MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE,
DES RESSOURCES HYDRAULIQUES
ET DE LA PÊCHE

Direction Générale du Génie Rural et
de l'Exploitation des Eaux

AFD
AGENCE FRANÇAISE
DE DÉVELOPPEMENT

AdaptAction

ÉLABORATION DU PLAN DIRECTEUR NATIONAL DE REUTILISATION DES EAUX USEES TRAITEES EN TUNISIE « WATER REUSE 2050 »

Phase 1 : Diagnostic de la filière et élaboration des orientations de base

Rapport principal



Version 3.1 – 30 avril 2020

BRL Ingénierie
CERTIFIED ISO 9001:2015

baastel

ONF International

BRL Ingénierie	**BRL ingénierie** **1105 Av Pierre Mendès-France BP 94001** **30001 NIMES CEDEX 5** **FRANCE**	***En charge de la réalisation de la présente étude***
baastel	Groupe-conseil baastel sprl Boulevard Adolphe Max, 55 1000 Bruxelles BELGIQUE	*Membre du groupement ayant répondu à l'appel d'offre. N'intervient pas techniquement sur le projet.*
ONF International	ONF International 5 Avenue de la Belle Gabrielle 75012 Paris FRANCE	*Membre du groupement ayant répondu à l'appel d'offre. N'intervient pas techniquement sur le projet.*

Date de création du document	**25 février 2019**
Contact	**Sébastien Chazot** Sebastien.chazot@brl.fr

Titre du document	Elaboration du Plan Directeur National de réutilisation des eaux usées traitées en Tunisie Phase 1 – Rapport de diagnostic
Référence du document	A00437
Indice	V3.1

Date émission	Indice	Observation	Dressé par	Vérifié et Validé par
Juin 2019	V1.0		Equipe de projet	S Chazot
1er Juillet 2019	V1.1		Equipe de projet	S Chazot
12 déc 2019	V2.1	Prise en compte remarques COPIL juillet 2019 et échanges sur méthodologie ACA	Equipe de projet	S Chazot
18 déc 2019	V2.2	Amendements de forme par rapport à la V2.1. + ajout résumé	Equipe de projet	S Chazot
30 avril 2020	V3.1	Prise en compte remarques COPIL janvier 2020	Equipe de projet	S Chazot

Cette opération d'assistance technique est financée par l'Agence Française de Développement (AFD) dans le cadre de la Facilité Adapt'Action. Cette Facilité, démarrée en mai 2017, appuie les pays africains, les PMA et les PEID dans la mise en œuvre de leurs engagements pris dans le cadre de l'Accord de Paris sur le Climat, par le financement d'études, d'activités de renforcement des capacités et d'assistance technique, dans le secteur de l'adaptation en particulier.

Les auteurs assument l'entière responsabilité du contenu du présent document. Les opinions exprimées ne reflètent pas nécessairement celle de l'AFD ni de ses partenaires.

ELABORATION DU PLAN DIRECTEUR NATIONAL DE REUTILISATION DES EAUX USEES TRAITEES EN TUNISIE

Phase 1 - Diagnostic

PREAMBULE 1

RESUME 5

PARTIE A. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE 17

1. CONTEXTE : FACE AUX EVOLUTIONS SOCIO-ECONOMIQUES ET AU CHANGEMENT DU CLIMAT, L'URGENCE D'OPTIMISER LE MIX HYDROLOGIQUE DU PAYS 17

1.1 Des ressources en eau limitées et inégalement réparties dans le pays 17

1.1.1 La répartition des ressources en eau dépend fortement du régime des précipitations 17

1.1.2 D'une année à l'autre, la disponibilité des ressources en eau peut varier de 3 à 5 milliards de m^3 19

1.2 Dans la situation actuelle, les besoins en eau sont difficilement satisfaits les années sèches 21

1.2.1 Aperçu du bilan besoins-ressources avec les prélèvements de l'année 2011 21

1.2.2 La satisfaction des besoins en eau pourrait être plus difficile dans les années à venir 22

1.3 Les leviers d'action : la gestion de la demande et le recours aux eaux non-conventionnelles 24

1.3.1 La stratégie nationale de l'eau pour proposer une approche intégrée de la gestion de l'eau à l'horizon 2050 24

1.3.2 La stratégie de réutilisation des eaux usées traitées dans le cadre de la stratégie nationale de gestion de l'eau 24

2. RELECTURE DE 70 ANNEES DE LA FILIERE REUT EN TUNISIE 25

2.1 Historique de la filière REUT tunisienne 25
2.2 Enseignements et limites des approches les plus récentes sur la REUT 30

3. OBJECTIFS DE L'ETUDE : DOTER LE PAYS D'UNE STRATEGIE DE REUT AMBITIEUSE, REALISTE ET OPERATIONNELLE 32
3.1 Objectifs généraux de l'étude 32
3.2 Objectifs spécifiques de la phase de diagnostic et organisation du rapport 33

PARTIE B. APPROCHE GLOBALE À L'ECHELLE DU PAYS 35

4. LES GRANDS CHIFFRES DE LA REUT EN TUNISIE EN 2019 ET MISE EN PERSPECTIVE AVEC D'AUTRES PAYS 35
4.1 Les grands chiffres de la REUT en Tunisie en 2019 35
4.2 Mise en perspective avec d'autres pays 46

5. DIAGNOSTIC DU CADRE REGLEMENTAIRE..... 49
5.1 Description synthétique du cadre réglementaire de la gestion de l'eau en Tunisie 49
5.2 Assainissement et REUT : Recensement et Diagnostic des textes juridiques et réglementaires en lien avec la filière 52
5.2.1 Assainissement et rejets dans l'environnement : types et instruments juridiques 52
5.2.2 La réutilisation des eaux usées traitées : types et instruments juridiques 57
5.3 Recommandations de l'OMS pour l'élaboration des réglementations nationales et mise en regard d'autres réglementations nationales 62
5.3.1 Recommandations de l'OMS pour l'élaboration de réglementations nationales 62
5.3.2 Exemples de contextes réglementaires de d'autres pays pratiquant la REUT 63
5.4 Éléments de conclusion sur l'analyse du cadre juridique et réglementaire et recommandations 77

6. DIAGNOSTIC TECHNIQUE DE LA REUT 80
6.1 Base de l'analyse technique 80
6.2 La collecte des eaux usées brutes : Etat des lieux et améliorations possibles 80
6.2.1 Origine des eaux usées collectées 81
6.2.2 Éléments de conclusion sur les eaux usées collectées et recommandations 84
6.3 Le traitement : État des lieux et ambitions 85
6.3.1 Pratiques dans le domaine du traitement : les options technologiques d'aujourd'hui 85
6.3.2 Le traitement en Tunisie : un parc épuratoire bien développé mais vieillissant 87
6.3.3 Les options technologiques de demain 95

6.3.4 Éléments de conclusion sur le traitement des eaux usées et recommandations 96
6.4 Le stockage et le transfert des eaux jusqu'aux usages 97
6.4.1 Description des systèmes de stockage et de transport 97
6.4.2 Éléments de conclusion sur le stockage et le transfert des EUT et recommandations 100
6.5 Qualité des eaux usées traitées : aspect performance du traitement 103
6.5.1 Objectifs du bilan de la qualité effective à la sortie des STEP 103
6.5.2 Méthode 103
6.5.3 Première analyse portant sur les 66 STEP dont les eaux usées traitées sont tout ou partie réutilisées 105
6.5.4 Deuxième analyse portant sur l'ensemble du parc des stations d'épuration de la Tunisie 111
6.5.5 Éléments de conclusion sur la qualité de l'eau usée traitée et recommandations 114
6.6 Qualité des eaux usées traitées et des éléments environnants : Aspects liés au contrôle 115
6.6.1 Cadre réglementaire du contrôle 115
6.6.2 Capacité d'analyses des eaux existant en Tunisie et fiabilité des mesures 116
6.6.3 Fréquences des contrôles 119
6.6.4 Éléments de conclusion et recommandations sur les contrôles de la qualité d'eau et recommandations 123
7. DIAGNOSTIC SUR LES RISQUES LIES A LA REUT 124
7.1.1 Définition du risque sanitaire 124
7.1.2 Incidence de la REUT sur la santé humaine 126
7.1.3 Incidences de la REUT sur la santé animale 131
7.1.4 Incidence de la REUT sur l'environnement : possible accumulation des polluants dans les matrices sol-plante-nappe après une irrigation prolongée 131
7.1.5 Éléments de conclusion sur l'analyse des risques sanitaires et recommandations 135
8. DIAGNOSTIC INSTITUTIONNEL DE LA FILIERE – DECENTRALISER, ACCOMPAGNER, REGULER ET DIFFUSER L'INFORMATION POUR REGAGNER LA CONFIANCE DES USAGERS ET DES CONSOMMATEURS 136
8.1 Présentation des acteurs de la REUT en Tunisie 136
8.2 Cartographie des processus clefs 152
8.2.1 Planification de la REUT et cycle de projet 152
8.2.2 Le contrôle 154
8.2.3 Les échanges de données 157
8.3 Analyse des enjeux institutionnels 158
8.3.1 Synthèse des enjeux internes des acteurs-clefs de la REUT 158
8.3.2 Enjeux de cohérence entre acteurs de la REUT : interactions, échanges, coordination 161
8.3.3 Des enjeux transversaux qui peuvent être moteur de l'évolution institutionnelle 165

8.4 Benchmarking : regards croisés sur la gouvernance de la REUT 168
8.5 Éléments de conclusions sur l'analyse institutionnelle et recommandations 178

9. DIAGNOSTIC DES FACTEURS D'ACCEPTABILITE POUR LE DEVELOPPEMENT DE LA FILIERE 183
9.1 Présentation des principaux facteurs d'acceptabilité de la filière REUT en Tunisie 183
9.2 Zoom sur trois principaux facteurs d'acceptabilité 185
9.2.1 Le niveau de risque sanitaire et sa perception par les usagers 185
9.2.2 Les retombées économiques liées à l'irrigation avec des EUT 186
9.2.3 Le manque de confiance dans les services de l'Etat 186
9.3 Éléments de conclusion de l'analyse des facteurs d'acceptabilité et recommandations 187

10. DIAGNOSTIC DU SECTEUR DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE - UN BESOIN DE TRANSFERT DES CONNAISSANCES ACQUISES POUR LEUR APPLICATION 188
10.1 Les organismes de recherche travaillant sur la REUT 188
10.2 Éléments de conclusion de l'analyse de la recherche et recommandations 191

PARTIE C. APPROCHE A L'ECHELLE DE L'USAGE..... 194

11. DIAGNOSTIC TRANSVERSAL DE LA FILIERE REUT POUR LES DIFFERENTS USAGES 194
11.1 Méthode retenue pour réaliser les enquêtes de 20 opérations de REUT 196
11.1.1 Objectifs des enquêtes 196
11.1.2 Choix des sites 196
11.1.3 Méthode d'enquête 199
11.2 Irrigation agricole : des qualités d'effluents à améliorer pour renforcer la confiance des agriculteurs 199
11.2.1 Description générale du secteur et place de la REUT 199
11.2.2 Les éléments factuels issus des enquêtes 203
11.2.3 Analyse transversale de la REUT pour l'usage agricole 219
11.2.4 Regard sur la REUT pour l'irrigation agricole dans d'autres pays 221
11.2.5 Synthèse des contraintes au développement de l'irrigation agricole avec des EUT et recommandations 224
11.3 Irrigation des golfs et des espaces verts : des qualités d'effluents et des pratiques à améliorer pour renforcer la sécurité du public et la filière 230
11.3.1 Description générale du secteur et place de la REUT 230

11.3.2 Les éléments factuels issus des enquêtes 232
11.3.3 Analyse transversale de la REUT pour les golfs et les espaces verts 240
11.3.4 Regard sur la REUT pour l'irrigation pour les golfs et les espaces verts dans d'autres pays 241
11.3.5 Synthèse des contraintes au développement de l'irrigation des golfs et espaces verts avec des EUT et recommandations 242
11.4 Recharge des nappes : de très forts enjeux sanitaires et un cadre institutionnel qui freinent le développement de cet usage 245
11.4.1 Description générale du secteur et place de la REUT 245
11.4.2 Les éléments factuels issus des enquêtes 247
11.4.3 Analyse transversale de la REUT pour la recharge de nappes 258
11.4.4 Regard sur la REUT pour la recharge de nappes dans d'autres pays 261
11.4.5 Synthèse des contraintes au développement de la recharge de nappe avec des EUT et recommandations 261
11.5 Valorisation écologique : un flou entre la valorisation écologique et le rejet dans le milieu naturel 264
11.5.1 Description générale du secteur et place de la REUT 264
11.5.2 Les éléments factuels issus des enquêtes 266
11.5.3 Analyse transversale de la REUT pour la valorisation écologique 276
11.5.4 Regard sur la REUT pour la valorisation écologique dans d'autres pays 276
11.5.5 Synthèse des contraintes de la valorisation écologique avec des EUT et recommandations 277
11.6 Utilisation par les industriels : un fort potentiel de développement 277
11.6.1 Description générale du secteur et place de la REUT 277
11.6.2 Les éléments factuels issus des enquêtes 278
11.6.3 Analyse transversale de la REUT pour l'utilisation par les industriels 285
11.6.4 Regard sur la REUT au niveau industriel dans d'autres pays 285
11.6.5 Synthèse des contraintes de la réutilisation industrielle des EUT et recommandations 286
12. ANALYSES COUTS AVANTAGES DE LA REUT POUR DIFFERENTS USAGES 288
12.1 Objectifs 288
12.2 Approche méthodologique 289
12.3 Présentation des résultats par types d'usages 294
12.4 Irrigation agricole dans 5 périmètres irrigués 295
12.4.1 Situations de référence et détail des coûts et des avantages considérés 295
12.4.2 Données de base 297
12.4.3 Résultats 299
12.5 Arrosage du golf de Yasmine 306
12.5.1 Situation de référence et détail des coûts et des avantages considérés 306
12.5.2 Données de base 307
12.5.3 Résultats 307

12.6 Arrosage de l'espace vert de l'aéroport de Tunis Carthage 308
12.6.1 Situation de référence et détail des coûts et des avantages considérés 308
12.6.2 Résultats 309
12.7 Usage pour l'industrie des phosphates à Gafsa (Groupe Chimique Tunisien) 309
12.7.1 Situations de référence et détail des coûts et des avantages considérés 309
12.7.2 Résultats 310
12.8 Recharge de la nappe de Korba 312
12.8.1 Situations de référence et détail des coûts et des avantages considérés 312
12.8.2 Résultats 312
12.9 Alimentation en eau de la lagune de Korba 313
12.9.1 Situations de référence et détail des coûts et des avantages considérés 313
12.9.2 Données de base 314
12.9.3 Résultats 314

PARTIE D. GRANDS ENJEUX ET PROPOSITIONS D'ORIENTATION 315

13. SYNTHESE DU DIAGNOSTIC : ANALYSE AFOM DE LA FILIERE REUT EN TUNISIE ET PROPOSITION DE RECOMMANDATIONS 315
13.1 Analyse AFOM 315
13.2 Identification des défis à relever et proposition de grandes recommandations 325

BIBLIOGRAPHIE 329

ANNEXES 337

Annexe 1 : Éléments synthétiques des principales études stratégiques et thématiques effectuées sur la REUT en Tunisie 339
Annexe 2 : Analyse de la conformité des EUT à la NT 106.02 pour les 105 stations pour lesquelles l'information est disponible 347
Annexe 3 : Présentation des hypothèses et des résultats des analyses coûts avantages 351
Annexe 4 : Synthèse des entretiens réalisés dans la phase Diagnostic 391

TABLE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES

Figure 1-1 : Scénarios d'évolution possible du forçage radiatif lié à l'impact anthropique sur le climat 22
Figure 1-2 : résultats des projections climatiques pour l'évolution des températures et des précipitations à l'horizon 2080-2099 par rapport à une situation de référence 1986-2005 23
Figure 2-1 : Rétrospective de la filière REUT en Tunisie 27
Figure 4-1 : Volumes annuels d'eaux usées traitées produits et réutilisés par grande région 36
Figure 4-2 : Volumes annuels d'eaux usées traitées produits et réutilisés par usage et par grande région (données 2017) 39
Figure 4-3 : Part du volume national d'EUT produites en fonction du nombre de STEP 40
Figure 4-4 : Part du volume national d'EUT réutilisées en fonction du nombre de STEP concernées par la REUT 40
Figure 4-5 : Volumes d'eaux usées traitées produits et réutilisés dans les différentes grandes régions (2017) (m^3/mois) 45
Figure 4-6 : Carte des principales zones de réutilisation des eaux usées traitées dans le monde 46
Figure 4-7 : Part des différents usages de la REUT dans le monde et zoom sur quelques pays 48
Figure 6-1 :Type de raccordement en Tunisie en 2017 en % d'EH raccordé aux STEP (part de la charge polluante en fonction du type d'effluent) 81
Figure 6-2 : Type de raccordement par région en 2017 en % d'EH raccordé aux STEP (part de la charge polluante en fonction du type d'effluent) 82
Figure 6-3 : Part des effluents biodégradables et non-biodégradables (en volume) 83
Figure 6-4 : Capacité nominale des STEP en Tunisie 88
Figure 6-5 : Type de traitement secondaire en Tunisie 89
Figure 6-6 : Nombre de stations par type de traitement tertiaire en Tunisie 90
Figure 6-7 : Schéma général du réseau et des ouvrages de transport des EUT de la sortie de la STEP jusqu'aux PI 97
Figure 6-8 : Canal d'amenée des périmètres irrigués de Talbet et Meghzel 98
Figure 6-9 : Bassin de régulation du périmètre irrigué de Souhil à la sortie de la STEP SE3 98
Figure 6-10 : Château d'eau du périmètre irrigué d'Ouljet El Khoder 98
Figure 6-11 : Borne d'irrigation du périmètre irrigué 99
Figure 6-12 : Schéma général du réseau et des ouvrages de transport des EUT de la sortie de la STEP jusqu'aux golfs 100
Figure 6-13 : Lac de stockage des EUT du Golf Flamingo 100
Figure 6-14 : Développement algal dans le bassin de stockage du périmètre irrigué de Ouardanine 101
Figure 7-1 : Illustration de la notion de risque sanitaire 125
Figure 7-2 : Distribution du nombre de cas de fièvre typhoïde par Gouvernorat et par an de 2012 à 2016 128
Figure 7-3 : Taux d'incidence d'HVA par gouvernorat en 2017 et par 100000 habitants 128
Figure 8-1 : Organisation-type des CRDA 138
Figure 8-2 : Organigramme simplifié de l'ONAS, et positionnement des activités de REUT dans cet organigramme 143
Figure 8-3 : Carte de localisation des laboratoires d'analyse 147
Figure 8-4: Paysage institutionnel de la REUT en Tunisie 151
Figure 8-5 : Procédure de planification d'un projet de REU 152
Figure 8-6 : Organisation des contrôles par la réglementation Tunisienne 154
Figure 8-7 : représentation schématique des procédures de contrôle 156
Figure 8-8 : Procédure de collecte et transmission des informations d'autosurveillance et de contrôle 157
Figure 8-9 : Les différents niveaux d'engagement selon le type de processus participatif 167
Figure 11-1 : Evolution des superficies aménagées et irriguées des périmètres irrigués avec des EUT depuis 2000 202
Figure 11-2 : Evolution du volume d'EUT distribué aux périmètres irrigués depuis 1996 202
Figure 11-3 : Analyse d'indicateurs sociaux, environnementaux et sanitaires pour les périmètres irrigués enquêtés 219
Figure 11-4 : Analyse d'indicateurs sociaux, environnementaux et sanitaires pour les golfs et espaces verts enquêtés 240
Figure 11-5 : Localisation des deux sites de recharge par bassins d'infiltration de l'Oued Souhil et de la STEP SE4 253

Figure 11-6 : Volumes annuels rechargés au site de l'Oued Souhil entre 1986 et 2009 254
Figure 11-7 : Localisation du site de recharge et de la STEP de Korba 255
Figure 11-8 : Volumes annuels rechargés au site de Korba entre 2009 et 2017 256
Figure 11-9: Localisation de la lagune de Korba 266
Figure 11-10 : Situation géographique et délimitation du bassin versant de la lagune de Bizerte 267
Figure 11-11 : Localisation de la lagune de Korba par rapport à la STEP 272
Figure 11-12 : Localisation de la lagune de Bizerte par rapport à la STEP de Menzel Bourguiba 274
Figure 12-1 : VAN financières et économiques des situations sans projet et de la situation avec projet de REUT sur la période d'étude (30 ans) en DT 300
Figure 12-2 : Gains nets financiers et économiques des situations avec projet de REUT par rapport aux situations de référence sur la période d'étude (30 ans) en DT 301
Figure 12-3 : poids relatif des facteurs expliquant les gains financiers et économiques de la REUT par rapport à l'utilisation des eaux souterraines. 303
Figure 13-1 : Défis, points de blocges et objectifs 327
Figure 13-2 : Synthèse des recommandations par aspects 328

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1-1 : Apports moyens annuels en ressources en eau superficielles par régions hydrographiques (DGRE, 2018) 19
Tableau 1-2 : Ressources souterraines par grande région (DGRE, 2018) 20
Tableau 1-3 : Bilan besoins-ressources en ordre de grandeur, en prenant en compte les prélèvements de l'année 2011 21
Tableau 4-1 : Classement des STEP par valeur décroissante du volume d'eaux usées traitées 43
Tableau 4-2 :Classement des STEP par valeur décroissante du volume d'eaux usées traitées réutilisé 44
Tableau 5-1 : Comparaison entre la norme NT 106.02 et l'arrêté du 26 mars 2018 des limites de qualité fixée 53
Tableau 5-2 : Comparaison des fréquences d'analyses fixées par la NT 106.03 et le l'arrêté n°2018-35 (26 mars 2018) 61
Tableau 5-3 : Classes de qualité en fonction des usages et des méthodes d'irrigation 64
Tableau 5-4 : : Limites de qualité exigées pour différents paramètres en fonction des classes d'usages pour la REUT en France 65
Tableau 5-5 : Niveau de rejet à respecter en fonction de l'usage (urbain, agricole, industriel, usage récréatif) en Espagne 67
Tableau 5-6 : Normes grecques concernant les niveaux de qualité à atteindre en fonction de la classe de qualité 69
Tableau 5-7 : Exigences de qualité de l'eau selon la norme jordanienne 71
Tableau 5-8 : Exigences de qualité de l'eau en fonction de l'usage (Israël) 74
Tableau 5-9 : Limites de qualité par type d'usage dans quelques Etats américains 75
Tableau 5-10 : Critères pris en compte selon les pays 78
Tableau 5-11 : Comparaison des exigences minimales inscrites dans le règlement du parlement européen et en Tunisie 78
Tableau 6-2 : Ancienneté des stations d'épuration et réhabilitation 87
Tableau 6-3 : Ancienneté des stations d'épuration avec un projet de REUT 88
Tableau 6-4 : Part du coût de l'energie dans le coût d'exploitation (selon le rapport global annuel 2017) 93
Tableau 6-5 : Consommation énergétique et Coût de l'énergie par m^3 d'eau traitée 93
Tableau 6-6 : Consommation énergétique en fonction du type de procédé de traitement 94
Tableau 6-7 : Approche de la consommation energétique selon les procédés de traitement en France (source : ASTEE - Nicolas Roche - Economie circulaire appliqué au cycle d'usage de l'eau) 94
Tableau 6-8 : Caractéristiques du réseau de transfert des EUT des périmètres irrigués enquêtés 99
Tableau 6-9 : Répartition du pourcentage de stations d'épuration en proportion du nombre d'échantillons non conformes 104
Tableau 6-10 : Exemple de tableau présenté dans les rapports annuels de l'ONAS 104
Tableau 6-11 : Paramètres DBO5, DCO et MES/ Analyses des laboratoires de l'ONAS : Tableau transmis par l'ONAS 106
Tableau 6-12 : Pourcentage de non-conformité, de conformité et de données non exploitables vis-à-vis de la NT 106.03 par régions 109
Tableau 6-13 : Volume traité conforme vis-à-vis de la NT 106.03 : part du volume d'EUT annuel par rapport au volume total sortant des STEP du pays 110
Tableau 6-14 : Analyses des résultats concernant les éléments traces métalliques (année 2017) 112
Tableau 6-15 : Analyses des résultats concernant les éléments Chlorure (année 2017) 112
Tableau 6-16 : Paramètres DBO5, DCO et MES/ Analyses des laboratoires privés : Tableau transmis par l'ONAS – Année 2017 113

Tableau 6-17 : pourcentage de non-conformité en additionnant toutes les analyses des laboratoires privés : Tableau transmis par l'ONAS....114
Tableau 6-18 : Tableau regroupant l'ensemble des analyses réalisés par les laboratoires privés : Tableau transmis par l'ONAS – Année 2018....114
Tableau 6-19 : Données consolidées transmises par l'ONAS concernant les éléments Traces métalliques (année 2018)....114
Tableau 6-20 : Laboratoires d'analyses accrédités pour les analyses sur les eaux et les produits alimentaires (DGGREE, 2017)....117
Tableau 6-21 : Pourcentage des 66 stations considérées dont la fréquence des analyses est non-conforme avec le décret n°93-2447 du 13 décembre 1993 (Rapports annuels de l'ONAS – Année 2017)....120
Tableau 6-22 : Pourcentage des stations dont la fréquence des analyses est non-conforme avec l'arrêté du 26 mars 2018 (Rapports annuels de l'ONAS – Année 2017)....122
Tableau 7-1 : Exemples des différents types de dangers associés à l'utilisation des eaux usées en agriculture dans les pays en développement....126
Tableau 7-2 : Principales pathologies liées aux dangers biologiques et chimiques....126
Tableau 7-3 : Données sur la qualité des EUT....127
Tableau 7-4 : Résultats d'une enquête sur le respect des normes sanitaires relatives à la REUT....130
Tableau 7-5 : Synthèse des impacts de l'irrigation avec des EUT sur les sols d'après la recherche tunisienne et autres....131
Tableau 7-6 : Synthèse des impacts de l'irrigation avec des EUT sur les plantes d'après la recherche tunisienne et autres....133
Tableau 7-7 : Synthèse des impacts de l'irrigation avec des EUT sur les nappes souterraines d'après la recherche tunisienne et autres....134
Tableau 8-1 : Description des principales directions du MARHP impliquée dans la REUT....136
Tableau 8-2 : Enjeux pour les principaux acteurs de la REUT....159
Tableau 8-3 : Fonctions de la REUT, acteurs responsables et enjeux de cohérence fonctionnelle associés....162
Tableau 8-4 : synthèse des éléments de benchmarking sur le thème de la gouvernance, en France, Palestine, Jordanie et Israël....171
Tableau 9-1 : Exemples de facteurs d'acceptabilité sociale au niveau de projets de REUT et d'EUB diluées réussis dans d'autres pays....183
Tableau 9-2 : Classement des inconvénients de l'utilisation des EUT....184
Tableau 9-3 : Classement des avantages de l'utilisation des EUT....185
Tableau 11-1 : Liste des 20 sites choisis pour les enquêtes de terrain....197
Tableau 11-2 : Liste des périmètres irrigués avec des EUT, campagne 2017 - 2018....200
Tableau 11-3 : Données générales sur la REUT en agriculture pour la campagne 2016/2017 et 2017/2018....203
Tableau 11-4 : Déroulement des enquêtes des périmètres irrigués....204
Tableau 11-5 : Description des STEP alimentant les périmètres enquêtés....207
Tableau 11-6 : Système de transfert par périmètre irrigué enquêté....211
Tableau 11-7 : Contexte physique par périmètre irrigué enquêté....212
Tableau 11-8 : Système d'irrigation par périmètre enquêté....213
Tableau 11-9 : Contexte socio-économique par périmètre irrigué enquêté....214
Tableau 11-10 : Etat du GDA et tarification par périmètre irrigué enquêté....215
Tableau 11-11 : Caractéristiques des STEP alimentant les périmètres irrigués de Borj Touil et El Hajeb....217
Tableau 11-12 : Caractéristiques des périmètres irrigués de Borj Touil et El Hajeb....218
Tableau 11-13 : normes de réutilisation agricole appliquées en Jordanie....222
Tableau 11-14 : Hiérarchisation des contraintes au développement des périmètres irrigués avec des EUT....225
Tableau 11-15 : Liste des golfs en Tunisie....230
Tableau 11-16 : Volumes d'EUT réutilisés par golf....231
Tableau 11-17 : Déroulement des enquêtes des golfs et espaces verts....233
Tableau 11-18 : Description des STEP alimentant les golfs et les espaces verts enquêtés....235
Tableau 11-19 : Eléments factuels issus des enquêtes auprès des golfs et espaces verts....238
Tableau 11-20: Qualité des EUT exigées pour les golfs et les espaces verts ouverts au public au niveau de différents pays....242
Tableau 11-21 : Hiérarchisation des contraintes au développement des espaces irrigués avec des EUT....243
Tableau 11-22 : Volumes de recharge des nappes à partir d'EUT (DGRE, 2016)....246
Tableau 11-23 : Déroulement des enquêtes des sites de recharge artificielle avec des EUT....249
Tableau 11-24 : Description des STEP alimentant les sites de recharge de nappe avec des EUT enquêtés....251
Tableau 11-25 : Eléments factuels issus des enquêtes auprès des sites de recharge de nappe avec des EUT....257
Tableau 11-26 : Analyse d'indicateurs sociaux, environnementaux et sanitaires pour la recharge de nappes....260
Tableau 11-27 : Normes de qualité pour la recharge de nappe avec des EUT en Espagne....261
Tableau 11-28 : Hiérarchisation des contraintes au développement de la recharge de nappe avec des EUT....261
Tableau 11-29 : Déroulement des enquêtes des sites de valorisation écologique avec des EUT....268
Tableau 11-30 : Description des STEP alimentant les sites de valorisation écologique enquêtés....270
Tableau 11-31 : Eléments factuels issus des enquêtes auprès des sites de valorisation écologique....275

