsi à protéger l'environnement côtier.

En tant que gestionnaire de stations potentiellement polluantes, l'ONAS est assujéti au contrôle de l'ANPE avec laquelle il a signé une convention de partenariat (à noter que les deux instituons agissent sous la tutelle du Ministère de l'Environnement).

Ces performances certes remarquables dans le contexte régional, cachent une situation plus problématique si l'on considère les conditions de gestion du service (sous-exploitation ou surexploitation fréquentes des stations d'épuration, insuffisance du personnel affecté à l'entretien des infrastructures, faiblesse des systèmes de suivi et évaluation, etc.), les prix de la facture trop bas pour assurer le recouvrement des coûts d'investissement et une faible intégration avec les filières amont (ex . eaux usées industrielles) et aval (ex . réutilisation des eaux usées traitées pour l'agriculture).

Malgré les bons résultats atteints par l'ONAS en matière de collecte et de traitement des eaux usées, il existe encore des défis. En raison de la croissance rapide de la population urbaine, certaines stations d'épuration ne sont pas en mesure de faire face à la quantité des effluents en croissance rapide. Le réseau d'assainissement de certaines grandes villes et les stations d'épuration nécessitent une réhabilitation et/ou une extension.

Dans le tableau suivant sont récapitulés les indicateurs caractérisant le secteur d'assainissement des eaux usées en Tunisie :

Tableau n° 41 : Chiffres clés dans le secteur d'assainissement (Source : ONAS)

Indicateurs	1997	2003	2005	2006	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Nombre de communes prises en charge	117	146	155	155	157	160	160	165	165	170
Nombre d'habitants dans les Communes prises en charge (en millions d'habitants)	4.7	5.5	5.8	5.9	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6
Nombre d'habitants raccordés au réseau (en millions d'habitants)	3.7	4.6	5	5.1	5.3	5.5	5.6	5.7	5.9	5.9
Taux de branchement dans les communes prises en charge	78%	84%	86%	86.6%	87.6%	88.7%	89.3%	89.5%	90%	90.5%
Linéaire du réseau en Km	7700	11425	12711	13514	14147	14567	14799	15207	15364	15641
Nombre des stations d'épuration	52	70	83	95	100	106	109	109	110	110
Volume d'eau collectée (millions m3)	122	155	2018	223	236	244	246	246	238	235
Volume d'eau traitée dans les stations d'épuration (millions m3)	123	188	201	215.6	230	238	240	236	232	228.6

6.1.2.3.3 Lutte contre les sources de pollution hydrique en milieu rural

➤ Etat des lieux de l'assainissement rural en Tunisie

Ces dernières années, les interventions de l'ONAS ne se sont pas limitées aux zones urbaines, mais se sont étendues aux zones rurales où le taux de raccordement à l'eau potable devient en accroissement continu.

L'ONAS a été chargé d'élaborer une étude stratégique pour l'assainissement des zones rurales qui a dégagé la nécessité d'assainir 600 zones rurales dans lesquelles :

- 2% des habitants sont raccordés au réseau;
- 23 % des habitants utilisent des fosses septiques;
- 75 % des habitants déversent les eaux usées dans le milieu naturel.

Le programme d'assainissement des zones rurales a démarré au début de l'année 2001 avec la réalisation d'un projet englobant actuellement 57 zones rurales en trois tranches :

- Tranche 1 : englobant 8 localités dont les travaux sont achevés en fin de l'année 2011.
- Tranche 2 : englobant 15 localités dont les travaux sont financés par l'AFD, achevés à la fin de l'année 2013.
- Tranche 3 : englobant 15 localités dont les travaux sont financés aussi par l'AFD. Les travaux sont achevés pour trois localités à la fin de l'année 2014. Pour les autres, ils sont entre stade d'exécution ou en stade d'études et appel d'offres

Le système d'assainissement en milieu rural a été adapté à la nature du tissu démographique. Les ouvrages réalisés sont de type individuel ou collectif et sont conformes aux caractéristiques du sol et du milieu récepteur des eaux. Il s'agit de systèmes entièrement

intégrés qui portent sur la collecte des eaux usées et leur traitement avant déversement dans le milieu naturel.

Plusieurs méthodes d'assainissement disponibles ont été expérimentées et le choix s'est porté sur des stations d'épuration appropriés dont le rendement technique et économique a été prouvé, qu'il s'agisse de petites stations ou de stations intégrées, tout en mettant l'accent sur la nécessité d'exploiter au maximum les eaux traitées en tant que ressource alternative pour répondre aux besoins du développement dans les zones rurales concernées.

➤ **Aspects institutionnels pour l'Assainissement rural**

L'Etude sectorielle de la stratégie en assainissement en milieu rural (1999) avait proposé un cadre institutionnel pour l'assainissement rural qui se résume comme suit :

- élaboration des études et l'exécution des ouvrages collectifs d'assainissement à confier à l'ONAS ou à la DGGREE ;
- exploitation et entretien des ouvrages de collecte à confier aux AIC/GIC/GDA ;
- exploitation des stations d'épuration et des stations de pompage à confier à l'ONAS ou aux AIC/GIC/GDA ;
- les ouvrages individuels d'assainissement seront exécutés et exploités par les bénéficiaires eux-mêmes ;
- les ONG seront chargées de la sensibilisation ;
- une assistance technique sera fournie aux AIC/GIC/GDA par l'ONAS, les CRDA et la DGGREE selon le sujet.

L'approche de l'Etude sectorielle de la stratégie en assainissement en milieu rural semble être plus réaliste même si elle demande une actualisation et surtout d'être plus détaillée. Il est recommandé de mieux affiner ce schéma et de le mettre en place au début à titre pilote.

➤ **Défis de l'assainissement rural**

L'assainissement rural ne relève pas de la mission de l'ONAS, toutefois, celui-ci a été invité par les autorités de tutelle à expérimenter des projets pilotes dans un certain nombre de centres ruraux. Une fois réalisés, ces projets sont exploités par l'ONAS faute de solution institutionnelle appropriée. Mais sans contre partie des dépenses engagées. Une étude récente faite dans le cadre du Projet d'Investissement dans le Secteur de l'Eau (PISEAU I) suggère que le conseil régional aura la charge de l'assainissement rural et se fera assister dans sa tâche par l'ONAS. Ce schéma mérite d'être approfondi et surtout confronté avec les moyens dont disposent les conseils régionaux pour assumer cette tâche, sans quoi l'ONAS va se trouver contraint à s'occuper de l'assainissement rural sans contrepartie financière comme ce fût le cas dans le passé pour d'autres types d'activités (exemple eau pluviale).

Le monde rural va donc être confronté aux défis suivants :

- le financement de la maintenance et du renouvellement des ouvrages d'assainissement rural;
- la gestion des ouvrages d'assainissement dont notamment les stations d'épuration et les stations de pompage ainsi que les réseaux collectifs ;
- les problèmes institutionnels pour l'exploitation des ouvrages d'assainissement ;
- les problèmes de financement des services d'assainissement et notamment l'exploitation.

6.1.2.3.4 Lutte contre le rejet des eaux usées industrielles

Dans le cadre du projet PISEAU les eaux résiduaires d'origine industrielle ont été quantifiées et caractérisées selon les types d'industrie rencontrés.

Inventaire des sources des eaux résiduaires Industrielles

Les industries ayant des rejets hydriques importants sont principalement les secteurs industriels suivant à savoir :

- transformation du lait (laiteries, fromageries, crémeries, beurreries)
- transformation des fruits et légumes (conserveries, préparation de jus, fabrication de sucre, etc.).
- Eaux résiduaires de l'industrie de vinification
- Eau résiduaires de l'industrie du textile et de l'habillement
- Eaux résiduaires de l'industrie du cuir et chaussure

Actions à prévoir pour lutter contre la pollution hydrique des rejets industriels

Pour les unités industrielles qui doivent réaliser une nouvelle station de prétraitement ou bien réhabiliter une station de prétraitement existante, il est nécessaire de réaliser au préalable un audit environnemental visant à étudier la possibilité d'introduire les méthodes de production propre afin de minimiser la charge hydraulique ainsi que la charge polluante à la source.

L'audit environnemental permet d'évaluer l'ampleur de la pollution générée (quantité et qualité, sensibilité du milieu récepteur...), d'identifier les nuisances générées par l'activité de l'entreprise en question et par la suite proposer les solutions de dépollution appropriées pour atténuer ou limiter leurs impacts. A ce stade, l'intervention de l'ANPE via une mission de contrôle de surveillance de ces unités est nécessaire. Cette mission aura pour objectif à veiller à l'application des procédures d'atténuation d'impacts décrites lors de l'étude d'impact présentée avant la création de ces unités.

6.1.2.3.5 Lutte contre la pollution due aux dépotoirs sauvages

Les dépotoirs d'ordures peuvent constituer une source de pollution de la nappe suite à l'infiltration dans les sols des lixiviats surtout en saison humide. Durant les périodes de fortes pluies, les eaux de pluie charrient avec elles des déchets solides déposés dans les Oueds, dans les canalisations des eaux pluviales, sur terre et dans les rues. Les eaux de ruissellement seront ainsi plus ou moins polluées suivant les types de déchets rencontrés.

L'impact le plus sérieux est la pollution des retenues de barrages par les déchets solides, les métaux lourds, les substances nutritives et les débris flottants. Toutefois, une réduction importante dans le nombre des dépotoirs sauvages des déchets solides est attendue vu les efforts engagés par les autorités locales et nationales dans la gestion des déchets solides et la réalisation des décharges contrôlées ;

Les dépôts de margine : La Tunisie est un pays connu par le secteur de la transformation et extraction de l'huile d'olive. Afin de protéger l'environnement contre le risque de pollution par les composées phénoliques, les autorités responsables ont mis à la disposition des industriels de ce secteur des bassins de collecte des margines dans chaque gouvernorat. Bien que ces huileries soient de plus en plus contrôlées et suivies par plusieurs organismes, les dépôts de margine ne sont souvent pas aménagés selon les règles de l'art et peuvent donc nuire à la nappe et engendrer un risque de pollution des ressources en eaux souterraines par les produits phénoliques ;

Problématique de gestion des déchets solides : il y a actuellement 10 décharges opérationnelles et environ 7 en cours de construction. Les décharges sauvages se sont beaucoup multipliées après la révolution, il y a même des décharges qui ont été réhabilitées et fermées et qui se trouvent maintenant submergées de déchets. Il va falloir maintenant actualiser l'inventaire.

Pour ce qui est des déchets dangereux, le site de Jradou qui a été aménagé pour accueillir et traiter les déchets solides industriels est actuellement fermé. Les industriels ont des grands problèmes à traiter d'une manière convenable les déchets solides produits dans leurs usines. Ils finiront souvent par s'en débarrasser dans la nature constituant ainsi une source potentielle importante de pollution hydrique.

6.1.2.3.6 Lutte contre la pollution diffuse

Les activités agricoles constituent la première cause des pollutions diffuses des ressources en eau. Lorsque l'on considère les pollutions d'origine agricole, il faut englober à la fois celles qui ont trait aux cultures et à l'élevage. Les activités agricoles sont, en particulier, largement impliquées dans les apports d'azote et, surtout, de ses dérivés, nitrates et nitrites, que l'on trouve en forte concentration dans les engrais, mais aussi dans les lisiers et purins d'élevage.

Les pesticides utilisés pour le traitement des cultures sont également une source connue de dégradation des ressources en eau. Sous l'appellation "produits phytosanitaires" se cache en fait une multitude de substances, dont la rémanence dans l'eau peut varier d'une molécule à l'autre. De manière générale, on retiendra toutefois que les organo-chlorés sont plus rémanents que les organo-phosphorés.

Le système de production actuellement suivie par les agriculteurs au sein des périmètres irrigués, se caractérise globalement par l'emploi abusif des engrais chimiques et des pesticides. En effet, dans un souci d'amélioration du rendement des cultures pratiquées dans les PI et afin de garantir une bonne qualité de la production, l'agriculteur a souvent tendance à l'emploi irraisonné des engrais chimiques ainsi qu'aux pesticides pour lutter contre les agents phytopathogènes. De cette utilisation excessive des engrais et des traitements répétés par des pesticides, résulte une gravitation du surplus vers les nappes, et par conséquent leur contamination et leur pollution. A juste titre, les nitrates très redoutables pour la santé humaine, présentent des taux excessivement élevés dans les eaux de drainage, eux même, graveront vers les nappes profondes. En plus de la pollution des eaux souterraines, les eaux de surface et les retenues des barrages peuvent également être affectées par les eaux de drainage des périmètres irrigués et par les eaux de ruissellement et le transport de sédiments suite à des crues.

Pour pallier à ces risques de pollution sur les différents niveaux et en particulier des nappes, et compte tenu de la large répartition des PI dans les différents Gouvernorats du pays, un plan d'action en vue de lutter contre cette pollution a été proposé au niveau des différents intervenants au sein du Ministère de l'Agriculture s'articulant essentiellement autour des mesures et recommandations suivantes :

1. Renforcer le réseau d'observatoires et de contrôle permanent de la qualité des nappes sous-jacentes aux périmètres irrigués.
2. Encourager le recours à l'agriculture biologique et instaurer un label produit biologique au sein du marché intérieur. L'emploi de la fumure organique en remplacement de la fumure minérale serait dans ce cas une alternative à valoriser davantage. En cas de manque de fumure organique, il est possible de recourir au compostage, même des

déchets des cultures, pour produire la fumure organique. Le fumier des différentes spéculations d'élevage (y compris l'aviculture) doit être valorisé.

3. Accentuer la sensibilisation et la formation des agriculteurs au sein des PI pour une utilisation raisonnées et rationnelle des pesticides et des engrais.
4. Renforcer l'entretien du réseau du drainage au sein des PI et garantir une collecte judicieuse des eaux de drainage, qui sont le plus souvent très polluées en engrais et pesticides. Ces eaux collectées peuvent être recyclées et utilisées pour des cultures ornementales exigeantes en eaux.

Ce plan d'action qui a comme composante principale le suivi de la ressource et la sensibilisation des agriculteurs connaît des difficultés dans sa mise en place. En effet, il n'existe pas de suivi d'indicateurs de performance permettant l'évaluation des impacts de ces actions sur les ressources en eaux concernées par cette pollution diffuse. Par ailleurs, ce secteur a particulièrement besoin de projets recherche et développement, impliquant différents partenaires, visant l'identification de solutions innovantes adaptées au contexte tunisien.

6.1.2.4 - Lutte contre la surexploitation des nappes

La recharge artificielle des nappes d'eau souterraine à partir de l'excédent d'eau de surface ou des eaux usées traitées constitue une action très importante dans le cadre de la gestion intégrée des ressources se basant sur une exploitation intensive de ces nappes au cours des années sèches et leur recharge pendant les années excédentaires.

Les sites de recharge sont actuellement au nombre de 30, ils sont réparties entre 7 gouvernorats. La mise en œuvre de recharge artificielle à l'échelle régionale accuse une diminution notable. Les quantités d'eau rechargées sont évaluées à 25 millions de m³. L'essentiel de la recharge a été réalisé par épandage dans les lits des oueds (90%). L'injection dans les puits et les carrières reste toujours faible avec un taux de 20% par rapport au volume total mis à la disposition de la recharge (6 millions de m³/an).

Quant à la réutilisation des eaux usées épurées, elle demeure limitée à environ 1,28 millions de m³/an et nécessite un renforcement substantiel au cours des prochaines années. Le volume rechargé reste bien en deçà du potentiel applicable puisqu'il ne représente qu'à peine 6% de la ressource de toutes les nappes du pays concernées par la recharge.

Par ailleurs, la construction et la mise en œuvre des stations de recharge a nécessité la mobilisation de ressources financières relativement importantes, ce qui devrait imposer leur valorisation et réserver annuellement des frais nécessaires pour la maintenance, la gestion et le fonctionnement afin de garantir une meilleure gestion de ces infrastructures hydrauliques.

6.1.2.5 - Eaux et changement climatique

6.1.2.5.1 Introduction

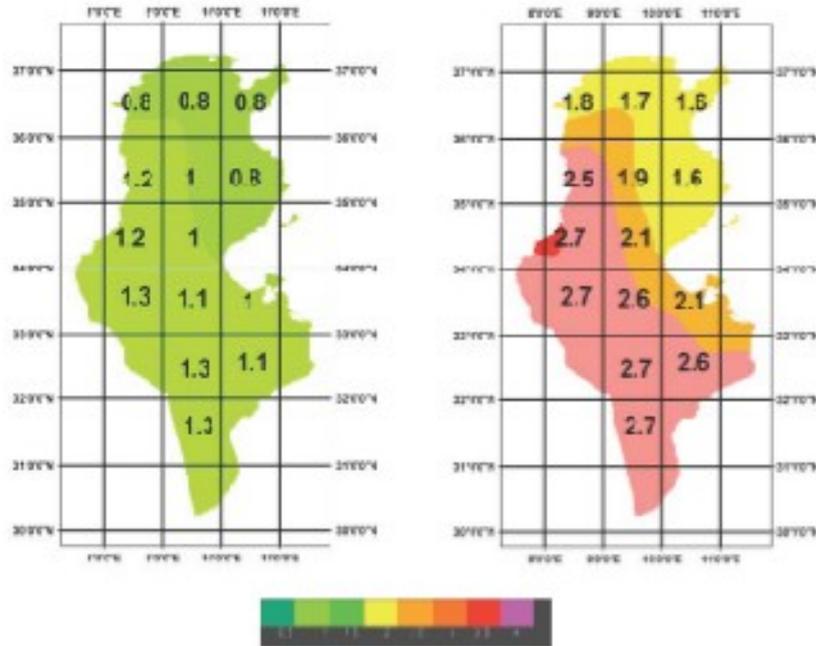
Certaines répercussions des changements climatiques peuvent être observées dans plusieurs régions du globe avec risque que ces changements aillent en s'amplifiant au cours des prochaines décennies. L'ampleur des impacts du réchauffement climatique sur les diverses ressources naturelles de même que sur les écosystèmes soulèvent désormais l'inquiétude d'une proportion grandissante de la population mondiale.

La Tunisie ne fait pas exception à la règle. Dans ce contexte, une réflexion prospective sur les impacts des changements climatiques sur le secteur agricole et les ressources naturelles,

notamment les ressources en eau, a été engagée, ainsi que les moyens requis pour en limiter les effets d'une manière soutenue et durable.

6.1.2.5.2 Les projections climatiques en Tunisie

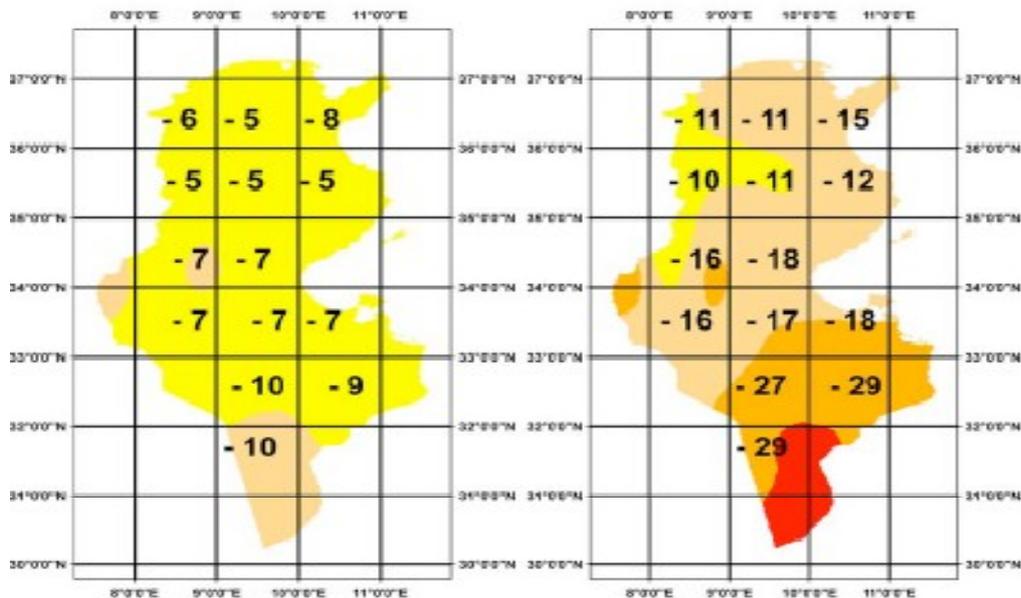
Les projections climatiques sur la Tunisie, ont été effectuées par le modèle HadCM3 (Modèle de circulation générale couplé atmosphère-océan) qui a servi pour quantifier les élévations des températures et les baisses probables des précipitations et pour étudier la variabilité des précipitations et des extrêmes aux horizons 2030-2050. Les variations des températures et des précipitations sont données par rapport à la période de référence (1961-1990). Les figures suivantes en donnent les principaux résultats :



Augmentation moyenne annuelle de la température de +1.1 C en 2030.