Tableau 11-32 : Analyse d'indicateurs sociaux, environnementaux et sanitaires pour la valorisation écologique des EUT 276
Tableau 11-33 : Secteurs d'activités des industries tunisiennes 278
Tableau 11-34 : Déroulement des enquêtes des sites de réusitilisation industrielle des EUT 280
Tableau 11-35 : Description des STEP prévues pour alimenter les sites de réutilisation industrielle des EUT du GCT de Gabès et Gafsa 282
Tableau 11-36 : Analyse d'indicateurs sociaux et sanitaires pour l'utilisation des EUT par les industriels 285
Tableau 11-37 : Hiérarchisation des contraintes au développement de la réutilisation industrielle avec des EUT 286
Tableau 12-1: Principales hypothèses retenues pour les ACA 294
Tableau 12-2 : Coûts et bénéfices (directs et indirects) pris en compte dans les ACA pour l'usage agricole 296
Tableau 12-3 : Présentation des données de base qui ont servi aux ACA pour l'irrigation agricole 297
Tableau 12-4 : Gains nets financiers et économiques des périmètres irrigués : en DT/m3 et DT/ha 304
Tableau 12-5 : coûts et bénéfices (directs et indirects) pris en compte dans l'ACA du golf de Yasmine 306
Tableau 12-6 : Données de base utilisées dans l'ACA pour le golf de Yasmine 307
Tableau 12-7 : Gains nets financiers et économiques de la REUT sur 30 ans et par m^3 par rapport aux deux situations de référence 307
Tableau 12-8 : Données de base utilisées dans l'ACA pour les espaces verts de l'aéroport de Tunis Carthage 308
Tableau 12-9 : coûts et bénéfices (directs et indirects) pris en compte dans l'ACA des espaces verts de l'aéroport de Tunis Carthage 308
Tableau 12-10 : Gains nets financiers et économiques de la REUT sur 30 ans et par m^3 par rapport à l'achat d'eau potable 309
Tableau 12-11 : Coûts et bénéfices (directs et indirects) pris en compte dans l'ACA de l'industrie des phosphates à Gafsa 310
Tableau 12-12 : REUT par le GCT - gains nets financiers et économiques de la REUT sur 30 ans et par m^3 par rapport aux situations de référence 311
Tableau 12-13 : Coûts et bénéfices (directs et indirects) pris en compte dans l'ACA de la recharge de nappe de Korba 312
Tableau 12-14 : Gains nets économiques de la REUT sur 30 ans et par m^3 de la recharge à Korba 313
Tableau 12-15 : Coûts et bénéfices (directs et indirects) pris en compte dans l'ACA de la réalimentation de la lagune de Korba 313
Tableau 12-16 : Données de base utilisées dans l'ACA pour la réalimentation de la lagune de Korba 314
Tableau 12-17 : Gains nets économiques de la REUT sur 30 ans et par m^3 de l'alimentation de la lagune de Korba 314
Tableau 13-1 : Matrice Atouts-Faiblesses-Opportunités-Menaces (AFOM) réalisée suite aux différents diagnostics 316
Tableau 13-2 : Rejets vers le milieu hydraulique : Pourcentage de conformité vis-à-vis de la NT 106.02 348
Tableau 13-3 : Rejets vers le milieu maritime : Pourcentage de conformité vis-à-vis de la NT 106.02 349

LISTE DES CARTES

Carte 1-1 : Précipitations et répartition des isohyètes en Tunisie 18
Carte 4-1 : Volume annuel d'EUT produit (données 2017) 37
Carte 4-2 : Volume d'EUT réutilisé (données 2017) 38
Carte 11-1 : Répartition des usages de réutilisation pour les différentes STEP 195
Carte 11-2 : localisation des sites enquêtés pendant la phase de diagnostic 198
Carte 11-3 : aires protégées localisées en Tunisie 265

ACRONYMES ET ABREVIATIONS

ACA	Analyse Coût Avantage
AEP	Alimentation en Eau Potable
AFA	Agence Foncière Agricole
AFD	Agence Française de Développement
AFOM	Atouts Faiblesses Opportunités Menaces
AIEA	Agence Internationale de l'Energie Atomique
ANCSEP	Agence Nationale de Contrôle Sanitaire et Environnemental des Produits
ANPE	Agence Nationale pour la Protection de l'Environnement
ANSES	Agence Nationale de la Sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'Environnement et du travail
APAL	Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral
APIA	Agence de Promotion des Investissements Agricoles
ARS	Agence Régionale de Santé
ATSE	Association Tunisienne Santé et Environnement
AVFA	Agence de la Vulgarisation et de la Formation Agricole
BA	Boues Activées
BOT	Build Operate Transfer
BPEH	Bureau de la Planification et des Equilibres Hydrauliques
CERTE	Centre de Recherche et des Technologies des Eaux
CES	Conservation des Eaux et des Sols
CETIBA	Centre Technique de l'Industrie du Bois et de l'Ameublement
CETIME	Centre Technique des Industries Mécaniques et Electriques
CETTEX	Centre Technique du Textile
CITET	Centre International des Technologies de l'Environnement de Tunis
CNCC	Centre National du Cuir et de la Chaussure
CNEA	Centre National des Etudes Agricoles
COFRAC	Comité Français d'Accréditation
CONECT	Confédération des Entreprises Citoyennes de Tunisie
COPIL	Comité de Pilotage
CRA	Cellules de Rayonnement Agricole
CRDA	Commissariats Régionaux au Développement Agricole
CRGR	Centre de Recherche du Génie Rural
CTAA	Centre Technique de l'Agro-Alimentaire
CTC	Centre Technique de Chimie
CTMCCV	Centre Technique des Matériaux de Construction, de la Céramique et du Verre
CTV	Cellules Territoriales de Vulgarisation
DBO5	Demande Biochimique en Oxygène
DCO	Demande Chimique en Oxygène
DDT	DichloroDiphénylTrichloroéthane
DDTM	Direction Département des Territoires et de la Mer
DGACTA	Direction Générale de l'Aménagement et de la Conservation des Terres Agricoles
DGEQV	Direction Générale de l'Environnement et de la Qualité de Vie
DGGREE	Direction Générale du Génie Rural et de L'Exploitation des Eaux
DGPA	Direction Générale des Productions Animales
DGPCQPA	Direction Générale de la Protection et du Contrôle de la Qualité des Produits Agricoles
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
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
DSSB	Direction des Soins de Santé de Base
EIES	Etude d'Impact Environnemental et Social
EPA	Etablissement Public à caractère Administratif
EPNA	Etablissement Public à caractère Non Administratif
ETM	Eléments Traces Métalliques

EUB	Eaux Usées Brutes
EUT	Eaux Usées Traitées
FAO	Organisation des Nations Unies pour Alimentation et l'Agriculture
FCGBV	Financement Cadre de Gestion des Bassins Versants
FIPA	Fédération Internationale des Producteurs Agricoles
FOSDAP	Fond Spécial du Développement de l'Agriculture et de la Pêche
GCT	Groupe Chimique Tunisien
GDA/P	Groupement de Développement Agricole/et de la Pêche
GES	Gaz à Effets de Serre
GIEC	Groupements d'Experts Intergouvernemental sur l'évolution du Climat
GIRE	Gestion Intégrée des Ressources en Eau
HAP	Hydrocarbure Aromatique Polycyclique
HMT	Hauteur Manométrique Totale
INAT	Institut National Agronomique de Tunis
INRAT	Institut National de Recherche Agronomique de Tunisie
INRF	Institut National de Recherches Forestières
INRGREF	Institut National de Recherche en Génie Rural, Eaux et Forêts
INS	Institut National de la Statistique
IRD	Institut de Recherche pour le Développement
IRESA	Institution de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur Agricole
ISBST	Institut Supérieur des Biotechnologies de Sidi Thabet
ITES	Institut Tunisien des Etudes Stratégiques
IWA	Israeli Water Authority
JISM	L'Institution Jordanienne pour les Normes et la Métrologie
JORT	Journal Officiel de la République Tunisienne
JVA	Jordan Valley Authority
LCAE	Laboratoire Central d'Analyse des Eaux
MARHP	Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche
MDO	Maladie à Déclaration Obligatoire
ME	Ministère de l'Environnement
MEDD	Ministère de l'Environnement et du Développement Durable
MES	Matières En Suspension
MESRS	Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
MF	Ministère des Finances
MISEN	Mission Inter Service de l'Eau et de la Nature
MIT	Ministère de l'Industrie et des Technologies
MS	Ministère de la Santé
MTA	Ministère du Tourisme et de l'Artisanat
MWI	Ministry of Water and Irrigation
OACA	Office de l'Aviation Civile et des Aéroports
ODD	Objectifs de Développement Durable
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONAGRI	Observatoire National de l'Agriculture
ONAS	Office National de l'Assainissement
ONTT	Office National du Tourisme Tunisien
OTD	Office des Terres Domaniales
PAKTEC	Centre Technique de Conditionnement et d'Emballages
PCB	PolyChloroBiphényle
PDC	Plan de Développement Communautaire
PDRI	Plan de Développement Rural Intégré
PI	Périmètres Irrigués
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
PPI	Périmètres publics d'Irrigation
PPP	Partenariat Public Privé
PWA	Palestinian Water Authority
QMRA	Evaluation Quantitative des Risques Microbiens
RCP	Representative Concentration Pathway
REUT	Réutilisation des Eaux Usées Traitées
SAGE	Schéma d'Aménagement de Gestion des Eaux
SCP	Société du Canal de Provence
SDAGE	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SEGOR	Société d'Exploitation et de Gestion des Ouvrages et Réseaux

SINEAU	Système National D'information sur l'Eau
SMSA	Sociétés Mutuelles de Services Agricoles
SMVDA	Société de Mise en Valeur et de Développement Agricole
SNPC	Société Nouvelle des Produits Chimiques
SONEDE	Société Nationale d'Exploitation et de Distribution de l'Eau
SP	Station de Pompage
STEP	Stations d'Epuration
STDG	Société Tunisienne de Développement des Golfs
SYNAGRI	Syndicats des Agriculteurs de Tunisie
TIAC	Toxi-Infection Alimentaire Collective
TUNAC	Tunisian Accreditation Council
UE	Union Européenne
UFC	Unité Formant Colonie
ULAP	Union Locale de l'Agriculture et de la Pêche
UMAGRI	Union Maghrébine des Agriculteurs
URAP	Union Régionale de l'Agriculture et de la Pêche
USEPA	United States Environmental Protection Agency
UTAP	Union Tunisienne de l'Agriculture et de la Pêche
UTICA	Union Tunisienne de l'Industrie, du Commerce et de l'Artisanat
VBRDA	Valorisation des Boues Résiduaires Dans l'Agriculture
VAN	Valeur Actualisée Nette
WAJ	Water Authority of Jordan
WSRC	Water Sector Regulatory Council
ZICO	Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux

PREAMBULE

CADRE GENERAL DE L'ETUDE ET DU RAPPORT DE DIAGNOSTIC

Cette étude est réalisée dans le cadre de la facilité Adapt'Action qui s'inscrit elle-même dans le cadre de l'Accord de Paris sur le climat et de l'engagement de la Tunisie à intégrer les Objectifs de Développement Durable (ODD) d'ici 2030 dans ses plans de développement.

Elle vise à l'élaboration d'un Plan Directeur National « Water reuse 2050 » qui permettra d'établir les fondations pour l'amélioration de la Réutilisation des Eaux Usées Traitées (REUT) en Tunisie.

Cette étude sera intégrée dans un Plan Directeur à grande échelle des ressources en eau de la Tunisie à l'horizon 2050 nommé « EAU 2050 » dont elle constitue le focus consacré à la réutilisation des eaux usées traitées.

Le processus d'élaboration de la présente étude s'articule en trois grandes phases :

- Phase n°1 : Diagnostic de la filière
- Phase n°2 : Évaluation du futur de la REUT et définition d'une stratégie pour le secteur
- Phase n°3 : Rédaction du plan Directeur « Water Reuse 2050 »

Ce rapport a été rédigé pendant la phase 1 de l'étude et constitue le rapport de diagnostic de l'étude.

TERMINOLOGIE

La **réutilisation des eaux usées traitées** consiste en leur réutilisation après passage par un système de traitement. On différencie ce type de réutilisation avec la réutilisation des eaux usées brutes, qui n'ont pas été traitées.

Il existe différents types de réutilisation des eaux usées traitées. On propose de reprendre ici les définitions de Jimenez et Asano dans leur document de référence « *Water Reuse : An International Survey of current practice, issues and needs* (2008) » *(« Réutilisation des eaux usées traitées : une enquête internationale des pratiques actuelles, des problématiques, et des besoins »).*

On distingue la **réutilisation directe** (où les eaux sont mobilisées à la sortie du système d'épuration) de la **réutilisation indirecte,** où les eaux sont rejetées dans un milieu aquatique terrestre, avec une éventuelle dilution, avant d'être réutilisées. Les principales définitions de réutilisation sont données ci-après (traduction depuis Jimenez et Asano, 2008).

REUTILISATION DIRECTE DES EAUX USEES TRAITEES

> Réutilisation des eaux usées traitées via le transfert direct de l'effluent traité depuis le site de production vers le site d'utilisation, sans dilution préalable avec une autre source d'eau.

REUTILISATION INDIRECTE DES EAUX USEES TRAITEES

> Réutilisation des eaux usées traitées, après leur rejet préalable dans un cours d'eau ou une nappe, milieux dans lesquels elles sont ensuite prélevées.

REUTILISATION INTENTIONNELLE OU NON

- Réutilisation des eaux usées traitées planifiée/intentionnelle : réutilisation des eaux usées traitées dans le cadre d'un projet planifié.
- Réutilisation indirecte des eaux usées traitées/ou non, non planifiée ou accidentelle : réutilisation des eaux usées traitées/ou non après leur rejet dans les eaux de surface ou souterraines, milieux dans lesquels elles sont prélevées.

La présente phase Diagnostic aborde tous les types de réutilisation intentionnelle des eaux usées traitées en Tunisie. On utilise ainsi, dans le présent rapport, le terme de **« REUT »** pour désigner les types de réutilisation suivants :

- l'irrigation agricole,
- l'irrigation de terrains de golfs et d'espaces verts,
- l'utilisation dans des process industriels,
- la production d'eau potable,
- la recharge de nappe,
- la valorisation écologique (ce terme comprend toutes les réutilisations qui permettent de maintenir en bon état un écosystème qui ne pourrait être maintenu autrement).

Ainsi, les rejets vers le milieu naturel ne sont pas comptabilisés ici comme des réutilisations à part entière. Cela ne signifie pas qu'ils n'ont pas un rôle important pour ces milieux (en y maintenant par exemple un *débit minimal*) et/ou pour des usages situés plus à l'aval qui vont au final utiliser l'eau pour un nouvel usage (*réutilisation indirecte*).

Enfin, on utilisera aussi la notion de **« filière de la REUT »** pour caractériser « *l'ensemble du processus et des impacts depuis la production des eaux usées jusqu'à leur devenir final après usage. Cette notion regroupe l'ensemble des opérateurs et activités sur la ressource* » (ECOFILAE, 2016).

Le schéma ci-après est donné à titre informatif. Il présente les types de réutilisation existants à travers le monde. Il est important de noter qu'il n'existe pas de réutilisation intentionnelle des eaux usées brutes en Tunisie.

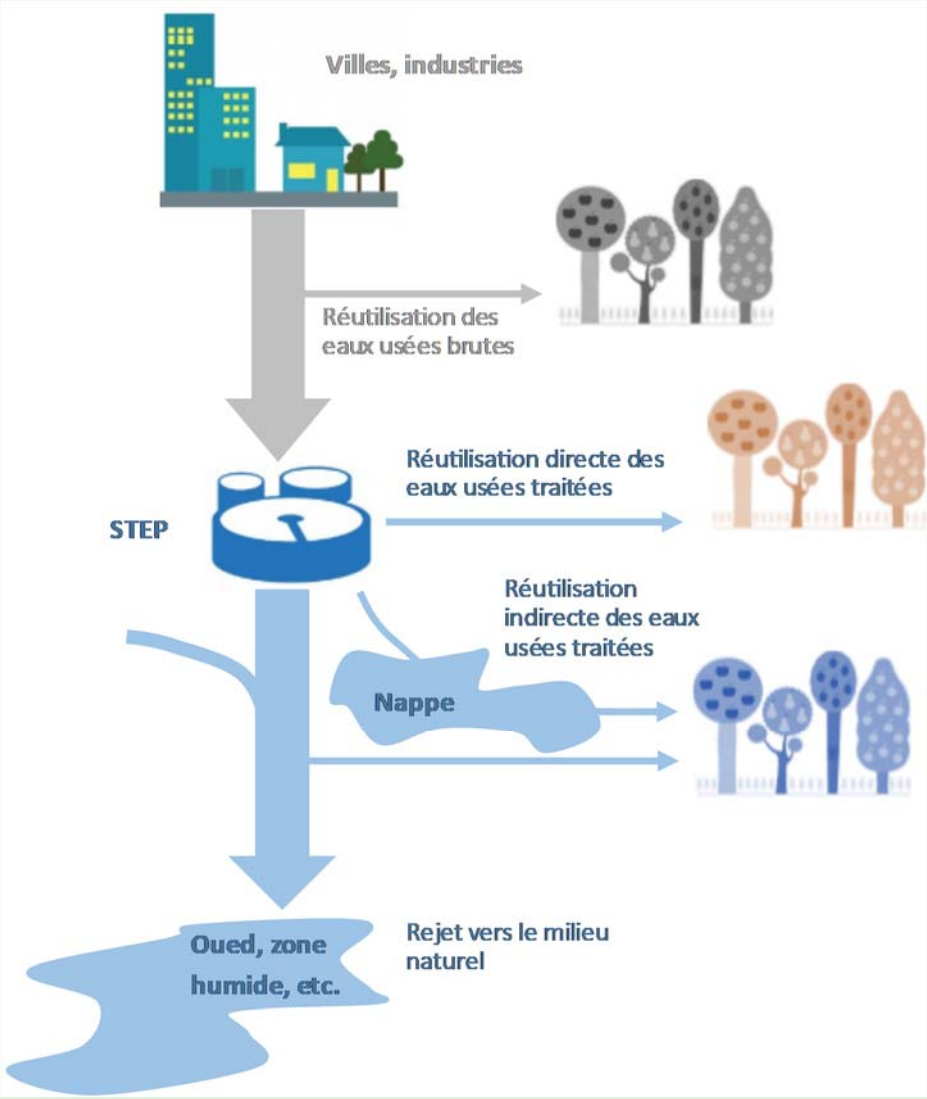

Villes, industries
Réutilisation des eaux usées brutes
Réutilisation directe des eaux usées traitées
STEP
Réutilisation indirecte des eaux usées traitées
Nappe
Oued, zone humide, etc.
Rejet vers le milieu naturel

Schéma BRLi

RESUME

La présente étude a pour objectif l'élaboration d'un Plan Directeur National « Water Reuse 2050 » qui permettra de proposer une stratégie pour le développement de la Réutilisation des Eaux Usées Traitées (REUT) en Tunisie à l'horizon 2050. Le Plan directeur « Water reuse 2050 » sera intégré dans le Plan Directeur des ressources en eau de la Tunisie à l'horizon 2050 nommé « EAU 2050 ».

L'étude est financée par l'Agence Française de Développement dans le cadre de la Facilité Adapt'Action qui s'inscrit elle-même dans le cadre de l'Accord de Paris sur le climat.

Le processus d'élaboration de l'étude s'articule en trois grandes phases :

- Phase n°1 : Diagnostic de la filière,
- Phase n°2 : Evaluation du futur de la REUT et définition d'une stratégie pour le secteur,
- Phase n°3 : Rédaction du plan Directeur « Water Reuse 2050 ».

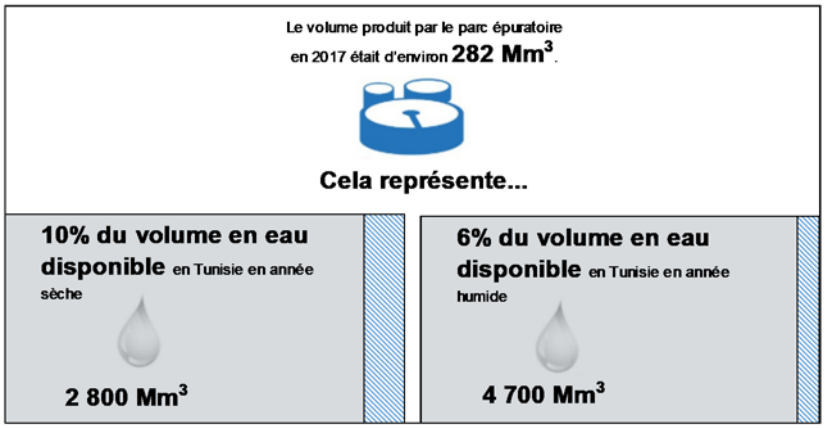
Ce document constitue le résumé du rapport de Phase 1.

CONTEXTE DE LA REUTILISATION DES EAUX USEES TRAITEES (REUT) EN TUNISIE

Le **contexte hydrologique en Tunisie conduit à un bilan besoins – ressources très tendu**. Le volume en eau disponible dans le pays (ressources superficielles et souterraines) est en moyenne de 4,7 milliards de m^3 par an mais peut descendre à **2,8 milliards de m^3** en année sèche pour des besoins estimés autour de **2,7 milliards de m^3**. Ainsi, les années sèches, il est difficile de fournir de l'eau pour tous les usages. Dans un contexte de changement climatique et de raréfaction des ressources, et en considérant l'augmentation des besoins pour faire face à la croissance démographique et économique, la situation en Tunisie nécessite, plus que jamais, de planifier rigoureusement la gestion des ressources en eau dans le pays.

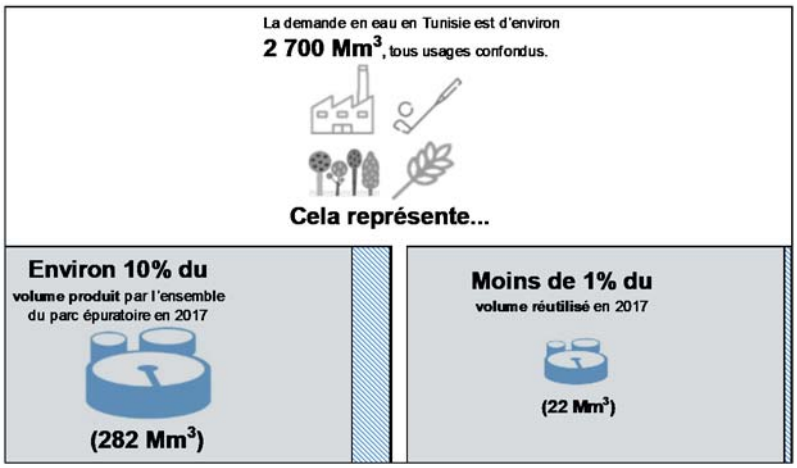
C'est dans ce contexte que la valorisation des EUT revêt toute son importance.

En 2017, le volume d'eaux usées traitées par les **105 stations** d'épuration analysées (qui représentent l'essentiel des 122 stations existantes) s'élève à **282 Mm^3**.[1]



Sur les **105 stations considérées**, les eaux usées traitées de **66 stations font l'objet, tout ou partie, d'une réutilisation**. Le **volume de réutilisation en 2017 s'élève à 22 Mm^3**. Cela représente un taux de **réutilisation directe à l'échelle nationale de 8 %.** Ce volume ne prend pas en compte les volumes rejetés dans des milieux naturels pour leur préservation car le maintien du bon état de l'écosystème de ces milieux n'est pas toujours confirmé, ce qui interroge sur la prise en compte de ces volumes comme REUT ou comme simples rejets en sortie de STEP.

[1] Les données analysées dans le rapport de diagnostic, qui ont été fournies par l'ONAS, datent de 2017.



OBJECTIFS SPECIFIQUES DE LA PHASE DE DIAGNOSTIC

La phase de diagnostic permet de fournir une vision d'ensemble de la situation actuelle de la REUT en Tunisie et de dégager des grandes recommandations pour le développement du secteur d'ici 2050.

Le rapport s'articule autour de deux grandes parties :

- Une première partie constitue une **approche globale à l'échelle du pays** et, est déclinée en 6 diagnostics thématiques : i. diagnostic du cadre réglementaire, ii. diagnostic technique (qui s'intéresse à la production des eaux usées traitées en Tunisie, de leur collecte à leur distribution), iii. diagnostic sur les risqués sanitaires et environnementaux liés à la REUT, iv. diagnostic institutionnel, v. diagnostic des facteurs d'acceptabilité, vi. diagnostic de la recherche dans le domaine de la REUT.
- Une deuxième partie constitue une **approche à l'échelle des usages** et est largement basée sur 20 enquêtes de cas de réutilisation qui ont été réalisées lors de la phase de diagnostic. Cette partie présente ainsi un **diagnostic transversal de la filière REUT** et est complétée par une **analyse coûts-avantages qui a été réalisée pour 10 des 20 enquêtes.**

PRINCIPAUX RESULTATS DE L'APPROCHE REALISEE A L'ECHELLE DU PAYS

Les résultats obtenus dans les différents diagnostics sont présentés ci-dessous. Chaque paragraphe présente les principales problématiques abordées dans le diagnostic et les encadrés présentent des recommandations clés.

La **réglementation** tunisienne vis-à-vis des EUT est pour le moment incomplète et ne se base pas sur une analyse des risques.

Les objectifs de traitement des systèmes collectifs d'assainissement sont fixés dans un arrêté du 26 mars 2018 (anciennement Norme NT 106.02). **Ces objectifs sont déterminés en premier lieu pour protéger l'environnement.** L'arrêté stipule notamment que l**es rejets ne doivent pas altérer la qualité du milieu récepteur, dont les nappes souterraines.**

Les conditions d'utilisation des eaux usées traitées, quant à elles, sont fixées dans le décret n° 89-1047 du 28 juillet 1989, et modifié par le décret n° 93-2447 du 13 décembre 1993. Le décret vise uniquement la réutilisation agricole et stipule que **l'utilisation des eaux traitées à des fins agricoles doit faire l'objet d'une autorisation du ministre de l'agriculture**, délivrée après accord des ministres de l'environnement et de la santé publique. **La réutilisation ne peut être autorisée qu'après traitement approprié en station d'épuration conformément aux normes.**

Un **cahier des charges** approuvé par arrêté conjoint des ministres de l'agriculture, de l'environnement et de la santé **fixe les modalités et les conditions particulières pour l'utilisation agricole**. Parmi les conditions disposées par le cahier des charges, figure l'obligation d'utiliser des eaux conformes à la norme NT 106.03 (1989).

L'approche normative utilisée en Tunisie pour fixer les modalités d'utilisation des EUT pour l'agriculture diffère de l'approche de l'OMS basée sur la **définition d'objectifs liés à la santé et à l'évaluation des risques sanitaires consécutifs à la réutilisation des eaux usées.** Cette approche est actuellement utilisée dans plusieurs pays qui définissent différentes classes de qualité de l'eau en fonction des usages à l'aval.

Par ailleurs, on note que la réglementation ne concerne actuellement que l'usage agricole (et sans distinction entre les cultures) alors que d'autres usages sont pratiqués en Tunisie : recharges de nappes, arrosage des espaces verts, golfs, industries, usage environnemental.

La révision en cours du Code des Eaux introduit la notion de réutilisation des eaux usées traitées, de façon plus large que l'ancien Code**. Cela devrait faciliter la révision des normes par usage, sur la base d'une analyse des risques.** Par ailleurs, le nouveau Code prévoit un article traitant des **plans de sécurité sanitaire** (sur toute la chaîne, de la source au consommateur).

L'**évaluation des risques sanitaires** consécutifs à la REUT est encore peu développée en Tunisie.

En matière de REUT, la nature des risques à considérer est principalement biologique (les parasites et les microorganismes pathogènes), chimique (les substances toxiques et les micropolluants organiques) et dans des cas spécifiques physique (température, radioactivité). Les vecteurs de risque, qui font l'objet de la surveillance et du contrôle sont :

- Les produits issus de la REUT (produits agricoles dont ceux d'origine animale) ;
- Les facteurs environnementaux (le sol, l'air, les eaux superficielles et les eaux souterraines).

Il existe peu d'études épidémiologiques en Tunisie qui permettent d'évaluer les risques sanitaires liés à la REUT en Tunisie. De la même façon, il existe peu d'études ayant eu recours à l'Estimation Quantitative du Risque (EQR)[2].

La **réalisation d'études épidémiologiques ainsi que d'EQR doit se développer**, afin de mieux définir les risques associés à la REUT. Cela doit permettre de revoir la réglementation tunisienne en matière de REUT, d'orienter les procédures de gestion des risques, mais aussi de proposer des guides de bonnes pratiques pour les différents usages.

Le rôle de la recherche est essentiel dans le cadre de l'analyse des risques sanitaires et la révision des normes.

Collecte des effluents : La qualité des effluents entrant dans les stations d'épuration ne permet pas toujours le traitement adéquat au niveau de la STEP.

Il n'existe pas de chiffres officiels sur la part des industries raccordées au réseau d'assainissement et qui ne fournissent pas une eau de qualité satisfaisante pour leur traitement au niveau de la STEP.

Pour pallier ces problèmes, la réglementation, à travers l'Arrêté ministériel n°2018-315 du 26 mars 2018, exige que la qualité des eaux rejetées dans le réseau d'assainissement atteigne des **seuils de concentration permettant un traitement au niveau de la STEP ou compatible avec une non-toxicité du milieu**.

Si la réglementation est claire, la collecte des eaux brutes est parfois problématique au niveau des industriels qui ne respectent pas toujours les normes de rejets.

Il est nécessaire de renforcer les **contrôles et de mettre en place des amendes dissuasives au niveau des industriels**, tout en les accompagnant pour la mise en place de prétraitements quand cela est nécessaire. Par ailleurs, il semble aussi important de mettre en place une procédure particulière pour les industries avec des effluents particuliers en termes de charge et de qualité. En effet, le **raccordement d'activités en lien avec des sous-produits animaux est problématique** pour les usages à l'aval et dans certains pays (cf. règlement européen), le raccordement de ces activités est interdit pour les STEP pour lesquelles il y a une réutilisation.

[2] L'EQR consiste à estimer le risque d'infection pour un pathogène et un type d'exposition définis, à partir de l'évaluation de la dose reçue à chaque exposition et de la fréquence annuelle de contact.

Traitement des effluents : Les traitements majoritairement pratiqués en Tunisie ne permettent pas d'atteindre les niveaux de qualité exigés pour la réutilisation.

Le parc de stations d'épuration est majoritairement composé de stations d'épuration de type boues activées. Ce type de traitement a de très bonnes performances pour le traitement de la matière organique et partiellement pour les nutriments : azote et phosphore. En revanche, son efficacité sur les paramètres microbiologiques est très limitée, il dépend pour les procédés de boues activées de la performance de l'étape de clarification permettant un abattement moyen estimé à 2 log pour les E.coli par exemple mais n'atteignant pas les objectifs d'ordre sanitaire pour assurer une pratique de la REUT.

La norme NT 106.03 pour la réutilisation et l'arrêté de 2018 pour le rejet des EUT dans le milieu récepteur concernent de nombreux paramètres qui ne peuvent être traités avec les procédés de traitement conventionnels, couramment appliqués en Tunisie. En effet, ils nécessitent :

- une application stricte de la réglementation concernant le raccordement des effluents industriels pour que les effluents bruts ne contiennent pas un niveau d'éléments trace métalliques, non compatibles avec la réglementation,
- un traitement complémentaire pour atteindre les exigences en matière de microbiologie.

Afin d'améliorer l'efficacité du traitement sur les paramètres microbiologiques et ainsi limiter les risques sanitaires pour les usagers, des traitements complémentaires sont nécessaires. En Tunisie, ces traitements sont peu développés, ils ne sont mis en place que sur des stations d'épuration qui ont des projets de REUT (mais pas de manière automatique). **Sur les 66 stations avec un projet de REUT, seules 25 sont dotées d'un tel traitement.**

Le tableau ci-dessous présente quelques grands résultats de conformité de la qualité des volumes traités à l'échelle nationale. Ces estimations ont été réalisées à partir de données fournies par l'ONAS, pour l'année 2017.

Paramètre	DBO_5, DCO, MES	Œufs de nématodes intestinaux	a. Coliformes fécaux, b. Streptocoques fécaux, c. Salmonelle, d. Vibrions,	Chlorures	Eléments traces métalliques (ETM)
Part du volume total traité, conforme à la NT 106.03 ou 106.02, à l'échelle nationale, en 2017	*Conforme à la NT 106.03 : pour les 66 STEP fournissant de l'eau pour la REUT :*				
	3 à 6%	75%	/	95%	30 à 100% *(1)*
	Conforme à la NT 106.02 : pour les 69 STEP rejetant l'eau dans le milieu hydraulique :				
	1 à 7%	/	a. 6% b. 5% c. 10% d. 70%	24%	30 à 90% *(1)*
	Conforme à la NT 106.02 : pour les 36 STEP rejetant l'eau dans le milieu maritime :				
	4 à 10%	/	a. 6% b. 3% c. 52% d. 83%	/	30 à 90% *(1)*

(1) De nombreuses données sont non exploitables concernant les ETM

Il ressort du tableau que :

- La **conformité concernant les paramètres DBO_5, DCO, MES est faible**. Cela peut s'expliquer en partie par les problèmes de qualité des effluents entrant, mais aussi par des dysfonctionnements au niveau des STEP,
- La **norme NT 106.03 pour la REUT ne comprend qu'un seul paramètre biologique** (œufs de nématodes) **contrairement à la NT 106.02 qui en comprend 4.** Cela peut représenter une incohérence, lorsque l'on considère que l'exposition des usagers est potentiellement importante lors de la REUT.
- Concernant les chlorures, la conformité est beaucoup plus élevée à la NT 106.03, ce qui s'explique par une norme beaucoup moins restrictive que la NT 106.02 avec rejet dans le milieu hydraulique.

- **Globalement, les normes concernant les ETM sont respectées,** excepté le cobalt, le mercure et le fer pour la région du Grand Tunis. Pour les ETM, on note aussi qu'un grand nombre de résultats n'étaient pas exploitables pour analyser la conformité. Enfin, de la même façon que pour le chlorure, la norme est moins restrictive pour la NT 106.03 que pour la NT 106.02.

Sur le moyen et long terme, le diagnostic technique a montré qu'il est nécessaire de **mettre en place les traitements adéquats pour atteindre la qualité de l'eau visée** en fonction des usages envisagés.

A cet effet, on note que les projets de réhabilitation des STEP sont nombreux. Il existe donc actuellement une **opportunité pour que la réflexion sur la réhabilitation des STEP soit menée en parallèle de la réflexion sur le développement de la REUT.** Cela permettra d'adapter la qualité de l'eau à l'usage visé et ainsi d'assurer la cohérence dans les investissements entre usages de l'eau non conventionnelle et systèmes de traitement.

Enfin, il est aussi nécessaire de mettre en œuvre une réflexion concernant les technologies de traitement, afin qu'elles soient moins énergivores. Cela permettra notamment d'optimiser le fonctionnement des STEP.

***A court terme*, il semble important d'avoir une réflexion sur les usages qu'il est possible de développer avec la qualité de l'eau existante, tout en maîtrisant les risques.** On note par exemple la possibilité de coupler les EUT avec des ressources conventionnelles, pour améliorer la qualité.

Stockage et Transport des effluents : Les infrastructures de stockage et de transport des EUT en aval des STEP ne permettent pas une distribution optimale des EUT jusqu'à l'usage

Les infrastructures des réseaux de distribution au niveau des anciens périmètres irrigués sont **peu réhabilitées et sont donc souvent vétustes**. Les usagers sont confrontés à des soucis techniques (pannes des stations de pompage, fuites, coupures d'électricité…) et n'ont pas toujours les compétences pour apporter des solutions rapidement. **Les bassins de stockage permettent une régulation journalière du débit produit par la STEP mais ne permettent pas de pallier une défaillance de production des EUT** en cas de soucis technique ou de mauvaise qualité des EUT. Ceci soulève un problème de continuité de service au niveau des périmètres irrigués, notamment en période de pointe l'été quand l'irrigation devient alors essentielle pour garantir la récolte de l'année de l'exploitation.

Un renforcement des capacités au niveau des structures responsables de la distribution des EUT (ex : CRDA) doit être envisagé pour garantir la bonne maintenance des infrastructures et agir rapidement en cas de problème technique ou de sécurité sanitaire/environnementale des structures.

Le stockage inter saisonnier peut être une solution à envisager pour valoriser au maximum les quantités des EUT produites.

Le **manque de confiance dans la qualité de l'eau** fait partie des motifs de réticence des usagers et il est essentiel d'améliorer les contrôles.

L'analyse des résultats de qualité de l'eau présentés ci-dessus dépend directement de la fiabilité des mesures ainsi que de la représentativité des résultats. Une mauvaise représentativité ou fiabilité des résultats peut remettre en question les résultats obtenus, aussi bien sur le nombre de conformités, que de non-conformités des échantillons.

Les contrôles de qualité de l'eau sont exercés à travers les mesures d'auto-surveillance réalisés par l'ONAS et le CRDA, auxquelles s'ajoutent les contrôles réglementaires des services d'Hygiène et de l'ANPE. Le diagnostic de la situation actuelle a montré que les paramètres classiques comme la DBO5, DCO et MES sont les mieux contrôlés, avec un respect de fréquence minimale de mesure plutôt bien respecté pour l'ensemble des stations de la Tunisie (~ 73%). En revanche, tous les paramètres ne sont pas systématiquement analysés (notamment les fluorures, organochlorés, arsenic, bore, sélénium).

Tous les laboratoires ne sont pas tous accrédités pour l'ensemble des analyses sur les eaux usées (physico-chimiques et microbiologiques), notamment les laboratoires de l'ONAS ou les laboratoires privés. Pour certains paramètres, il y a peu de laboratoires qualifiés et il est donc difficile de les analyser (œufs d'helminthes, salmonelles, vibrions cholériques, etc.). **Le développement de la REUT doit donc s'accompagner d'un renforcement des capacités analytiques et des suivis des paramètres.**

Concernant la certification et l'accréditation des laboratoires, une démarche devrait être engagée pour accompagner la **structuration de la filière d'analyse des eaux usées traitées, de manière à ce que les analyses soient réalisées par des laboratoires qui ont obtenu l'accréditation sur l'ensemble des paramètres de la NT106.03** et qu'ainsi l'analyse des résultats ne soit pas contestée.

Le cadre institutionnel existant permet de couvrir l'ensemble des missions nécessaires au fonctionnement de la REUT mais son opérationnalisation est plus problématique.

L'analyse du cadre institutionnel existant montre que le cadre de gouvernance est relativement complet et couvre l'ensemble des fonctions nécessaires au fonctionnement de la REUT. Le rapport de diagnostic décrit de façon complète ce cadre institutionnel. Il souligne cependant **certaines fonctions qui ne sont pas attribuées pour le moment** (contrôle de la conformité des usages non agricoles, accompagnement à l'émergence d'usages non agricoles, etc.) et quelques **flous sur la répartition de certaines fonctions entre acteurs (notamment le contrôle)**.

Un certain nombre de recommandations sont proposées dans le rapport, les plus importantes sont reprises ci-dessous.

Pour garantir des projets efficients et durables, il est nécessaire de **développer préférentiellement les projets qui répondent à une demande locale, des usagers.**

Cela implique de passer d'une approche planificatrice descendante (l'Etat décide au niveau central ou gouvernorat) à une approche participative d'accompagnement pour l'émergence de la **demande locale et le portage des projets**.

De la même manière, il est important que les instances de production, d'accompagnement à l'émergence de la demande, et de contrôle puissent avoir une autonomie au niveau local pour se coordonner et négocier. Le **rôle des Comités régionaux de REUT est pleinement nécessaire** pour opérationnaliser les fonctions de contrôle (coordination entre institutions régaliennes) d'une part et la chaine de production et d'utilisation des EUT d'autre part. De la même façon, on peut proposer la **mise au point d'une convention entre l'exploitant des STEP, les CRDA et les usagers (notamment via les GDA),** comprenant notamment des procédures d'alerte en cas de non-conformité de la qualité.

A cet effet, on peut souligner **l'importance de travailler à l'échelle du « projet »** : l'ensemble des acteurs doit travailler de manière coordonnée et être intéressé au bon développement du projet.

Le **partage et la transparence vis-à-vis des analyses de qualité de l'eau** semble essentiel.

Ce partage est essentiel pour gagner la confiance des usagers, dont la réticence est en partie due à un manque de visibilité sur la qualité des EUT distribuées.

Comme déjà indiqué, il est nécessaire d'améliorer les contrôles de qualité de l'eau (représentativité et fiabilité des résultats). En complément, il est **nécessaire de développer une fonction de régulation réellement opérationnelle,** qui permette de vérifier que les objectifs de qualité sont atteints et en cas de défaillance, de réagir (de manière volontaire ou imposée) pour les restaurer. Il s'agit d'une logique **d'obligation de résultats,** pour laquelle on doit : (i) assurer l'indépendance des organismes de contrôle envers les organismes qu'ils doivent contrôler, (ii) renforcer les effectifs et moyens des agents de contrôle sur le terrain, (iii) opérationnaliser la coordination des organismes de contrôle, (iv) développer l'accompagnement, le suivi et contrôle des usages autres qu'agricoles, etc.

Le diagnostic institutionnel montre aussi la nécessité **d'interroger le pilotage actuel de la REUT à l'échelle nationale.**

Trois propositions de pilotage-animation du sujet sont formulées et comparées (DGGREE (formule actuelle), ONAS, nouvel organisme responsable de la Planification et/ou Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE), toutes ressources confondues). Ces propositions visent à initier le débat pour le poursuivre en phase 2.

Enfin, un dernier point concerne l'accompagnement des utilisateurs des EUT par l'Etat, notamment pour **améliorer la formation des agriculteurs, vulgariser la REUT pour faire émerger et accompagner des demandes locales** et **sensibiliser les riverains** des périmètres irrigués.

Il sera aussi nécessaire d'identifier un organisme référent pour **accompagner les gestionnaires d'infrastructures de loisirs et tourisme** (golfs, espaces verts) dans la gestion du risque sanitaire. Le cadre d'intervention pour les usages de **recharge de nappes** devra être clarifié.

PRINCIPAUX RESULTATS DE L'APPROCHE REALISEE A L'ECHELLE DES USAGES

Le tableau ci-dessous indique l'importance de la REUT pour chacun des usages pratiqués en Tunisie :

Usages	Principales caractéristiques	Surfaces irriguées	Volume d'EUT réutilisé (2017)
Irrigation agricole	32 périmètres irrigués aménagés dont 24 fonctionnels	6 500 ha irrigables dont 2 700 ha irrigués	13,2 millions de m^3, en diminution progressive depuis 2010
Golfs	10 parcours de golfs dans le pays (1 à l'arrêt), tous irrigués avec des EUT	550 ha irrigués	6,8 millions de m^3
Espaces verts	Concerne les espaces verts autour des STEP et l'aéroport de Tunis	450 ha irrigués	0,4 millions de m^3
Recharge de nappes	2 sites pilotes, les 2 actuellement à l'arrêt	*Non concerné*	0,3 millions de m^3 pour le site de Korba, arrêté depuis 2018
Valorisation écologique	Véritable usage ou simple rejet dans le milieu naturel ?	*Non concerné*	1,8 millions de m^3 si l'on considère les 5 000 m^3/j rejetés dans la lagune de Korba Volume estimé à près 36,7 millions de m^3 par l'ONAS
Usage industriel	Un essai a eu lieu au GCT de Gabès entre 2014 et 2016	*Non concerné*	1,1 millions de m^3 jusqu'en 2016, projet à 10 000 m^3/j en cours

Un vingtaine d'enquêtes ont été réalisées, pour les différents usages, après validation des sites et des supports d'enquête avec le COPIL. Pour chacun des usages, le site de production des EUT ainsi que le site de réutilisation ont été enquêtés.

Les enquêtes ont permis d'identifier, dans chacun des cas, les facteurs de réussite et les grands points de blocage rencontrés. Une grande partie des constats dressés ci-dessus ont ainsi été formulés grâce à ces enquêtes, mais aussi grâce aux nombreux entretiens réalisés auprès d'acteurs de la filière tout au long de la phase de diagnostic. Le rapport décrit précisément les 20 enquêtes réalisées.

Le tableau ci-dessous résume quelques conclusions tirées pour chacun des usages, suite aux enquêtes. On retrouve des conclusions similaires aux conclusions présentées dans les paragraphes précédents.

Usages	Grandes conclusions/ recommandations
Irrigation agricole	- **Planifier les projets en impliquant** directement les agriculteurs ; - Analyser la **disponibilité des ressources en eau conventionnelles** qui sont, en règle générale, préférées aux EUT ; - Analyser la **disponibilité quantitative et la compatibilité entre la qualité des EUT et les usages** ; - Vérifier que le contexte socio-économique des exploitations agricoles est cohérent avec la création du périmètre irrigué visé (caractéristiques des exploitants, modèle d'exploitation, etc.) ; - Développer une réglementation adaptée aux différentes cultures ; - **Evaluer les risques**, en cherchant à réduire le risque à faible coût ; - Renforcer les **capacités des intervenants,** à tous les niveaux ; - Renforcer les campagnes de sensibilisation et de communication ; - **Améliorer les performances techniques sur le long terme**, notamment en termes de technologies complémentaires de traitement, du stockage et la gestion de l'eau dans des grands réservoirs, du mélange des eaux ; - Sur le plan économique et financier, **s'approcher des coûts réels de l'eau et monter des modèles équitables et justes, tout en restant incitatifs.**

Usages	Grandes conclusions/ recommandations
Golfs et espaces verts	- **Définir des normes spécifiques pour la REUT** pour les golfs et les espaces verts ; - Créer un **cadre pour le suivi de la REUT** et renforcer les analyses de qualité de l'eau et les contrôles ; - **Améliorer la communication avec l'ONAS**, notamment, en cas de problèmes de qualité ; - **Améliorer la communication avec les services de l'Etat** en charge de la REUT, pour garantir un appui institutionnel aux professionnels en charge de l'irrigation des golfs, et espaces verts ; - **Rédiger un cahier des charges pour garantir les bonnes pratiques pour la REUT des golfs et espaces verts** (règles de sécurité et sensibilisation des professionnels, règles relatives au suivi, etc.).
Recharge de nappes	- Elaborer un **guide pratique décrivant les différentes actions à entreprendre au niveau d'un site de recharge ;** - Définir les **normes de qualité à respecter** pour la recharge de nappe et **développer les traitements nécessaires pour atteindre cette qualité** (en amont de la réutilisation et au niveau de la zone de recharge) ; - **Garantir un suivi de la qualité de l'eau de la nappe régulier** permettant l'utilisation en toute connaissance des risques.
Valorisation écologique des EUT	- Etablir un **état initial du milieu considéré** et fixer des objectifs liés à la réutilisation et établir des indicateurs qui permettront **d'évaluer si les objectifs sont atteints ou non ;** - Assurer un **contrôle régulier, à la fois quantitatif et qualitatif** du rejet de l'ONAS, ainsi qu'une **évaluation des impacts sur le milieu ;** - **Prendre l'ensemble des décisions liées au milieu, en concertation avec toutes les parties prenantes** impliquées/impactées par le projet.
Usage industriel	- **Définir des normes adaptées à l'usage industriel**, pour adapter le traitement des eaux usées en conséquence ; - **Favoriser de bonnes interactions avec les services de l'Etat** en charge de la REUT, pour garantir l'appui institutionnel adéquat aux professionnels des Industries. - **Favoriser de bonnes interactions avec l'ONAS**, notamment en cas de problèmes de qualité.

Pour 10 des 20 cas de REUT enquêtés, une analyse coûts-avantages a été conduite. Elle a considéré pour chacun des cas, les différentiels de coûts et d'avantages, directs et indirects, entre la situation avec REUT et une ou plusieurs situations de référence sans REUT. L'approche a été conduite du point de vue des usagers (approche financière) et du point de vue de la collectivité (approche économique) en intégrant en particulier les impacts environnementaux.

L'analyse a été conduite pour les cas suivants : cinq cas de REUT sur des périmètres irrigués, un cas d'arrosage de golf, un cas d'arrosage d'espaces verts, un cas d'utilisation pour l'industrie des phosphates, un cas de recharge de nappe et un cas d'alimentation d'une lagune littorale remarquable.

Les résultats obtenus mettent en évidence que, dans la plupart des cas analysés, il y a un bénéfice financier et économique à utiliser les EUT, par rapport aux situations de référence sans REUT.

Le seul résultat nettement négatif obtenu concerne le cas de la réutilisation industrielle, pour lequel des investissements importants doivent être mis en place, pour compléter par un traitement poussé le traitement des EUT sortant de la STEP et pour transférer les EUT sur le site industriel. La situation de référence utilisée est une utilisation d'eaux souterraines. Il ressort cependant que, si ces eaux souterraines ne sont effectivement plus utilisables (pour des raisons réglementaires et/ou de tarissement), la REUT demeure une solution intéressante par rapport à un renoncement à cette ressource (ce qui limiterait l'activité industrielle) ou par rapport à une ressource très éloignée de la zone d'activité, comme des eaux issues de dessalement transférées depuis le littoral.

ANALYSE AFOM DE LA FILIERE REUT, RECOMMANDATIONS ET ARTICULTATION AVEC LES PHASES SUIVANTES DE L'ETUDE

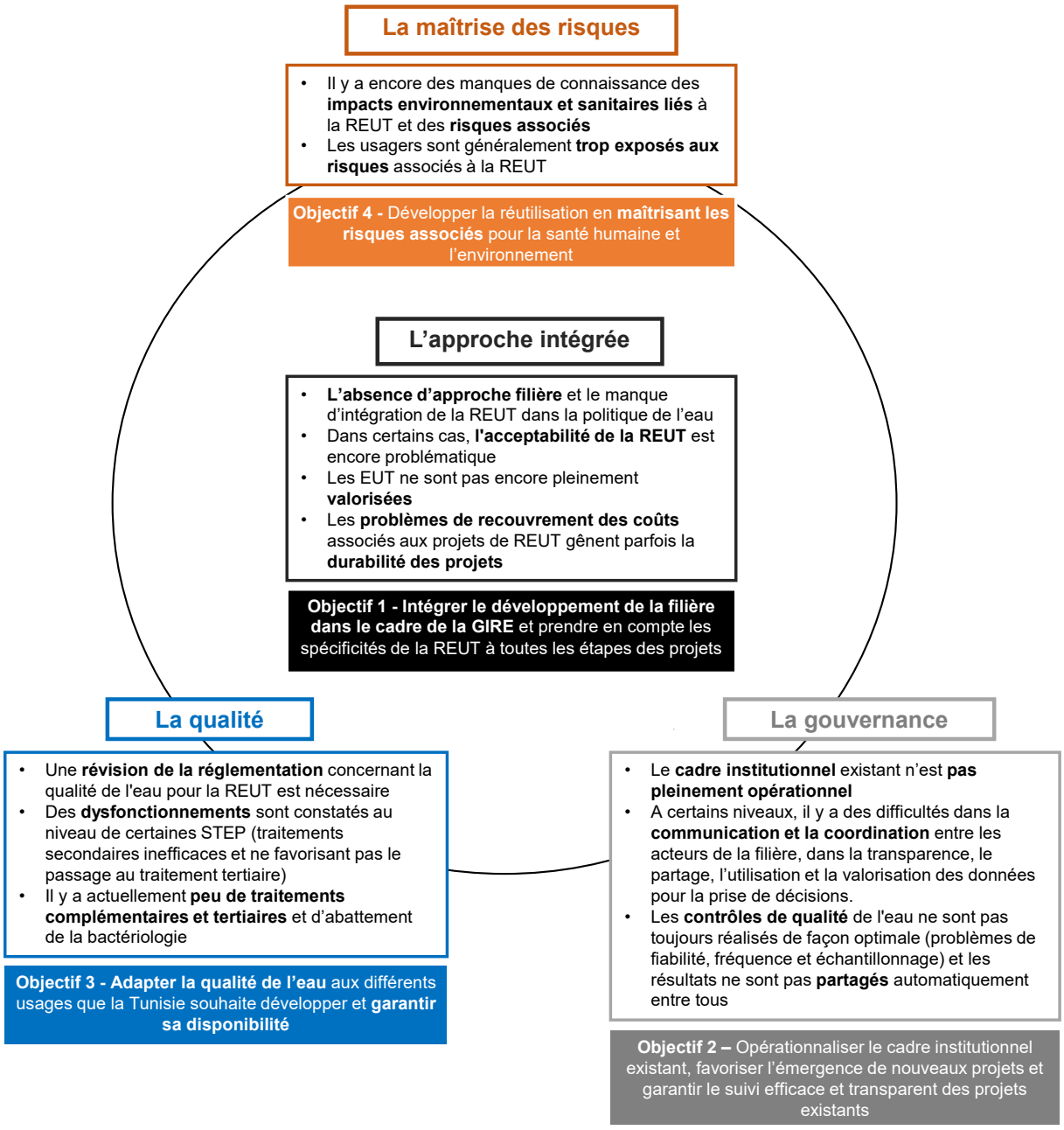
Les résultats des différents diagnostics sont consignés dans une matrice AFOM présentée à la fin du rapport de diagnostic. Cette matrice synthétise les points forts du système mis en place ainsi que les pistes d'amélioration.