Augmentation moyenne annuelle de la température moyenne de +2.1 °C en 2050.

Figure n° 19: Projection de la température moyenne annuelle dans la période 2030 - 2050



Diminution des précipitations de (-5%) au Nord et de (-10%) au Sud

Diminution de la précipitation de (-11%) au Nord et de (-29%) au Sud.

Figure n° 20: Baisse des précipitations moyennes annuelles (%) entre 2030 et 2050

6.1.2.5.3 Les impacts du changement climatiques sur les ressources en eaux

Les projections indiquent des modifications des conditions climatiques moyennes (température, pluviosité). Cependant, cela entraînera probablement aussi des changements au

niveau de la variabilité du climat ainsi que des phénomènes extrêmes. On s'attendra notamment à l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des années extrêmes sèches marquées par la baisse des précipitations et la forte variabilité saisonnière des périodes humides et sèches.

La sensibilité aux changements climatiques des ressources en eau du pays tient notamment à l'accentuation de la variabilité des eaux de surface, à la réduction du débit des cours d'eau et de la recharge des nappes par les eaux de surfaces, à l'augmentation des taux d'évaporation et à l'intrusion de l'eau de mer dans les nappes côtières. Elle tient par ailleurs aussi aux taux d'évaporation accrus des eaux stagnantes et à la montée du niveau des eaux de certaines zones humides côtières, comme le lac Ichkeul.

➤ **Vulnérabilité des ressources en eau en Tunisie**

La connaissance actuelle des variables hydrologiques liées aux changements climatiques reste entachée d'incertitudes. Toutefois, sur la base d'une amorce de modélisation (HadCM3, Gafrej et al, 13ème congrès mondial de l'eau IWRA, 2008), on peut déduire que les ressources en eaux conventionnelles diminueront d'environ 28 % à l'horizon 2030. Cette diminution sera localisée au niveau des nappes phréatiques de fortes salinités, des nappes littorales et des nappes contenant des eaux non renouvelables. La diminution des eaux de surface avoisinera 5% à l'horizon 2030. La confrontation entre les ressources disponibles et la demande en eau montre que la satisfaction des besoins à l'horizon 2030 nécessite la mise en place de stratégies. Un retard dans les programmes d'actions risquerait d'engendrer un déséquilibre et, par conséquent, un manque d'eau bien avant cette échéance. Ainsi, la gestion des barrages et la mise en place effective des différentes stratégies d'économie d'eau à toutes les échelles devraient jouer un rôle essentiel dans la disponibilité future de la ressource en eau. La minimisation des impacts des changements climatiques sur la ressource en eau nécessite donc l'amélioration de la gestion de la ressource en eau par l'adaptation via l'évolution des techniques, des traditions, des comportements et des usages.

➤ **Scénarios de l'évolution des ressources en eaux**

La projection des ressources en eau, prenant en considération l'impact des changements climatiques, nécessite la connaissance du scénario d'évolution des ressources dans des conditions normales, c'est-à-dire sans considération des changements climatiques, afin de servir de scénario de référence.

L'objectif de la mobilisation des ressources est d'assurer la satisfaction des besoins des secteurs socioéconomiques. Par conséquent, trois scénarios ne considérant pas les impacts du changement climatique ont été construits.

La projection des ressources en eau permet de conclure, sur la base des différentes hypothèses émises, que les ressources en eau conventionnelles exploitables (c'est-à-dire disponibles pour l'usage) avoisineront 3 829 millions de m³ (Mm³) en 2030 pour autant que le programme de gestion de l'eau soit réalisé (hypothèse haute), de 3 170 Mm³ dans le cas où seule une partie du programme aboutirait (hypothèse moyenne) et 2 718 Mm³ si le programme n'est pas réalisé (hypothèse basse).

La mise à disposition de ressources en eau non conventionnelles est susceptible de renforcer les ressources exploitables. Il s'agit du dessalement de l'eau de mer (80 Mm³ en l'an 2030) et de l'utilisation de l'eau usée traitée (292 Mm³) pour les besoins agricoles. Au total, environ 4 201 Mm³ de ressource en eau seront en 2030 exploitables en Tunisie.

Les besoins en eau totaux à l'horizon 2030 sont projetés à environ 2911 Mm³ dans le cas de l'hypothèse basse (qui est aussi l'hypothèse stratégique), de 3 054 Mm³ pour l'hypothèse moyenne et de 3 743 Mm³ pour l'hypothèse haute. Les hypothèses du côté des besoins sont à nouveau définies selon le degré de réalisation des programmes.

Il est ainsi constaté que, selon le scénario des ressources exploitables appliquant tous les programmes de l'Etat pour la mobilisation des eaux, les besoins projetés, même les plus élevés, pourront être comblés à l'horizon 2030 (un excès de l'ordre de 11% du montant disponible est prévu). Cependant, dans le cas du scénario n'appliquant que parcimonieusement les programmes prévus, un manque d'eau est susceptible d'apparaître dès 2022 (et ceci, même si l'hypothèse basse du côté des besoins est retenue). De même, si les besoins en eau n'évoluent pas tels que prévus, l'écart entre les besoins et les ressources serait négatif dès 2015 dans le cas où les programmes de renforcement de la disponibilité de la ressource ne sont pas réalisés (hypothèse basse).

6.2 - Eau potable et assainissement

6.2.1 - Contexte général du secteur de l'eau potable et de l'assainissement

Le secteur de l'eau potable et de l'assainissement a bénéficié d'une organisation et d'une gouvernance saine malgré les carences qui sont apparues de temps à autre. Les opérateurs, SONEDE et ONAS, ont été organisés en entreprises à caractère industriel et commercial ayant l'autonomie financière, des statuts et objectifs clairs et la responsabilité des prestations de services dans leurs domaines respectifs tout en veillant à assurer l'équilibre financier.

Ce mode d'organisation a permis d'avoir des conseils d'administration où les principaux partenaires du secteur sont représentés, et de soumettre le secteur à des règles de gestion rigoureuses. Les contrats programmes sont venus également plus tard pour mieux définir les relations entre l'Etat et chacun des deux opérateurs, SONEDE et ONAS. Le suivi des coûts et de la réalisation des objectifs a été assuré par une panoplie de dispositifs qui certes ont limité l'autonomie des opérateurs mais qui ont imposé une certaine rigueur de gestion : le contrôle de gestion, le contrôle de passation de marchés, l'audit externe, le contrat-programme et plus récemment, l'autorisation préalable et le suivi des recrutements. Certains de ces dispositifs ont peut-être dépassé leur utilité et devraient être allégés ou remplacés par le contrôle à posteriori.

L'Etat a constamment apporté son soutien au secteur, à travers les subventions d'investissement, à l'assainissement et à l'eau potable en milieu rural par une politique tarifaire qui a facilité l'accès à ces services aux couches de la population à faibles revenus. L'organisation du secteur en sociétés à caractère commercial et l'appui et le suivi apportés par l'Etat, notamment à travers les subventions ou les garanties de prêts étrangers, ont assuré son développement régulier.

Il est à noter également que les opérateurs financent une bonne partie de leurs investissements à l'aide de prêts contractés auprès des Bailleurs de Fonds multinationaux et bilatéraux.

Les Bailleurs de Fonds, en plus de leur appui financier, accompagnent les opérateurs et les assistent pour se développer sur le plan technique et de la gestion. Ils les assistent aussi sur des questions d'ordre stratégique et leur apportent un appui pour le renforcement de leur capacité.

La relation clientèle de la SONEDE et de l'ONAS concerne essentiellement les demandes de branchement, la facturation et le recouvrement ainsi que les réclamations. Des numéros de téléphone sont mis à la disposition de la clientèle pour les réclamations.

Certaines actions de communication sont faites surtout pour inciter à l'économie de l'eau.

6.2.1.1 - Situation du Secteur de l'eau potable

La mise à disposition de l'ensemble de la population d'une eau potable, de qualité acceptable et en quantité suffisante est un impératif de santé et d'hygiène publique que la Tunisie a adopté comme objectif social prioritaire.

La société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux (SONEDE) a été créée par la loi 68-22 du 2 juillet 1968 afin de faire face à l'expansion du secteur de l'eau potable et à l'accroissement continu de la demande.

Son statut est défini par la loi qui la qualifie d'établissement public à caractère non administratif. Elle est sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture.

La mission de la SONEDE porte sur trois activités principales:

- La production de l'eau: production, traitement et transport.
- La distribution de l'eau: gestion et entretien du réseau d'eau potable et des équipements et gestion des abonnés.
- Le développement: études, travaux et approvisionnements.

Sur le plan de l'exploitation, la Société fait appel à ses structures régionales, lesquelles se composent de 38 districts couvrant tous les gouvernorats du pays, investis de vastes prérogatives techniques et financières; l'objectif étant de garantir le meilleur rendement de ses réseaux et d'être au service de ses abonnés.

La SONEDE emploie 7358 agents pour garantir la continuité du service de l'eau potable et assurer en permanence la disponibilité de cet élément vital et stratégique.

Actuellement 3016 localités rurales, comptant près de 1700 000 habitants, sont desservies en eau potable. Les investissements sont réalisés par la SONEDE dans le cadre des plans nationaux et régionaux.

Dans le souci d'améliorer la qualité de l'eau distribuée, la SONEDE procède soit au mélange des ressources locales à forte salinité avec d'autres ressources de moindre salinité, comme Jendouba et Bouarada, soit au dessalement des eaux saumâtres. C'est le cas des régions de Kerkennah, de Gabès et de Djerba et Zarzis.

Dans le domaine de l'eau potable, les progrès constatés durant la dernière décennie sont manifestes. En effet, le nombre d'abonnés a évolué de 1 548 085 en 2000 à 2 637 903 en 2014 avec un volume d'eau distribué de 570.7 Mm³. Il est à noter également que le taux de branchement en milieu urbain a atteint 99.6 % en 2014 contre 93% en 2000.

Selon le Recensement Général de la Population et de l'Habitat 2014, la répartition des ménages selon la source d'alimentation en eau potable est la suivante :

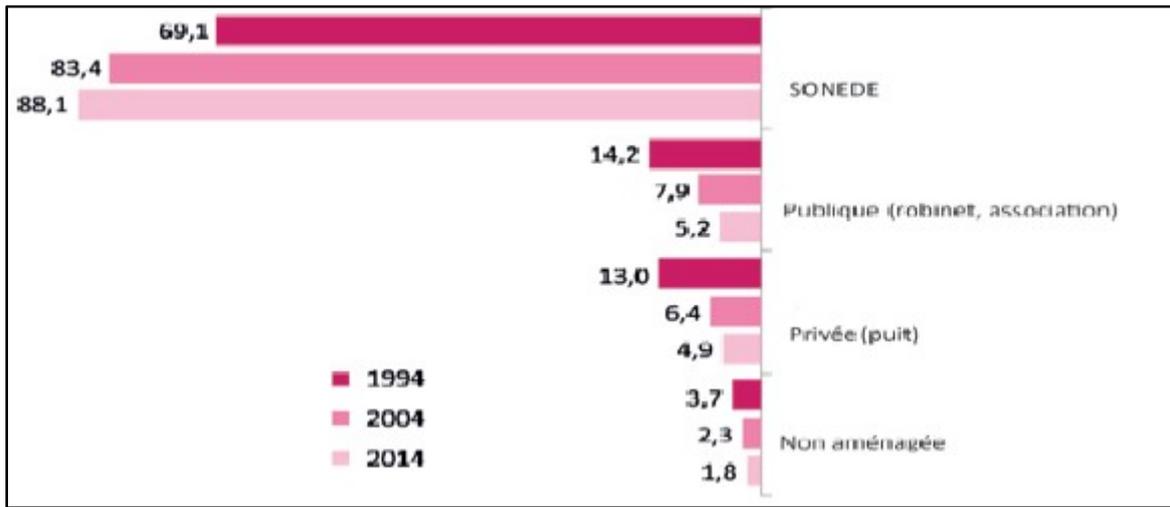


Figure n° 21: Ménages selon l'alimentation en eau potable

La SONEDE a mis en place un système de tarification progressive, renforcé régulièrement, sur lequel l'ONAS, avec les mêmes tranches de consommation, s'est rattaché. La limitation des consommations domestiques dans les tranches élevées est un des effets majeurs constatés (même si l'assimilation de l'industrie aux consommateurs domestiques tend à masquer ce résultat).

Le système tarifaire, qui est le même pour tout le pays, comporte sept tranches de consommation avec un seul tarif par tranche.

Les tarifs varient de 155 millimes/m³ pour la première tranche sociale (20 m³/trimestre) à 1190 millimes/m³ pour la tranche supérieure de consommation > à 500 m³/trimestre.

La progressivité des tarifs appliqués permet aux ménages à condition socio-économique modeste d'accéder à l'eau potable à bon marché. Elle est aussi un outil de gestion de la demande et contribue à rationaliser l'usage de l'eau et lutter contre le gaspillage.

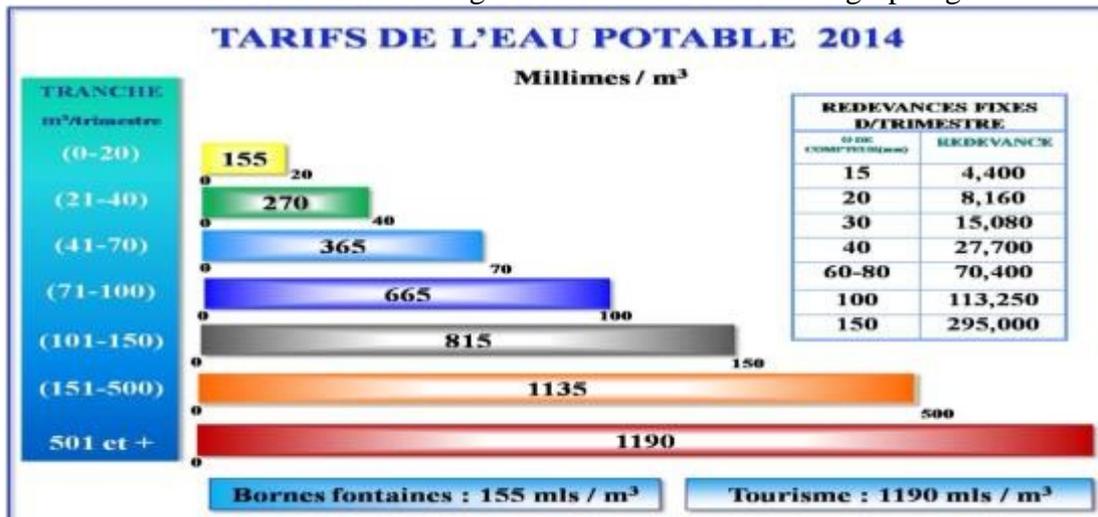


Figure n° 22: Tarifs de l'eau potable 2014

Actuellement, la desserte en eau potable au milieu rural est assurée soit par la SONEDE, soit par les services du Génie Rural relevant des CRDA.

Tableau n° 42 : Population rurale desservie

Population rurale totale	Population rurale desservie par la SONEDE	Population desservie par le GR	Population rurale desservie SONEDE+GR
3 567 721	1 829 714	1 527 406	3 357 120

Source : SONEDE, février 2014

Le taux actuel de la desserte en milieu rural est de 94.1% (2014), réparti comme suit :

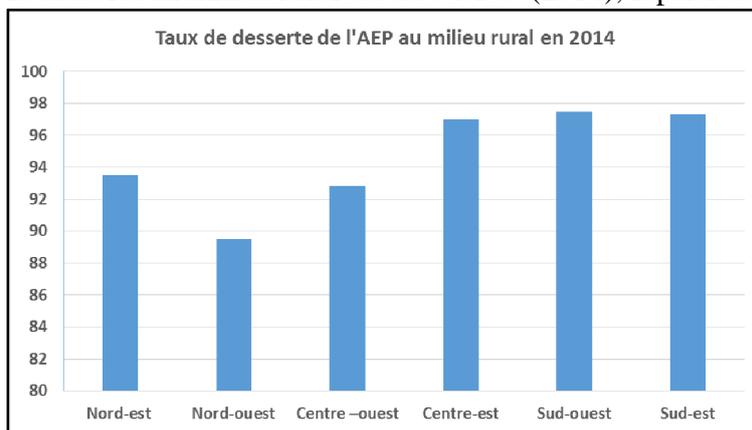


Figure n° 23: Taux de desserte de l'AEP au milieu rural en 2014

Globalement, l'état de la production et de la distribution d'eau potable peut être considéré comme satisfaisant et en progrès régulier en milieu urbain et périurbain. Il reste cependant des problèmes qui touchent la qualité des eaux en général et la durabilité des structures de gestion mises en place en milieu rural (hors réseaux ruraux alimentés par la SONEDE) qui sont des groupements d'intérêt collectif (actuellement des Groupements de Développement Agricole « GDA ») assistés par le Génie Rural.

6.2.1.2 - Situation du secteur de l'assainissement des eaux usées

La Tunisie dispose d'un réseau bien établi pour le traitement des eaux usées. Depuis sa fondation en 1974, l'Office National de l'Assainissement (ONAS) a impulsé un progrès remarquable du secteur de l'assainissement.

La loi portant création de l'Office a été amendée par la loi n°93/41, datée du 19 avril 1993, en vertu de laquelle l'ONAS est passé du rôle de gestionnaire du réseau d'assainissement à celui de principal intervenant dans le domaine de la protection du milieu hydrique et de la lutte contre toutes les sources de pollution.

En effet les domaines d'intervention de l'ONAS englobent :

- Les études : Les plans directeurs d'assainissement des villes et des gouvernorats, les études de faisabilité, les études prospectives ainsi que les études d'exécution relatives aux réseaux d'assainissement, aux stations d'épuration et de pompage ;
- Les travaux : Réalisation des projets d'assainissement et le contrôle des projets réalisés par les autres intervenants tels que les promoteurs immobiliers, publics ou privés...;
- L'exploitation et l'entretien des réseaux et des ouvrages d'assainissement.
- L'assistance technique : L'ONAS apporte assistance technique et conseil aux collectivités locales et autres organismes publics ou privés dans le domaine de la lutte contre la pollution hydrique.

L'ONAS a atteint un taux de raccordement au réseau public d'assainissement dans les zones d'intervention de 90.5% et un taux de raccordement aux stations d'épuration de 87.9% en 2013 contre respectivement 45.7% et 9.6% en 1975.

Le champ d'intervention de l'ONAS comprend les grandes et petites villes et les agglomérations avec plus de 4.000 habitants, les zones industrielles et les zones touristiques. En effet, Le nombre de commune prises en charge par l'ONAS a également évolué de 23 communes en 1975 à 170 en 2013 avec 110 stations d'épuration et un réseau publique d'assainissement allant jusqu'à 15 641 Km.

L'ONAS a également entrepris la réhabilitation des bouches d'évacuation des eaux usées dans les principales régions touristiques le long du littoral, visant ainsi à protéger l'environnement côtier.

En tant que gestionnaire de stations potentiellement polluantes, l'ONAS est assujetti au contrôle de l'ANPE avec lequel il a signé une convention de partenariat (à noter que les deux institutions agissent sous la tutelle du Ministère de l'Environnement).

Ces performances certes remarquables dans le contexte régional, cachent une situation plus problématique si l'on considère les conditions de gestion du service (sous-exploitation ou surexploitation fréquentes des stations d'épuration, insuffisance du personnel affecté à l'entretien des infrastructures, faiblesse des systèmes de suivi et évaluation, etc.), les prix de la facture trop bas pour assurer le recouvrement des coûts d'investissement et une faible intégration avec les filières amont (ex . eaux usées industrielles) et aval (ex . réutilisation des eaux usées traitées pour l'agriculture).

Malgré les bons résultats atteints par l'ONAS en matière de collecte et de traitement des eaux usées, il existe encore des défis. En raison de la croissance rapide de la population urbaine, certaines stations d'épuration ne sont pas en mesure de faire face à la quantité des effluents en croissance rapide. Le réseau d'assainissement de certaines grandes villes et les stations d'épuration nécessitent une extension.

6.2.2 - Etat des connaissances du secteur « eau potable et assainissement »

6.2.2.1 - Eau Potable

6.2.2.1.1 Evolution de la consommation en eau potable

Cet indicateur renseigne sur les quantités d'eaux distribuées par la SONEDE et consommées réellement par les différents usagers, domestique branché et non branché, collectif, industriel et touristique. Cette quantité est nettement inférieure à celle produite par la SONEDE, la différence représente les pertes au niveau des différents réseaux de transport.

L'évaluation de la production et de la consommation d'eau potable est présentée dans le tableau suivant :

Tableau n° 43 : Evaluation de la production et de la consommation d'eau potable

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2014
Production	309	317	326	337	350	373	373	393	403	627.5
Consommation	230	247	257	272	285	301	297	301	315	428

6.2.2.1.2 Consommation spécifique journalière d'eau potable par habitant desservi

Cet indicateur illustre la part en eau potable consommée par habitant et par jour, nous nous limitons à ce niveau à la moyenne des abonnés domestiques branchés en milieu urbain et rural.

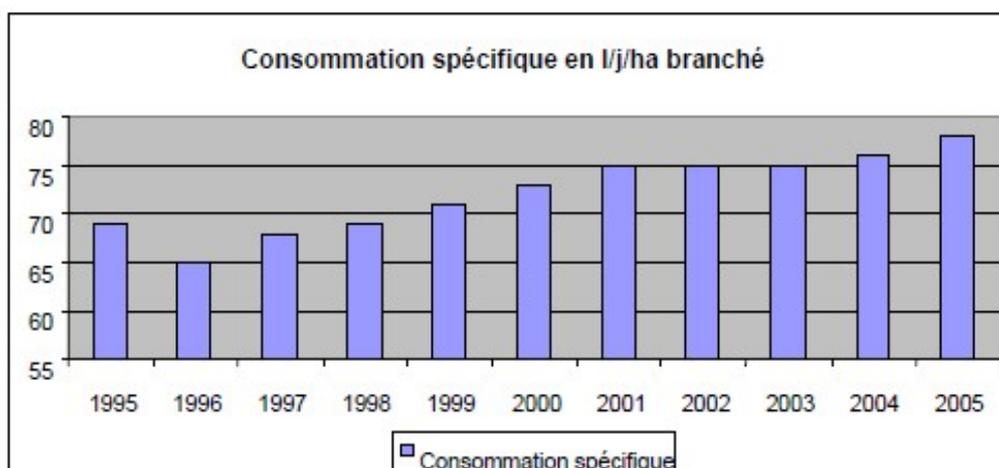


Figure n° 24: Evolution de la consommation spécifique journalière d'eau potable

6.2.2.1.3 Répartition du taux de branchement en eau potable sur les gouvernorats

La répartition du taux de branchement en eau potable selon les gouvernorats est présentée dans le tableau suivant :

Tableau n° 44 : Répartition du taux de branchement en eau potable (source : le Recensement Général de la Population et de l'Habitat 2014)

Gouvernorat	Branchement en eau potable (%)
Tunis	99.9
Ariana	99.3
Ben Arous	99.3
Manouba	79.9
Nabeul	88.7
Zaghouan	81.3
Bizerte	86.8
Béja	78.2
Jendouba	70.6
Le Kef	73.1
Siliana	72.8
Sousse	98.9
Monastir	99.7
Mahdia	95.9
Sfax	87.9
Kairouan	63.4

<i>Gouvernorat</i>	<i>Branchement en eau potable (%)</i>
<i>Kasserine</i>	<i>62.5</i>
<i>Sidi Bouzid</i>	<i>50.3</i>
<i>gabes</i>	<i>95.7</i>
<i>Medenine</i>	<i>91.3</i>
<i>Tataouine</i>	<i>93.9</i>
<i>Gafsa</i>	<i>88.9</i>
<i>Tozeur</i>	<i>98.5</i>
<i>Kebili</i>	<i>98.6</i>
<i>Total</i>	<i>88.1</i>

6.2.2.1.4 Chiffres clés 1968-2014

Dans le tableau suivant sont récapitulés les indicateurs caractérisant le secteur d'eau potable en Tunisie :

Tableau n° 45 : Chiffres clés dans le secteur d'eau potable (Source : SONEDE)

Indicateurs	1968	1990	2000	2010	2013	2014
Nombre d'abonnées	103000	937676	1548085	2304242	2567439	2637903
Volume d'eau produit (en Mm3)	90,0	276,8	345,5	524,0	609,4	627,5
Volume d'eau distribué (en Mm3)	82,0	256,1	331,5	478,8	555,5	570,7
Volume d'eau consommé et facturé(en Mm ³)	63,0	194,5	285,1	387,6	416,0	428,0
Rendement global des réseaux(en %)	70,0	70,4	81,4	76,2	72,6	71,6
Rendement des réseaux de distribution (en %)	76,8	75,9	86	82,1	77,9	77,9
Taux de desserte national (en %)	31,0	75,4	78,4	97,8	98,1	98,1
Taux de desserte en milieu urbain (en %)	55	100	100	100	100	100
Taux de desserte en milieu rural (en %)	9,2	38,7	79,6	93,5	94,1	94,1
Longueur de conduites (en Km)	-	22 150	34 733	46 674	49 499	50 697
Nombre de stations de traitement	02	08	10	14	16	16
Nombre de stations de dessalement	00	01	04	04	05	05
Nombre de branchements réalisés	35 000	59 513	67 801	80 415	88 323	77 745
Nombre de prélèvements d'eau pour contrôle sanitaire (échantillons)	-	31 631	51 278	47 569	47 898	48 526
Effectif des agents	555	4732	5773	6830	6 818	6 584
Nombre d'abonnés par agent	66	128	217	337	377	400

6.2.2.1.5 Qualité des eaux potables

➤ Analyses bactériologiques

Selon le rapport des statistiques, année 2013, de la SONEDE, les analyses bactériologiques effectuées ont porté sur 48 251 échantillons dont 855 se sont révélés impropres, soit un pourcentage de 1.5%. Le tableau suivant récapitule l'évolution des prélèvements et des analyses bactériologiques :

Tableau n° 46 : Evolution des prélèvements et des analyses bactériologiques

Désignation	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Nombredeprélèvements	47458	47964	47082	47569	49150	55886	48251
Caspropres%	98,8%	98,7%	99,0%	99,1%	99,0%	98,5%	98,5%
Casimpropres%	1,2%	1,3%	1,0%	0,9%	1,0%	1,5%	1,5%
Nombredeprélèvementspour10 ³ abonnés	23	22	21	21	21	20	22

Source : Rapport des statistiques, année 2013, SONEDE

Bien que le pourcentage moyen des cas impropres pour l'ensemble Tunisie demeure en deçà de la limite exigée par la norme NT 09-14 et du seuil de 5 % toléré par l'Organisation Mondiale de la Santé, ce dernier présente des valeurs extrêmes qui dépassent le seuil susmentionné et ceci au niveau des gouvernorats de Zaghuan (8 %) Gabes (5,7 %) et Tataouine (5,8 %).

Pour les régions de Gabes et Tataouine, le système de javellisation peut être à l'origine des pourcentages élevés de cas impropres dépassant le seuil de tolérance et ceci en raison du mode d'approvisionnement en eau potable de ces deux régions qui repose exclusivement sur les ressources autonomes.

Le tableau ci-après présente les résultats des analyses bactériologiques par district :

Tableau n° 47 : Analyses bactériologiques (2011-2013)

Désignation	2011					2012					2013				
	Nombrede prélèvements	Nombrede casimpropres	% decas impropres	Nombre abonnés	Nombrede prélèvements pour1000 abonnés	Nombrede prélèvements	Nombrede casimpropres	% decas impropres	Nombre abonnés	Nombrede prélèvements pour1000 abonnés	Nombrede prélèvements	Nombrede casimpropres	% decas impropres	Nombre abonnés	Nombrede prélèvements pour1000 abonnés
Bizerte	2406	7	0,3%	126290	19	2441	14	0,6%	129419	19	2568	59	2,3%	133456	19
Jendouba	1218	19	1,6%	64054	19	1253	8	0,6%	54225	23	2664	0	0,0%	80431	33
LeKef	1321	0	0,0%	42527	31	1515	5	0,3%	43889	35	1488	11	0,7%	44790	33
Siliana	1308	0	0,0%	33531	39	1251	0	0,0%	34410	36	1992	0	0,0%	35528	56
Beja	1677	0	0,0%	53523	31	1423	0	0,0%	55232	26	2424	0	0,0%	57363	42
Nabeul	3158	53	1,7%	184740	17	1949	15	0,8%	192082	10	4152	22	0,5%	199919	21
Zaghouan	1318	12	0,9%	29485	45	1334	45	3,4%	30578	44	1344	107	8,0%	30919	43
TotalNord	12406	91	0,7%	534150	23	11166	87	0,8%	539835	21	16632	199	1,2%	582406	29
Sousse	4596	36	0,8%	191642	24	4558	35	0,8%	198795	23	4560	53	1,2%	204779	22
Monastir	3722	20	0,5%	147780	25	3794	22	0,6%	153081	25	3720	12	0,3%	158033	24
Mahdia	2398	10	0,4%	93650	26	2370	13	0,5%	98479	24	2316	10	0,4%	103497	22
Kairouan	1707	3	0,2%	72212	24	1854	0	0,0%	74888	25	1944	0	0,0%	76631	25
Kasserine	1453	0	0,0%	46481	31	1202	0	0,0%	47599	25	1440	0	0,0%	48740	30
TotalCentre	13876	69	0,5%	551765	25	13778	70	0,5%	572842	24	13980	75	0,5%	591680	24
Sfax	5332	165	3,1%	232209	23	5543	211	3,8%	241539	23	6072	160	2,6%	248512	24
Gafsa	993	0	0,0%	66384	15	969	0	0,0%	68255	14	1296	0	0,0%	70376	18
Tozeur	508	10	2,0%	26807	19	512	32	6,3%	27895	18	504	7	1,4%	28894	17
SidiBouzyd	1263	2	0,2%	40129	31	1258	3	0,2%	42141	30	1440	6	0,4%	43725	33
Gabes	1803	69	3,8%	84812	21	1645	33	2,0%	87137	19	1920	109	5,7%	90744	21
Kebili	947	8	0,8%	32469	29	978	25	2,6%	33492	29	912	38	4,2%	34873	26
Medenine	2516	51	2,0%	115848	22	2723	260	9,5%	122234	22	2880	50	1,7%	127392	23
Tataouine	1021	0	0,0%	32009	32	1277	0	0,0%	33482	38	1920	112	5,8%	34998	55
TotalSud	14383	305	2,1%	630667	23	14905	564	3,8%	656175	23	16944	482	2,8%	679514	25
Intérieur Tunisie	40665	465	1,1%	1716582	24	39849	721	1,8%	1768852	23	47556	756	1,6%	1853600	26
Grand Tunis	8485	28	0,3%	669736	13	8402	18	0,2%	693143	12	8330	99	1,2%	713839	12
EnsembleTunisie	49150	493	1,0%	2386318	21	48251	739	1,5%	2461995	20	55886	855	1,5%	2567439	22

Source : Rapport des statistiques, année 2013, SONEDE

➤ **Projet d'amélioration de la qualité de l'eau au Sud tunisien**

Dans le cadre de la stratégie nationale d'amélioration de la qualité de l'eau potable desservie dans le Sud Tunisien, la SONEDE a programmé la mise en place de plusieurs stations de production d'eau potable basée sur une source en eau non conventionnelle.

Ce programme sera réalisé en deux phases. La première touche les régions où le nombre des habitants dépasse les 4000 et dont la salinité de l'eau potable dépasse 2 g/l. La deuxième phase concerne les régions où le nombre des habitants dépasse les 4000 et dont la salinité des eaux distribuées varie entre 1,5 et 2 g/l.

La première phase du programme comprend la réalisation de 13 projets dont trois consistent au mélange des eaux saumâtres avec des eaux de bonne qualité. Les localités concernées sont: Kettana et Dkhil et Toujene à Gabès et HalgJelma à Mednine. Les dix projets restants adoptent la technique d'osmose inverse. Dix stations de dessalement des eaux saumâtres d'une capacité cumulée de 36200 m³/jour seront réalisées, les régions concernées sont Matmata (4000 m³), Mareth (5000m³), Belkhir (1600 m³), Beni Khedech (800 m³), Tozeur (6000 m³), Nefta (4000 m³), Hezoua (800 m³), Kebili (6000 m³), Douz (4000 m³) et Souk Lahad (4000 m³).

La deuxième phase comprend la réalisation de 8 stations de dessalement d'une capacité cumulée de 32 500 m³/j.

Il est prévu également la réalisation de la première station de dessalement de l'eau de mer à Djerba (50 000 m³/j), un deuxième à la région Zarat à Gabès (50 000 m³/j) et la troisième à Sfax (150 000 m³/j)

Actuellement la région du Sud-Est qui comporte les deux gouvernorats de Médenine et Tataouine est alimentée par des ressources locales et aussi par les eaux en provenance des deux stations de dessalement de Djerba et Zarzis dont la capacité globale de production est 30000 m³/jour.

De même pour la région du Gabès (Gabès, Métouia, El-Hamma et Ouedhref) qui s'approvisionne essentiellement de la station de dessalement des eaux saumâtres construite en 1995 et dont la production quotidienne atteint 34000 m³/jour. Le tableau ci-dessous récapitule les stations de dessalement des eaux saumâtres en Tunisie :

Tableau n° 48 : Station de dessalement des eaux saumâtres

Station	Date de réalisation	Débit nominal (m ³ /j)
Kerkennah	1983	3 300
Gabès	1995	34 000
Zarzis	1999	15 000
Djerba	2000	20 000
Ben Guerdane	2013	1 791

6.2.2.2 - Assainissement

6.2.2.2.1 Taux des logements raccordés au réseau d'assainissement

Cet indicateur représente les logements ayant accès à un système d'assainissement adéquat pour l'évacuation des eaux usées.

L'évaluation du taux des logements raccordés au réseau d'assainissement est présentée dans le graphe suivant :

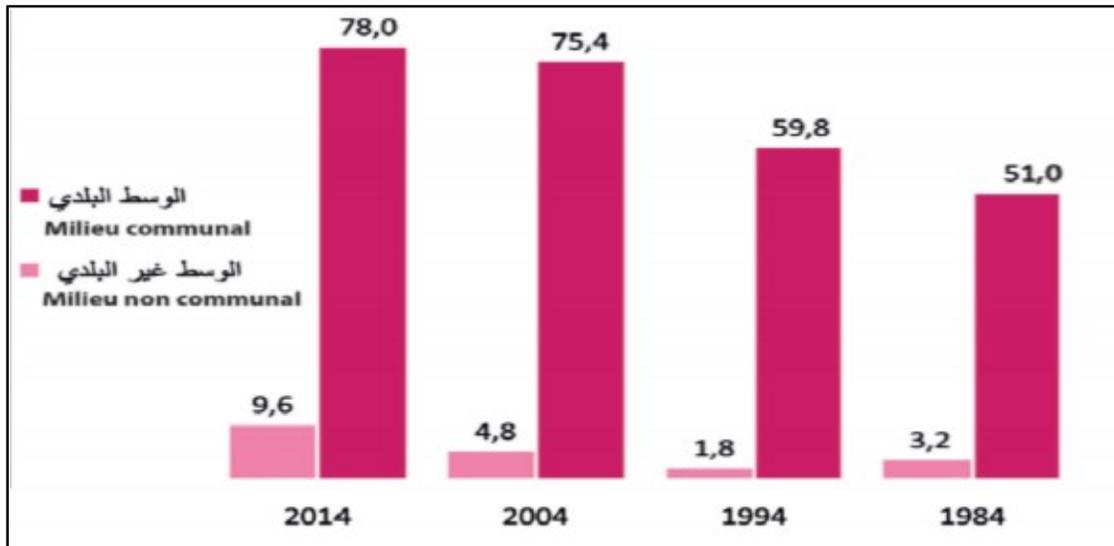


Figure n° 25: Taux des logements raccordés au réseau d'assainissement (%), (source : le Recensement Général de la Population et de l'Habitat 2014)

6.2.2.2.2 Réseau d'assainissement en milieu communal par gouvernorat

La répartition du réseau d'assainissement en milieu communal par gouvernorat en 2014 est illustrée par la figure suivante :

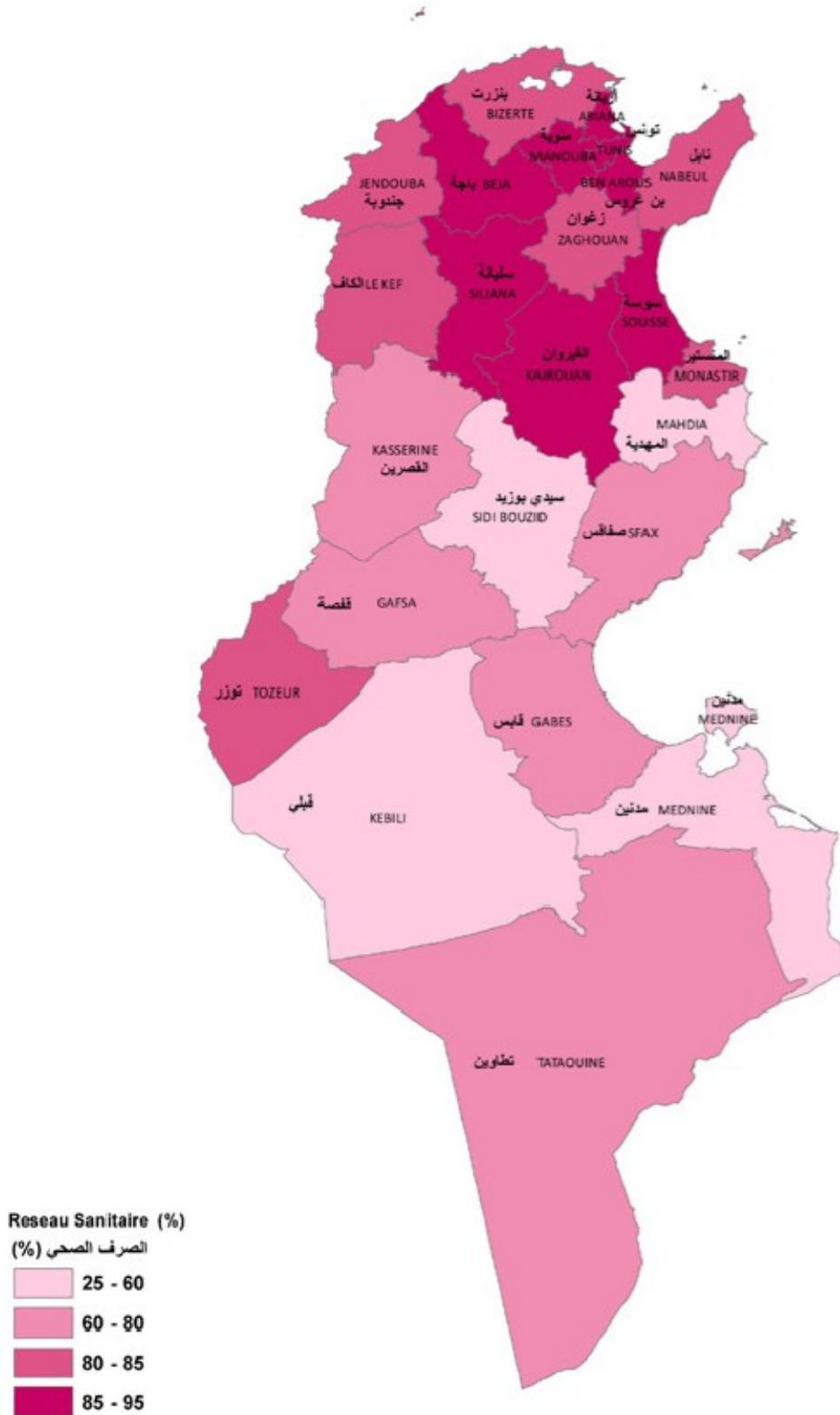


Figure n° 26: Réseau d’assainissement en milieu communal par gouvernorat en 2014 (source : le Recensement Général de la Population et de l’Habitat 2014)

6.2.2.2.3 Chiffres clés 1997 -2013

Dans le tableau suivant sont récapitulés les indicateurs caractérisant le secteur d'assainissement des eaux usées en Tunisie :

Tableau n° 49 : Chiffres clés dans le secteur d'assainissement (Source : ONAS)

Indicateurs	1997	2003	2005	2006	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Nombre de communes prises en charge	117	146	155	155	157	160	160	165	165	170
Nombre d'habitants dans les Communes prises en charge (en millions d'habitants)	4.7	5.5	5.8	5.9	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6
Nombre d'habitants raccordés au réseau (en millions d'habitants)	3.7	4.6	5	5.1	5.3	5.5	5.6	5.7	5.9	5.9
Taux de branchement dans les communes prises en charge	78%	84%	86%	86.6%	87.6%	88.7%	89.3%	89.5%	90%	90.5%
Linéaire du réseau en Km	7700	11425	12711	13514	14147	14567	14799	15207	15364	15641
Nombre des stations d'épuration	52	70	83	95	100	106	109	109	110	110
Volume d'eau collectée (millions m3)	122	155	2018	223	236	244	246	246	238	235
Volume d'eau traitée dans les stations d'épuration (millions m3)	123	188	201	215.6	230	238	240	236	232	228.6

6.3 - Principaux axes d'amélioration de l'état des connaissances

Pour l'eau potable, les défis les plus importants sont :

- Faire face à des coûts de ressources en eau de plus en plus élevés en raison des transferts plus longs ;
- Offrir un service au moindre coût, en agissant sur la tarification/recouvrement des coûts et leur mode de régulation ;
- Moderniser la gestion de l'entreprise (SONEDE), notamment afin de régler le problème du sureffectif et la gestion des ressources humaines ;
- La sécurisation de l'approvisionnement, notamment pour les grands centres urbains ;
- La gestion des extrêmes du climat (sécheresse) ;
- L'alimentation du milieu rural et des quartiers périurbains : pallié à une situation du milieu rural (sous gestion GDA) où le tarif de l'eau est plus élevé et le service de moindre qualité ;
- Répondre aux besoins de qualité qu'exige une clientèle de plus en plus informée ;
- Renouvellement / réhabilitation et extension des capacités de l'infrastructure existante / Amélioration des efficacités des réseaux ;
- Le financement du secteur à l'avenir ;
- L'autonomie et les outils de gestion ;
- Renforcement de la participation du secteur privé (PPP) ;
- La résorption du retard enregistré dans la mise en place des nouvelles technologies de l'information (NTIC) et les nouveaux outils de gestion.