A partir de celle-ci, les grands **« points de blocages », entravant le développement de la REUT**, ont été identifiés. Ces points de blocages ont été organisés en **4 grands défis à relever** pour la filière REUT en Tunisie afin d'améliorer la situation actuelle et de permettre son développement :

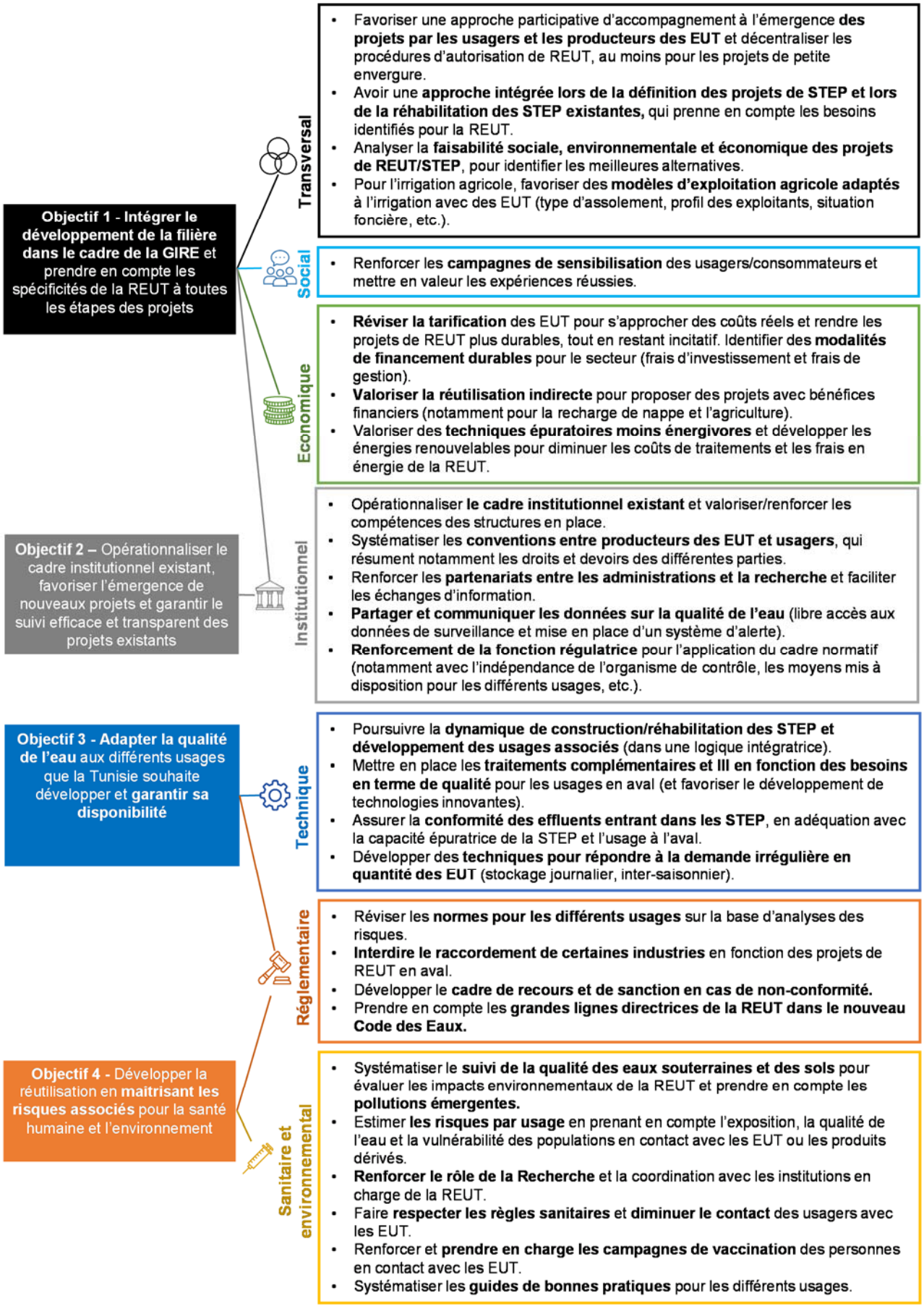
- **L'approche intégrée, défi central** pour le développement et le suivi dans le temps de la REUT,
- **La gouvernance** de la filière REUT,
- **La qualité des EUT** produites et distribuées,
- **La maîtrise des risques**, sanitaires et environnementaux.

Ces défis constituent la synthèse des différents diagnostics réalisés pendant la première phase de l'étude. Pour chacun des défis, un objectif a été proposé. **L'objectif constitue la cible à atteindre et représente la déclinaison des grandes attentes pour chacun des défis.**

La figure ci-après récapitule les différents défis et points de blocage associés. Le défi de l'approche intégrée est représenté au centre du cercle, pour illustrer l'interdépendance des autres défis avec celui de l'intégration.



Pour chacun des objectifs, les grandes recommandations de la phase de diagnostic ont ensuite été rassemblées dans la figure ci-après. Les recommandations reportées ici ne sont pas exhaustives (l'ensemble des recommandations du diagnostic ne sont pas résumées dans la figure).


Objectif 1 - Intégrer le développement de la filière dans le cadre de la GIRE et prendre en compte les spécificités de la REUT à toutes les étapes des projets
Transversal
• Favoriser une approche participative d'accompagnement à l'émergence des projets par les usagers et les producteurs des EUT et décentraliser les procédures d'autorisation de REUT, au moins pour les projets de petite envergure.
• Avoir une approche intégrée lors de la définition des projets de STEP et lors de la réhabilitation des STEP existantes, qui prenne en compte les besoins identifiés pour la REUT.
• Analyser la faisabilité sociale, environnementale et économique des projets de REUT/STEP, pour identifier les meilleures alternatives.
• Pour l'irrigation agricole, favoriser des modèles d'exploitation agricole adaptés à l'irrigation avec des EUT (type d'assolement, profil des exploitants, situation foncière, etc.).
Social
• Renforcer les campagnes de sensibilisation des usagers/consommateurs et mettre en valeur les expériences réussies.
Economique
• Réviser la tarification des EUT pour s'approcher des coûts réels et rendre les projets de REUT plus durables, tout en restant incitatif. Identifier des modalités de financement durables pour le secteur (frais d'investissement et frais de gestion).
• Valoriser la réutilisation indirecte pour proposer des projets avec bénéfices financiers (notamment pour la recharge de nappe et l'agriculture).
• Valoriser des techniques épuratoires moins énergivores et développer les énergies renouvelables pour diminuer les coûts de traitements et les frais en énergie de la REUT.
Objectif 2 – Opérationnaliser le cadre institutionnel existant, favoriser l'émergence de nouveaux projets et garantir le suivi efficace et transparent des projets existants
Institutionnel
• Opérationnaliser le cadre institutionnel existant et valoriser/renforcer les compétences des structures en place.
• Systématiser les conventions entre producteurs des EUT et usagers, qui résument notamment les droits et devoirs des différentes parties.
• Renforcer les partenariats entre les administrations et la recherche et faciliter les échanges d'information.
• Partager et communiquer les données sur la qualité de l'eau (libre accès aux données de surveillance et mise en place d'un système d'alerte).
• Renforcement de la fonction régulatrice pour l'application du cadre normatif (notamment avec l'indépendance de l'organisme de contrôle, les moyens mis à disposition pour les différents usages, etc.).
Objectif 3 - Adapter la qualité de l'eau aux différents usages que la Tunisie souhaite développer et garantir sa disponibilité
Technique
• Poursuivre la dynamique de construction/réhabilitation des STEP et développement des usages associés (dans une logique intégratrice).
• Mettre en place les traitements complémentaires et III en fonction des besoins en terme de qualité pour les usages en aval (et favoriser le développement de technologies innovantes).
• Assurer la conformité des effluents entrant dans les STEP, en adéquation avec la capacité épuratrice de la STEP et l'usage à l'aval.
• Développer des techniques pour répondre à la demande irrégulière en quantité des EUT (stockage journalier, inter-saisonnier).
Réglementaire
• Réviser les normes pour les différents usages sur la base d'analyses des risques.
• Interdire le raccordement de certaines industries en fonction des projets de REUT en aval.
• Développer le cadre de recours et de sanction en cas de non-conformité.
• Prendre en compte les grandes lignes directrices de la REUT dans le nouveau Code des Eaux.
Objectif 4 - Développer la réutilisation en maitrisant les risques associés pour la santé humaine et l'environnement
Sanitaire et environnemental
• Systématiser le suivi de la qualité des eaux souterraines et des sols pour évaluer les impacts environnementaux de la REUT et prendre en compte les pollutions émergentes.
• Estimer les risques par usage en prenant en compte l'exposition, la qualité de l'eau et la vulnérabilité des populations en contact avec les EUT ou les produits dérivés.
• Renforcer le rôle de la Recherche et la coordination avec les institutions en charge de la REUT.
• Faire respecter les règles sanitaires et diminuer le contact des usagers avec les EUT.
• Renforcer et prendre en charge les campagnes de vaccination des personnes en contact avec les EUT.
• Systématiser les guides de bonnes pratiques pour les différents usages.

Partie A. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

Objectifs de la partie A

La Partie A du rapport replace l'élaboration du Plan National Directeur de Réutilisation des Eaux Usées Traitées dans le contexte global de gestion des ressources en eau en Tunisie. Cette partie retrace aussi l'historique de la filière en Tunisie afin de comprendre la situation actuelle. Sur cette base, les objectifs de l'étude et du présent rapport sont explicités.

1. CONTEXTE : FACE AUX EVOLUTIONS SOCIO-ECONOMIQUES ET AU CHANGEMENT DU CLIMAT, L'URGENCE D'OPTIMISER LE MIX HYDROLOGIQUE DU PAYS

Objectifs du chapitre

La présente démarche « Water REUSE 2050 » s'inscrit dans le cadre plus général de la réflexion stratégique en cours EAU 2050 sur la gestion des ressources en eau à l'échelle du pays. Dans ce cadre, il nous a paru important de **situer les enjeux « ressources en eau » de la REUT en rappelant**, pour ouvrir ce rapport, **les grands chiffres du bilan hydrique national**.

La démarche EAU 2050 elle-même, démarrée au printemps 2019, va préciser bien plus en détail ce bilan. En attendant on trouvera ci-après les **grands chiffres des ressources en eau et des usages préleveurs en eau**, grands chiffres qui illustrent l'importance de chacune des ressources qui peuvent composer le mix hydrologique du pays soumis à une tension de plus en plus forte, grands chiffres qui illustrent également l'inégalité de la répartition des ressources à l'échelle du pays.

1.1 DES RESSOURCES EN EAU LIMITEES ET INEGALEMENT REPARTIES DANS LE PAYS

1.1.1 La répartition des ressources en eau dépend fortement du régime des précipitations

La Tunisie, d'une surface de 163 000 km², comprend trois grandes zones climatiques distinctes. Du nord au sud on trouve les climats méditerranéen, semi-aride et désertique. Les températures varient fortement entre les zones montagneuses, où les températures peuvent être négatives en hiver, et les zones désertiques, où les maximums peuvent atteindre 50°C en été. Il en est de même pour les précipitations qui varient de façon importante entre le nord et le sud du pays.

Les annuaires pluviométriques de la Tunisie, publiés chaque année par la Direction Générale des Ressources en Eau (DGRE) permettent de calculer les hauteurs moyennes de précipitations annuelles sur une période de 48 ans (1970 à 2017), pour chacune des grandes zones climatiques du pays :

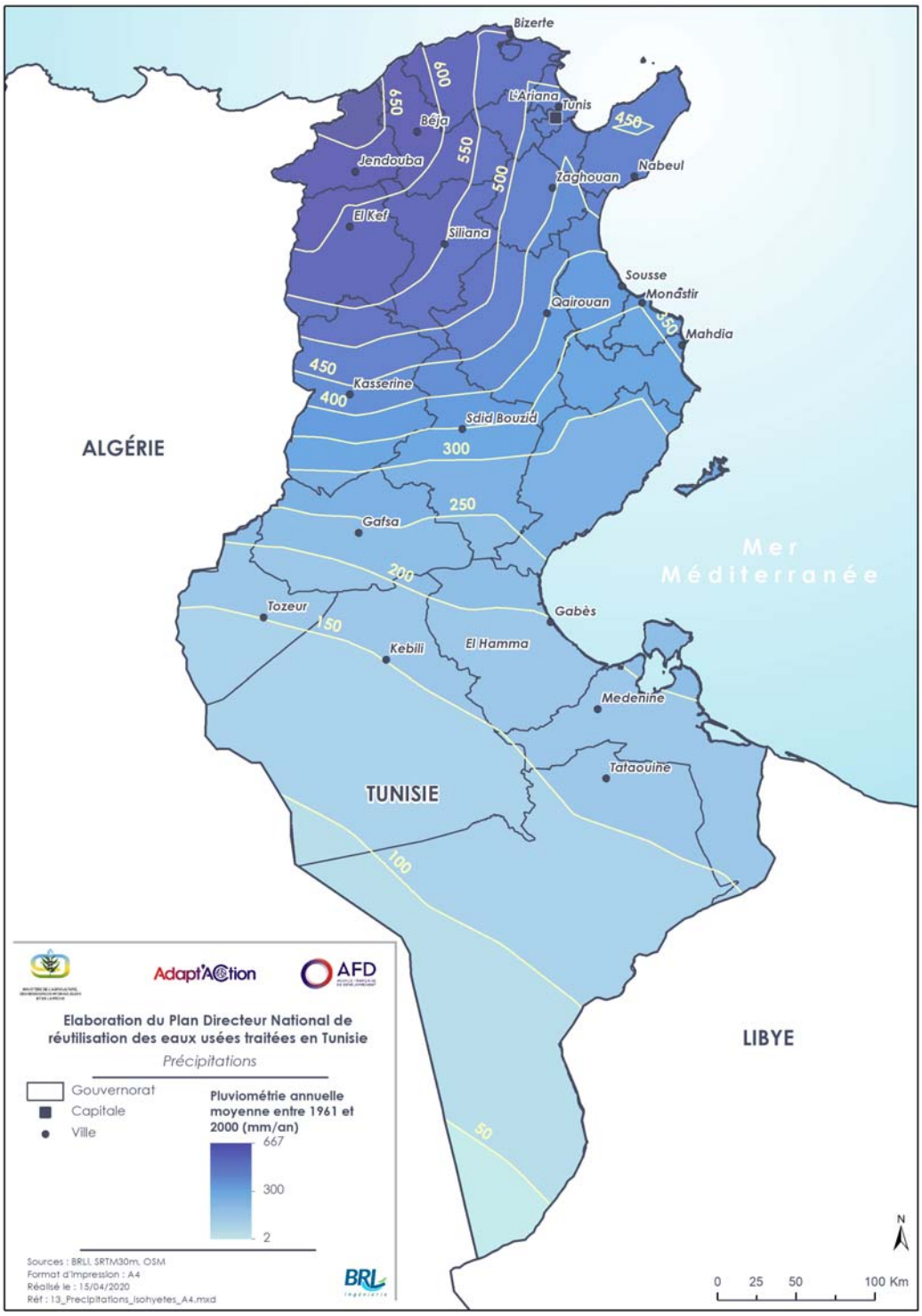
- **520 mm** environ dans le nord du pays,
- **275 mm** dans le centre du pays,
- **120 mm** dans le sud et l'extrême sud du pays.

Les précipitations peuvent être caractérisées par leur variabilité intra-annuelle. **80% de la pluviométrie s'étale ainsi sur 6 mois** (entre octobre et mars).

Mais également par leur variabilité interannuelle. Le volume précipité sur l'ensemble du territoire tunisien est estimé à **36 milliards de m³ par an, en moyenne** (d'après Mohamed Ben Sakka et al, 2015) mais la pluviométrie varie de façon importante en fonction des années, de 60 milliards de m³ en année humide à 20 milliards de m³ en année sèche.

La répartition des pluies est inégale dans l'espace. La carte ci-dessous présente la répartition des isohyètes en Tunisie pour la précipitation annuelle moyenne 1961-2000.

Carte 1-1 : Précipitations et répartition des isohyètes en Tunisie



Pour les grandes régions tunisiennes, on peut retenir les chiffres suivants :

- Nord : 50% des précipitations totales du pays, pour un territoire dont la superficie représente 18% de la superficie totale.
- Centre : environ 30% des précipitations totales du pays, pour un territoire dont la superficie représente 24% de la superficie totale.

- Sud : 20% des précipitations totales du pays, pour un territoire dont la superficie représente 59% de la superficie totale.

Les différences en termes de précipitations impactent fortement la répartition et la disponibilité des ressources en eau dans le pays. Ainsi, si le plus long cours d'eau, l'oued Medjerdah, dans le nord-ouest tunisien, se caractérise par un écoulement permanent, les ressources en eau du reste du pays consistent essentiellement en des oueds alimentés de façon temporaire et des aquifères. C'est pour pallier les différences géographiques et les variabilités intra et interannuelles de répartition des ressources en eau, que la Tunisie a développé une grande stratégie de stockages et transferts de l'eau. Ainsi, les principaux oueds tunisiens sont actuellement maîtrisés par des ouvrages hydrauliques qui permettent de retenir la crue lors des épisodes de pluie extrêmes.

1.1.2 D'une année à l'autre, la disponibilité des ressources en eau peut varier de 3 à 5 milliards de m³

La Tunisie est découpée en sept régions hydrographiques présentant une certaine homogénéité, elles-mêmes découpées en 37 secteurs hydrographiques. Du nord au sud, ces régions sont :

- l'extrême nord et Ichkeul ;
- la Medjerdah ;
- le Cap Bon et Miliane ;
- la sebkhat Kelbia et Sidi El Hani ;
- le Sahel et Leben ;
- le Chott Gharsa et la sebkhat El Naouell ;
- le Sud.

2,7 MILLIARDS DE M³ DE RESSOURCES EN EAU SUPERFICIELLES RENOUVELABLES S'ECOULENT EN ANNEE MOYENNE EN TUNISIE

Le suivi hydrologique, existant depuis 1970 en Tunisie, permet d'estimer les ressources en eau superficielles qui s'écoulent chaque année en Tunisie. Ce suivi est inventorié dans les annuaires hydrologiques annuels de la DGRE. Le volume renouvelable représente environ **2,7 milliards de m³** par an (estimé sur la base de l'ensemble des chroniques depuis 1970) dont **1,9 milliards** sont apportés dans les barrages (DGRE, 2018). Les apports sont cependant très variables et dépendent fortement des précipitations dans l'année. Ainsi, en 2011-2012, les apports annuels ont été de **4,9 milliards de m³**, soit deux fois plus que pour la période 2015 – 2016 où les apports ont été de **2,5 milliards de m³**. Le tableau ci-dessous indique la répartition des apports annuels :

Tableau 1-1 : Apports moyens annuels en ressources en eau superficielles par régions hydrographiques (DGRE, 2018)

Régions hydrographiques	Apports moyens (Mm³)	% par rapport au volume national	Apports année 2011 - 2012 (année pluvieuse, Mm³)	Apports année 2015 - 2016 (année sèche, Mm³)
Extrême nord et Ichkeul	960	36 %	1 595	792
Mejerdah	1 000	37 %	2 302	1 111
Cap Bon et Miliane	230	8 %	478	202
Centre et Sahel	320	12 %	357	261
Chott Gharsa et la sebkhat El Naouel et Sud	190	7 %	123	74
Total	**2 700**	**100 %**	**4 855**	**2 440**

Par ailleurs, il est important de noter que la qualité de l'eau superficielle diffère fortement entre ces grandes régions. En effet, si dans la **zone nord, plus de 80% des ressources ont une salinité inférieure à 1,5 g/L**, au **centre ce sont seulement 50%** des ressources qui ont une salinité inférieure à cette valeur et **au sud seulement 5%** (ITES, 2014 d'après les annuaires hydrologiques de la DGRE depuis 1970).

2,1 MILLIARDS DE M^3 DE RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE POTENTIELLEMENT MOBILISABLES

70 % des ressources en eau souterraines de la Tunisie sont des ressources qui proviennent d'aquifères totalement inclus en Tunisie. A l'inverse, 30% des ressources en eau souterraines sont localisées dans des aquifères partagés avec les pays voisins. Ces aquifères sont localisés dans le sud du pays et sont, pour la majorité, non renouvelables. Leur devenir dépend ainsi de l'usage fait en Tunisie mais aussi dans les pays limitrophes.

Des études hydrogéologiques réalisées dans les années 1990 ont permis d'estimer à 2,1 milliards de m^3 le potentiel des ressources en eau souterraines dont **1,5 milliards sont renouvelables** (soit 70%) et **650 millions sont peu ou pas renouvelables** (soit environ 30%). **767 millions de m^3** proviennent des nappes phréatiques et **1 429 millions de m^3** des nappes profondes d'après les annuaires des nappes phréatiques (2015, annuaire actualisé tous les 5 ans) et des nappes profondes (2017) de la DGRE. La répartition des volumes est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1-2 : Ressources souterraines par grande région (DGRE, 2018)

Grande région	Ressources des nappes phréatiques (Mm^3)	% par rapport aux ressources nationales	Ressources des nappes profondes (Mm^3)	% par rapport aux ressources nationales
Nord	376	49 %	315	22 %
Centre	252	33 %	330	23 %
Sud	139	18 %	784	55 %
Total	**767**	**100 %**	**1 429**	**100 %**

UN PEU MOINS DE 40 MILLIONS DE M^3 D'EAU NON-CONVENTIONNELLE MOBILISES TOUS LES ANS

Il existe deux principales sources d'eau non-conventionnelle utilisée en Tunisie :

- Le dessalement de l'eau de mer qui représente 17 millions de m^3 d'après le rapport national sur l'eau du BPEH de 2017,
- La réutilisation des eaux usées traitées, qui sera l'objet principal du présent rapport.

  Le Chapitre 4 présente les grands chiffres de la REUT et indique que le volume annuel d'eaux usées traitées produits par les 122 stations d'épuration du pays s'élève à près de 300 millions de m^3. (282 millions de m^3 si en considérant les volumes produits par les 105 stations pour lesquelles les données étaient disponibles, pour l'année 2017).

  En considérant les seuls usages d'irrigation de périmètres irrigués, de golfs, d'espaces verts et de réinjection dans des nappes, il ressort que, à ce jour, que **moins de 10 % de ce volume (8 % pour l'année 2017) est utilisé (22 millions de m^3 pour l'année 2017).**

1.2 DANS LA SITUATION ACTUELLE, LES BESOINS EN EAU SONT DIFFICILEMENT SATISFAITS LES ANNEES SECHES

1.2.1 Aperçu du bilan besoins-ressources avec les prélèvements de l'année 2011

Le tableau ci-dessous donne un aperçu du bilan besoins-ressources avec les prélèvements de l'année 2011 et les ressources estimées pour les années hydrologiques 2011-2012 et 2015-2016. Il s'agit d'ordres de grandeur pour avoir une vision d'ensemble de la situation. En effet, les estimations sont simplifiées, puisque l'on considère que les ressources souterraines sont les mêmes en année sèche et en année humide. Dans les faits, la recharge des nappes est moins importante les années sèches.

Tableau 1-3 : Bilan besoins-ressources en ordre de grandeur, en prenant en compte les prélèvements de l'année 2011

Ressources (millions m³)		**Année**	
		2011-2012	**2015 - 2016**
Eau conventionnelle	Superficielle (apports moyens aux barrages)	2 600	650
	Souterraine	2 100	2 100
Eau non conventionnelle (dessalement et EUT)		40	40
Total		**4 740**	**2 790**

Prélèvements (millions de m3)	**Année**
	2011
Agriculture	2 100
Eau potable	380
Industries	130
Tourisme	30
Total	**2 640**

Prélèvements 2011 / Ressources 2011-2012	**56 %**
Prélèvements 2011 / Ressources 2015 - 2016	**95 %**

Tableau BRLi - Source : DGRE, 2018, ITES, 2014

Ce tableau illustre les différences importantes de situation entre les années hydrologiques « sèches », où la tension sur les ressources est très forte, et les années « humides », où la marge de manœuvre est plus importante. **En effet, en considérant les ressources de l'année 2011-2012, on voit que les prélèvements représentent moins de 60% des ressources disponibles. A l'inverse, en considérant les ressources de l'année 2015-2016 (une année particulièrement sèche), les prélèvements représentent presque la totalité des prélèvements disponibles**.

Cette situation pourrait être exacerbée avec le développement socio-économique du pays et l'impact potentiel du changement climatique. Cela est approché dans le paragraphe suivant.

1.2.2 La satisfaction des besoins en eau pourrait être plus difficile dans les années à venir

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE POURRAIT INDUIRE UNE HAUSSE DES TEMPERATURES ET UNE BAISSE DES PRECIPITATIONS

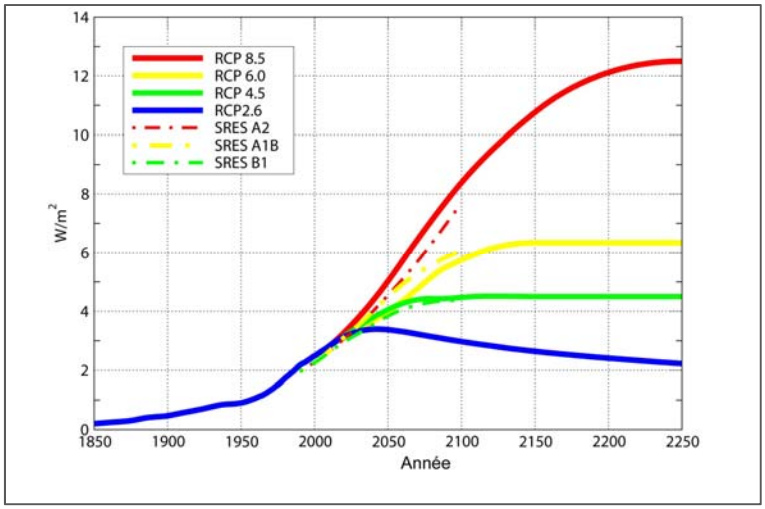
Les évolutions possibles du climat planétaire, aux horizons moyen (2050) et long termes (2100) en lien avec le changement climatique sont modélisées, par les climatologues, par des **modèles de circulation générale**.

Leurs résultats sont ensuite désagrégés, par des opérations de « descente d'échelle » à des échelles plus locales, comme par exemple celle d'un pays.

Les modèles utilisés intègrent en données d'entrée (entre autres) l'évolution possible de la concentration des gaz à effet de serre. De nombreux scénarios existent pour cette évolution, selon l'échéance à laquelle les nations s'entendront pour diminuer – ou non – significativement les émissions de gaz à effet de serre.

Le graphe ci-après présente ainsi 4 scénarios d'évolution possibles (RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6.0 et RCP 8.5).

Figure 1-1 : Scénarios d'évolution possible du forçage radiatif lié à l'impact anthropique sur le climat



Il ne s'agit pas d'évolutions possibles des émissions de gaz à effet de serre elles-mêmes (comme cela était présenté dans rapport n°4 du GIEC - Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) mais d'évolutions possibles des effets de ces émissions en termes de « forçage radiatif » c'est à-dire d'ajout d'énergie net dans le système climatique mondial en lien avec les activités humaines. La grandeur est exprimée en W/m².

Ces « trajectoires possibles » (en anglais « Representative Concentration Pathway») sont tirées du rapport n°5 du GIEC et font référence en termes de « scénarios de gaz à effet de serre ». Elles sont nommées par un acronyme composé du terme « RCP » et de la valeur de forçage atteinte en 2100. Par exemple 8.5 W/m² pour le scénario « rouge » noté RCP 8.5.

On notera que les cartes présentées plus bas pour la Tunisie font référence à ces « trajectoires ».

Il existe ainsi à l'échelle planétaire une **multitude de projections climatiques,** qui présentent différents climats futurs possibles, plus ou moins optimistes, selon que l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre se fait « rapidement » (courbe bleue) ou non (autres courbes).