D'une manière générale, pour le secteur de l'assainissement urbain, les défis les plus importants sont :

- L'extension des services d'assainissement à des petites villes où les frais sont supérieurs aux recettes ;
- La réhabilitation et l'extension des ouvrages d'assainissement, notamment les stations d'épuration et les stations de pompage ;
- Les longs délais dans la réalisation des projets qui empêchent un phasage plus serré, qui pourrait assurer une meilleure utilisation des ressources financières ;
- La modernisation de la gestion de l'entreprise (ONAS) ;
- La tarification/recouvrement des coûts et leur mode de régulation ;
- L'offre d'un service au moindre coût ;
- La résorption du retard enregistré dans la mise en place des nouvelles technologies de l'information (NTIC) et les nouveaux outils de gestion ;
- Le problème institutionnel de l'assainissement rural ;
- Les problèmes de la pollution industrielle qui sature les stations d'épuration (STEP) et entrave leur fonctionnement ;
- La réponse aux besoins de qualité qu'exige une clientèle de plus en plus avisée (odeurs, moustiques, débordement, etc.) ;
- La gestion des extrêmes climatiques (inondations) ;
- L'augmentation du taux de réutilisation des eaux épurées et assurer un escamotage des rejets de ces eaux à moindre coût pour des raisons sanitaires ; protéger le milieu récepteur et les activités économiques (tourisme) ;
- L'identification des solutions techniques à l'escamotage des sous-produits de l'épuration (boues, gaz, etc.) ;
- La poursuite du développement de l'infrastructure d'assainissement dans les zones non pourvues et suivre le développement urbain ;

- La subvention/solidarité nationale et le ciblage de la subvention ; et
- Le financement du secteur à l'avenir.

Les Défis les plus importants pour l'assainissement en milieu rural sont les suivants :

- Le branchement individuel en AEP va générer des problèmes sanitaires ;
- Carence institutionnelle pour l'assainissement rural ;
- Problème de financement de l'exploitation et de la maintenance des ouvrages collectifs ;
- Adoption de solutions techniques adaptées au milieu rural.

7. - REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

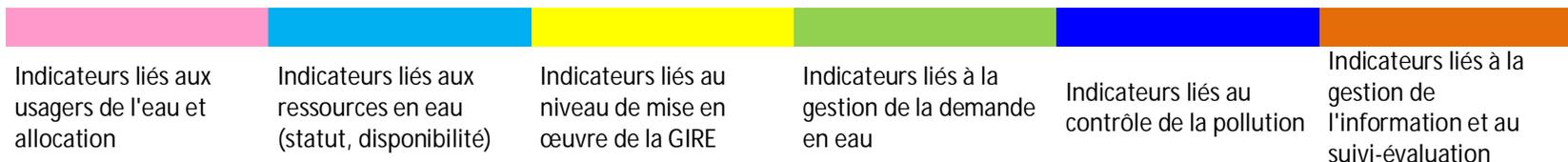
1. Le nouveau code des eaux en projet, en attente de promulgation par le parlement.
2. Ministère de l'agriculture – SONEDE (2015) Etude stratégique de l'alimentation en eau potable en milieu rural en Tunisie.
3. « Recensement Général de la population et de l'Habitat 2014 -Principaux indicateurs », INS, Avril 2015.
4. Besbes et al. 2014.Sécurité hydrique de la Tunisie. Gérer l'eau en conditions de pénurie. L'harmattan, Paris, ISBN : 978-2-343-03966-4
5. Ministère de l'équipement, de l'aménagement du territoire et du développement durable - ANPE (2014) "Les indicateurs du développement durable en Tunisie"
6. ITES, 2014. Système hydraulique de la Tunisie à l'horizon 2030.
7. MEDD, 2014. La Stratégie nationale de développement durable
8. Tunisia MAWRF, CEDARE, Hamza, M. (2014), "Tunisia 2012 State of the Water Report", Monitoring & Evaluation for Water In North Africa (MEWINA) Project, Ministry of Agriculture, Water Resources & Fisheries (MAWRF) - Tunisia, Water Resources Management Program - CEDARE.
9. Plan bleu, 2014. Atelier technique sur les indicateurs de gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) (octobre 2013)
10. Revue régionale des stratégies et/ou des plans nationaux liés à l'eau / Document final validé au cours de l'Atelier régional des experts sur La Planification des ressources en eau dans les pays du programme SWIM (13-14 juin 2014, Athènes, Grèce)
11. Stratégie nationale de développement et de gestion durable des forêts et parcours et plan d'action (2015-2024)
12. Chebil, A., Bahri, W., Frija A. (2013) Mesure et déterminants de l'efficacité d'usage de l'eau d'irrigation dans la production du blé dur – Cas de Chabika (Tunisie). New Medit V12(1)
13. MEDD, 2011. Stratégie nationale de changement climatique.
14. Institut tunisien des études stratégiques (2011) " Etude stratégique Eau 2050 en Tunisie"
15. Fija, A., Frija, I., Chebil, A. (2011) Efficacité d'usage de l'eau d'irrigation en Tunisie : une méta-analyse. Colloque international : Usage écologiques, économiques et sociaux de l'eau agricole en Méditerranée. Université de Provence- Marseille 20-21 Janvier 2011.
16. Morice, H., Floret, C., Meddeb, S., Raynaud, M. (2010) «Formulation d'un programme d'appui aux politiques publiques de gestion des ressources en eau pour le développement rural et agricole » Union Européenne.
17. Elaboration de la Vision et de la StratégieEau 2050 de la Tunisie / Rapport d'évaluation / FAE –Nov 2010 notamment la note de cadrage des termes de références par le BPEH.
18. « Réflexion » Stratégique » sur l'eau Potable et l'Assainissement en Tunisie ».Département du Développement durable – Bureau Régional Moyen Orient et Afrique du Nord, document de la banque mondiale, Mai 2009.
19. Guide pour une gestion durable en Tunisie – GTZ / OTEDD – 2009
20. GIZ et MARH, 2007. Stratégie nationale d'adaptation du secteur agricole et des écosystèmes au changement climatique
21. La documentation existante au niveau des sites web du GWP / OIE / CapNet / ...etc.
22. Banque mondiale (2007) Evaluation du cout de la dégradation de l'eau en Tunisie.

23. « Etude relative à l'actualisation de l'inventaire des principales sources potentielles de pollution des ressources en eau (points chaudes) et de mise en place d'un réseau national de surveillance de la pollution hydrique », 2005, Projet d'investissement dans le secteur de l'eau (PISEAU) élaboré par DHV Water / DHV Tunisie pour le compte de la DGEQV
24. « Analyse de la performance environnementale », Département Eau, Environnement, Développement Social et Rural, Document de la banque mondiale, Avril 2004.
25. Analyse des stratégies et perspectives de l'eau en Tunisie – rapport I : Monographie de l'eau en Tunisie et Rapport II : Prospective de l'eau en Tunisie / Plan bleue en 2002
26. Institut tunisien des études stratégiques (2002) " L'avenir de l'eau, un nouveau challenge pour la Tunisie "
27. Ministère de l'environnement et du développement durable (2009) "Indicateurs pour une gestion durable des ressources en eau"
28. Ministère de l'agriculture (2009) " Etude de révision et d'amendement du code des eaux »
29. Ministère de l'environnement et du développement durable (2008) " Gestion durable des ressources en eau "
30. Ministère de l'agriculture (1999) " Etude du secteur de l'eau en Tunisie »
31. Ministère de l'agriculture (1998) " Eau 21, stratégie du secteur de l'eau en Tunisie à long terme 2030 »
32. SONEDE «Rapport annuel »
33. Site Web de la SONEDE : www.sonede.com.tn
34. Site Web de l'ONAS : www.onas.nat.tn

ANNEXE 1 : LISTE DES INDICATEURS GIRE

Liste des 19 indicateurs prioritaires pour le suivi de la GIRE

N°	Score	Indicateur	Unité	Définition	Données brutes/Variables	Commentaires
45	16	Prélèvements en eau par secteur (domestique, agricole, industriel)	Km2/an ou %	Quantité d'eau prélevée, toutes sources confondues, soit de façon permanente ou temporaire, pour un usage donné. Elle peut être transitée par les systèmes d'approvisionnement en eau ou être directement utilisée. Cela inclut la consommation d'eau, les pertes dues au transport et le reflux.	Prélèvement total en eau est égal à la somme des quantités d'eau utilisées estimées par les secteurs agricole, domestique et industriel.	
34	15.8	Surface totale équipée pour l'irrigation	ha	Superficie équipée pour fournir de l'eau (via l'irrigation) aux cultures. Cela inclut les superficies équipées pour l'irrigation en maîtrise totale ou partielle, les zones de plaine équipées et les superficies irriguées par épandage des crues (FAO/Aquastat).		Plus pertinent rapportée à la surface irrigable ou cultivable ou évolution de la variable
13	15.4	Ressources en eau renouvelables réelles totales par personne	m2/pers	Les ressources en eau renouvelables totales réelles (RERR) sont la somme des ressources en eau renouvelables internes et externes disponible par personne, en tenant compte des quantités réservées aux pays situés à l'amont ou à l'aval dans le cadre d'accords formels ou informels ou de traités, et de la réduction du débit causée par la consommation à l'amont. Leur estimation se réfère à une période donnée et non à une moyenne interannuelle (UN-Water, FAO/Aquastat).	Population totale: Les ressources en eau renouvelables externes (part des ressources en eau renouvelables d'un pays qui ne sont pas générées à l'intérieur du pays. Elles comprennent les écoulements provenant des pays en amont (eaux superficielles et souterraine) et la part des lacs et rivières partagés avec les pays limitrophes). Les ressources en eau renouvelables internes correspondant au débit moyen annuel des rivières et des eaux souterraines générées à partir des précipitations endogènes (ressources produites sur le territoire). C'est la somme des ressources en eau de surface et eau souterraine moins la partie commune entre eau de surface et eau souterraine.	une analyse critique des données est nécessaire afin d'éviter le double compte des écoulements de base considérés à la fois comme des ressources en eau de surface et souterraine.



N°	Score	Indicateur	Unité	Définition	Données brutes/Variables	Commentaires
114	15.2	Des études pour évaluer les besoins en ressources	Oui/Non Nombre	Des études ont identifié le statut des ressources en eau, ainsi que les besoins en eau actuels et futurs pour tous les groupes d'utilisateurs et les besoins environnementaux, ainsi que les zones de compétition/conflit entre les types d'utilisateurs et/ou les groupes d'utilisateurs.		Horizon temporel des études prospectives
11	15.2	Capacité de stockage par personne	Mm3/pers	Capacité totale de stockage cumulée de tous les réservoirs de grande taille (>5000 m3) et des eaux souterraines par personne (UN-Water, FAO/Aquastat, IGRAC et Cap-Net)	Nombre de grands réservoirs, aquifères, somme de leur capacité de stockage et population totale	Question de la définition d'un grand réservoir, inclusion ou pas des aquifères fossiles. Chaque pays a sa propre définition d'un grand barrage.
46	15	Superficie équipée en systèmes modernes d'irrigation	Hectare	Il illustre le niveau d'équipement des périmètres irrigués à l'échelle nationale		Définition du système moderne d'irrigation (goutte à goutte et ?). Intéressant à rapporter à l'indicateur n°34
29	15	Taux de desserte en milieu rural (Utilisé en Tunisie)	%	Nombre de personnes ayant accès à une eau provenant d'une source améliorée en zone rurale, telle que des canalisations au niveau du ménage, des canalisations publiques, un puits profond, une source ou un puits protégés, et la collecte des eaux de pluie.	Nombre de personnes ayant accès à l'eau potable en milieu rural / Population rurale	Source améliorée ne signifie pas que l'eau est potable. C'est extrêmement subjectif. Même dans les pays à revenu élevé, l'eau traitée n'est pas toujours potable.

Projet « CREM » (GIZ / OSS)

Etat des lieux des connaissances du secteur de l'eau en Tunisie (Revue de la vision et des stratégies)

N°	Score	Indicateur	Unité	Définition	Données brutes/Variables	Commentaires
76	15	Part des eaux usées collectées et traitées par le système d'assainissement public	%	Part des eaux usées produites qui fait l'objet à la fois d'une collecte dans un réseau collectif (auprès des ménages, collectivités industries) et d'un traitement suffisant pour permettre leur rejet vers le milieu sans entraîner d'impacts sur la santé humaine ni sur les écosystèmes, en référence à une année spécifiée.	Volume d'eaux usées municipales collectées (Mm3/an), volume d'eaux usées municipales traitées dans les stations d'épuration (Mm3/an), volume d'eaux usées produites	On distingue 3 types de traitement: primaire, secondaire et tertiaire. Pour le calcul du montant total d'eaux usées traitées, on ne devrait prendre en compte que les volumes et charges ayant subi le niveau de traitement le plus élevé.
65	14.4	Evolution de la qualité de l'aquifère (qualité/salinité)	%	Ressources en eaux souterraines identifiées comme impropres à la consommation domestique et pour d'autres usages du fait de la salinité (>5 g/l TDS), rapportées au volume total d'eaux souterraines (UN-Water, IGRAC)	Total ressources en eau souterraines	
94	14.2	Existence d'un groupe de coordination interministériel	1-en place, 2-en préparation, 3-étapes initiales seulement	Indicateur qui illustre le niveau de mise en œuvre de la GIRE		
79	14.2	Part des eaux usées traitées dans la totalité d'eaux usées produites	%	Volume des eaux usées traitées à différents niveaux (primaire, secondaire, tertiaire) par les stations d'épuration publiques, les systèmes d'assainissement non collectifs et directement déchargées dans les usines industrielles de traitement des eaux usées; rapporté au volume des eaux usées générées par les ménages et toutes les activités économiques (sauf l'eau de refroidissement et les eaux usées réutilisées)		Différent de l'indicateur n°76 car inclut les systèmes d'assainissement non collectif (ex. fosses septiques)
41	14.2	Taux d'utilisation des eaux issues du dessalement (Tunisie)	%			Peut être plus pertinent, production d'eau dessalée/production d'eau totale
36	14.2	Prélèvement totaux d'eaux superficielles	Km3/an	Volume d'eau prélevé des rivières et des lacs pour différents usages	Ressources en eau superficielles, ressources en eau totales exploitables	Variable. Rapporter aux ressources totales eaux superficielles pour évaluer le taux d'exploitation

N°	Score	Indicateur	Unité	Définition	Données brutes/Variables	Commentaires
74	14	Taux d'eaux usées brutes urbaines rejetées dans le milieu récepteur (Tunisie)	%	Part des eaux usées urbaines non raccordées au réseau d'assainissement		
57	14	Consommation spécifique moyenne d'eau par ha irrigué et par région	m3/ah	Illustre la consommation en eau à l'hectare à l'échelle nationale toutes cultures et toutes régions confondues		(cache des disparités importantes)
35	14	Prélèvement totaux d'eaux souterraines	Km3/an	Volume annuel brut d'eau prélevée des aquifères (FAO/Aquastat)		
87	11	Les informations de gestion de l'eau sont disponibles aux gestionnaires et aux autres acteurs	1-en place, 2-en préparation, 3-étapes initiales seulement	Examen des informations et rapports sur les indicateurs de gestion des ressources en eau qui sont disponibles (Cap-Net)		
86	11	Proportion de détenteurs de permis de pollution d'eau respectant les conditions du permis	%	A partir des visites de contrôle, nombre de détenteurs ne respectant pas les conditions divisé par le nombre total des visites (Cap-Net)		Indicateur qui variera sans doute fortement avec le nombre de visites de contrôle
84	10.8	Nombre de stations de surveillance des ressources en eau produisant des données fiables	Nombre	Nombre de stations avec des enregistrements de données fiables (Cap-Net)		Critères de fiabilité des données à définir

Indicator Categor	Units	Historical data	Annual Average	Values 2012	Remarks
Water & Availability					
Annual Average Precipitation Depth	MM/Year	1983/84-2012/13 Figure 4	252.9	153.00	Source : DGRE Pluviometric Directories
Annual Average Precipitation Volume	BCM/Year	1983/84-2012/13 Figure 4	39.2	23.7	Source : DGRE Pluviometric Directories
Blue Water					
Internal Renewable Surface Water (IRSW)	BCM/Year	1968-2012 Figure 5	Last estimation 2.700	2.700	Division of the country into seven watersheds Successive estimations
Internal Renewable Groundwater (IRG)	BCM/Year	1968-2012 Figure 5	1.554	1.554	Successive estimations
Total Internal Renewable Blue Water Resources (TRBWR) = (IRSW+IRG) - (OSWG)	BCM/Year	1968-2012 Figure 5	3.854	3.854	Successive estimations
External Surface Water Inflow (ESWI)	BCM/Year	No Historical Data	0.320	0.320	DGRE
External Surface Water Outflow (ESWO)	BCM/Year	No Historical Data	0.190	0.190	DGRE
External Groundwater Inflow (EGI)	BCM/Year	No Historical Data	0.100	0.100	DGRE
External Groundwater Outflow (EGO)	BCM/Year	No Historical Data	0.000	0.000	DGRE
Total External Renewable Blue Water Resources Inflow (TERBWR) = (ESWI+EGI)	BCM/Year	No Historical Data	0.420	0.420	DGRE
Total Renewable Blue Surface Water (TRBSW) = (IRSW) + (ESWI) - (ESWO)	BCM/Year	No Historical Data	2.830	2.830	$2.7 + 0.320 - 0.190 = 2.830$
Total Renewable Blue Groundwater (TRBG) = (IRG) + (EGI) - (EGO)	BCM/Year	No Historical Data	1.654	1.654	$1.554 + 0.100 - 0.000 = 1.654$
Overlap between Surface Water and Groundwater (OSW)	BCM/Year	No Historical Data	0.400	0.400	DGRE
Total Renewable Blue Water Resources (TRBWR) = (TRBSW) + (TRBG) - (OSG)	BCM/Year	No Historical Data	4.084	4.084	$2.830 + 1.654 - 0.400 = 4.084$
Total Exploitable Non Renewable Groundwater (TENRG)	BCM/Year	No Historical Data	0.610	0.610 in 2012	DGRE, OSS, CM
Total Blue Water Resources (BWR) = (TRBWR + TENRG)	BCM/Year	No Historical Data	4.694	4.694	DGRE
Mobilization of Surface Water (specific indicator)	BCM/Year	2010-2012	2.159	2.188	DGRE, DGBGTH
Green Water					
Water for Rain-fed Agricultural Consumption	BCM/Year	No Historical Data	5.500	5.500	DGRE, DGPA, DGEDA, DGF
Water for Rain-fed Pasture Consumption	BCM/Year	No Historical Data	6.000	6.000	DGRE, DGPA, DGEDA, DGF