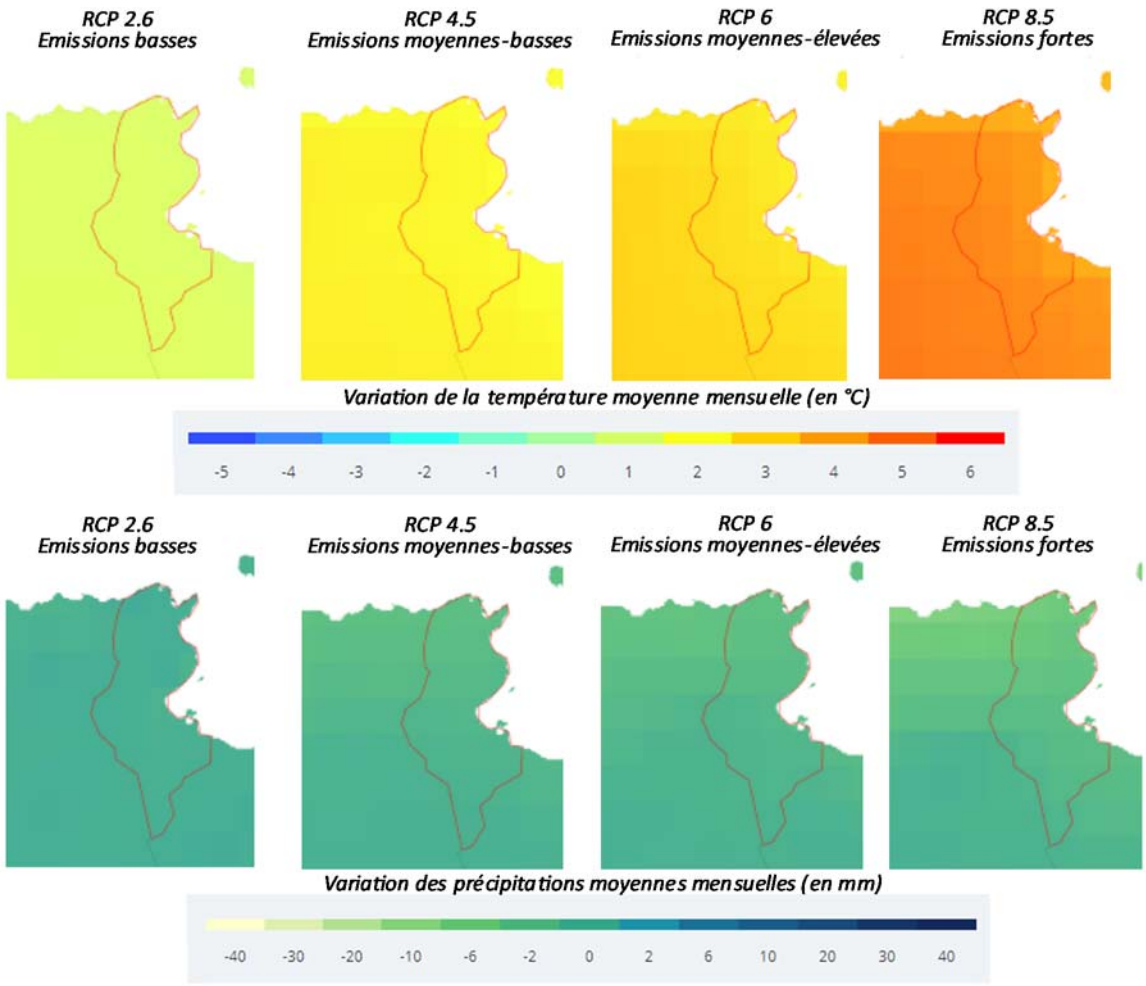
La figure ci-après présente des résultats possibles pour la Tunisie. Ces résultats intègrent les projections de 35 modèles climatiques (c'est-à-dire les outils numériques utilisés pour modéliser le climat) pour les quatre scénarios d'émission de GES (les 4 trajectoires « RCP » présentées ci-dessus).

Les hypothèses d'évolution des gaz à effet de serre sont présentées de gauche à droite, du plus optimiste au plus pessimiste. On peut retenir les résultats suivants :

- Les différentes projections convergent vers une **hausse potentielle de la température moyenne pour la période 2080-2099,** comparée à une situation de référence 1986-2005 (de **1 à 4°C d'augmentation** en fonction du scénario d'émission de GES). On constate que la hausse des températures est un peu moins importante sur la côte que dans les terres.
- **Concernant les précipitations, la tendance est plus incertaine mais apparait globalement à la baisse**. Dans le scénario RCP 2.6, le plus optimiste, les précipitations moyennes pourraient être similaires à celles observées aujourd'hui. Avec des scénarios d'émissions de gaz à effet de serre plus pessimistes, les **précipitations pourraient connaître une baisse allant jusqu'à 6 à 10 mm par mois** dans le nord du pays.
- Enfin, concernant les évènements extrêmes comme les sècheresses et les évènements pluvieux extrêmes, leur fréquence et intensité pourrait augmenter.

Il est important de noter que **la Tunisie fait partie des pays identifiés comme parmi les plus vulnérables au changement climatique**. Cela s'explique notamment à cause de la disponibilité limitée des ressources en eau dans le pays et de l'impact que pourrait avoir une diminution des ressources sur le pays.

Figure 1-2 : résultats des projections climatiques pour l'évolution des températures et des précipitations à l'horizon 2080-2099 par rapport à une situation de référence 1986-2005



Source : climate change knowledge portal - Banque Mondiale

L'augmentation des températures, ainsi que la diminution potentielle des précipitations pourrait entraîner une augmentation des besoins, particulièrement pour le secteur agricole. En parallèle, cela entraînerait une diminution des ressources superficielles et une diminution de la recharge des nappes.

LE DEVELOPPEMENT SOCIO-ECONOMIQUE DU PAYS POURRAIT INDUIRE UNE HAUSSE DE LA DEMANDE EN EAU DANS LES ANNEES QUI VIENNENT

La population actuelle en Tunisie est estimée autour de **11,5 millions de personnes**. Bien que le taux de croissance de la population soit faible, la population pourrait atteindre entre **13 et 14 millions de personnes en 2040** (données de l'INS). Par ailleurs, avec l'augmentation du niveau de vie, l'urbanisation du pays et le développement industriel, les besoins en eau du pays sont amenés à augmenter.

1.3 LES LEVIERS D'ACTION : LA GESTION DE LA DEMANDE ET LE RECOURS AUX EAUX NON-CONVENTIONNELLES

1.3.1 La stratégie nationale de l'eau pour proposer une approche intégrée de la gestion de l'eau à l'horizon 2050

En Tunisie, on l'a vu : la satisfaction de la demande en eau est d'ores et déjà problématique les années sèches. Cette situation pourrait être exacerbée avec les impacts potentiels du changement climatique, mais aussi la pression démographique et le développement socio-économique du pays.

C'est dans ce contexte que la Tunisie met en place une politique de gestion de l'eau qui mêle à la fois **gestion de l'offre** (**recours aux eaux non-conventionnelles et optimisation des ouvrages hydrauliques**) et **gestion de la demande** (notamment avec **l'optimisation des systèmes d'irrigation** et l'octroi de **subventions pour le développement de l'irrigation en goutte à goutte**, la relance de **l'agriculture pluviale**, etc.).

Cette approche passe notamment par la réalisation de la **stratégie nationale EAU 2050 pour la gestion des ressources en eau à l'horizon 2050.** Cette stratégie doit permettre de proposer les grandes lignes directrices pour satisfaire la demande en eau à moyen terme.

Elle se basera ainsi sur une étude prospective des besoins en eau pour les différents usages et devra proposer une stratégie qui mêle gestion de l'offre et de la demande pour satisfaire les besoins. **C'est dans ce cadre que se situe la présente étude qui a pour but d'optimiser la réutilisation des eaux usées traitées en Tunisie à l'horizon 2050.**

1.3.2 La stratégie de réutilisation des eaux usées traitées dans le cadre de la stratégie nationale de gestion de l'eau

La présente étude est réalisée en parallèle de l'étude pour la stratégie nationale de gestion de l'eau à l'horizon 2050 et ses principaux résultats seront intégrés dans la stratégie nationale.

Le présent rapport dresse le diagnostic de la réutilisation des eaux usées traitées en Tunisie et propose de grandes orientations pour permettre le développement du secteur.

Les objectifs généraux et spécifiques de cette étude sont présentés dans le chapitre 3.

2. RELECTURE DE 70 ANNEES DE LA FILIERE REUT EN TUNISIE

Objectifs du chapitre

La nécessité de valoriser au mieux les eaux usées traitées en Tunisie, dans une situation de déficit hydrique et de changement climatique, a été décrite dans le chapitre précédent. Les ambitions de développement de la REUT en Tunisie ne sont pas nouvelles, et il est important de noter que cette étude s'inscrit dans le cadre de ce processus.

Dessiner l'avenir souhaitable, élaborer une stratégie pour l'atteindre, imposent de bien savoir d'où l'on vient. Ce chapitre retrace à grands traits **l'historique du développement de la REUT en Tunisie** afin d'apporter un éclairage sur la situation actuelle et d'aider à atteindre de nouvelles ambitions.

2.1 HISTORIQUE DE LA FILIERE REUT TUNISIENNE

La REUT a commencé à se développer en Tunisie dès les années **1960, avec la création du premier périmètre irrigué avec des eaux usées traitées :** celui de la Soukra à Tunis. A l'origine, les ressources en eau utilisées pour alimenter ce périmètre irrigué provenaient de la nappe phréatique, mais la surexploitation de celle-ci a entraîné l'intrusion du biseau salé. A défaut d'autres ressources potentielles, il a été décidé d'avoir recours à l'irrigation avec les EUT en provenance de la ville de Tunis pour sauvegarder les vergers d'agrumes. Des premières mesures de précaution ont alors été prises, comme l'interdiction d'irriguer les cultures maraîchères (Bahri, 2003).

Un grand programme de recherche entrepris par la DGRE et le CRGR (Centre de Recherche du Génie Rural, qui a fusionné ensuite avec l'INREF pour donner l'INRGREF) et financé par le PNUD (Programme des Nations Unies pour le Développement (projet RAB 80/011)) a été lancé dans les années 1980 (1981 – 1987). L'objectif était de déterminer les conditions d'utilisation des EUT et des boues épurées en agriculture. Ce travail a permis d'évaluer les impacts de la REUT sur les matrices eau – sol – plantes – nappe à partir de deux sites pilotes : la Soukra et Oued Souhil..

Emergence de la REUT dans la région de Nabeul (Oued Souhil)

La région de Nabeul est réputée pour son caractère agrumicole en général, et pour la production des huiles de néroli, à partir des fleurs de bigaradiers, en particulier. Depuis les années 1940, la nappe phréatique de Nabeul et ses environs souffre du manque d'apport en eau pour sa recharge. Elle représente la première nappe décrétée interdite pour toute création nouvelle de points d'eau, que ce soit puits de surface ou forage (Décret n° 105 du 2/9/1941).

Le problème de surexploitation des ressources en eau souterraine de cette région s'est accentué au fil des années et a touché à l'aspect qualitatif avec l'augmentation de la salinité, notamment dans la zone aval, en bordure de la mer. Ceci a poussé le MARHP à aménager un périmètre irrigué dans la région de l'Oued Souhil, au nord de la ville de Nabeul. Ce périmètre couvrait une superficie de 390 ha. Initialement, la desserte de ce périmètre était prévue à partir d'un petit barrage, celui de Chiba, distant d'une trentaine de km. Mais, faute de disponibilité et de régularité de cette ressource, le ministère de tutelle décida de changer la source d'approvisionnement du périmètre, non plus à partir du barrage Chiba, mais à partir des eaux usées traitées de la station d'épuration n°4 (SE4) collectant les eaux domestiques des trois centres urbains voisins à savoir Nabeul, Dar Chaabane et Béni-Khiar.

Les recherches de l'INRGREF ont ensuite servi de base à **l'élaboration d'un cadre juridique et réglementaire dans les années 1980 – 1990** permettant d'encadrer la filière. On note notamment :

- La réglementation des rejets des stations d'épuration dans le milieu naturel,
- L'élaboration des normes NT 106.02 (rejets dans le milieu naturel) et NT 106.03 (réutilisation de l'eau pour l'irrigation),
- L'obligation de réaliser une étude d'impact pour la réalisation des périmètres irrigués avec des EUT,
- La définition des cultures autorisées pour l'irrigation avec les EUT,
- L'élaboration d'un cahier des charges pour l'utilisation des EUT en agriculture.

Ce cadre réglementaire est encore en grande partie utilisé aujourd'hui (celui-ci est développé dans le chapitre 5). La REUT s'est développée à travers le pays principalement via la création de périmètres agricoles et de golfs irrigués avec des EUT. On note aussi le démarrage du premier site de recharge de nappe avec les EUT à Oued Souhil. En parallèle, avec la création de l'ONAS, l'assainissement en milieu urbain s'est fortement développé pour passer de 5 STEP en 1975 à 60 dans les années 2000 avec un taux de raccordement de 70 %. Cette stratégie a continué jusqu'à aujourd'hui pour arriver à 119 STEP en 2017 avec un taux de raccordement de 85 % (ONAS, 2017).

A partir des années 2000, suite à la stratégie nationale pour la valorisation des EUT élaborée par l'ONAS (2002), **de nombreuses études stratégiques et thématiques sur la REUT ont été réalisées.**

La longue expérience de la Tunisie en matière de réutilisation des eaux usées traitées a permis d'établir une base solide pour le développement de la filière. Cependant, malgré une dynamique très positive jusqu'au début des années 2000, on note que les volumes d'EUT réutilisés pour l'ensemble des usages ont eu tendance à stagner.

Pour mieux comprendre cette situation, il faut prendre en compte le contexte global et notamment politique de la Tunisie. La période de transition qu'elle traverse depuis la révolution de 2011 s'est traduite par des acquis démocratiques forts mais aussi par la détérioration des indicateurs économiques avec une chute de la croissance et une forte augmentation des dépenses publiques. Cette situation économique, ainsi que l'instabilité institutionnelle post révolutionnaire, ont eu des conséquences sur le suivi des projets et la mise en œuvre des décisions. Au niveau de la gestion de l'eau, cela s'est observé dans la prise de retard sur des gros dossiers comme l'élaboration du nouveau Code des eaux ou la mise en place de la base de données du SINEAU.

Néanmoins, le lancement de démarche prospective Eau 2050 et plus spécifiquement du focus, à travers la présente étude, pour élaborer la stratégie nationale sur la REUT à l'horizon 2050 démontre une volonté politique actuelle de remettre le sujet de la REUT au centre des discussions.

La figure de la page suivante présente schématiquement les évènements clés de la filière de REUT en Tunisie ces 60 dernières années, sur les aspects réglementaires, institutionnels, de recherches opérationnelles et stratégiques.

Cette frise n'est pas une présentation systématique de tous les évènements du secteur. **Elle vise à mettre en lumière les points forts et les manques qui participent à expliquer le ralentissement du développement de la filière**. On note que :

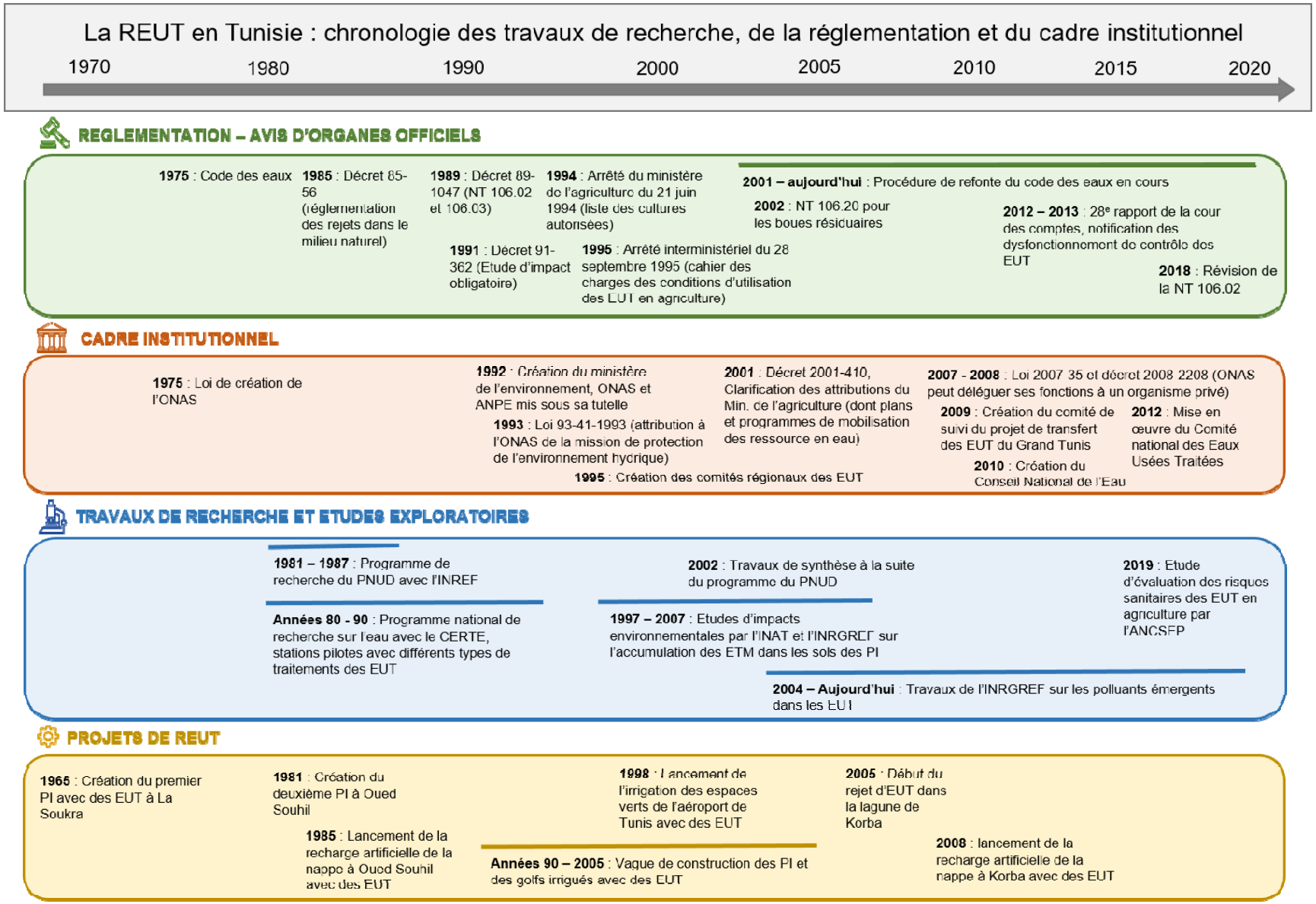
- La réglementation élaborée dans les années 1980 concerne exclusivement la réutilisation agricole et a été peu remise à jour ;
- Les moyens attribués à la recherche dans le domaine des EUT ont diminué, notamment depuis le programme du PNUD dans les années 1980 ;
- L'usage agricole connait un développement ralenti depuis le début des années 2000. La progression des superficies aménagées des périmètres irrigués est faible (moins de projets de périmètres irrigués avec les EUT) et il y a même une baisse des superficies irriguées des périmètres existants ;
- Les usages autres qu'agricoles sont peu développés alors que les stratégies élaborées à l'échelle nationale plébiscitent leur développement.

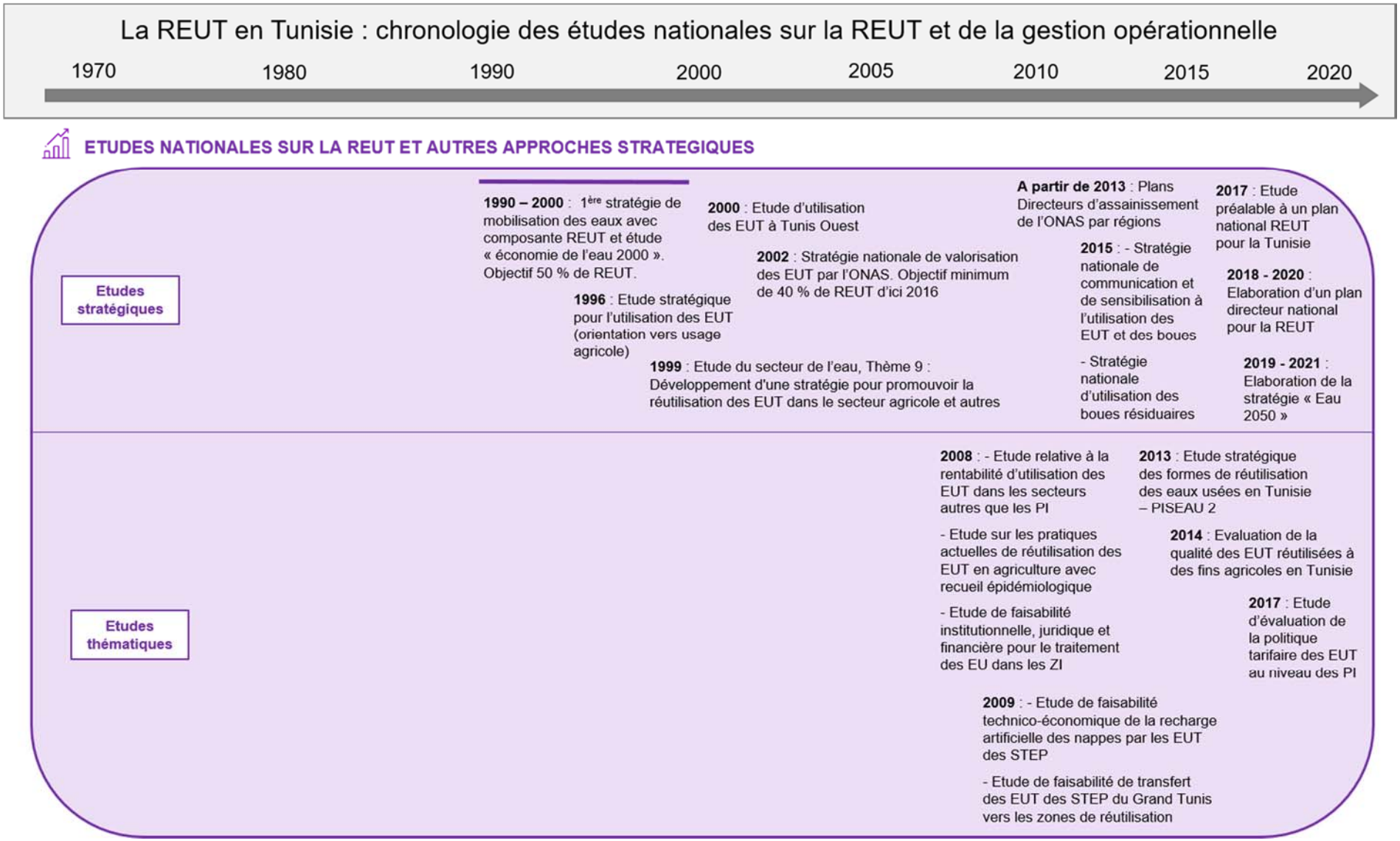
  Cette affirmation est à nuancer pour les golfs qui utilisent aujourd'hui exclusivement les EUT ;
- De nombreuses études stratégiques et thématiques ont été réalisées pour relancer le développement de la filière, sans être toujours mises en œuvre (transfert des EUT du grand Tunis vers les régions intérieures, nouveaux projets de recharge de nappe avec les EUT, programme de traitement et évacuation des boues issu de 4 plans directeurs, etc.)

La lecture de l'histoire de la REUT en Tunisie permet d'éclairer la situation actuelle, de mieux comprendre les nœuds du secteur et de proposer des recommandations qui prennent en compte tout l'historique de la REUT en Tunisie.

La section suivante présente les enseignements et les limites des approches les plus récentes en Tunisie.

Figure 2-1 : Rétrospective de la filière REUT en Tunisie

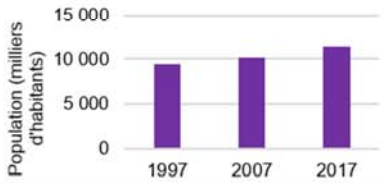



La REUT en Tunisie : chronologie des études nationales sur la REUT et de la gestion opérationnelle
1970
1980
1990
2000
2005
2010
2015
2020
ETUDES NATIONALES SUR LA REUT ET AUTRES APPROCHES STRATEGIQUES
Etudes stratégiques
1990 – 2000 : 1ère stratégie de mobilisation des eaux avec composante REUT et étude « économie de l'eau 2000 ». Objectif 50 % de REUT.
2000 : Etude d'utilisation des EUT à Tunis Ouest
2002 : Stratégie nationale de valorisation des EUT par l'ONAS. Objectif minimum de 40 % de REUT d'ici 2016
1996 : Etude stratégique pour l'utilisation des EUT (orientation vers usage agricole)
1999 : Etude du secteur de l'eau, Thème 9 : Développement d'une stratégie pour promouvoir la réutilisation des EUT dans le secteur agricole et autres
A partir de 2013 : Plans Directeurs d'assainissement de l'ONAS par régions
2015 : - Stratégie nationale de communication et de sensibilisation à l'utilisation des EUT et des boues
- Stratégie nationale d'utilisation des boues résiduaires
2017 : Etude préalable à un plan national REUT pour la Tunisie
2018 - 2020 : Elaboration d'un plan directeur national pour la REUT
2019 - 2021 : Elaboration de la stratégie « Eau 2050 »
Etudes thématiques
2008 : - Etude relative à la rentabilité d'utilisation des EUT dans les secteurs autres que les PI
- Etude sur les pratiques actuelles de réutilisation des EUT en agriculture avec recueil épidémiologique
- Etude de faisabilité institutionnelle, juridique et financière pour le traitement des EU dans les ZI
2013 : Etude stratégique des formes de réutilisation des eaux usées en Tunisie – PISEAU 2
2014 : Evaluation de la qualité des EUT réutilisées à des fins agricoles en Tunisie
2017 : Etude d'évaluation de la politique tarifaire des EUT au niveau des PI
2009 : - Etude de faisabilité technico-économique de la recharge artificielle des nappes par les EUT des STEP
- Etude de faisabilité de transfert des EUT des STEP du Grand Tunis vers les zones de réutilisation

ELEMENTS DU CONTEXTE TUNISIEN ENTOURANT LA REUT

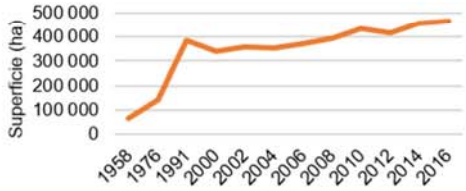
CONTEXTE NATIONAL

Accroissement de la population tunisienne



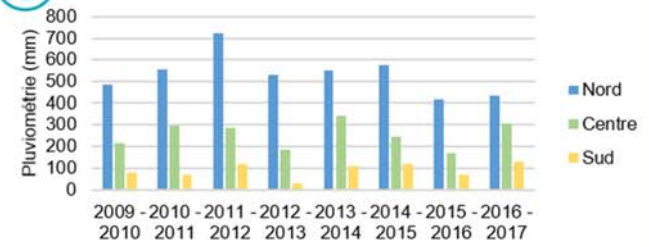
INS, base de données statistiques

Evolution de la superficie agricole irriguée totale



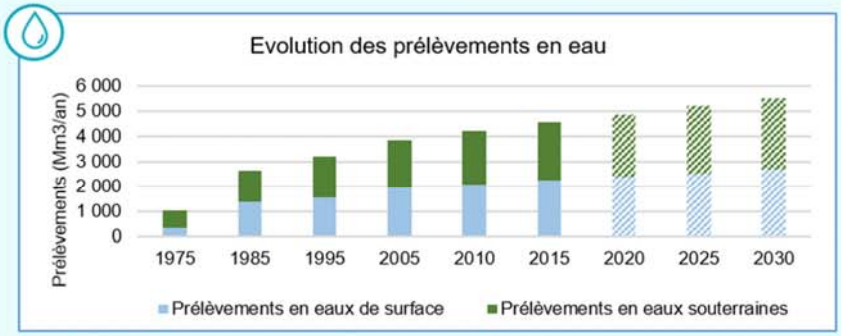
INS, base de données statistiques

Evolution de la pluviométrie en fonction des régions



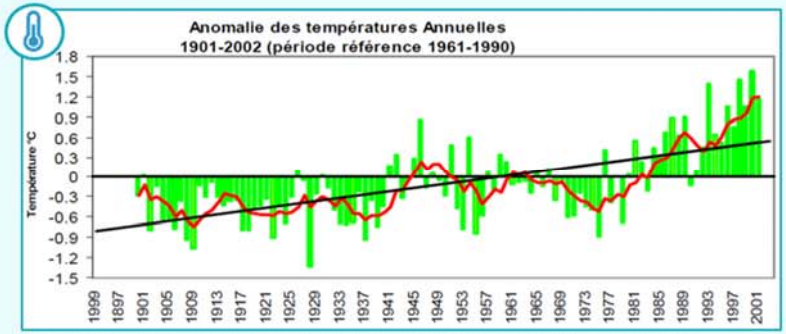
DGRE (2016 – 2017), Annuaire pluviométrique de la Tunisie

Evolution des prélèvements en eau



ITES (2014), Système hydraulique de la Tunisie à l'horizon 2030

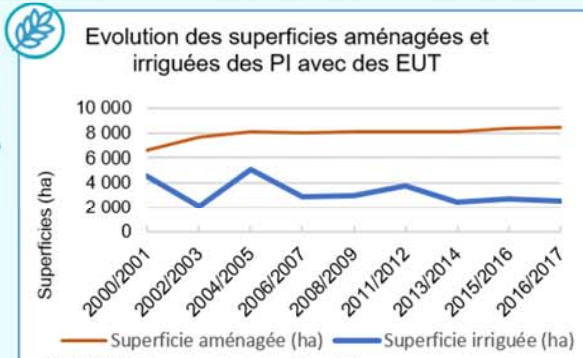
Anomalie des températures Annuelles 1901-2002 (période référence 1961-1990)



Ministère de l'environnement (2011), Stratégie nationale de la Tunisie sur le changement climatique

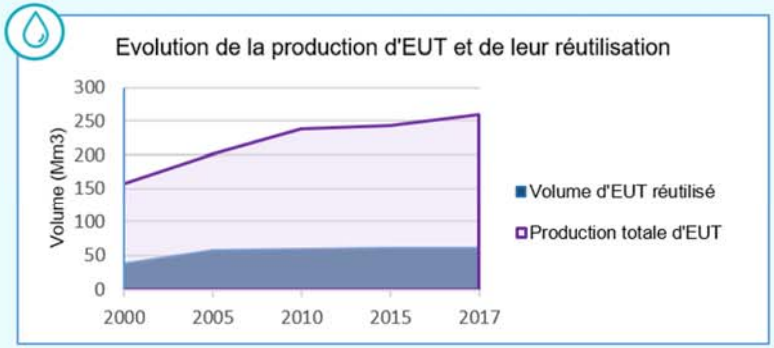
CONTEXTE REUT

Evolution des superficies aménagées et irriguées des PI avec des EUT



BPEH (2017), Rapport national du secteur de l'eau

Evolution de la production d'EUT et de leur réutilisation



ONAS (2017), Rapport annuel ; BPEH (2017), Rapport national du secteur de l'eau

2.2 ENSEIGNEMENTS ET LIMITES DES APPROCHES LES PLUS RECENTES SUR LA REUT

Afin de valoriser au mieux les documents stratégiques de la REUT, **une lecture critique des principales études existantes** a été réalisée. Cela permet de souligner les points forts de ces études qui sont repris dans la présente étude mais aussi les manques.

Pour les études clés, des fiches de lecture fournissant une description brève de l'étude et de ses recommandations ont été rédigées. Ces fiches de lecture sont fournies en annexe 1. Elles concernent les études suivantes :

- Stratégie nationale de valorisation des eaux usées traitées (ONAS, 2002),
- Etude de faisabilité technico-économique de la recharge artificielle des nappes par les EUT des STEP (DGEQV, 2009),
- Etude de faisabilité de transfert des EUT des STEP du Grand Tunis vers les zones de réutilisation (DGEQV, 2009),
- Etude stratégique des formes de réutilisation des eaux usées en Tunisie – PISEAU 2, Banque Mondiale (FAO, Banque mondiale, 2013),
- Evaluation de la qualité des eaux usées réutilisées à des fins agricoles en Tunisie (Ministère de la santé, 2014),
- Stratégie nationale de communication et de sensibilisation à l'utilisation des EUT et des boues de STEP, Banque Mondiale (DGEQV, 2015),
- Etude d'évaluation de la politique tarifaire et révision et mise en œuvre de nouveaux modes de tarification (phase 1 diagnostic) (DGGREE, 2017),
- Etude préalable à un plan national REUT pour la Tunisie (DGGREE, 2017).

Un certain nombre de recommandations sur la filière sont faites dans ces études et sont reprises dans la présente étude, dont notamment :

- Au niveau technique, il est recommandé de **fiabiliser le traitement secondaire et de développer le traitement tertiaire.** Cela permettra d'adapter le traitement des EUT en fonction de l'usage planifié et des exigences en matière de qualité d'eau pour cet usage.
- Au niveau réglementaire, il y a des projets de **révision des textes et des normes** prévus depuis le début des années 2000. Ces projets ne sont pour l'heure pas aboutis sauf pour la mise à jour de la NT 106.02 en 2018. D'autres éléments apparaissent aussi dans les études, comme notamment :
  - La révision de la liste des cultures interdites pour l'irrigation avec les EUT,
  - Le manque d'application de la réglementation et l'insuffisance des contrôles pour les raccordements industriels et clandestins dans les réseaux de collecte d'assainissement.
- Au niveau institutionnel, les études proposent la création d'une structure qui permettrait d'affirmer le caractère multisectoriel de la REUT.
- Au niveau économique, **la révision de la tarification des EUT** est souvent recommandée.

Au-delà des recommandations générales sur la filière, ces études s'intéressent aussi plus en détail à différentes thématiques (développement de la recharge de nappes avec les EUT, faisabilité de transfert des EUT, etc.) et abordent les aspects économiques, sociaux et institutionnels pour ces thématiques.

Outre la REUT, la valorisation des boues d'épuration a aussi été abordée par l'ONAS avec l'élaboration en 2015 de **Plans directeurs régionaux de gestion des boues de station d'épuration**. 4 plans ont été rédigés pour les régions Nord, Centre, Sud et Grand Tunis. La production de boues à l'horizon 2035 a été évaluée ainsi que les différentes filières de valorisation possibles. Des scénarios pour chaque STEP ont été élaborés ainsi qu'un plan d'action et d'investissement. Ces plans, bien qu'ils abordent une filière différente de celle de la REUT, seront pris en compte, notamment pour les éléments de prospective sur l'assainissement, afin de vérifier qu'il y ait concordance avec la présente étude.

La présente étude propose de croiser les éléments de recommandations générales avec ceux appliqués aux différentes thématiques/usages des EUT et de les intégrer dans le contexte plus global de la gestion des ressources en eau à l'échelle du pays. Ainsi, cette approche complète permettra :

- de fournir des recommandations sur le cadre global de la REUT en Tunisie,
- de fournir des recommandations sur le développement des différents usages,

- d'étudier la **pertinence de l'utilisation des EUT à la place d'autres ressources**, en fonction de la localisation géographique du projet, de l'usage, du contexte local, etc.

L'annexe 1 reprend globalement le contenu des principales études stratégiques et thématiques qui ont porté sur la REUT en Tunisie depuis 2002. Une analyse des points forts et limites de ces études y est aussi faite.

3. OBJECTIFS DE L'ETUDE : DOTER LE PAYS D'UNE STRATEGIE DE REUT AMBITIEUSE, REALISTE ET OPERATIONNELLE

Objectifs du chapitre

Le premier chapitre du rapport a montré l'importance de développer la REUT en Tunisie, dans le cadre plus global de gestion de la ressource en eau. Cette nécessité a été rappelée dans le cadre de besoins croissants pour faire face à la croissance démographique et au changement climatique. Le chapitre 2 a rappelé les grandes dates du développement de la REUT en Tunisie afin d'éclairer la situation actuelle de la filière.

Sur cette base, le présent chapitre présente les principaux objectifs de l'étude et la structure du présent rapport.

3.1 OBJECTIFS GENERAUX DE L'ETUDE

La réalisation de cette étude s'inscrit dans le cadre de l'Accord de Paris sur le climat et de l'engagement de la Tunisie à intégrer les Objectifs de Développement Durable (ODD) d'ici 2030 dans ses plans de développement.

Concernant l'ODD 6 *« Garantir l'accès de tous à des services d'alimentation en eau et d'assainissement gérés de façon durable »,* deux cibles concernent particulièrement la REUT :

- Objectif 6, cible 2 : "D'ici à 2030, assurer l'accès de tous, dans des conditions équitables, à des services d'assainissement et d'hygiène adéquats …".
- Objectif 6, cible 3 : "D'ici à 2030, améliorer la qualité de l'eau en réduisant la pollution, en éliminant l'immersion de déchets et en réduisant au minimum les émissions de produits chimiques et de matières dangereuses, en diminuant de moitié la proportion d'eaux usées non traitées et en augmentant nettement le recyclage et la réutilisation sans danger de l'eau".

Afin d'atteindre les cibles des ODD, l'objectif général suivant est défini dans les termes de référence de l'étude :

« Développer une vision partagée et une stratégie à long terme, déclinée en plans d'action, pour le développement et la gestion durable de la réutilisation des eaux usées traitées ».

Ainsi, **le Plan Directeur National « Water Reuse 2050 » vise à mettre en place le cadre nécessaire pour développer pleinement la filière et valoriser les EUT de manière fiable, durable et à moindre risque.** Enfin, le plan directeur doit permettre de **guider les politiques et les investissements futurs dans ce domaine.**

Le processus d'élaboration du Plan Directeur National « Water reuse 2050 » s'articule en trois grandes phases :

- **La phase n°1** : **Diagnostic de la filière** (collecte des eaux usées, traitement, stockage, distribution, réutilisation) en vue d'identifier les défis à relever et les orientations à retenir, tout en dégageant un consensus des acteurs clés autour de ces défis ;
- **La phase n°2** : **Evaluation des futurs possibles de la REUT** à partir des enjeux définis dans le diagnostic et **définition d'une stratégie pour le secteur et des objectifs à atteindre**. A cet effet, il sera nécessaire d'avoir une idée du développement potentiel des différents secteurs usagers de l'eau pour estimer le recours potentiel aux eaux usées traitées. Cette étude prospective sera réalisée, dans la mesure du possible, de façon cohérente avec l'approche adoptée dans de la stratégie nationale. ;
- **La phase n°3** : Rédaction du plan Directeur « Water reuse 2050 » qui comprendra une vision et un cadre stratégique de la REUT, un plan institutionnel et réglementaire, un plan d'action de valorisation assorti de modèles financiers et économiques de la REUT par usages, un plan d'investissement et des études de pré-faisabilité et faisabilité des actions prioritaires.

En plus de ces objectifs généraux, définis dans les termes de référence de l'étude, un objectif complémentaire concerne le **renforcement de la coopération entre les différentes institutions concernées par la REUT.** L'étude ambitionne d'atteindre cet objectif en mobilisant les acteurs par le biais de plusieurs ateliers de concertation.

Ainsi, l'approche participative doit être perçue, en plus de la richesse d'information qu'elle apporte pour la réalisation de l'étude, comme l'une des premières étapes essentielles à l'acceptabilité, l'appropriation et la mise en œuvre du plan d'actions par toutes les parties prenantes.

3.2 OBJECTIFS SPECIFIQUES DE LA PHASE DE DIAGNOSTIC ET ORGANISATION DU RAPPORT

La phase de diagnostic permet de fournir une vision complète de la situation actuelle de la REUT en Tunisie et de dégager les grandes recommandations pour le développement du secteur d'ici 2050.

Pour cela, le rapport est organisé en trois grandes parties :

- **Partie A : Contexte et objectifs de l'étude**

  Cette partie replace la présente étude dans le processus plus large de gestion des ressources en eau en Tunisie et explique la nécessité de développer le recours aux ressources en eaux non-conventionnelles, dont les EUT (Chapitre 1). Cette partie présente par ailleurs un **historique de la filière** afin d'éclairer le contexte actuel de REUT en Tunisie (Chapitre 2).

- **Partie B : Approche globale à l'échelle du pays**

  Cette partie s'intéresse au **cadre de la filière à l'échelle du pays** et est structurée autour des chapitres suivants :

  - Le Chapitre 4 présente les **grands chiffres de la REUT en Tunisie en 2019** afin d'avoir une vision claire de la situation existante et du potentiel de réutilisation non-exploité à ce jour.
  - Cinq chapitres sont organisés autour des diagnostics suivants :
    - Un **diagnostic du cadre réglementaire** (Chapitre 5) pour comprendre comment s'organise la réglementation autour des EUT en Tunisie et comparer avec le cadre réglementaire dans d'autres pays.
    - Un **diagnostic technique** (Chapitre 6) qui s'intéresse à la production des eaux usées traitées en Tunisie, de leur collecte à leur distribution, et regarde quels sont les points forts et manques du système pour développer la réutilisation.
    - Un **diagnostic sur les risqués liés à la REUT,** au niveau sanitaire et environnemental (Chapitre 7).
    - Un **diagnostic institutionnel** (Chapitre 8) qui cartographie les acteurs clés de la REUT et examine quels sont les processus institutionnels clés pour le développement et le fonctionnement de la filière.
    - Un **diagnostic des facteurs d'acceptabilité** (Chapitre 9) qui décrit les principaux freins à l'acceptabilité de la REUT et les recommandations pour dépasser ces freins.
    - Un **diagnostic de la recherche dans le domaine de la REUT** (Chapitre 10) qui rappelle les structures de recherche concernées, les principales conclusions sur les impacts de la REUT et les manquements possibles des études effectuées et leur application.

- **Partie C : Approche à l'échelle des usages**

  Cette partie présente les **résultats des enquêtes réalisées pendant la phase de diagnostic** et est organisée par usage. Le Chapitre 11 présente ainsi un **diagnostic transversal de la filière REUT**. Ce chapitre inclut une description de la situation actuelle de la REUT pour chacun des usages. Il est complété par le chapitre 12 qui propose une analyse coûts avantages transversale, réalisée pour 10 des 20 projets de REUT enquêtés.

- **Partie D : Grands enjeux et propositions d'orientation**

  Cette partie présente les résultats des différents diagnostics et formule les grandes recommandations. Le chapitre 13 présente **l'analyse AFOM** (Atouts, Faiblesses, Opportunités, Menaces) complète pour la filière REUT ainsi que les **grandes recommandations de la phase de diagnostic** et l'articulation avec les phases suivantes.

Partie B. APPROCHE GLOBALE À L'ECHELLE DU PAYS

Objectifs de la Partie B

La Partie A a présenté un état des lieux général de l'état des ressources en eau en Tunisie et a retracé l'historique de la filière REUT.

La présente partie B s'intéresse au sujet de la REUT à l'échelle du pays et expose les grands chiffres de la REUT en terme quantitatif ainsi que des diagnostics spécifiques sur la réglementation, les aspects techniques de la filière, le cadre institutionnel, les facteurs sociaux d'acceptabilité et le secteur recherche de la REUT.

4. LES GRANDS CHIFFRES DE LA REUT EN TUNISIE EN 2019 ET MISE EN PERSPECTIVE AVEC D'AUTRES PAYS

Objectifs du Chapitre

Ce chapitre fournit une présentation chiffrée de la REUT en Tunisie et donne une vision globale de l'état actuel de cette filière en Tunisie. Plus précisément, ce chapitre présente : les **chiffres sur la production des EUT par grandes régions du pays**, les volumes réutilisés en fonction des STEP et des usages à l'aval.

Les données utilisées proviennent en majorité des rapports annuels 2017 de l'ONAS. Ces chiffres sont ensuite mis en parallèle avec une présentation synthétique de la situation mondiale pour situer la REUT en Tunisie par rapport à ce qui se fait dans le monde.

4.1 LES GRANDS CHIFFRES DE LA REUT EN TUNISIE EN 2019

Ce chapitre se base sur les éléments fournis par l'ONAS, particulièrement les rapports annuels 2017 de 105 stations (sur les 119 que comptait le pays en 2017). Depuis 2017, 3 nouvelles stations ont été inaugurées (Sousse Hamdoun, Makhtar et la station compacte El Mrissa) et le pays compte actuellement 122 STEP.

Les 14 stations dont les rapports n'ont pas été transmis sont :

- les 8 stations de type rural,
- la station d'épuration industrielle (grappée de Ben Arous).
- 4 autres stations mises en service en 2017 : Korbous (réhabilitation en 2017, station compacte), Tazerka-Maamoura, Ain Drahem, Mazouna
- la station de Jerba Agim, mise en service en 2016.

Pour faciliter l'analyse, les stations ont été regroupées par grandes régions (Nord, Centre, Sud et Grand Tunis), de la même façon que l'ONAS les regroupe.

VOLUME D'EAUX USEES TRAITEES REUTILISE ET RATIO PAR RAPPORT AU VOLUME TOTAL D'EAUX USEES TRAITEES

Le volume d'eaux usées traitées par les **105 stations** analysées s'élève à **282 Mm^3**.

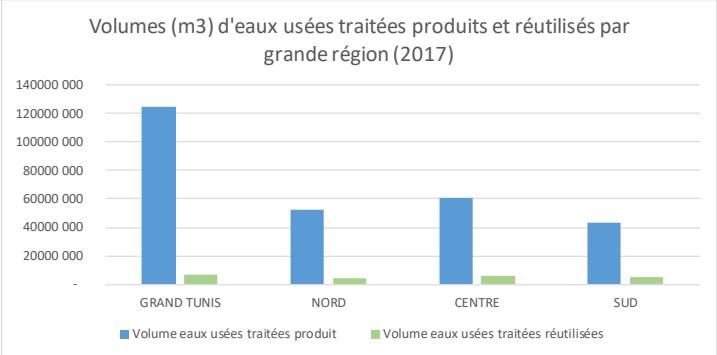
Les eaux usées traitées de **66 stations** font l'objet tout ou partie d'une réutilisation. **Sans comptabiliser les volumes rejetés dans des lagunes pour leur préservation** (volumes non connus à ce stade de l'étude), le volume de réutilisation en 2017 s'élève à **22 Mm^3**. Cela représente un **taux de réutilisation directe à l'échelle nationale de 8 %**.

Au regard des chiffres nationaux du bilan hydrique présenté dans le chapitre introductif, ce volume représente **moins de 1 % des volumes d'eau prélevés actuellement en Tunisie pour les usages AEP, Irrigation, Tourisme et Industrie**.

Le tableau et les graphes suivants présentent la répartition du volume d'eaux usées traitées réutilisées par grande région.

Figure 4-1 : Volumes annuels d'eaux usées traitées produits et réutilisés par grande région

		PRODUCTION EUT			REUTILISATION EUT				
		Volume eaux usées traitées (m3)	Part du volume total national	Nombre de STEP	Volume eaux usées traitées réutilisé (m3)	Part du volume total national	Nombre STEP avec REUT	Part volume réutilisé / volume total d'EUT	Part nombre de STEP avec REUT / nombre total de STEP
GT	GRAND TUNIS	124 407 000	44%	12	6 603 000	30%	5	5%	42%
N	NORD	52 124 000	19%	38	3 952 000	18%	25	8%	66%
C	CENTRE	61 126 000	22%	30	6 346 000	29%	16	10%	53%
S	SUD	43 736 000	16%	25	5 092 000	23%	19	12%	76%
	TOTAL	281 393 000	100%	105	21 993 000	100%	65	8%	62%

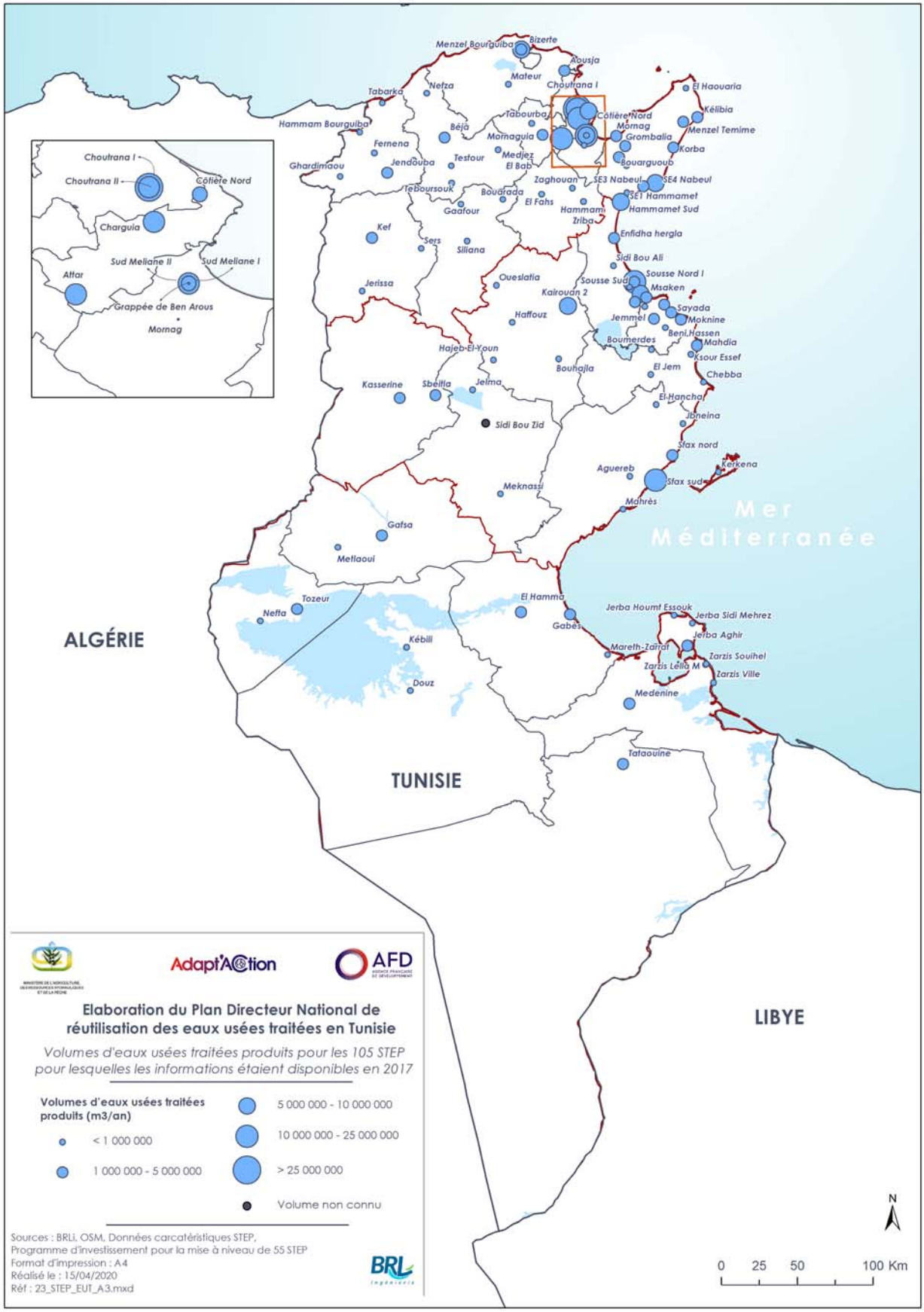


Graphique BRLI – source : rapports annuels ONAS 2017

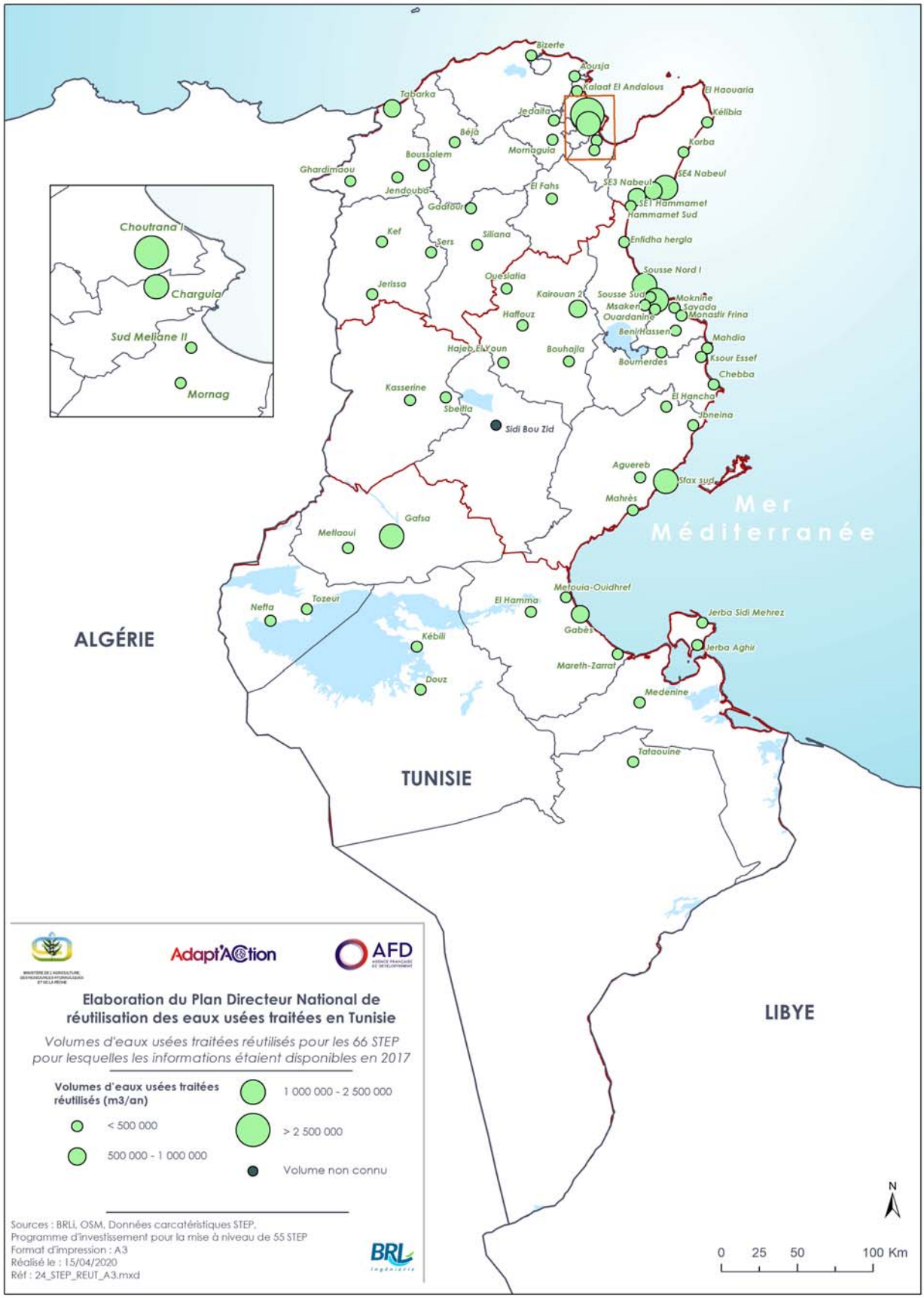
Le taux de réutilisation se situe entre 5% pour la région du Grand Tunis et 12% pour la région du Sud.

Les stations du Grand Tunis dont les effluents sont réutilisés représentent 30 % du volume réutilisé à l'échelle de la Tunisie. On trouve ensuite le Centre avec 29 % puis le Sud et enfin le Nord.

Carte 4-1 : Volume annuel d'EUT produit (données 2017)



Carte 4-2 : Volume d'EUT réutilisé (données 2017)



APPROCHE DU CLASSEMENT DE LA REUT PAR USAGE

Le tableau suivant présente la répartition des volumes annuels d'eaux usées traitées réutilisées en 2017 par grande région et par usage.

En ordre de grandeur, les deux tiers de la réutilisation, hors rejets dans les lagunes, concernent l'irrigation agricole, moins d'un tiers concerne l'irrigation des golfs, et à peine 2% l'irrigation des espaces verts.