Water for Rain-fed Forest Consumption	BCM/Year	No Historical Data	1.500	1.500	DGRE, DGPA, DGEDA, DGF
Total Renewable Green Water Resources (TRGWR)	BCM/Year	No Historical Data	13.000	13.000	DGRE, DGPA, DGEDA, DGF
Total Renewable Water Resources (TRWR) = (TRBWR + TRGWR)	BCM/Year	No Historical Data	17.084	17.084	DGRE, DGPA, DGEDA, DGF
Total Conventional Water Resources : (TCWR) = TRWR+ TNRG = TBWR + TRGWR	BCM/Year	No Historical Data	17.694 17.694	17.694 17.694	DGRE, DGPA, DGEDA, DGF
Non Conventional Water					
Produced Municipal Wastewater (PMW)	BCM/Year	No Historical Data	-	0.239	ONAS
Produced Industrial Wastewater (PIW)	BCM/Year	No Historical Data	-	0.037	ONAS
Produced Agricultural Drainage (PAD)	BCM/Year	No Historical Data-	-	0.140	DGGREE, DGRE (2011)
Produced Desalinated Water (PDW)	BCM/Year	2007-2012 Figure 11	-	0.030	SONEDE, DGRE (2011)
Total Non-Conventional Water Resources (TNCWR) = (PMW) + (PIW) + (PAD) + (PDW)	BCM/Year	No Historical Data	-	0.446	DGRE, DGGREE, SONEDE, ONAS
Total Available Water Resources (TAWR) = (TCWR) + (TNCWR)	BCM/Year	No Historical Data	-	18.140	DGRE
Treated Municipal and Industrial Wastewater	BCM/Year	1990-2012	0.165	0.232	1990-2012 AA= 0.165 BCM
Reused Treated and Industrial Municipal Wastewater	BCM/Year	1990-2012	0.042	0.06	1990-2012 AA= 0.042 BCM
Treated wastewater reused in agricultural irrigation	BCM/Year	1990-2012	-	0.025	Counting the amount of water delivered or invoiced to CRDAs
Water & Uses					
Withdrawals for Domestic Water Use	BCM/Year	2002-2013	-	0.495	SONEDE=0.451 DGGREE=0.044 TOT=0.495
Withdrawals for Industrial Water Use	BCM/Year	2002-2013	-	0.089	SONEDE=0.046 MINERAL WATER= 0.001 PRIVATE WELLS=0.042 TOT= 0.089
Withdrawals for Agricultural Water Use (Blue water + Non-conventional water)	BCM/Year	No Historical Data	-	2.165	Counting volume of water charged by GDA 2.140 + 0.025 = 2.165
Annual Total Water Withdrawals	BCM/Year	No Historical Data	-	2.749	0.495 + 0.089 + 2.165 = 2.749
Green Water consumptions for Agriculture Water Use	BCM/Year	No Historical Data	5500	5.500	DGRE, 2012
Total Agricultural Water Uses	BCM/Year	No Historical Data	-	7.665	DGGREE
Withdrawals From Blue Surface Water	BCM/Year	2008-2013 Figure 8	0.589	0.615	DGBGTH, BIRH, 2012-13
Withdrawals From Blue Renewable Groundwater	BCM/Year	2001-2011 for Deep Aquifers (Figure 10) 1990-2010 for Shallow Aquifers (Figure 9)	1.194 (Deep Aquifers) 0.692 (Shallow Aquifers)	1.511 in 2010	1.590 in 2011, 2012 data NA
Withdrawals from Non-Renewable Groundwater	BCM/Year	2001-2011	0.610	0.610 in 2010	0.564 in 2011 (CI+CT)

Total Withdrawals from Blue Water	BCM/Year	No Historical Data	-	2.736	$0.615 + 1.511 + 0.610 = 2.736$ DGRE, 2012/13
Agricultural Drainage Water Use	BCM/Year	No Historical Data	0.020	0.020	DGRE, 2011
Withdrawal from Desalinated Water	BCM/Year	2007-2012 (SONEDE) Figure 11	0.019 (SONEDE)	0.030 (SONEDE + Privete)	SONEDE, 2012 DGRE, 2011
Total Withdrawals From Non-Conventional Water Resources	BCM/Year	No Historical Data	-	0.110	$0.060+0.030+0.020=0.110$
Green Water Consumption for Livestock Fodder Water Use	BCM/Year	2002-2013	0.765	0.760	DGPA, DGEDA, DGSA, OEP, 2012
Bottled Water Production	BCM/Year	2012-2013	0.001	0.001	0.001 BCM in 2013 Office of Thermalism & Hydrotherapy 2012, 2013
Water & Land use Change					
Total Irrigated Agricultural Land	Ha	1970-2012 Figure 12	301,807	421,000.00	DGGREE
Total Rain-Fed Agricultural Land	ha	No Historical Data	-	4,933,550.00	DGEDA
Total Pasture Land	ha	1995-2012 Figure 13	4,309,320	4,895,000.00	DGEDA
Total Forest Land	ha	1995-2012 Figure 13	1,087,888	1,151,218.00	DGF
Urban Encroachment on Green Cover	ha lost/Year	No Historical Data	-	10.000	10.000 ha lost/Year estimated DGACTA, OTEDD, CNT
Impact of Urban Encroachment on Water Resources (Indicators listed below)					
Decrease in Groundwater Recharge	BCM/Year	No Historical Data	-	0.00126	DGRE
Decrease in Water Consumptions of Green Cover	BCM/Year	No Historical Data	-	0.030	DGEDA, DGPA, DGF
Increase in Surface Runoff	BCM/Year	No Historical Data	-	0.03126	DGRE
Increase in Domestic Water Withdrawals	BCM/Year	No Historical Data	-	0.030	SONEDE, DGGREE
Water & Services					
Water Coverage and Accessibility					
Improved Urban Water Supply Coverage (Sector Ministry)	%	1984-2012 Figure 14	100	100	SONEDE
Improved Rural Water Supply Coverage (Sector Ministry)	%	1984-2012 Figure 14	67.0	93.4	SONEDE (49.7%), DGGREE (43.7%)
Improved Urban Sanitation Coverage (Sector Ministry)	%	1994-2012 Figure 15	74.5	85.4	ONAS
		No Historical Data	-	98.94	INS (2009) 2012 Data NA
Improved Rural Sanitation Coverage (Sector Ministry)	%	No Historical Data	-	5.1	ONAS
		No Historical Data	-	83.95	INS (2009) 2012 Data NA
Improved Water Supply Coverage (Sector Ministry)	%	1984-2012 Figure 14	84.6	97.8	Urban + Rural SONEDE, DGGREE

Improved Sanitation Coverage (Sector Ministry)	%	No Historical Data	-	58.4	ONAS
		No Historical Data	-	94.44	INS (2009) 2012 Data NA
Water Infrastructure					
Length of Water Supply Networks	Km	1983-2012 (SONEDE) Figure 16 1965-2012 (DGGREE) Figure 17	SONEDE AA=31,563.5 km DGGREE 29,643.95 km	SONEDE: 48,459.00 km in 2012 ; DGGREE: 78,100.3	SONEDE, DGGREE,
Length of Sewage Networks	Km	1975-2012 Figure 18	7,019	15,364	ONAS
Length of Irrigation Networks	Km	No Historical Data	-	NA	DGGREE
Length of Drainage Networks	Km	No Historical Data	-	NA	DGGREE
Dam Storage Capacity (Installed)	BCM	No Historical Data	-	2.152	DGBGTH, 2012
Water Supply Capacity	BCM/Year	No Historical Data	-	0.755	SONEDE, 2012
Desalination Capacity	BCM/Year	No Historical Data	-	TOTAL: 0.030 - 0.025 (SONEDE, not included drinking water treatment and deferrization plants capacity) - 0.010 (Private stations) TOT: 0.035	SONEDE, DGRE, 2012
Municipal Wastewater Treatment Capacity	BCM/Year	2008-2012	0.2934	0.2983	ONAS
Industrial Wastewater Treatment Capacity	BCM/Year	2008-2012	0.0193	0.0193	ONAS
Wastewater Collection Capacity	BCM/Year	2008-2012	0.2369	0.234	ONAS
Water & Energy					
Electricity Generated Using Hydropower	GWh/Year	2000-2012 Figure 19	82.3	110.56	2012, STEG, DGBGTH
Hydropower as percent of Total Generated Electricity	%	No Historical Data	1.0	1.0	2012, STEG
Installed Hydropower Capacity	MW	1956-2012 Figure 20	1.16	66.0	2012, STEG
Water used to generate Electricity	BCM/Year	2008-2012	0.303 205	0.830 848	2012, STEG, DGBGTH
Water & Population					
Total Population	1000 inhabitants	1921-2013 Figure 21	5,254.487	10,776.40	1966-2013 (INS) ; 10,982.754 in 2014 Census
Internal Renewable Water Resources Per Capita	CM/capita	No Historical Data	-	1,564	DGRE, 2012
Total Renewable Blue Water Resources Per Capita	CM/capita	No Historical Data	-	378.9	DGRE, 2012
Total Renewable Water Resources Per Capita	CM/capita	No Historical Data	-	1,585.3	DGRE, 2012

Total Available Water Resources Per Capita	CM/capita	No Historical Data	-	1,683.0	DGRE, 2012
Blue Water Withdrawal Per Capita	CM/capita	No Historical Data	-	254.00	DGRE, DGBGTH, 2010
Green Water Use Per Capita	CM/capita	No Historical Data	-	1,206.00	DGRE, DGGREE
Total Water Consumption Per Capita	CM/capita	No Historical Data	-	1,460.00	DGGREE, DGRE
Agricultural Water Withdrawal Per Capita	CM/capita	No Historical Data	-	201.00	DGGREE, DGRE
Industrial Water Withdrawal Per Capita	CM/capita	No Historical Data	-	8.25	DGRE
Domestic Water Withdrawal Per Capita	CM/capita	No Historical Data	-	46.0	SONEDE, DGGREE
Population Without Improved Water Supply	1000 inhabitants	1993-2013	-	-240 (SONEDE), -239.9 (INS)	1993-2013 (INS) *(INS 2009)
Population Without Improved Sanitation	1000 inhabitants	1966-2009	-	579.700 (INS)	1966-2009 (INS) *(INS 2009)
Water & Quality					
Dissolved Oxygen (DO)	Ppm	In hot spots of ANPE Control Network of Water Pollution 2010-2012	-	V1 : 7.7-8.5 V2 : 5.4-6.4 V3 : NA V4 : NA	V1 : Medjerda Wadi V2 : Beja dams V3 : Bizerte lagoon V4 : Nabeul Groundwater
pH	Dimensionless	2004-2012 (Wadi El Bey, Korba lagoon, Bizerte lake) 2006-2012: (Wadi Melliane Halg El Menzel lagoon, Ghar El Melh lagoon)	-	V1 : 7.8-11.2 V2 : 8.0-8.4 V3 : 7.7-8.8 V4 : 8.4-8.7	V1 : Medjerda Wadi V2 : Beja dams V3 : Bizerte lagoon V4 : Nabeul Groundwater
Electric Conductivity (EC)	(m S/cm)	In hot spots of ANPE Control Network of Water Pollution 2010-2012	-	V1 : 1.3-2.5 V2 : 0.2-0.5 V3 : 1.7-46.8 V4 : 2.0-7.0	V1 : Medjerda Wadi V2 : Beja dams V3 : Bizerte lagoon V4 : Nabeul Groundwater
Nitrogen Concentration (NO ₃)	ppm	2004-2012 (Wadi El Bey, Korba lagoon, Bizerte lake) 2006-2012: (Wadi Melliane Halg El Menzel lagoon, Ghar El Melh lagoon)	-	V1 : NA V2 : NA V3 : 2.0-128.2 V4 : NA	V1 : Medjerda Wadi V2 : Beja dams V3 : Bizerte lagoon V4 : Nabeul Groundwater
Phosphorous Concentration (PO ₄)	ppm	In hot spots of ANPE Control Network of Water Pollution 2006-2012	-	V1 : 1.3-33.0 V2 : 0.4-9.7 V3 : 0.1-71.8 V4 : 0.1-0.7	V1 : Medjerda Wadi V2 : Beja dams V3 : Bizerte lagoon V4 : Nabeul Groundwater
Total Dissolved Solids	ppm	2004-2012 (Wadi El Bey, Korba lagoon, Bizerte lake) 2006-2012: (Wadi Melliane Halg El Menzel lagoon, Ghar El Melh lagoon)	-	V1 : 730-1480 V2 : 110-220 V3 : 950-37800 V4 : 1200-5300	V1 : Medjerda Wadi V2 : Beja dams V3 : Bizerte lagoon V4 : Nabeul Groundwater

Bacteriological Analysis	-Number of samples -Unsuitable Cases (UC) %	1995-2012 (SONEDE)	-48,050 samples	-48,251 samples -UC :1.5%	1.5% <NT 09-14 limit and < WHO threshold
Fecal Choliform	Colonies/100 ml	2009-2012 SONEDE	1-3	1-3	Complies with the standards
Water & Health					
Diarrhea Prevalence	% of children under 5 years old	2000-2013 (Figure 22)	5.80	6.48	DHMPE, 2013
Dracunculiasis Reported Cases	%	2000-2013	0.00	0.00	DHMPE, 2013
Open Defecation Practice	Number	No Historical Data	-	348,340	INS, RGPH 2009
Percentage of Open Defecation	%	No Historical Data	-	3.2	INS, RGPH 2009
Cholera Reported Cases	Number/Year	2000-2013 Figure 22	0.00	0.0	DHMPE, 2013
Typhoid fever reported cases	Number/year	2000-2013 Figure 22	61	28	28 new reported cases in 2012 DHME, 2013
	Incidence rate (Cases number /100 000 inhabitants)	2000-2013 Figure 22	0.55	0.26	DHMPE, 2013
Hepatitis A Reported Cases	Number/year	2000-2013 Figure 22	675	412	412 new reported cases in 2012 DHMPE, 2013
	Incidence rate (Cases number /100 000 inhabitants)	2000-2013 Figure 22	7.33	3.82	DHMPE, 2013
Water & Ecosystems					
Number of Wetlands Sites Acknowledged by RAMSAR	Number	1981-2013 Figure 23	1.2	35	40 in 2013
Total Wetlands areas	ha	1981-2013 Figure 23	48,728	877,467	1,608,024 in 2013
Total Freshwater Species Count	Number	No Historical Data	-	260 terrestrial plant species, 50 aquatic plant species, 140 bird species (most of which are migratory). 7 species of freshwater fish in dams.	DG Forêts, RAMSAR, WWF, MAVA
Number of Endangered Species	Number	No Historical Data	-	Several species (>10)	DG Forêts, RAMSAR, WWF, MAVA
Number of Invasive Species	Number	No Historical Data	-	>500,000 birds in winter from Asia and Europe (ducks, coots and flamingos)	DG Forêts, RAMSAR, WWF, MAVA
Water & Climate					
Extreme Weather Events					
Flood Events in the Last Four Decades.	Number	1969-2012 : 21 Flood Events (9 Class 1+7 Class 1.5+5 Class 2)	21/44=0.47	1 Flood Event in February -March 2012 (Class 1.5)	Flood Events : 1969, 1973 (2), 1979, 1982 (2), 1986, 1990, 1995, 2000, 2003 (2), 2004, 2005, 2006, 2007, 2009 (2), 2011 (2), 2012.

Flood Events in 1969-1980	Number	1969-1980 4 Flood Events. (1 Class 1.5 + 3 Class 2)	4/12=0.33	-	Flood Events: 1969, 1973 (March), 1973 (December) and 1979 (March).
Flood Events 1981-1990	Number	4 Flood Events. (2 Class 1+ 2 Class 1.5)	4/10=0.4	-	Flood Events : 1982 (2), 1986, 1990
Flood Events 1991-2000	Number	2 Flood Events (1 Class 1 + 1 Class 1.5)	2/10=0.2	-	Flood Events: 1993, 2000
Flood Events 2001-2010	Number	2001-2010 8 Flood Events. (5 Class 1+ 1 Class 1.5 + 2 Class 2)	8/10=0.8	-	Flood Events: 2003 (2), 2004,2005,2006,2007, 2009 (April), 2009 (September).
Flood Events 2011-2013	Number	2011-2013 3 Flood Events. (1 Class 1+ 2 Class 1.5)	3/3=1.0	1 Flood Event in February -March 2012 (Class 1.5)	Flood Events: 2011 (2), 2012
Drought Events in the Last Four Decades.	Number	1969-2013 (12 Drought Events)	12/43=0.27	(0) Drought Events in 2012	Drought Events: 1977, 1987, 1988, 1993, 1994, 1996, 1999, 2001, 2002, 2008, 2010, 2013
Drought Events in 1969-1980	Number	1969-1980 (1 Drought Event)	1/11=0.1	-	Drought Events: 1977,
Drought Events 1981-1990	Number	1981-1990 (2 Drought Events)	2/11=0.2	-	Drought Events: 1987, 1988,
Drought Events 1991-2000	Number	1991-2000 (4 Drought Events)	4/11=0.4	-	Drought Events: 1993, 1994, 1996, 1999,
Drought Events 2001-2010	Number	2001-2010 (4 Drought Events)	4/11=0.4	-	Drought Events: 2001, 2002, 2008, 2010,
Drought Events 2011-2013	Number	2011-2013 (1 Drought Event)	1/3= 0.33	(0) Drought Events in 2012	Drought Events: 2013
Cost of Annual Damage Caused by Floods	\$-% GDP	1969-2012	240 MDT/44 years = 5.5 MDT/Year	5.5 MDT/Year =3.1 M\$/Year %GDP=0.007 (Non significant value)	GDP 2012 (10 ⁶)= 44.25634 GDP 2013 (10 ⁶)= 47.43029
Cost of Annual Damage caused by Droughts	\$-% GDP	1969-2013	NA	NA	NA
Annual Human Losses related to Floods	Number	1969-2012	800/44	# 20/year	-
Annual Human Losses related to Droughts	Number	1969-2013	NA	NA	NA
Unusual Weather Events (Snow, Hail,...)	Number/Type	1983-2012	129 Snow Events AA =129/31 =4.2 159 Hail Events AA = 159/31= 5.13	13 Snow Events in 2012 16 Hail Events in 2012	INM, 2013
National Climate Change Adaptation Plan	Yes/No	-	-	Yes	-
Water & Socio-Economics					

Water Productivity					
Industrial Water Productivity (GDP/Water Use)	\$/CM	No Historical Data	-	145.33	GDP=12.934758\$ WU=0.089 BCM/Year
Agricultural Water Productivity (GDP/Water Use)	\$/CM	No Historical Data	-	0.51	GDP=3.89392 8\$ WU=7.665 BCM/Year
Employment in Agriculture " Job per Drop"	Jobs/MCM	No Historical Data	-	71.75	WU=7.665 BCM/Year Number of employed persons in agriculture: 550,012
Employment in Industry "Job per Drop	Jobs/MCM	No Historical Data	-	11, 993.67	WU=0.089 BCM/Year Number of employed persons in industry: 1,067,437
Tariffs and Affordability					
Water and Sanitation Charges as % of Average Household Income	%	1980-2010	-	1.26 in 2010	1980-2010 (INS) The survey is quinquennial (last survey 2010)
Water & Finance					
Percentage of National Budget directed to Water & Sanitation Sector	%	2008-2013	2.07	1.9	1.8 in 2013
Operation & Maintenance Cost Recovery for Water Supply and Sanitation	%	- 2007-2012	- 59.0	80.7 70.0	- Water Supply (Source SONEDE) - Rural Water Supply (Source DGGREE)
Percent of GDP directed to Sanitation and Hygiene	%	2008-2013	0.15	0.13	0.13 in 2013
Foreign Aid for Water and Sanitation (loans and grants)	Million US\$	2009-2010 1997-2012	- -	14.2 33.22 TOT: 67.42	SONEDE ONAS
Operation & Maintenance Cost Recovery for Irrigation	%	2007-2012	80	64	Irrigated Areas Source : DGGREE
Water & Trade					
Virtual Water Imports related to Trade in the Agricultural Sector	BCM/Year	1993-2013	-	10.22	Source : DGCE, Ministry of Trade
Virtual Water Exports related to Trade in the Agricultural Sector	BCM/Year	1993-2013	-	-6.03	Source : DGCE, Ministry of Trade
Virtual-Water net Flow Related to Trade in the Agricultural Sector	BCM/Year	1993-2013	-	4.19	Source : DGCE, Ministry of Trade
Water & Governance					
IWRM Plan	Yes/No	-	-	Yes	DGRE, BPEH
National Water and Sanitation M&E & R System	Yes/No	-	-	No	DGRE, BPEH
Surface Water Permits Issued to Date	Number	2008-2013 Figure 26	165	170	162 in 2013 BIRH, DGRE, CRDA
Total Volumetric Rights Associated with surface Water Permits	BCM/Year	2008-2013 Figure 26	0.00552	0.00544	0.00583 in 2013 BIRH, DGRE, CRDA
Volume associated with surface Water permits as a Percent of Annual Blue Surface Water Withdrawals	%	2008-2012	0.937	0.9	Annual Blue Surface Water Withdrawals: 0.615 BCM/Year.
Groundwater Well Permits Issued to Date	Number	2008-2013 Figure 26	1,304	1,232	1786 in 2013 BIRH, DGRE, CRDA

Total Volumetric Water Rights Associated with Well Permits	BCM/Year	2008-2013 Figure 26	0.05393	0.05174	0.08394 in 2013 BIRH, DGRE, CRDA
Total Volume associated with well permits as a percent of Annual Blue Groundwater Abstractions	%	2008-2012	-	2.99 in 2010 2.28 in 2012	Annual Blue Groundwater Abstractions : 2.175 BCM in 2010 and 2.269 BCM in 2012
Number of unlicensed wells	Number/Year	No Historical Data	-	1,636 in 2010	BIRH, DGRE, CRDA
Irrigation & Drainage Related Complaints as a percentage of Irrigation Water Users	%	No Historical Data	-	NA	NA
Water supply and Sanitation Related Complaints as a percentage of Serviced Households.	%	2009-2012	-	2.83	-300,000 complaints in 2012, -Serviced population: 10,393,500 inhabitants in 2012 by SONEDE and DGGREE.
Number of Water Supply Meters Installed as a Percent of Total Number of Covered Households	%	2009-2012	-	Urban : %99.4 Rural : 45.5% Total : 83%	SONEDE Statistical Directory 2012
Number of Groundwater Meters Installed as a percent of Licensed Wells	%	No Historical Data	-	NA	NA
Number of Surface Irrigation Meters Installed as a % of Surface Irrigation Water Permits	%	No Historical Data	-	NA	NA
Physical Domestic Water Losses	MCM (%)	2009-2012	-	126.8 MCM (78.7%)	SONEDE
Overall Water Use Efficiency	%	No Historical Data	-	89.5	DGBGTH, DGRE, SONEDE
Water Sustainability/ Depletion Index	%	No Historical Data	-	48.4	DGBGTH, DGRE, DGGREE, SONEDE, ONAS
Wastewater and Drainage Outflows	BCM/Year	No Historical Data	-	0.292	ONAS, DGGREE, DGRE
Transboundary Wastewater and Drainage Outflows	BCM/Year	No Historical Data	-	0.00	ONAS, DGGREE, DGRE
Commercial Water Losses	BCM/Year (%)	2009-2012	-	0.0343 (21.3%)	SONEDE
Physical Irrigation Water Losses	BCM/Year	-	-	38% estimated	DGGREE Efficiency rate in irrigated plots = 77%
Number of Water related citations (Water Laws Enforcement)	Number	2008-2013	224	188	267 in 2013 BIRH, DGRE, CRDA
Number of Water Users Associations	Number	No Historical Data	-	2,580 (1,327 Water Supply + 1,253 Irrigation)	DGGREE
Water Users Associations Agricultural Land Coverage	% of Ag. Land	No Historical Data	-	47.5% of irrigated areas, 1.0 % of Agricultural land	DGGREE
Water & Politics					
Transboundary Water Bodies Dependency Ratio	%	No Historical Data	-	6.5	$\frac{((149+610) + (320+100))}{(18.140)} * 100$
Shared Waters related Bilateral/ Multilateral Agreements and/or Memorandums of Understanding and Cooperation Mechanisms	Number	-	-	1	Consultation Mechanism
Number of Riparians sharing all shared water bodies	Number	-	-	1,700,000	Estimated from INS census 2014
Number of Shared Water Resources	Number	-	-	2 Shared aquifers + 1 Shared river	2 Shared aquifers: NWSAS & Djefara plain, 1 Shared river: Medjerda river

Annexe 1

Questionnaire adressé aux Pays Membres des Nations Unies Sur les approches intégrées dans le développement, la gestion et l'utilisation des ressources en eau pour la CNUDD 2012

Bien qu'il soit important que les approches de gestion des ressources en eau soient adaptées aux circonstances individuelles d'un pays ou d'une région locale, on a largement reconnu que des approches traditionnellement fragmentées ou purement sectorielles ne sont plus viables. Cela est dû aux défis créés par des demandes croissantes et souvent conflictuelles sur les ressources en eau qui sont de plus en plus compliquées en raison du changement climatique. Les meilleures pratiques de gestion sont celles basées sur des approches intégrées qui tentent de combiner selon un juste dosage les besoins environnementaux et sociaux.

Le but de cette enquête est de générer une contribution à un rapport sur l'état des approches intégrées au développement, à la gestion et à l'utilisation des ressources en eau. Le rapport servira comme base pour une meilleure prise de décision de la Commission des Nations Unies sur le Développement Durable et les gouvernements nationaux, et comprendra les leçons tirées et les recommandations ainsi que des domaines d'intervention prioritaires. De plus, les connaissances obtenues seront utilisées pour établir un suivi international régulier et un cadre de collecte pour promouvoir la gestion durable des ressources en eau.

Si vous avez des questions sur le contenu de ce questionnaire, veuillez svp contacter :

Mme Josephine Gustafsson

E-mail : UNWRio2012@siwi.org

Téléphone : +46 (0)8 522 139 60

Fax : +46 (0)8 522 139 61

Skype : siwi.josephine.gustafsson

Veillez svp renvoyer votre questionnaire rempli au plus tard le 18^{ème} 2011 à (dans l'ordre de préférence) :

1) En ligne sur <http://www.surveymonkey.com/s/UNWaterReport2012>

Ou, en cas d'impossibilité,

2) Renvoyez le questionnaire rempli au format word par email à UNWRio2012@siwi.org

Ou, comme dernière option si ce qui précède n'est pas possible,

3) Renvoyez le questionnaire rempli à :

Mme Josephine Gustafsson

Stockholm International Water Institute

Drottninggatan 33

SE - 111 51 Stockholm

SUEDE

Fax : +46 (0)8 522 139 61

Veillez compléter

Pays	
Date	

1. Politique, planification de stratégie et cadre juridique

Veillez indiquer l'état actuel de l'élaboration des politiques, de la planification stratégique et des cadres juridiques pour le développement, la gestion et l'utilisation des ressources en eau dans votre pays, en sélectionnant une des six colonnes pour chaque ligne.

	Non pertinent	En cours de développement	Développé mais la mise en œuvre n'a pas débuté	Mise en œuvre entamée	Mise en œuvre avancée	Mise en œuvre achevée
1.1 Environnement favorable pour le développement, la gestion et l'utilisation des ressources en eau						
1.1.1 Principaux instruments nationaux / fédéraux pour la gestion des ressources en eau						
a. Politique nationale / fédérale sur les ressources en eau						
b. Politique sous-nationale / provinciale / de l'Etat sur les ressources en eau						
c. Lois nationales / fédérales sur l'eau						
d. Loi sous-nationale / provinciale / d'Etat sur l'eau						
e. Plan(s) ou document(s) de plan stratégique national(aux) ou fédéral(aux) de gestion intégrée des ressources en eau						
f. Plan(s) national(aux) ou fédéral(aux) distincts sur l'utilisation efficace de l'eau						
g. Utilisation rationnelle de l'eau dans un plan de gestion intégrée des ressources en eau ou équivalent						
1.1.2 Autres instruments nationaux / fédéraux qui peuvent incorporer la gestion des ressources en eau						
a. Politique / stratégie / plan national intégré pour la gestion de la terre et des ressources en eau						
b. Stratégie de réduction de la pauvreté (PRS) avec la composante de la gestion des ressources en eau						
c. Stratégie nationale pour le développement durable						
d. Plan national de développement avec la composante de la gestion des ressources en eau						
e. Plan national pour l'action environnementale avec la composante de la gestion des ressources en eau						
f. Politique / Stratégie / Plan national d'adaptation au changement climatique avec la composante de la gestion des ressources en eau						
g. Plan national de développement agricole avec la composante de la gestion des ressources en eau						
h. Politique / stratégie / plan national pour l'énergie avec la composante de la gestion des ressources en eau						
i. Politique / stratégie / plan national de lutte contre la désertification avec la composante de la gestion des ressources en eau						
j. Politique / stratégie / plan national pour les zones humides avec la composante de la gestion des ressources en eau						
k. Politique / stratégie / plan national pour la biodiversité avec la composante de la gestion des ressources en eau						
1.1.3 Accords internationaux sur la gestion des ressources en eau dont fait partie votre pays						
a. Accords régionaux / sous-régionaux sur la gestion des ressources en eau						
b. Accords transfrontaliers sur la gestion des ressources en eau pour les						

6 Objectifs de développement économiques concernant la croissance économique, la richesse, la gestion des actifs monétaires, et la

1.1 Environnement favorable pour le développement, la gestion et l'utilisation des ressources en eau	Non pertinent	En cours de développement	Développé mais la mise en œuvre n'a pas débuté	Mise en œuvre entamée	Mise en œuvre avancée	Mise en œuvre achevée
bassins versants spécifiques						

2. Gouvernance et cadres institutionnels

Veuillez indiquer l'état actuel de la gouvernance et des cadres institutionnels pour le développement, la gestion et l'utilisation des ressources en eau dans votre pays, en sélectionnant une des six colonnes pour chaque ligne.

2.1 Systèmes de gouvernance pour le développement, la gestion et l'utilisation des ressources en eau	Non pertinent	En cours de développement	Développé mais la mise en œuvre n'a pas débuté	Mise en œuvre entamée	Mise en œuvre avancée	Mise en œuvre achevée
2.1.1 Cadres institutionnels						
a. Mécanismes (par ex. commissions, conseils) pour la gestion des bassins versants						
b. Mécanismes pour la gestion des eaux souterraines						
c. Mécanismes pour la gestion des lacs						
d. Mécanismes pour la gestion intersectorielle des ressources en eau						
e. Mécanismes pour la gestion transfrontalière des ressources en eau						
f. Structures décentralisées pour la gestion des ressources en eau (autres que celles mentionnées ci-dessus)						
2.1.2 Participation des parties prenantes						
a. Les parties prenantes ont accès aux informations sur la gestion et le développement des ressources en eau						
b. Campagnes de sensibilisation publique sur la gestion et le développement des ressources en eau						
c. Implication du grand public, des organisations de la société civile et des organisations non gouvernementales à la gestion des ressources en eau et au développement au niveau national						
d. Implication du secteur privé à la gestion des ressources en eau et au développement au niveau national						
e. Implication du grand public, des organisations de la société civile et des organisations non gouvernementales à la gestion des ressources en eau et au développement au niveau du bassin						
f. Implication du secteur privé à la gestion des ressources en eau et au développement au niveau du bassin						
g. Intégration des politiques de parité hommes-femmes à la gestion et au développement des ressources en eau						
2.1.3 Renforcement des capacités						
a. Évaluation des besoins en capacités pour la gestion des ressources en eau au niveau national						
b. Évaluation des besoins en capacités pour la gestion des ressources en eau au niveau sous-national						

2.1 Systèmes de gouvernance pour le développement, la gestion et l'utilisation des ressources en eau		Non pertinent	En cours de développement	Développé mais la mise en œuvre n'a pas débuté	Mise en œuvre entamée	Mise en œuvre avancée	Mise en œuvre achevée
c.	Programmes de développement des capacités dans des institutions / organisations de gestion des ressources en eau au niveau national						
d.	Programmes de développement des capacités dans des institutions / organisations de gestion des ressources en eau au niveau sous-national						
e.	Programmes de formation continue du personnel / professionnels de la gestion des ressources en eau						
f.	Gestion des ressources en eau dans les programmes de l'enseignement technique / supérieur						
g.	Programmes de recherche en gestion des ressources en eau						

3. Instruments de gestion

Veuillez indiquer l'état actuel des instruments de gestion pour le développement, la gestion et l'utilisation des ressources en eau dans votre pays, en sélectionnant une des six colonnes pour chaque ligne.

3.1 Instruments de gestion pour le développement, la gestion et l'utilisation des ressources en eau		Non pertinent	En cours de développement	Développé mais la mise en œuvre n'a pas débuté	Mise en œuvre entamée	Mise en œuvre avancée	Mise en œuvre achevée
3.1.1 Développement des ressources en eau							
a.	Etudes des bassins pour le développement et la gestion à long terme des ressources en eau						
b.	Évaluation périodique des ressources en eau						
c.	Normes réglementaires et directives pour le développement durable des ressources en eau						
d.	Programmes pour évaluer des services écosystémiques liés à l'eau ou dépendants de l'eau						
3.1.2 Programmes de gestion des ressources en eau							
a.	Programme de gestion des eaux souterraines						
b.	Programme de gestion des eaux de surface						
c.	Programme joint de gestion des eaux de surface et souterraines						
d.	Programmes d'allocation efficace des ressources en eau entre les utilisations concurrentes						
e.	Programmes de gestion des ressources naturelles / en terre qui comprennent des composantes de gestion des ressources en eau						
f.	Programmes d'allocation des ressources en eau qui comprennent des						

3.1 Instruments de gestion pour le développement, la gestion et l'utilisation des ressources en eau		Non pertinent	En cours de développement	Développé mais la mise en œuvre n'a pas débuté	Mise en œuvre entamée	Mise en œuvre avancée	Mise en œuvre achevée
	considérations environnementales						
g.	Mesure de gestion de la demande pour améliorer l'utilisation rationnelle de l'eau dans tous les secteurs						
h.	Programme pour la réutilisation ou le recyclage de l'eau						
i.	Programmes pour évaluer les impacts environnementaux des projets de l'eau						
j.	Programmes pour faire face aux catastrophes liées à l'eau (par ex. inondations et sécheresses)						
k.	Programmes pour traiter la question de l'adaptation au changement climatique à travers la gestion des ressources en eau						
l.	Programmes de coopération pour la gestion des ressources en eau transfrontalières						
m.	Programmes pour inverser la dégradation environnementale / des écosystèmes						
3.1.3 Suivi et gestion de l'information							
a.	Responsabilité des gouvernements pour un suivi hydro-météorologique correctement abordé dans la législation nationale						
b.	Suivi de la quantité des eaux de surface						
c.	Suivi de la quantité des eaux souterraines						
d.	Suivi de la qualité des eaux						
e.	Suivi des écosystèmes aquatiques						
f.	Suivi de l'utilisation de l'eau						
g.	Suivi de l'utilisation rationnelle de l'eau						
h.	Système d'information sur les ressources en eau						
i.	Prévisions et systèmes d'alerte rapide						
3.1.4 Partage des connaissances							
a.	Programmes d'échange de l'information et de partage des connaissances sur les bonnes pratiques						
b.	Programmes de services de conseil (extension) sur les questions de gestion de l'eau aux utilisateurs finaux						
c.	Programmes de transfert de technologies d'économies améliorées et rentables de l'eau						
d.	Mécanismes pour l'échange de l'information entre les pays						
3.1.5 Financement de la gestion des ressources en eau							
a.	Mécanismes / structures de tarification progressive de recouvrement des coûts pour toutes les utilisations de l'eau						
b.	Subventions pour promouvoir l'utilisation rationnelle de l'eau						
c.	Redevances pour la gestion des ressources en eau (par ex. redevances sur la pollution)						

4. Développement et financement des infrastructures

Veillez indiquer l'état actuel du développement et du financement des infrastructures pour le développement, la gestion et l'utilisation des ressources en eau dans votre pays, en sélectionnant une des six colonnes pour chaque ligne.

4.1 Développement des infrastructures pour le développement, la gestion et l'utilisation des ressources en eau		Non pertinent	En cours de développement	Développé mais la mise en œuvre n'a pas débuté	Mise en œuvre entamée	Mise en œuvre avancée	Mise en œuvre achevée
4.1.1 Plans et programmes d'investissement							
a.	Ressources en eau comprises dans les plans nationaux d'investissement en infrastructure						
b.	Irrigation						
c.	Énergie / énergie hydraulique						
d.	Eaux souterraines (par ex. forages, pompes et traitement)						
e.	Gestion des inondations						
f.	Alimentation en eau (domestique et industrielle)						
g.	Traitement des eaux usées						
h.	Dessalement de l'eau de mer						
i.	Récupération des eaux de pluie						
j.	Systèmes naturels (par ex. terres humides, plaines inondables et restauration des bassins versants)						
4.1.2 Mobiliser les fonds nécessaires pour l'infrastructure des ressources en eau							
a.	Financement des ressources en eau inclus dans les plans nationaux d'investissement						
b.	Financement de l'irrigation						
c.	Financement de l'énergie / énergie hydraulique						
d.	Financement des eaux souterraines (par ex. forages, pompes et traitement)						
e.	Financement de la gestion des inondations						
f.	Financement de l'approvisionnement en eau (domestique et industrielle)						
g.	Financement du traitement des eaux usées						
h.	Financement du dessalement de l'eau de mer						
i.	Financement de la récupération des eaux de pluie						
j.	Financement des systèmes naturels (par ex. terres humides, plaines inondables et restauration des bassins versants)						

5. Sources de financement du développement des ressources en eau

Veillez indiquer les sources de financement ainsi que les tendances du financement sur les 20 dernières années pour le développement des ressources en eau dans votre pays, en sélectionnant une des six colonnes pour chaque ligne.

5.1 Sources de financement du <u>développement</u> des ressources en eau		Données non disponibles ou non enregistrées	Aucune allocation de financement réalisée	Tendance à la baisse sur les 20 dernières années	Tendance à la hausse sur les 20 dernières années	Perturbation variable et aucune tendance claire
a.	Affectations budgétaires de l'Etat (en % du PIB) pour le développement des ressources en eau					
b.	Prêts et aides des agences d'aide pour le développement des ressources en eau					
c.	Investissements des Institutions financières internationales (par ex. la Banque mondiale) pour le développement des ressources en eau					
d.	Investissements des sources privées (par ex. banques et opérateurs privés, sans but lucratif) pour le développement des ressources en eau					
e.	Revenus (provenant par ex. des redevances / tarification de l'utilisation de l'eau) utilisés pour le développement des ressources en eau					
f.	Paiements pour les services écosystémiques et les schémas de transfert des bénéfices/ coûts liés					

6. Résultats et impacts

Veillez indiquer dans quelle mesure la gestion améliorée des ressources en eau a affecté les objectifs nationaux économiques, sociaux, environnementaux et globaux au cours des 20 dernières années dans votre pays, en sélectionnant la colonne appropriée pour chaque ligne.