Figure 4-2 : Volumes annuels d'eaux usées traitées produits et réutilisés par usage et par grande région (données 2017)

	Répartition du V (m3) d'EUT réutilisé par usage (*)						
	TOTAL	Irrigation agricole	Irrigation Golfs	Irrigation Espaces verts	Recharge Nappe	Alimentation lagune dans un but de sauvegarde	Volume d'EUT réutilisée dont l'usage n'a pu être renseigné
Grand Tunis	**5 313 000**	4 633 000	630 000	50 000	0	?	1 290 000
Nord	**3 948 000**	1 911 000	1 582 000	167 000	288 000	?	3 000
Centre	**6 330 000**	2 464 000	3 843 000	23 000	0	?	16 000
Sud	**5 092 000**	4 483 000	439 000	170 000	0	?	0
TOTAL	**21 993 000**	**13 491 000**	**6 494 000**	**411 000**	**288 000**		**1 309 000**
	100%	**65%**	**31%**	**2%**	**1%**		

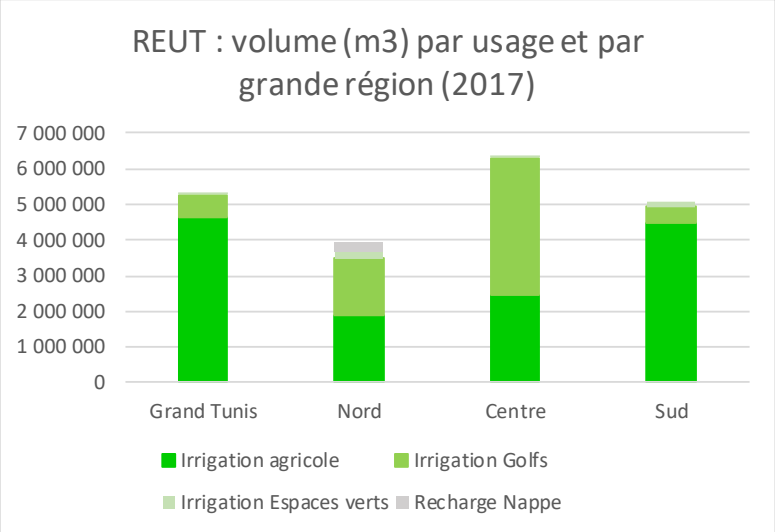


Tableau et Graphe BRLi - Source : rapports annuels des STEP ONAS 2017 et enquêtes conduites par BRLi

L'irrigation agricole est l'usage majoritaire en Tunisie (65 %). En effet, 32 périmètres irrigués ont été aménagés pour valoriser les EUT qui représentent 8 500 ha. Dans les faits, seulement 24 périmètres sont actuellement en service et seulement 2 700 ha ont été irrigués en 2017, soit 32 % de la surface aménagée.

Les 10 golfs du pays sont irrigués avec des EUT sur une surface totale de 900 ha, d'où la part non négligeable de cet usage dans les volumes réutilisés (31 %). L'irrigation des espaces verts autres que les golfs reste quant à elle marginale (2 %) et concerne surtout les espaces verts compris dans les périmètres des STEP.

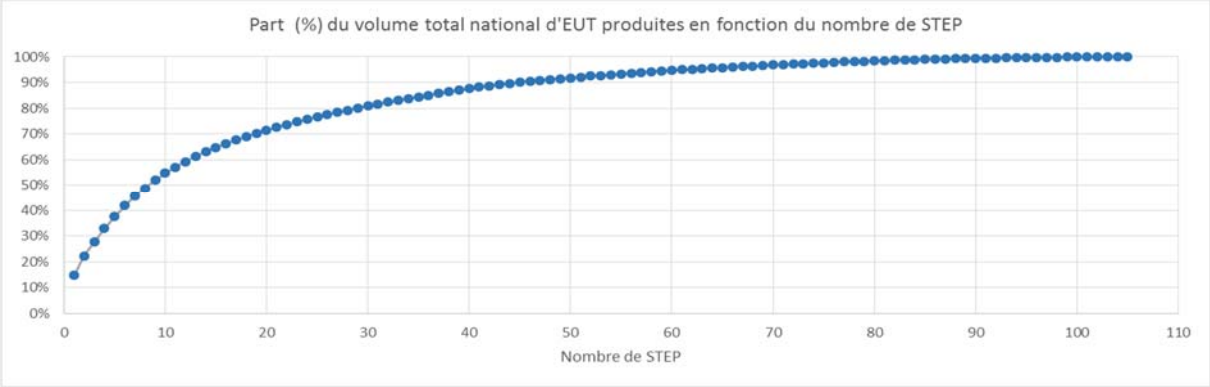
La recharge de nappe avec des EUT a été expérimentée sur 2 sites au Cap Bon. Un seul a fonctionné en 2017 (Korba) pour un volume total de recharge directe 288 000 m^3. Aujourd'hui, aucun des deux sites n'est plus en service par manque de moyens.

A ce jour, l'usage industriel n'a été effectif qu'à titre expérimental, au niveau des usines du Groupe Chimique Tunisien (GCT).

UNE DIZAINE DE STATIONS D'EPURATION REPRESENTENT LES TROIS-QUARTS DES EAUX USEES TRAITEES

Nous avons classé les stations par ordre décroissant du volume d'eaux usées traitées et calculé le volume cumulé par rang successif.

Figure 4-3 : Part du volume national d'EUT produites en fonction du nombre de STEP

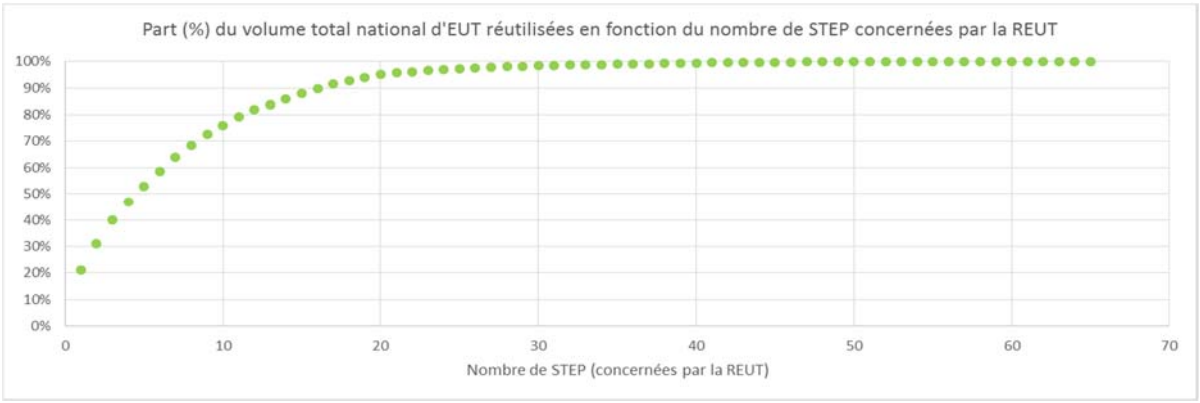


Graphe BRLi – Source : rapports annuels ONAS 2017

Il ressort de cette approche que les **3 premières stations représentent 30 % du volume annuel d'eaux usées traitées produit par 105 STEP à l'échelle du pays, les 8 premières représentent 50 % de ce volume et les 23 premières en représentent 75 %**.

De la même manière, nous avons classé les stations par ordre décroissant du volume d'eaux usées traitées réutilisé et calculé le volume cumulé par rang successif.

Figure 4-4 : Part du volume national d'EUT réutilisées en fonction du nombre de STEP concernées par la REUT



Graphe BRLi – Source : rapports annuels ONAS 2017

On montre ainsi que, **sur les 66 stations concernées par la réutilisation, les 5 stations avec les plus forts volumes d'eaux usées traitées réutilisées représentent un peu plus de 50 % du volume total d'eaux usées traitées réutilisées à l'échelle nationale et que 10 stations représentent 75 % de ce volume.**

On constate donc **une importante concentration de la production des EUT et par là-même une concentration géographique de l'enjeu « ressource » considéré à l'échelle nationale**. Au niveau local, nous nous attacherons toutefois à bien considérer, pour la phase Prospective à venir, que **de faibles volumes (du point de vue de l'échelle nationale) peuvent toutefois constituer localement des forts enjeux de ressource en eau et des forts enjeux socio-économiques**.

L'exposé complet de ces approches est présenté dans les tableaux des pages suivantes.

En plus des grands chiffres déjà cités, l'examen du tableau concernant les EUT réutilisées met en évidence que, parmi les 5 stations qui fournissent actuellement (2017) le plus de volumes pour la REUT, on trouve 3 stations qui sont parmi les 5 premières du pays en terme de production d'EUT mais également celle de rang n°7 (Sousse Nord I) et celle de rang n°21 (Gafsa).

Tableau 4-1 : Classement des STEP par valeur décroissante du volume d'eaux usées traitées

CLASSEMENT EUT PAR VALEUR DECROISSANTE DU VOLUME D'EUT PRODUIT

	Nom de la STEP	Grande Région	Volume d'EUT produit		
			Volume d'EUT (m3)	part du Total national	part cumulé du Total national
1	Choutrana I	GT	41 788 607	14,85%	15%
2	Attar	GT	21 208 171	7,54%	22%
3	Choutrana II	GT	14 921 977	5,30%	28%
4	Sfax sud	S	14 768 882	5,25%	33%
5	Charguia	GT	12 849 374	4,57%	38%
6	Sud Meliane II	GT	12 201 807	4,34%	42%
7	Sousse Nord I	C	10 426 761	3,71%	46%
8	Sousse Sud	C	9 311 126	3,31%	49%
9	Sud Meliane I	GT	8 970 845	3,19%	52%
10	Cotière Nord	GT	7 622 110	2,71%	55%
11	SE4 Nabeul	N	6 434 192	2,29%	57%
12	Bizerte	N	6 155 945	2,19%	59%
13	Kairouan 2	C	5 723 347	2,03%	61%
14	Hammamet Sud	N	5 491 198	1,95%	63%
15	Moknine	C	4 380 428	1,56%	65%
16	Mahdia	C	4 358 463	1,55%	66%
17	Monastir Frina	C	3 902 157	1,39%	68%
18	Gabès	S	3 744 851	1,33%	69%
19	Sousse Nord II	C	3 740 726	1,33%	70%
20	Sfax nord	S	3 368 128	1,20%	72%
21	Gafsa	S	3 064 955	1,09%	73%
22	Kasserine	C	3 063 752	1,09%	74%
23	Menzel Bourguiba	N	2 988 707	1,06%	75%
24	Korba	N	2 668 668	0,95%	76%
25	Kélibia	N	2 592 581	0,92%	77%
26	Soliman II	N	2 569 954	0,91%	78%
27	Jerba Aghir	S	2 564 484	0,91%	78%
28	Tataouine	S	2 373 788	0,84%	79%
29	Msaken	C	2 360 626	0,84%	80%
30	Sayada	C	2 193 420	0,78%	81%
31	Sahline	C	2 119 063	0,75%	82%
32	Jemmel	C	2 075 098	0,74%	82%
33	El Hamma	S	1 966 244	0,70%	83%
34	Tozeur	S	1 960 739	0,70%	84%
35	Béjà	N	1 901 178	0,68%	85%
36	Kef	N	1 892 140	0,67%	85%
37	Aousja	N	1 868 170	0,66%	86%
38	SE3 Nabeul	N	1 808 467	0,64%	86%
39	Medenine	S	1 798 358	0,64%	87%
40	Jendouba	N	1 683 979	0,60%	88%
41	Mornaguia	GT	1 557 945	0,55%	88%
42	Grombalia	N	1 390 088	0,49%	89%
43	Menzel Bouzelfa	N	1 384 557	0,49%	89%
44	Sbeitla	C	1 323 516	0,47%	90%
45	Enfidha hergla	C	1 278 219	0,45%	90%
46	Menzel Temime	N	1 106 709	0,39%	91%
47	Tabarka	N	995 999	0,35%	91%
48	Medjez El Bab	N	947 630	0,34%	91%
49	Zaghouan	N	935 980	0,33%	92%
50	Jedaida	GT	933 589	0,33%	92%
51	Zarzis Ville	S	915 370	0,33%	92%
52	Kébili	S	911 812	0,32%	93%
53	Siliana	N	838 355	0,30%	93%
54	Nefta	S	830 205	0,30%	93%
55	Mornag	GT	824 604	0,29%	93%
56	Tébourba	GT	823 394	0,29%	94%
57	Mateur	N	775 903	0,28%	94%
58	Jerba Houmt Essouk	S	765 950	0,27%	94%
59	Douz	S	725 230	0,26%	95%
60	Boussalem	N	704 832	0,25%	95%
61	Bouarguoub	N	674 860	0,24%	95%
62	Metouia-Ouidhref	S	658 650	0,23%	95%
63	Kalaa Sghira	C	617 444	0,22%	95%
64	Ouardanine	C	594 042	0,21%	96%
65	SE1 Hammamet	N	585 926	0,21%	96%
66	Mahrès	S	571 220	0,20%	96%
67	Metlaoui	S	558 798	0,20%	96%
68	Ksour Essef	C	556 366	0,20%	96%
69	El Jem	C	549 012	0,19%	97%
70	Kalaat El Andalous	GT	547 744	0,19%	97%
71	Ghardimaou	N	542 956	0,19%	97%
72	Jerba Sidi Mehrez	S	487 439	0,17%	97%
73	Chebba	C	486 662	0,17%	97%
74	El Haouaria	N	484 846	0,17%	98%
75	El Fahs	N	473 450	0,17%	98%
76	Mareth-Zarrat	S	469 750	0,17%	98%
77	Hammam Zriba	N	439 600	0,16%	98%
78	Zarzis Lella Mériam	S	422 701	0,15%	98%
79	Beni Hassen	C	373 472	0,13%	98%
80	Meknassi	C	359 699	0,13%	98%
81	Nefza	N	347 500	0,13%	99%
82	Teboursouk	N	313 529	0,12%	99%
83	Oueslatia	C	307 818	0,11%	99%
84	Testour	N	299 098	0,11%	99%
85	Hajeb El Youn	C	274 675	0,11%	99%
86	Bouarada	N	256 923	0,10%	99%
87	Aguereb	S	223 068	0,09%	99%
88	Sidi Bou Ali	C	217 771	0,08%	99%
89	Gaafour	N	186 137	0,08%	99%
90	Jbneina	S	170 660	0,07%	99%
91	Grappée de Ben Arous	GT	156 439	0,06%	99%
92	Fernena	N	156 012	0,06%	100%
93	Jelma	C	151 704	0,06%	100%
94	Zarzis Souihel	S	148 718	0,05%	100%
95	El Hancha	S	147 340	0,05%	100%
96	Bouhajla	C	143 927	0,05%	100%
97	Boumerdes	C	141 162	0,05%	100%
98	Sers	N	126 509	0,05%	100%
99	Kerkena	S	118 894	0,05%	100%
100	Haffouz	C	95 804	0,04%	100%
101	Jerissa	N	54 512	0,03%	100%
102	Hammam Bourguiba	N	46 834	0,02%	100%
			281 393 024	**100%**	

Tableau BRLi – source : rapports annuels ONAS 2017

Tableau 4-2 :Classement des STEP par valeur décroissante du volume d'eaux usées traitées réutilisé

								Usages (m3)					
Numero STEP	**Nom de la STEP**	**Grande Région**	**Volume REUT (m3)**	**Part du Total national**	**Part cumulée du Total national**	**Volume d'EUT produit (m3)**	**Ratio REU réutilisées / REUT produites**	Irrigation agricole	Irrigation Golfs	Irrigation Espaces verts	Recharge Nappe	Alimentation lagune dans un but de sauvegarde	volume d'EUT réutilisée dont l'usage n'a pu être renseigné
1	Choutrana I	GT	**4 632 750**	21,06%	21%	**41 788 607**	11,1%	4 632 750					0
83	Sousse Nord I	C	**2 196 000**	9,98%	31%	**10 426 761**	21,1%		2 196 000				0
90	Gafsa	S	**1 945 020**	8,84%	40%	**3 064 955**	63,5%	1 945 020					0
12	Charguia	GT	**1 568 000**	7,13%	47%	**12 849 374**	12,2%	V ?	630 000	V?			938 000
108	Sfax sud	S	**1 297 455**	5,90%	53%	**14 768 882**	8,8%	1 297 455					0
73	Sahline	C	**1 275 600**	5,80%	59%	**2 119 063**	60,2%		1 275 600				0
46	SE4 Nabeul	N	**1 137 740**	5,17%	64%	**6 434 192**	17,7%	1 137 740					0
29	Tabarka	N	**995 999**	4,53%	68%	**995 999**	100,0%		995 999				0
87	Gabès	S	**916 000**	4,16%	73%	**3 744 851**	24,5%	916 000					0
58	Kairouan 2	C	**750 593**	3,41%	76%	**5 723 347**	13,1%	750 593					0
45	SE3 Nabeul	N	**706 100**	3,21%	79%	**1 808 467**	39,0%	706 100					0
44	SE1 Hammamet	N	**585 926**	2,66%	82%	**585 926**	100,0%		585 926				0
97	Jerba Sidi Mehrez	S	**438 697**	1,99%	84%	**487 439**	90,0%		438 697				0
50	Kasserine	C	**436 127**	1,98%	86%	**3 063 752**	14,2%	436 127					0
84	Sousse Sud	C	**424 950**	1,93%	88%	**9 311 126**	4,6%	424 950					0
72	Ouardanine	C	**419 072**	1,91%	90%	**594 042**	70,5%	419 072					0
71	Monastir Frina	C	**371 800**	1,69%	91%	**3 902 157**	9,5%		371 800				0
40	Korba	N	**288 000**	1,31%	93%	**2 668 668**	10,8%				288 000	oui. V ?	0
61	Sbeitla	C	**282 523**	1,28%	94%	**1 323 516**	21,3%	282 523					0
7	Sud Meliane II	GT	**244 036**	1,11%	95%	**12 201 807**	2,0%	V ?					244 036
94	Jerba Aghir	S	**110 064**	0,50%	96%	**2 564 484**	4,3%	110 064					0
9	Mornaguia	GT	**107 730**	0,49%	96%	**1 557 945**	6,9%	V ?					107 730
74	Sayada	C	**102 656**	0,47%	97%	**2 193 420**	4,7%	102 656					0
109	Tataouine	S	**78 650**	0,36%	97%	**2 373 788**	3,3%	78 650					0
103	El Hamma	S	**76 000**	0,35%	97%	**1 966 244**	3,9%	76 000					0
98	Medenine	S	**60 000**	0,27%	98%	**1 798 358**	3,3%	60 000					0
20	Bizerte	N	**56 675**	0,26%	98%	**6 155 945**	0,9%			56 675			0
39	Kélibia	N	**48 000**	0,22%	98%	**2 592 581**	1,9%	48 000					0
81	Msaken	C	**47 879**	0,22%	98%	**2 360 626**	2,0%	47 879					0
93	Kébili	S	**31 718**	0,14%	98%	**911 812**	3,5%			31 718			0
88	Mareth-Zarrat	S	**28 215**	0,13%	98%	**469 750**	6,0%			28 215			0
51	Siliana	N	**26 150**	0,12%	99%	**838 355**	3,1%	V ?		26 150			0
111	Tozeur	S	**25 660**	0,12%	99%	**1 960 739**	1,3%			25 660			0
106	Mahrès	S	**24 400**	0,11%	99%	**571 220**	4,3%			24 400			0
3	Kalaat El Andalous	GT	**22 300**	0,10%	99%	**547 744**	4,1%			22 000			300
31	Kef	N	**22 000**	0,10%	99%	**1 892 140**	1,2%			22 000			0
92	Douz	S	**20 360**	0,09%	99%	**725 230**	2,8%			20 360			0
86	El Fahs	N	**19 641**	0,09%	99%	**473 450**	4,1%	19 641					0
89	Metouia-Ouidhref	S	**19 344**	0,09%	99%	**658 650**	2,9%			19 344			0
19	Aousja	N	**16 221**	0,07%	99%	**1 868 170**	0,9%			16 221			0
5	Mornag	GT	**15 622**	0,07%	99%	**824 604**	1,9%			15 622			0
32	Sers	N	**15 129**	0,07%	100%	**126 509**	12,0%			15 129			0
8	Jedaida	GT	**12 443**	0,06%	100%	**933 589**	1,3%			12 443			0
28	Jendouba	N	**11 804**	0,05%	100%	**1 683 979**	0,7%			11 804			0
66	Mahdia	C	**8 880**	0,04%	100%	**4 358 463**	0,2%			8 880			0
91	Metlaoui	S	**8 577**	0,04%	100%	**558 798**	1,5%			8 577			0
35	El Hancha	S	**8 039**	0,04%	100%	**147 340**	5,5%			8 039			0
55	Bouhajla	C	**7 230**	0,03%	100%	**143 927**	5,0%			7 230			0
56	Haffouz	C	**6 700**	0,03%	100%	**95 804**	7,0%	V ?					6 700
57	Hajeb El Youn	C	**6 670**	0,03%	100%	**274 675**	2,4%	V ?					6 670
38	Hammamet Sud	N	**6 500**	0,03%	100%	**5 491 198**	0,1%			6 500			0
30	Jerissa	N	**6 484**	0,03%	100%	**54 512**	11,9%			6 484			0
14	Béjà	N	**6 256**	0,03%	100%	**1 901 178**	0,3%			6 256			0
67	Beni Hassen	C	**2 505**	0,01%	100%	**373 472**	0,7%			2 505			0
65	Ksour Essef	C	**2 399**	0,01%	100%	**556 366**	0,4%			2 399			0
79	Enfidha hergla	C	**2 373**	0,01%	100%	**1 278 219**	0,2%			2 373			0
110	Nefta	S	**2 220**	0,01%	100%	**830 205**	0,3%			2 220			0
59	Oueslatia	C	**1 590**	0,01%	100%	**307 818**	0,5%	V ?					1 590
24	Boussalem	N	**1 530**	0,01%	100%	**704 832**	0,2%					oui. V ?	1 530
102	Aguereb	S	**1 470**	0,01%	100%	**223 068**	0,7%			1 470			0
26	Ghardimaou	N	**1 442**	0,01%	100%	**542 956**	0,3%					oui. V ?	1 442
63	Chebba	C	**782**	0,004%	100%	**486 662**	0,2%	V ?					782
50	Gaafour	N	**403**	0,002%	100%	**186 137**	0,2%					oui. V ?	403
62	Boumerdes	C	**40**	0,0002%	100%	**141 162**	0,0%	V ?					40
104	Jbneina	S	**18**	0,0001%	100%	**170 660**	0,0%			18			0
	TOTAL		**21 993 000**	**1,5%**		**194 739 715**	**13%**	**13 491 000**	**6 494 000**	**411 000**	**288 000**		**1 309 000**

Tableau BRLi – source : rapports annuels ONAS 2017, informations sur les périmètres irrigués à partir des EUT, campagne 2017 DGGREE

Les éléments présentés ci-avant seront détaillés en Phase 2. Cette phase traitera en particulier de la question de la concentration d'une part importante de la production des EUT sur quelques sites et de l'**éloignement de plusieurs de ces sites avec des zones potentielles de réutilisation**, du moins en ce qui concerne la réutilisation agricole.

EVOLUTION AU COURS DE L'ANNEE DE LA PRODUCTION DES EAUX USEES TRAITEES ET DE LEUR REUTILISATION

Figure 4-5 : Volumes d'eaux usées traitées produits et réutilisés dans les différentes grandes régions (2017) (m³/mois)



Graphes BRLi - Source : ONAS (Rapports annuels 2017)

Les graphes ci-avant indiquent une relative stabilité de la production d'EUT au cours de l'année, avec toutefois un pic estival pour les régions Nord et Centre.

Concernant la réutilisation, les situations sont très différentes entre

- d'une part les régions du Nord et le Grand Tunis où on note un important pic estival (période de mai à septembre), qui correspond aux besoins pour les usages agricoles et golfs.
- Et d'autre part les régions du Centre et du Sud pour lesquelles l'usage est plus homogène sur l'année, avec, pour l'agriculture, des besoins plus réguliers tout au long de l'année, étant donné la faiblesse des précipitations.

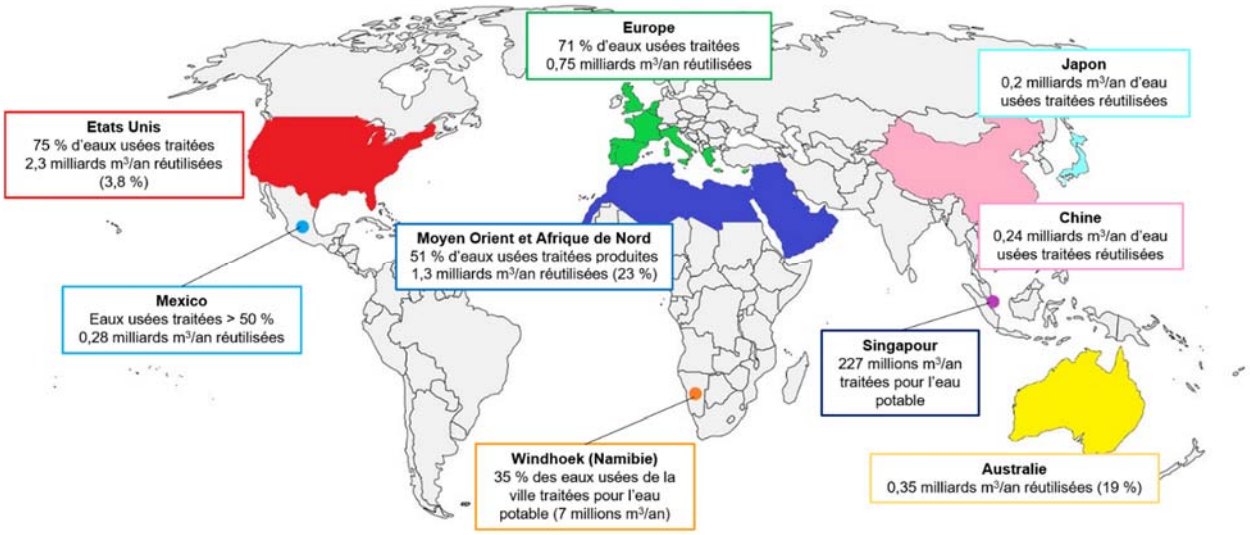
4.2 MISE EN PERSPECTIVE AVEC D'AUTRES PAYS

Les données disponibles à l'échelle mondiale sur les volumes d'eaux traitées et leur réutilisation sont assez hétérogènes en fonction des pays et ne sont pas toujours récentes. Un inventaire a été mené par Jiménez et Asano en 2008 dans leur ouvrage « *Water Reuse : An international survey of current practice, issues and needs* ». Plus récemment, le World Water Development Report (WWDR) de 2017 des Nations Unies a été consacré aux eaux usées. Les chiffres de ce chapitre sont tirés de ces publications.

Il est estimé qu'environ 4 000 milliards de m^3 d'eau douce sont prélevés chaque année dans le monde, sachant que l'agriculture est le plus grand consommateur (70 %). Parmi ces prélèvements, 56 % ne sont pas consommés : il s'agit soit de drainage agricole (38 %), soit d'eaux usées municipales (8 %) ou industrielles (16 %). Les eaux usées municipales représentent un potentiel de 330 milliards de m^3/an réutilisables. Cependant, on estime globalement que 80 % de ces eaux sont rejetées dans l'environnement sans traitement et que 2% sont réutilisées, soit 6,6 milliards de m^3/an (avec ou sans traitement) (UN WATER, 2017). Le gisement d'eaux usées à exploiter au niveau mondial reste donc important.