6.1 Gestion améliorée des ressources en eau	Objectifs 6 impact sur le développement économique au cours des 20 dernières années	Objectifs 7 impact sur le développement social au cours des 20 dernières années	Objectifs 8 impact sur l'environnement au cours des 20 dernières années	Impact global sur le développement national au cours des 20 dernières années
	1-5 Faible à élevé	1-5 Faible à élevé	1-5 Faible à élevé	1-5 Faible à élevé
a. Politiques, planification stratégique et cadres juridiques améliorés				
b. Gouvernance et cadres institutionnels améliorés				
c. Instruments de gestion améliorés				
d. Développement de l'infrastructure amélioré				

7 Objectifs de développement sociaux concernant le développement humain, la considération des genres, la réduction de la pauvreté, la santé, l'éducation et la création d'emplois.

8 Objectifs environnementaux concernant la conservation et l'utilisation durable des ressources naturelles, telles que l'eau, le sol, la végétation, la mer, les zones côtières, les forêts et la biodiversité.

6.2 Résultats et impacts clés des mesures de gestion des ressources en eau

(a) Veuillez énumérer les résultats clés atteints comme résultats de la mise en œuvre des approches intégrées au développement, à la gestion et à l'utilisation des ressources en eau.

Veuillez fournir votre texte.

(b) Veuillez brièvement énumérer les contraintes ou obstacles que votre pays a connus lors de la mise en œuvre des approches intégrées de la gestion des ressources en eau.

Veuillez fournir votre texte.

7. Défis prioritaires

Quels sont les domaines de défis prioritaires liés aux ressources en eau dans votre pays et comment ont-ils évolué ? Veuillez indiquer le niveau d'importance des questions prioritaires en sélectionnant une des cinq colonnes pour chaque défi puis en indiquant dans quelle mesure le défi a évolué ces 20 dernières années. Veuillez ajouter des lignes si nécessaire.

7.1 Domaines de défis prioritaires liés aux ressources en eau		Niveau actuel du défi				
		Ne constitue pas un problème	Priorité basse	Priorité moyenne	Priorité élevée	Priorité la plus élevée
7.1.1 Utilisations de l'eau						
a.	Eau pour l'agriculture					
b.	Eau à usage domestique					
c.	Eau pour l'industrie					
d.	Eau pour l'énergie					
e.	Eau pour les écosystèmes / l'environnement					
f.	Eau pour les villes en expansion					
7.1.2 Menaces sur la ressource						
a.	Inondations					

7.1 Domaines de défis prioritaires liés aux <u>ressources en eau</u>		Niveau actuel du défi				
		Ne constitue pas un problème	Priorité basse	Priorité moyenne	Priorité élevée	Priorité la plus élevée
c.	Pénurie en eau (eaux de surface)					
d.	Pénurie en eau (eaux souterraines)					
e.	Qualité de l'eau (eaux de surface)					
f.	Qualité de l'eau (eaux souterraines)					

7.2 Modifications des défis prioritaires liés aux <u>ressources en eau</u>		Ces 20 dernières années, comment le défi a-t-il changé ?				
		Considérablement diminué	Légèrement diminué	Resté inchangé	Légèrement augmenté	Considérablement augmenté
7.2.1 Utilisations de l'eau						
a.	Eau pour l'agriculture					
b.	Eau à usage domestique					
c.	Eau pour l'industrie					
d.	Eau pour l'énergie					
e.	Eau pour les écosystèmes / l'environnement					
f.	Eau pour les villes en expansion					
7.2.2 Menaces sur la ressource						
a.	Inondations					
b.	Sécheresses					
c.	Pénurie en eau (eaux de surface)					
d.	Pénurie en eau (eaux souterraines)					
e.	Qualité de l'eau (eaux de surface)					
f.	Qualité de l'eau (eaux souterraines)					

Quels sont les domaines de défis prioritaires liés à la gestion de l'eau dans votre pays et comment ont-ils évolué ? Veuillez indiquer le niveau d'importance des questions prioritaires en sélectionnant une des cinq colonnes pour chaque défi puis en indiquant dans quelle mesure le défi a évolué ces 20 dernières années. Veuillez ajouter des lignes si nécessaire.

7.3 Domaines de défis prioritaires liés à la <u>gestion</u> de l'eau		Niveau actuel du défi				
		Ne constitue pas un problème	Priorité basse	Priorité moyenne	Priorité élevée	Priorité la plus élevée
7.3.1 Niveau de gestion						
a.	Capacités institutionnelles au niveau national					
b.	Capacités institutionnelles au niveau sous-national					
c.	Capacités transfrontalières au niveau international					
d.	Capacités transfrontalières au niveau national / sous-national					
e.	Gestion par une entreprise privée					
f.	Participation des parties prenantes					
g.	Coordination entre les niveaux et les types de gestion					
7.3.2 Gestion entre les secteurs						
a.	Coordination entre les secteurs au niveau national					
b.	Coordination entre les secteurs au niveau sous-national					
7.3.3 Autres questions de gouvernance						
a.	Législation					
b.	Développement de l'infrastructure					
c.	Financement de la gestion des ressources en eau					
d.	Financement de l'infrastructure					
7.3.4 Gestion de l'information sur les ressources						
a.	Suivi de la ressource					
b.	Partage des connaissances					
7.3.5 Types spécifiques de gestion						
a.	Gestion des catastrophes					
b.	Gestion de l'adaptation au changement climatique					
c.	Gestion de l'utilisation rationnelle de l'eau					

7.4 Domaines de défis prioritaires liés à la <u>gestion</u> de l'eau		Ces 20 dernières années, comment le défi a-t-il changé ?				
		Considérablement diminué	Légèrement diminué	Resté inchangé	Légèrement augmenté	Considérablement augmenté
7.4.1 Niveaux de gestion						
a.	Capacités institutionnelles au niveau national					
b.	Capacités institutionnelles au niveau sous-national					
c.	Capacités transfrontalières au niveau international					
d.	Capacités transfrontalières au niveau national / sous-national					
e.	Gestion par une entreprise privée					
f.	Participation des parties prenantes					

7.4 Domaines de défis prioritaires liés à la <u>gestion</u> de l'eau		Ces 20 dernières années, comment le défi a-t-il changé ?				
		Considérablement diminué	Légèrement diminué	Resté inchangé	Légèrement augmenté	Considérablement augmenté
g.	Coordination entre les niveaux et les types de gestion					
7.4.2 Gestion entre les secteurs						
a.	Coordination entre les secteurs au niveau national					
b.	Coordination entre les secteurs au niveau sous-national					
7.4.3 Autres questions de gouvernance						
a.	Législation					
b.	Développement de l'infrastructure					
c.	Financement de la gestion des ressources en eau					
d.	Financement de l'infrastructure					
7.4.4 Gestion de l'information sur les ressources						
a.	Suivi de la ressource					
b.	Partage de connaissances					
7.4.5 Types spécifiques de gestion						
a.	Gestion des catastrophes					
b.	Gestion de l'adaptation au changement climatique					
c.	Gestion de l'utilisation rationnelle de l'eau					

Commentaires supplémentaires

Si nécessaire, veuillez énumérer vos commentaires supplémentaires par rapport à cet instrument d'enquête. Les suggestions pour améliorer le questionnaire et les aspects non couverts ou considérés moins pertinents sont aussi les bienvenus.

Veuillez insérer votre texte.		
	Répondant 1	Répondant 2 (si nécessaire)
Nom		
Adresse e-mail		
Fonction		
Ministère / Département		
Numéro de téléphone		
Adresse		

Merci d'avoir complété le questionnaire !

ANNEXE 5.1 - LES INDICATEURS DE SUIVI-EVALUATION ET DES PERFORMANCES DU SECTEUR IRRIGUE

ANNEXES

LES INDICATEURS DE SUIVI-EVALUATION ET DES PERFORMANCES DU SECTEUR IRRIGUE

- **INDICATEURS GBO DU PROGRAMME P3 « EAU »**
- **CARTE DES PERIMETRES IRRIGUES PAR LES EUT**
- **FICHE DES CARACTERISTIQUES DES PI/EUT - CAS DU PI DE OUARDANINE
(Campagne: 2010/2011)**
- **LES PI/EUT- MISE EN VALEUR AGRICOLE-Campagne 2009-2010**
- **INDICATEURS DE PERFORMANCES DES GROUPEMENTS D'USAGERS DE L'EAU
IRRIGATION (GIC-GDA)**
- **ASPECT INSTITUTIONNEL : Les institutions en relation avec les Groupements de
Développement Agricoles (GDA)**
- **EVOLUTION DES TARIFS DES PI GERES PAR LES CRDA (avant la généralisation du transfert
aux GDAs)**

LES INDICATEURS DE SUIVI-EVALUATION ET DES PERFORMANCES DU SECTEUR IRRIGUE

INDICATEURS GBO DU PROGRAMME P3 « EAU »
Le responsable du Programme EAU : la DGGREE
ANNEE 2012¹

Les indicateurs relatifs aux périmètres irrigués

Indicateur 3.3.2.1 : Taux d'équipement des superficies irrigables en matériel d'économie d'eau	Unité	Réalisation					2012	Prévision		
		2007	2008	2009	2010	2011		2013	2014	2016
	%	82	83	85	86	86	88	90	92	93

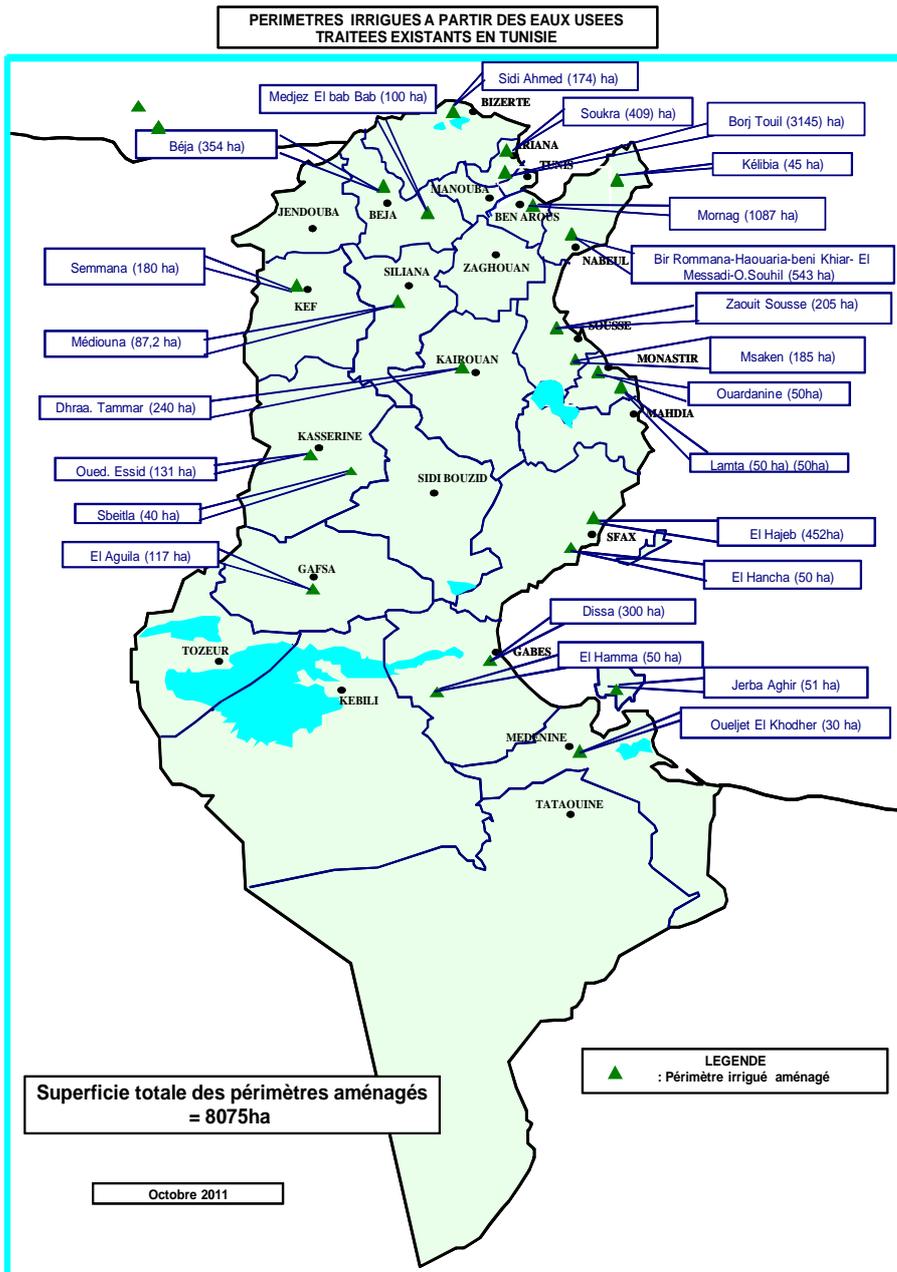
Indicateur 3.3.2.4 : Evolution de l'efficienne du réseau d'irrigation à la parcelle	Unité	Réalisations					2012	Prévisions		
		2007	2008	2009	2010	2011		2013	2014	2015
	%	74	76	76	76	76	77	78	78	78

Indicateur 3.3.2.2 : Taux de recouvrement des coûts de l'eau des systèmes d'irrigation	Unité	Réalisation					2012	Prévision		
		2007	2008	2009	2010	2011		2013	2014	2016
	% PPI	58	60	60	60	60	82	86	88	90

Indicateur 3.3.2.3 : Renouvellement du réseau, réaménagement et réhabilitation des PPI	Unité	Réalisations					2012	Prévisions		
		2007	2008	2009	2010	2011		2013	2014	2016
	Mm3	-	-	-	-	-	5000	16300	27300	11000
%	-	-	-	0	0	6	26.6	60.8	74.5	

Indicateur 3.3.4.2 : Volume des EUT utilisées en agriculture	Unité	Réalisations					2012	Prévisions		
		2007	2008	2009	2010	2011		2013	2014	2016
	Mm3	11	18	15	16	17	18	18	18	22

¹ Pour l'année d'évaluation ainsi que pour les années la précédent, les chiffres sont actualisés, ceux des années suivantes sont prévisionnels et sont des objectifs à atteindre grâce aux projets de développement..



Source : DGGREE-2011

FICHE CARACTERISTIQUES
DES PERIMETRES IRRIGUES A PARTIR DES EAUX USEES TRAITEES

CAS DU PERIMETRE IRRIGUE DE OUARDANINE

CAMPAGNE : 2010/2011

1- SITUATION DU PERIMETRE IRRIGUE :

- * Gouvernorat : MONASTIR
- * Délégation : OUARDANINE - Imada : OUARDANINE

2- STATION DE TRAITEMENT « ONAS » :

- * Lieu d'implantation : OUED EL GUELTA - Ville : OUARDANINE
- * Localité : OUARDANINE
- * Capacité de traitement journalière actuelle d'été :882.....m³/jour
- * Capacité de traitement journalière potentielle d'été :1010.....m³/jour

3- CARACTERISTIQUES D'AMENAGEMENT DU PERIMETRE :

- Superficie irrigable :50.....Ha
- Date de mise en eau du périmètre :1997.....
- Caractéristiques du sol : Texture : légère lourde moyenne
- Existence d'une nappe phréatique : Oui Non Prof. moy. : 1÷1,4 m
- Salinité de l'eau d'irrigation : ...18 ÷ 2,10.....g/l
- Grands Ouvrages :
 - Bassin de stockage : Volume :1000.....m³
 - Réservoir de mise en charge : Volume : 500 m³ Hauteur d'élévation : 5 m
 - Station de pompage : Nbre de groupes : 3 -Q: 17,5 l/s -HMT: 30 m

N B : 1 pompe fonctionnelle

- Réseau de distribution :
 - A la demande - Au tour d'eau
 - Compteurs à la distribution : Oui Non Non fonctionnel
 - % des bornes équipées : ...100...%

● Mode d'irrigation à la parcelle :

- Gravitaires : Traditionnel : Surface5..... Ha
Amélioré : Surface Ha
- Aspersions : Surface Ha
- Localisées : Surface43..... Ha

* Type de distributeurs prépondérants :

- Goutteurs Surface Ha
- Ajudages Surface43..... Ha
- Micro jets Surface Ha

● Assainissement et drainage :

- Assainissement par fossés :ha Ecartement :m
- Drainage souterrain :ha Ecartement :m
- Emissaire : Oued : Sebkhah : Mer : Lac :
- Suivi piézométrique de la nappe : Oui Non Nbre. de piézométrique :
- Drainage souterrain :ha Ecartement :m
- Emissaire : Oued : Sebkhah : Mer : Lac :
- Suivi piézométrique : Oui Nbre. de piézométrique :
de la nappe Non

● Pistes agricoles aménagées :2,5.....Km nécessite la rehasilitation

● Brises-vent installés :2.....Km

4- MISE EN VALEUR :

- Superficie totale irriguée : ...63... Ha
- Cultures : (Voir tableau suivant)

CULTURES	Superficies Prévue à l'étude		Superficies Réalisées Pendant la Campagne	
	Hiver	Eté	Hiver	Eté
- Cultures Céréalières :				
* Orge grain			2	
*				
*				
- Cultures Fourragères :				
* Avoine en vente			1	
* Luzerne			1	
* Orge en vert				
* Sorgho fourrager				
- Arboriculture :				
* Olivier à huile			15 Ha (complémentaire)	
* A F D			4	
* Pécher			32	
* Olivier à huile			7	
- Autres :				
* Coton				
*				
Total :			62	

● Elevage :

Types	Têtes
Vaches laitières	24
Bovins	-
Ovins	250
Caprins	-
Autres :	-

5- EXPLOITATION DU PERIMETRE :**● Organisme de gestion :**

- CRDA : Oui Interventions : Maintenance de la station
Non
- GIC : Oui Interventions : Gestion du périmètre
Non
- Autres : Oui Interventions :
Non

● Volume total d'eau à consommer en phase de croisière :135 000..... m³

● Volume total distribué pendant la campagne :140 000..... m³

● Mode de tarification :

Forfaitaire : DT/ha
 Au mètre cube :20..... Millimes/m³
 Autre : : Millimes/h

6- CARACTERISTIQUES SOCIALES :

- Exploitants agricoles : Agriculteurs : Nbre : ...26..... Surface : ...63... Ha
 : Société : Nbre : Surface : Ha

: OTD : Nbre : Surface : Ha

- Population totale vivant à l'intérieure du périmètre :
Dispersée :50..... Agglomérée :
- Nombre de logements à l'intérieur de périmètre :8.....

7- ASPECTS SANITAIRES :

- Eau potable :

- à l'intérieur du périmètre : SONEDE : FORAGE : PUIITS :
- à la station de pompage
Oui Non
- Ecrêteaux aux bornes « **Eau Non Potable** »
Oui Non
- Existence de clôture au niveau de : Bassin Station de pompage
- Existence de conventions(s) avec un (des) laboratoires(s) d'analyses : Oui Non
- Contrôle sanitaire des usagers :
- Vaccins :
 - Ouvriers du CRDA : Oui Non
 - Agriculteurs : * par le CRDA Oui Non
 - * par la Santé Publique Oui Non
- Analyses :
 - Ouvriers du CRDA : Oui Non
 - Agriculteurs : * par le CRDA Oui Non
 - * par le GIC Oui Non

- Analyses de l'eau d'irrigation :

- Physico- chimique : Oui Fréquence1 fois/mois.....
Non
- Bactériologique : Oui Fréquence1 fois/mois.....
Non
- Toxicologique : Oui Fréquence... Par saison à la demande du GIC.....
Non

- Analyses des cultures :

- Bactériologique : Oui Fréquence... Par saison à la demande du GIC.....
Non

8- PROBLEMES RENCONTRES :

Au niveau de :

- ✓ *La gestion du périmètre :*
 - Rejets de l'abattoir non conforme aux normes (d'après GIC)
 - Remontée de la nappe au niveau de quelques parcelles
 - Obstruction des passages busés dans quelques parties de « Oued El Guelta »
 - Présence des signes de margine au niveau de l'oued
 - ✓ *L'application des textes réglementaires :*
 - R A S
 - ✓ *L'acceptabilité par les agriculteurs :*
 - Chute de pression à l'intérieur du réseau
- NB : L'agriculteur MSEKNI autorisateur = 1 ha
Plongement de la canalisation à 150 ml → perturbation de l'irrigation
- A réparer 6 couvercles et un à remplacer

**RESULTATS D'ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES
ET BACTERIOLOGIQUES DES EAUX USEES TRAITÉES**

(Suite du PI de Ouerdanine)

DATE: 04/08/2011

Paramètres	Unité	Concentration Maximale admissible NT 106.03 (1989)	Résultats d'analyse
RS	Mg/l		0.9
PH	-	6,5 -8,5	
Conductivité électrique	μ S/ cm	7000	
DCO	Mg O2 /l	90 (a)	
DBO5	Mg O2 /l	30 (b)	2.5
Matières en suspension (MES)	Mg/l	30 (b)	
Chlorures (Cl)	Mg/l	2000	
Fluorures (F)	Mg/l	3	
Organochlores	Mg/l	0.001	
Arsenic (As)	Mg/l	0.1	<0.001
Bore (B)	Mg/l	3	
Sodium (Na)	Mg/l		
Azote ammoniacal en NH4	Mg/l		
Cadmium (Cd)	Mg/l	0.01	
Cobalt (Co)	Mg/l	0.1	
Chrome (Cr)	Mg/l	0.1	
Cuivre (Cu)	Mg/l	0.5	
Fer (Fe)	Mg/l	5	
Manganèse (Mn)	Mg/l	0.5	
Mercure (Hg)	Mg/l	0.001	0.0006
Nickel (Ni)	Mg/l	0.2	
Plomb (Pb)	Mg/l	1	
Selenium (Se)	Mg/l	0.05	0.003
Zinc (Zn)	Mg/l	5	
Moyenne arithmétiques des oeufs de némathodes intestinaux		≤ 1/l	Absence

(a) sur moyenne de 24 heures

(b) sauf dérogation particulière

Laboratoire : CITET

**PERIMETRES EXISTANTS IRRIGUES A PARTIR DES EAUX USEES TRAITEES
CAMPAGNE (2010-2011)**

ANNEXE N°1

mars-11

Gouvernorat	Station d'épuration	Volume d'EUT produit /STEP en m3/j	Périmètre irrigué	Date de mise en eau	Superficie irrigable (ha)	Superficie irriguées (ha)	Taux d'intensification (%)	Superficie équipée en économie d'eau (ha)	Consommation en EUT (m3/an)	Consommation en EUT (m3/ha équipé/an)	Consommation en EUT (m3/ha irrigué/an)	Cultures pratiquées
					(1)	(2)	(3)=2/1		(4)	(5)=(4)/(1)	(5)=(4)/(2)	(4)
ARIANA	Charguia	40 000	Soukra	1962	409	351	86%	28	1 007 500	2 463	2 870	Agrumes-Grenadiers- Fourrages-olivier de table
	Chotrana 1 et 2	116 000	Borj Touil	1989	3145	1201	38%	3037	8 234 000	2 618	6 856	Céréales-Fourrages- Arboriculture
BEN AROUS	Sud Méliane	58 000	Mornag	1989	1087				irrigué par les eaux du Nord			Arbres fruitiers- G.cultures- fourrages
NABEUL	Nabeul dar chaabène	16 000	Souhil-Messadi Bir Romana, El Haouiria et Beni Khlar	1981-1982 2001-2002- 2003	543	400	74%	295	2 112 148	3 890	5 280	Arbres fruitiers - Fourrages - Bigardier
	Kelibia	5 450	Kelibia	2002	45	24	53%	24	100 000	2 222	4 167	Agrumes - Vigne
BEJA	Béja	8 500	Béja	2003	354	180	51%	180	200 000	565	1 111	Vesce avoine, blé,
	Medjez El Bab	3 895	Medjez El Bab	2002	100	0	0%	100	0	0		Céréales (blé)- Betterave
BIZERTE	Bizerte	18 000	Sidi Ahmed	2005	174	0	0%	5	40 000	230		Fourrages-Arboriculture
KEF	Kef	3 500	Sammama	2004	180	2	1%	2	2100	12	1050	Fourrages
SILIANA	Siliana	4 530	Médiouna	2006	87,2	87	100%	87	41 090	471	472	Céréales - Arboriculture-
SOUSSE	Sousse sud	13 500	Zaouiet Sousse	1987	205	217	106%	34	589 070	2 922	2 761	Fourrages-coton
	Msaken	5 800	Msaken	2003	185	185	100%	5	350 000	1 892	1 892	Oliviers-Fourrages
MONASTIR	Ouerdanine	882	Ouerdanine	1997	50	63	126%	43	140 000	2 800	2 222	Céréales-Avoine-Arbres fruitiers - Olivier
	Lamta-Savada	840	Lamta-Sayada-Bouhjar	1999	50	21	42%	50	38 000	760	1 810	Fourrages
KAIROUAN	Kairouan	15 100	Dhraa Tammar	1989	240	40	17%	0	73 000	304	1 825	Grandes cultures
KASSERINE	Kasserine	4 300	Oued Essid	1998	131	131	100%	8	529 000	4 038	4 038	Fourrages - Olivier
	Sbeitla	3 870	Sbeitla	2008	40	40	100%	40	250000	6250	6250	Céréales et fourrages
SFAX	Sfax sud	35 000	El Hajeb	1987	452	452	100%	452	1 650 000	3 650	3 650	Oliviers-fourrages
	El Hancha	2 500	El hancha	2010	50	50	100%	10	300 000	6 000	6 000	
GAFSA	Gafsa	5 000	El Aguilia	1994	117	117	100%	80	617 569	5 278	5 278	Arboriculture - Fourrages - Céréales
GABES	Bouchemma	14 500	Dissa (1ère et 2ème tranche)	1999-2007	300	139	46%	10	1 249 419	4 165	8 989	Fourrages - Oliviers
	El Hamma	4 500	El Hamma	2007	50	20	40%	24	230 000	4 600	11 500	Fourrages - Oliviers - Céréales
MEDENINE	Medenine	4 373	Oueljet El Khodher	2004	30	18	60%	14	37 000	1 233	2 056	Arbo- fourrages
	Jerba Ahir	12 000	Magzal	2005	19	19	100%	12	89 650	4 718	4 718	Arbo- fourrages
			Talbet	2005	32	32	100%	26				Arbo- fourrages-Céréale
TOTAL GENERAL		396 040			8075	3789	47%	4566	17 889 546	2 215	4 721	
VOLUME TOTAL PRODUIT PAR CES STEP :144 Mm3/an					Taux d'équipement en économie d'eau			57%				

**PERIMETRES EXISTANTS IRRIGUES A PARTIR DES EAUX USEES TRAITÉES
MISE EN VALEUR AGRICOLE (Campagne:2009-2010)**

ANNEXE N° 4

mars-11

Gouvernorat	Périmètre irrigué	Superficie des cultures réalisées (ha)				ELEVAGE : Nombre de têtes				
		Céréales	Fourrages	Arboriculture	Autres **	Vaches	Bovins	Ovins	Caprins	Autres *
ARIANA	Soukra	0	60	238	42	1250	2400	0	0	10550
	Borj Touil	1465	1130	60	150	1502	4400	630		15000
BEN AROUS	Mornag									
NABEUL	Souhil-Messadi, Bir Romana, El Haouirja et Beni Khjar	0	110	331	0	0	1500	1200	220	325
	Kelibia	0	0	24	0	0	0	0	0	0
BEJA	Béja	194	130	0	30	400	100	800	40	0
	Medjez El Bab	55	28	0	0	58	91	720	0	0
BIZERTE	Sidi Ahmed	70	82	3	0	25	40	200	0	0
KEF	Semmana	0	2	0	0	16	11	420	10	2
SILIANA	Médiouna	47	12	19,5	0					
SOUSSE	Zaouiet Sousse		237	2		800	1400	2200	450	
	Msaken		55	153	0	210	400	4000	500	
MONASTIR	Ouerdanine	2	2	58	0	1	0	250	0	0
	Lamta-Sayada-Bouhjar	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0
KAIROUAN	Dhraa Tammar	160	23	0	0		18	350		
KASSERINE	Oued Essid	0	105	80	0	110	0	500	0	0
	Sbeitla		40							
SFAX	El Hajeb	0	377,5	365	0	704	544	0	0	0
	El Hancha									
GAFSA	El Aguila	40	90	110	0	20	0	450	30	0
GABES	Dissa	0	98	54	0	0	2	144	0	0
	El Hamma	0	15	10	0	0	0	150	0	0
MEDENINE	Oueljet El Khodher	0	4	14	0					
	Magzal	0,5	4,5	22	0					
	Talbet	0	3	13	0					
TOTAL GENERAL		2033,5	2611	1557	222	5096	10906	12014	1250	25877
Superficie cultivée totale (6422 ha)		32%	41%	24%	3%					

Source : Rapport d'évaluation des EUT –DGGREE-2011 ; agrégation des données fournies par les CRDA.

Indicateurs de Performances de GIC/GDA Irrigation

1- Statistiques	2002	2003	2004	2005	2006²
1-1-Nombre total des GIC/GDA	982	1022	1041	1075	1064
1-2-Superficie sous gestion des GDA	124138	131412	146374	152172 ha	183190
1-3-% de la superficie totale des PPI	60%	62%	64,5%	67%	81%
2- Résultats de l'exploitation des PPI /PMH³ gérés par les GIC/GDA					
2-1- Nombre des GIC/GDA Analysés⁴	469	216	349	575	599
- % des GIC/GDA analysés⁵	48%	21%	34%	53%	56%
2-2-Taux de comptage d'eau à la production					
PPI/PMH	80%	89%	85%	90%	86%
2-3 - Consommations par hectare et par an					
PPI/PMH	2846	2685	2480	2314	2100
2-4- taux d'exploitation moyen					
PPI/PMH	79%	81%	83%	78%	70%
2-5- coût moyen de l'eau d'irrigation DT/m³					
PPI/PMH	0,061	0,065	0,074	0,074	0,083
2-6- % des GIC/GDA qui appliquent le coût réel					
PPI/PMH	59,2%	65,5%	88%	45%	34%
2-7- Taux de couverture des frais d'exploitation et d'entretien					
PPI/PMH	91%	100%	97%	97%	83%
2-8- % des GIC/GDA ayant un taux de couverture des frais d'exploitation et d'entretien>=80%					
PPI/PMH	67%	62%	70%	76%	69%
3- Répartition des GDA selon leur niveau de fonctionnalité (report de l'agrégation effectuée au niveau national ; pour tous les GDA/PPI enquêtés)⁶					
-GIC avec un bon niveau de fonctionnalité	51%	25%	27%	41%	
-GIC avec un niveau de fonctionnalité moyen	39%	68%	51%	43%	
-GIC avec un niveau de fonctionnalité faible	10%	7%	22%	16%	

Source : DGGREE- Etude d'évaluation annuelle des performances des Groupements de Développement Agricoles (GDA)

² La série se poursuit d'année en année ; le niveau a relativement chuté après la révolution dans certaines régions du nord ouest.

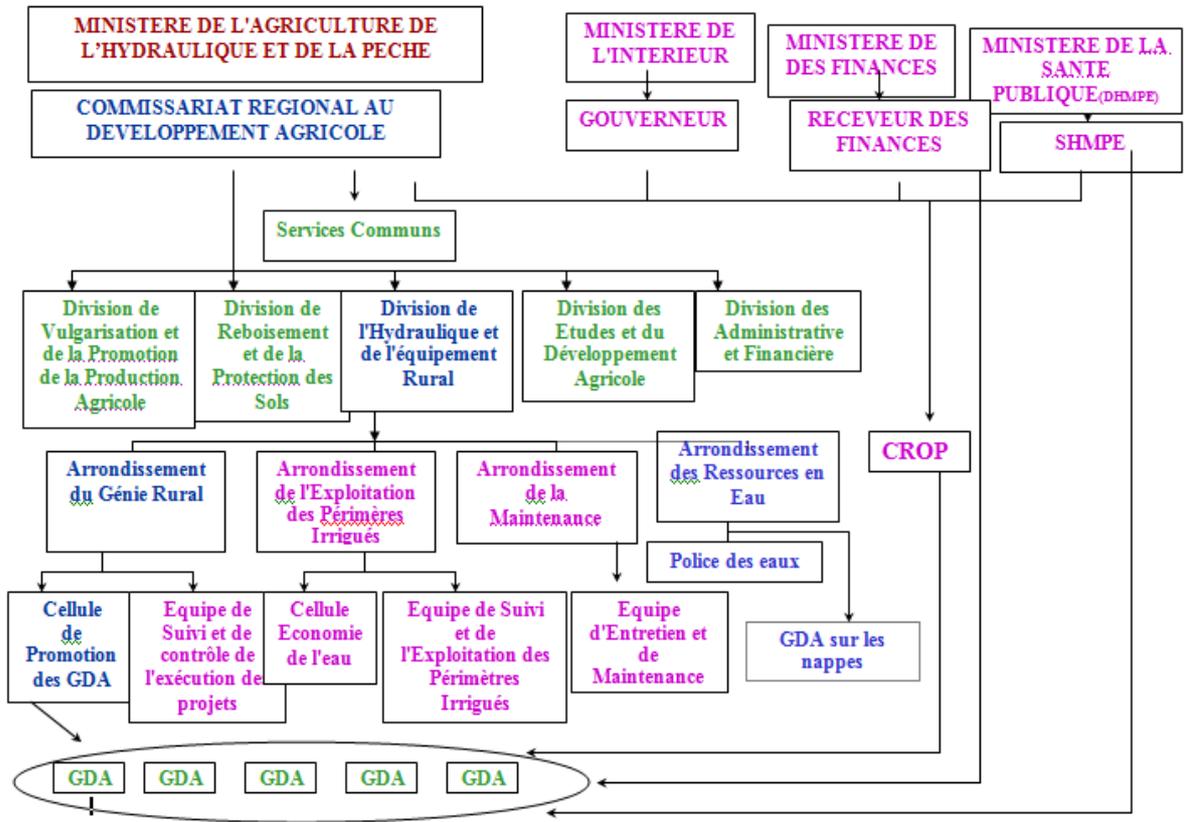
³ PPI/PMH : les périmètres publics irrigués de petite et moyenne hydraulique irrigués à partir des forages. La même évaluation est faite pour les PPI irrigués à partir des barrages ainsi que pour les oasis.

⁴ Au cours des enquêtes annuelles.

⁵ Par rapport au nombre total des GDA existant durant l'année.

⁶ Grands PPI ; PMH et oasis.

ASPECT INSTITUTIONNEL



ANNEXE 5.2 – ÉVOLUTION DES TARIFS DE L'EAU EN IRRIGATION

**EVOLUTION DU PRIX NOMINAL DE L'EAU D'IRRIGATION
DANS LES PERIMETRES PUBLICS IRRIGUES GERES PAR LES CRDA**

Unité : Millimes/m3

CRDA	Source	Superficie en ha	Prix / Année									Taux de croissance								Observations
			1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	92/91	93/92	94/93	95/94	96/95	97/96	98/97	99/98	
ARIANA	Eaux du Nord	30580	38	44	51	60	69	79	91	105	120	16%	16%	18%	15%	14%	15%	15%	14%	
	EU Soukra	600	41	44	51	60	69	69	69	20		7%	16%	18%	15%	0%	0%	-71%		
	EU B.Touil	3200					23	27	31	20						17%	15%	-35%		
BEN AROUS	Eaux du Nord	4000	50	58	60	62	68	78	90	103	109	16%	3%	3%	10%	15%	15%	14%	6%	Eaux du Nord
	Eaux Usées	1000				50	55	50	53	20					10%	-9%	6%	-62%		
NABEUL	Forages	1365		36	42	46	51	59	63	73	83		17%	10%	11%	16%	7%	16%	14%	
	Eaux du Nord	7958	45	47	50	54	59	68	78	90	104	4%	6%	8%	9%	15%	15%	15%	16%	
	Barrages	598	37	39	42	46	51	59	68	78	90	5%	8%	10%	11%	16%	15%	15%	15%	Nouveaux PPI
	Barrages	6590	34	36	38	43	48	55	63	73	83	6%	6%	13%	12%	15%	15%	16%	14%	Anciens PPI
	Eaux Usées					46	51	59	59	20					11%	16%	0%	-66%		
BIZERTE	Barrages	12000	38	44	51	60	69	79	91	105	120	16%	16%	18%	15%	14%	15%	15%	14%	
BEJA	Barrages	4905	38	44	48	53	61	69	79	89	100	16%	9%	10%	15%	13%	14%	13%	12%	Asso. Bettera
	Barrages		50	56	59	63	72	83	95	105	118	12%	5%	7%	14%	15%	14%	11%	12%	Ass. non Better
	Barrages					80	90	100	120						13%	11%	20%			Hors PPI.
JENDOUBA	Barrages	22813	33	38	42	48	55	63	73	84	100	15%	11%	14%	15%	15%	16%	15%	19%	Assol. Bettera
	Barrages		58	58	58	64	70	81	93	104	118	0%	0%	10%	9%	16%	15%	12%	13%	Ass. non. Better
LE KEF	Forages	2700	33	38	40	40	AIC	AIC	AIC	AIC		15%	5%	0%						AIC
SILIANA	Barrages	4000																		Barrage Siliana
	Barrages	1250	39	46	49	57	66	76	87	100	115	18%	7%	16%	16%	15%	14%	15%	15%	Barrage Lakhmes
SOUSSE	Forages	43		50	58	68	78	90	104	120	138		16%	17%				15%	15%	AIC
	Eaux Usées	205		37	45	45	45	45	50	20			22%	0%	0%	0%	11%	-60%		
	Barrages	1873	43	50	58	68	78	90	104	120	138	16%	16%	17%	15%	15%	16%	15%	15%	Nebhana PPI
	Barrages			53	61	71	81	94	120	140	161		15%	16%	14%	16%	28%	17%	15%	Hors PPI.
	Barrages					370	425	500			675					15%	18%			Extra agricole
MONASTIR	Forages																			AIC
	Eaux Usées	100					0	0	0	AIC										
	Barrages	2260	43	50	58	68	78	89	103	120	137	16%	16%	17%	15%	14%	16%	17%		PPI. Nabhana
MAHDLA	Barrages					83	94	109								13%	16%			Hors PPI
	Barrages																			
MAHDLA	Forages	334	43	50	58	78	78	90	104	120		16%	16%	34%	0%	15%	16%	15%		Zone côt(AIC)
	Forages	711	30	37	43	58	60	70	81	93		23%	16%	35%	3%	17%	16%	15%		Zone Int(AIC)
KAIROUAN	Forages	4529		40	46	46	53	61	61	61	70		15%	0%	15%	15%	0%		15%	(hiver / été)
	Barrages	1326	34	40	46	46	53	61	61	61	70	18%	15%	0%	15%	15%	0%	0%	15%	Nebh. Ain Boum.
	Barrages						42	48	48	48	60					14%	0%		25%	Sidi Saâd II
	Barrages	4656	29	34	41	41	48	55	55	55	55	17%	21%	0%	17%	15%	0%		0%	S.Saâd I.Houerb
	E. U. T.					27	32	32	32	20					19%	0%	0%	-38%		
KASSERNE	Bar. + For.	1877	25	30	38	38	46	56	64	73	84	20%	27%	0%	21%	22%		14%	15%	
	Forages	1052	25	30	38	38	46	56	64	73	84	20%	27%	0%	21%	22%		14%	15%	
SIDI BOUZID	Forages	2255	33	38	42	42	42	50		78	15%	11%	0%	0%	19%					
GAFSA	Forages	1979	18	20	20	20	20	24	28	28	30	11%	0%	0%	0%	20%	17%		7%	tarif appli par CRDA aux AIC
TOZEUR	Forages		18	20	22	24	26	30	AIC			11%	10%	9%	8%	15%				Les PPI sont gérés par AIC
KEBILI	Forages	1400	19	23	27	33	33	38	38	44	50	21%	17%	22%	0%	15%	0%	16%	14%	Souk Lahad . Mansou, Jedida
GABÈS	Forages		21	24				AIC	AIC			14%								Les PPI sont gérés par AIC