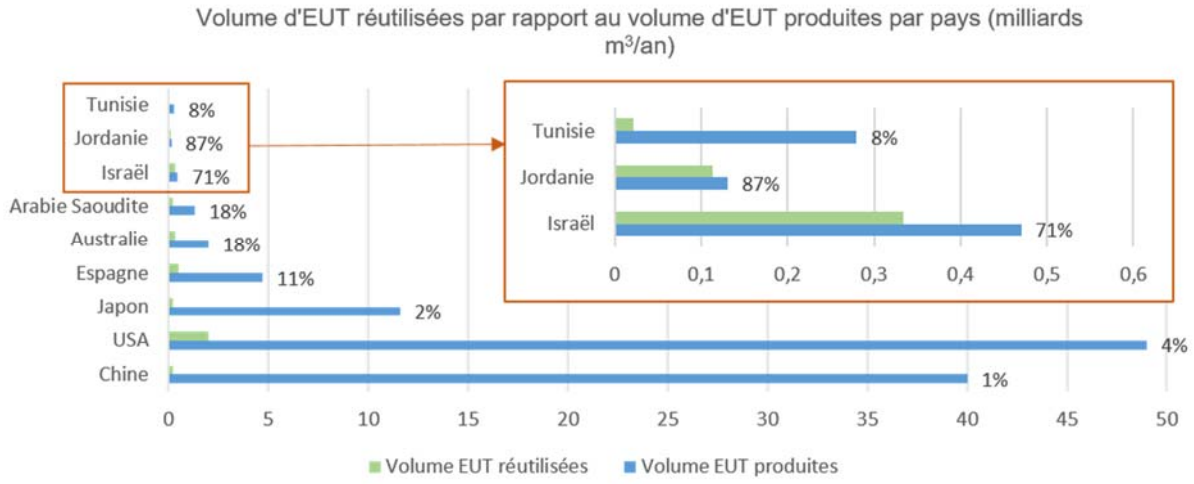
La carte ci-dessous reprend les régions du monde où la réutilisation des eaux usées traités est la plus importante. D'autres pays réutilisent aussi un volume important d'eaux usées mais sans traitement (Chine, Inde, Pakistan, Ghana, Vietnam, etc.).

Figure 4-6 : Carte des principales zones de réutilisation des eaux usées traitées dans le monde



Source : Carte BRLi, d'après WWDR, 2017 et Jiménez et al, 2008

Le graphique ci-dessous compare les volumes d'eaux usées traitées produits et réutilisés pour la Tunisie et pour les principaux pays concernés par la filière REUT au niveau mondial.



Source : Graphe BRLi, WWDR 2017 & FAO, base de données Aquastat

Les grands pays producteurs d'EUT comme les Etats Unis ou la Chine réutilisent qu'une petite partie du volume produit (3,8 et 1 %). Cependant, pour les Etats Unis, cela représente tout de même un volume de 2,3 milliards de m^3/an. En Californie et en Floride, près de 45 % des eaux réutilisées le sont pour l'irrigation agricole. Des usages récréationnels de type golfs ou espaces verts sont aussi en train de se développer. Pour la Chine, ce serait près de 1,3 millions d'ha irrigués avec des eaux usées, mais les eaux usées brutes sont encore beaucoup utilisées.

En Europe, les pays les plus concernés sont les pays méditerranéens comme l'Espagne, l'Italie, la Grèce ou encore Chypre. La réutilisation principale est l'agriculture, à hauteur de 75 % des volumes traités pour l'Espagne et 95 % pour la Grèce. D'autres pays comme le Royaume Uni, les Pays Bas ou la Belgique ont développé les usages industriels et environnementaux, à petite échelle pour l'instant.

Au Moyen Orient et en Afrique de Nord, la REUT est bien développée à l'instar du volume traité (23 %). 51 % est utilisé pour l'irrigation agricole. En Israël, 90 % des eaux usées sont traitées et 71 % de ce volume est réutilisé dans l'agriculture, ce qui a permis de tripler la Superficie Agricole Utile (SAU) du pays. Les EUT représentent 10 % des ressources nationales en eau et 20 % des besoins pour l'irrigation agricole. Quant à la Jordanie, le pays réutilise 87 % de ses EUT et 90 % de ce volume est utilisé pour l'irrigation agricole.

Le Japon, quant à lui, a développé sa stratégie vers des usages autres que l'agriculture qui ne représente que 7 % de la réutilisation. Les efforts sont mis sur des usages environnementaux (conservation de milieux aquatiques) et récréationnels. 3 % sont aussi utilisés pour des usages urbains (chasses d'eau) et 1 % pour l'industrie (United Nations University, 2013).

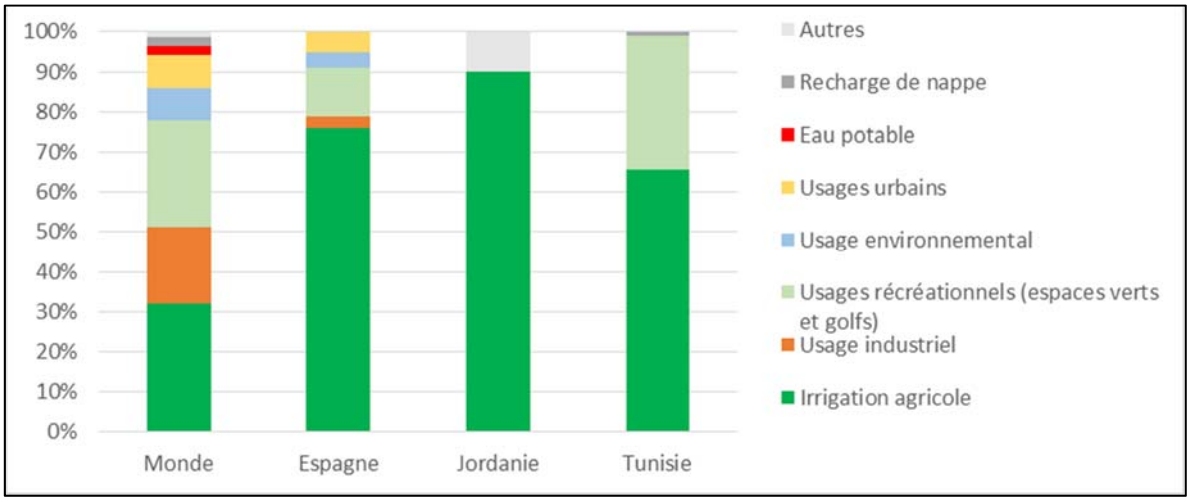
La REUT pour un usage direct ou indirect pour l'eau potable reste marginale. Il existe cependant quelques exemples réussis de ce type de réutilisation dans le monde, comme en Namibie dans la ville de Windhoek (35 % des EUT destinées à l'eau potable) et Singapour avec le programme Newater.

Les motivations pour le développement de la REUT sont tout d'abord le manque de ressource en eau, d'où l'attrait des pays du Moyen Orient et de l'Afrique du Nord pour cette filière. Ensuite viennent des considérations plus environnementales pour protéger les milieux récepteurs des STEP et conserver les ressources conventionnelles (UN WATER, 2017).

L'irrigation agricole reste aujourd'hui de loin l'usage le plus courant et représente 32 % des EUT réutilisées. L'agriculture représente 70 % des prélèvements en eau à l'échelle mondiale (United Nations University, 2013), les besoins en eau non conventionnelles sont donc naturellement importants. De plus, les qualités fertilisantes des EUT sont valorisées dans cet usage.

Le graphique ci-dessous donne l'importance de chaque usage de la REUT au niveau mondial et permet de comparer la Tunisie avec les usages développés dans des pays où la donnée est disponible.

Figure 4-7 : Part des différents usages de la REUT dans le monde et zoom sur quelques pays



Source : Graphe BRLi, WWDR 2017

Les usages possibles de la REUT sont très diversifiés comme on peut le constater en regardant les types de réutilisation au niveau mondial. La Tunisie a quant à elle misée jusqu'à maintenant sur l'usage agricole et les golfs.

5. DIAGNOSTIC DU CADRE REGLEMENTAIRE

Objectifs du Chapitre

Le premier diagnostic réalisé dans ce rapport concerne le cadre juridique et réglementaire de la REUT en Tunisie. C'est en effet autour de ce cadre que s'articulent plusieurs éléments des diagnostics suivants, comme les traitements mis en œuvre pour répondre aux exigences réglementaires ainsi que les exigences pour les différents usages.

Dans un premier temps, le chapitre revient sur la réglementation régissant la gestion de l'eau de manière globale en Tunisie puis il se concentre plus particulièrement sur l'assainissement et la REUT. L'objectif du chapitre est ainsi d'avoir une vision exhaustive des textes juridiques et réglementaires sur la REUT pour comprendre dans quel cadre évolue la filière et estimer les possibles manques.

De plus, ce chapitre décrit l'approche proposée par l'OMS et ses recommandations pour l'élaboration des normes nationales, puis détaille, dans une perspective de benchmarking, le cadre réglementaire de six pays : des pays européens (France, Espagne et Grèce), des pays méditerranéens dont le contexte de rareté de l'eau se rapproche de celui de la Tunisie (Jordanie, Algérie et Israël) et un pays utilisant des technologies de pointe pour le traitement des eaux usées (Etats Unis).

5.1 DESCRIPTION SYNTHETIQUE DU CADRE REGLEMENTAIRE DE LA GESTION DE L'EAU EN TUNISIE

L'accès à l'eau est consacré par la **constitution Tunisienne** qui stipule, dans son article 45, « **Le droit à l'eau est garanti** ». Ainsi, la conservation de l'eau et la rationalisation de son exploitation est un devoir de l'Etat et de la société ». Néanmoins, il convient de noter que le terme « eau » est dépourvu de définition juridique dans le dispositif juridique national. En revanche, le **code des eaux promulgué par la loi n° 75-16 du 31 mars 1975 institue, dans son article premier, la notion juridique de Domaine publique hydraulique** (DPH)[3] comme englobant la ressource hydraulique et son contenant physique. Le DPH est géré par le ministre de l'agriculture[4] qui est assisté par le Conseil national de l'eau et la Commission du DPH.

L'EAU : UN MOYEN DE PRODUCTION AGRICOLE A MOBILISER

En tant que gestionnaire du DPH, l'intervention du ministre de l'agriculture a un caractère décisionnel. A ce titre, il octroie des autorisations, des concessions ou même des interdictions motivées concernant l'exploration ou l'utilisation du DPH. Ces attributions sont fixées par le décret n° 2001-419 du 13 février 20015. Le Ministre de l'agriculture « …a pour mission d'exécuter la politique de l'Etat dans le domaine agricole et de la pêche, de veiller à la promotion de ce secteur et de favoriser la création d'un climat favorable pour le développement. »[6]. Pour cela, le ministre de l'agriculture est chargé d'assurer « **la mobilisation de toutes les ressources naturelles disponibles… »[7].** Il en découle que l'eau est appréhendée comme un des éléments composant un système productif, ce qui explique que la conservation de cette ressource est liée à la conservation et au développement des ressources forestières, des sols et des terres agricoles[8].

---

3 Constitué par Les cours d'eau de toutes sortes et les terrains compris dans leurs francs bords,
- Les retenues établies sur les cours d'eau,
- Les sources de toutes natures.
- Les nappes d'eau souterraines de toute sorte,
- Les lacs et Sebkhas,
- Les aqueducs, puits et abreuvoirs à usage du public ainsi que leurs dépendances,
- Les canaux de navigation, d'irrigation ou d'assainissement exécutés par l'Etat ou pour son compte dans un but d'utilité publique ainsi que les terrains qui sont compris dans leurs francs bords et leurs dépendances.

4 Code des eaux, art. 4 : « le DPH est administré par le ministre de l'agriculture sauf dérogation prise par décret … »

5 Ibid.

6 Ibid., art. Premier, paragraphe premier

7 Ibid., art. Premier, paragraphe 2

8 Décret n° 2001-419 du 13 février 2001, fixant les attributions du MARHP, JORT n° 15 du 20 février 2001, page 311, art. Premier paragraphe 7)

Dans ce cadre, c'est le MARHP qui élabore « des plans et programmes de **mobilisation des ressources en eau et leur utilisation** pour les besoins du pays et le développement des ressources hydrauliques non conventionnelles et l'économie de l'eau »[9].

L'eau : une richesse nationale à conserver

La modification du code des eaux en 2001 par la loi n° 2001-116 du 26 novembre 2001, introduit la notion **de préservation de la ressource**. Ainsi, l'article 86 (nouveau) définit l'eau comme « …une **richesse nationale** qui doit être développée, protégée et utilisée d'une manière garantissant la durabilité de la satisfaction de tous les besoins des citoyens et des secteurs économiques… ».

La préservation quantitative de la ressource repose sur le principe d'économie de l'eau[10], principe clef des « Effets utiles de l'eau » objet du Chapitre VI du code des eaux[11]. Avec la modification du code des eaux par la loi de 2001, **l'économie de l'eau** revêt une dimension d'intérêt national. Elle est « considérée comme l'un des moyens les plus importants permettant le développement, la préservation et la rationalisation de l'utilisation des ressources hydrauliques »[12]. A cet effet, les travaux visant **l'augmentation de la disponibilité des ressources en eau grâce à l'exploitation des ressources non conventionnelles sont considérés comme des travaux de développement des ressources hydrauliques et sont déclarés d'utilité publique.**

L'obligation d'audit hydraulique

« La consommation des eaux est soumise à un diagnostic technique, périodique et obligatoire des équipements, des travaux et des modes de production liés à l'utilisation des eaux, et ce à partir d'un seuil fixé par décret pris sur proposition du ministre chargé de l'agriculture.

Le Code des Eaux instaure l'obligation d'un audit hydraulique et son texte d'application[13] fixe les seuils à partir desquels le diagnostic doit être réalisé. Les seuils varient en fonction des usages et sont les suivants :

- Pour l'usage agricole le seuil de consommation est de 5 millions de m^3/an,
- Pour l'usage domestique d'hygiène, le seuil est de 2 000 m^3/an,
- Pour l'usage industriel et de production, le seuil est de 5 000 m^3/an[14].

Le Code stipule que tout consommateur qui n'effectue pas les diagnostics techniques, périodiques et obligatoires est puni d'une amende allant de 5 000 à 10 000 dinars[15].

Le régime répressif

Selon le code des eaux, la conservation de la ressource est associée aux mesures de police par l'intitulé du chapitre II du code des eaux : « de la conservation et de la police de l'eau du DPH ».

Ce sont les agents du MARHP qui exercent la fonction de Police de l'eau. Ils y sont dûment habilités par décret[16] et prennent toutes dispositions pour assurer le « libre cours des eaux et pour effectuer toute opération de contrôle éventuellement nécessaire »[17]. L'article du décret de 1981 a été modifié en 1998 pour citer la majorité des agents du MARHP habilités à assurer la mission de conservation du DPH.

9 Ibid., art. 2, 5)
10 Ibid. art. 86 tel que modifié par la loi n° 2001-116 du 26 novembre 2001
11 Ibid., les arts. De 86 à 106 bis
12 Ibid., art. 86
13 Décret n° 2002-335 du 14 février 2002 fixant le seuil à partir duquel La consommation des eaux est soumise à un diagnostic technique, périodique et obligatoire des équipements, des travaux et des modes de production liés à l'utilisation des eaux, les conditions de désignation des experts, la nature des diagnostics et leur périodicité, JORT n° 17 du 26 février 2002 p. 491
14 Ibid., art. Premier
15 Code des eaux, art. 89, paragraphe premier et dernier
16 Décret n° 81-1818 du 22 décembre 1981 portant désignation des agents chargés de la conservation et de la police du DPH tel que modifié par le décret n° 98-1707 , JORT n° 72 du 8 septembre 1998, p. 1895
17 Ibidem

Néanmoins, la modification du décret en 1981 ne cite pas les agents habilités relevant de la santé publique conformément aux dispositions de l'article 156 du code des eaux ni les agents assermentés de l'agence nationale de protection de l'environnement (ANPE). Ces derniers sont habilités à constater les infractions relatives à l'introduction directe ou indirecte d'un polluant, biologique, chimique ou physique dans l'environnement[18], y compris les ressources hydrauliques[19].

Evaluation de la police du DPH

Les actions exécutées par la police du DPH consistent à constater « toute infraction aux prescriptions du présent code ou des décrets et arrêtés pris pour son exécution »[20]. Les contrevenants « sont punis d'une amende de 50 à 1 000 dinars et d'un emprisonnement de 6 jours à 6 mois ou de l'une des deux peines seulement »[21]. Compte tenu de la gravité potentielle des infractions, ces amendes peuvent parfois sembler non-dissuasives[22]. Par ailleurs, il faut noter que la peine d'emprisonnement n'est que rarement appliquée. Ceci s'expliquerait, en partie, par la conscience du législateur de l'importance primordiale de l'eau comme moyen de production incontournable dans le processus productif agricole.

La gestion des ressources hydrauliques ainsi que la mission de Police de l'eau sont exécutées par le même ministère, ce qui peut pourrait avoir un impact sur l'efficacité de la police de l'eau.

Système répressif spécifique pour la pollution de l'eau

Les contrevenants aux dispositions de la loi relative à la création de l'Agence Nationale de Protection de l'Environnement (ANPE), notamment les pollueurs des eaux, sont passibles d'une amende variant entre 100 dinars et 50 000 dinars selon le degré de gravité de ces infractions[23]. Les ressources financières de l'ANPE sont constituées notamment par le produit des amendes.

Il est important de noter que l'ANPE est habilitée à transiger avec le pollueur, en fonction de la gravité de la pollution.

[18] Loi n° 88-91 du 2 août 1988, JORT n° 52 du 2 août 1988, art. 2, Paragraphe 2 : « on entend par environnement au sens de la présente loi, le monde physique y compris …les eaux souterraines et de surface… ».

[19] Loi n° 88-91 du 2 août 1988 telle que modifiée par la loi n° 92-115 du 30 novembre 1992, JORT n° 81, du 4 décembre 1992, p. 1539 et 1540, art. 8 : « les personnes physiques ou morales et notamment les établissements industriels, agricoles ou commerciaux qui endommagent l'environnement où dont l'activité cause une pollution de l'environnement par de rejets solides, liquides ou gazeux ou autres, sont tenus à l'élimination, à la réduction et éventuellement à la récupération des matières rejetées ainsi qu'à la réparation des dommages qui en résultent.

[20] Code des eaux, art. 158

[21] Ibidem

[22] Caractère dérisoire partiellement rattrapé en cas d'infractions à l'obligation d'effectuer des diagnostiques hydrauliques conformément à l'art. 89 du code des eaux où l'amende s'élève de 5,000 à 10,000dinars.

[23] Idem, lecture croisée des arts. 11 et 2 de la loi n° 88-91 du 2 août 1988 telle que modifiée par la loi n° 92-115 du 30 novembre 1992, JORT n° 81, du 4 décembre 1992 relative à la création de l'ANPE (agence nationale de protection de l'environnement)

5.2 ASSAINISSEMENT ET REUT : RECENSEMENT ET DIAGNOSTIC DES TEXTES JURIDIQUES ET REGLEMENTAIRES EN LIEN AVEC LA FILIERE

En préalable à cette section, il convient de noter que le terme « réutilisation » des eaux usées traitées ne constitue pas un terme juridique puisque le terme consacré dans la réglementation est « utilisation ». En effet, la réglementation considère que l'on « utilise » des eaux usées traitées. Le terme de « réutilisation » sous-entendrait que les eaux usées traitées produites sont utilisées plusieurs fois. Afin de garantir l'homogénéité des termes dans ce rapport, le terme de réutilisation sera toutefois employé dans cette section.

5.2.1 Assainissement et rejets dans l'environnement : types et instruments juridiques

ASSAINISSEMENT

L'assainissement des eaux usées est l'attribution principale de l'Office National d'Assainissement (ONAS). **La loi n° 93-41 du 19 avril 1993, relative à l'Office National d'Assainissement (ONAS) attribue à celui-ci la mission de protection de l'environnement hydrique contre toute source de pollution ainsi que la promotion de la distribution et de la vente des eaux épurées et des boues provenant des stations d'épuration**[24].

Les « eaux usées traitées » sont qualifiées par la loi du 19 avril 1993, relative à l'ONAS, par « eaux épurées ». Il convient de noter que les deux termes ne sont pas juridiquement définis. En revanche, la notion d'eau usée est définie de la façon suivante : « On entend par les eaux usées au sens large du terme, les eaux à évacuer des zones bâties, elles proviennent des ménages, des différentes installations communales ou publiques, de l'artisanat et de l'industrie y compris les eaux de refroidissement ainsi que les eaux de drainage et de ruissellement urbain »[25].

Les exigences de traitement vis-à-vis de la protection de l'environnement

Les objectifs de traitement des systèmes collectifs d'assainissement sont fixés dans l'arrêté du 26 mars 2018. **Ces objectifs sont déterminés en premier lieu pour protéger l'environnement.**

Deux catégories de rejet vers le milieu naturel sont distinguées : rejet dans le domaine « public maritime » ou rejet dans le domaine « public hydraulique » (en pratique le domaine terrestre). Les niveaux de rejet ne sont pas les mêmes selon le milieu impacté par le rejet.

C'est la norme 106.02 qui a été longtemps la référence pour évaluer si les stations d'épuration respectaient les exigences de protection de l'environnement. Ce texte réglementaire diffère de l'arrêté sur quelques paramètres. La comparaison entre l'arrêté et la norme en ce qui concerne les paramètres et leurs concentrations est présentée dans le tableau suivant :

[24] Loi relative à l'ONAS, art.2

[25] Décret n° 85-56 du 2 janvier 1985 25 ,

Tableau 5-1 : Comparaison entre la norme NT 106.02 et l'arrêté du 26 mars 2018 des limites de qualité fixée

		NT 106.02			Arrêté gouvernemental n°2018-315 du 26 mars 2018			Comparaison NT 106.02 et Arrêté n°2018-316		
Paramètres	Unité	Domaine publique hydraulique	Domaine public maritime	Réseau public d'assainissement	Domaine publique hydraulique	Domaine public maritime	Réseau public d'assainissement	Domaine publique hydraulique	Domaine public maritime	Réseau public d'assainissement
pH		Entre 6,5 et 8,5	Entre 6,5 et 8,5	Entre 6,5 et 9	Entre 6,5 et 8,5	Entre 6,5 et 8,5	Entre 6,5 et 9	/	/	/
Conductivité	µS/cm				5000	Sans exigence	5000	Pas comparables car pas d'info pour NT 106.02		
DCO	mg O2/L	90	90	1000	125 160 (si flux maximal < 15kg/j)	125 160 (si flux maximal < 15kg/j)	1000	NT 106.02 < Arrêté 2018	NT 106.02 < NT 106.03	/
DBO5	mg O2/L	30	30	400	30 40 (si flux maximal < 15kg/j) 50 (épuration par lagunage avec flux maximal < 15kg/j)	30 40 (si flux maximal < 15kg/j) 50 (épuration par lagunage avec flux maximal < 15kg/j)	400	/	/	/
MES	mg/L	30	30	400	30 40 (si flux maximal < 15kg/j) 50 (épuration par lagunage avec flux maximal < 15kg/j)	30 40 (si flux maximal < 15kg/j) 50 (épuration par lagunage avec flux maximal < 15kg/j)	400	/	/	/
Chlorures	mg/L	600		700	700	Sans exigence	700	NT 106.02 < Arrêté 2018	/	/
Fluorures	mg/L	3 (dissous)	5 (dissous)	3 (dissous)	3 (dissous)	3 (dissous)	3 (dissous)	/	NT 106.02 > Arrêté 2018	/
Organochlorés	mg/L							Pas d'infos		
Arsenic	mg/L		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	Pas d'infos pour NT 106.02	/	/
Bore	mg/L	2	20	2	2,4	20	2,4	NT 106.02 < Arrêté 2018	/	NT 106.02 < Arrêté 2018
Cadmium	mg/L	0,005	0,005	0,1	0,01	0,01	0,1	NT 106.02 < Arrêté 2018	NT 106.02 < Arrêté 2018	/
Cobalt	mg/L	0,1	0,5	0,5	0,1	0,5	0,5	/	/	/
Chrome total	mg/L							Pas d'infos		
Chrome : Cr6+	mg/L	0,01	0,5	0,5	0,05	0,1	0,5	NT 106.02 < Arrêté 2018	NT 106.02 > Arrêté 2018	/
Chrome : Cr3+	mg/L	0,5	2	2	0,5	0,5	1	/	NT 106.02 > Arrêté 2018	NT 106.02 > Arrêté 2018
Cuivre	mg/L	0,5	1,5	1	2	2	2	NT 106.02 < Arrêté 2018	NT 106.02 < Arrêté 2018	NT 106.02 < Arrêté 2018
Fer	mg/L	1	1	5				Pour Arrêté 2018 on a que Al+Fe		
Manganèse	mg/L	0,5	1	1	1	1	1	NT 106.02 < Arrêté 2018	/	/
Mercure	mg/L	0,001 (SCP) 0,01 (INNORPI)	0,001	0,01	0,005	0,005	0,01	NT 106.02 < Arrêté 2018	NT 106.02 < Arrêté 2018	/
Nickel	mg/L	0,2	2	2	0,2	1	1	/	NT 106.02 > Arrêté 2018	NT 106.02 > Arrêté 2018
Plomb	mg/L	0,1	0,5	1	0,1	0,5	1	/	/	/
Sélénium	mg/L	0,05	0,5	1	0,05	0,5	1	/	/	/
Zinc	mg/L	5	10	5	5	5	5	/	NT 106.02 > Arrêté 2018	/
Œufs de nématodes intestinaux					<1/1000mL	<1/1000mL	<1/1000mL	Pas comparables car pas d'info pour NT 106.02		
Température mesurée au moment du prélèvement	°C	< 25 °C	< 35 °C	< 35 °C	< 25 °C	< 35 °C	< 35 °C	/	/	/
Couleur	mg/L echelle au platine Cobalt	70	100	Fixer selon le cas	70	100	Fixer selon le cas	/	/	/
Calcium : Ca	mg/L	500		Fixer selon le cas	500	Sans exigence	Sans exigence	/	/	Différents car NT 106.02 est fixé selon le cas et Arrêté 2018 sans exigence
Magnésium : Mg	mg/L	200	2000	300	300	2000	300	/	/	/
Potassium : K	mg/L	50	1000	50	50	1000	50	/	/	/
Sodium :Na	mg/L	500 (INNORPI) 300 (SCP)	Sans exigence	1000	700	Sans exigence	1000	NT 106.02 < Arrêté 2018	/	/
Sulftate : SO4	mg/L	600	1000	400	600	1000	500	/	/	NT 106.02 > Arrêté 2018
Sulfures : S	mg/L	0,1	2	3	1	2	3	NT 106.02 < Arrêté 2018	/	/
Matières décantables	mg/L après 2 heures	0,3	0,3		0,3	0,3	Sans exigence	/	/	/
Azote ammoniacal et organique	mg/L	1	30	100	5	30	100	NT 106.02 < Arrêté 2018	/	/
Nitrates : NO3	mg/L	50	90	90	50	90	90	/	/	/
Nitrites : NO2	mg/L	0,5	5	10	0,5	5	10	/	/	/
Phosphore ou Ptot 4	mg/L	0,05	0,1	10	2	2	10	NT 106.02 < Arrêté 2018	NT 106.02 < Arrêté 2018	/
Détergents anioniques du type alkyl Benzène sulfanate (ABS)	mg/L	0,5	2	5	1	2	5	NT 106.02 < Arrêté 2018	/	/
Graisses et huiles saponifiables	mg/L	10	20	30	10	10	30	/	NT 106.02 > Arrêté 2018	/
Phénols	mg/L	0,002	0,05	1	0,5	0,5	1	NT 106.02 < Arrêté 2018	NT 106.02 < Arrêté 2018	/
Hydrocarbures aliphatiques totaux	mg/L	2	10	10	2	10	10	/	/	/
Solvant chlorés	mg/L	0	0,05	0,1				Pas comparables car pas d'info pour Arrêté 2018		
Bioxyde de chlore : ClO2	mg/L	0,05	0,05	0,05 (INNORPI) 0,5 (SCP)	0,2	0,2	0,5	NT 106.02 < Arrêté 2018	NT 106.02 < Arrêté 2018	Même que SCP mais pas INNORPI
Brome actif Br2	mg/L	0,05	0,1	1	0,2	0,2	1	NT 106.02 < Arrêté 2018	NT 106.02 < Arrêté 2018	/
Chlore actif : Cl2	mg Cl2/L	0,05	0,05	1	0,6	0,6	1	NT 106.02 < Arrêté 2018	NT 106.02 < Arrêté 2018	/
Aluminium : AL	mg/L	5	5	10				Pour Arrêté 2018 on a que Al+Fe		
Fer+Aluminium	mg/L				5	5	10	Pas comparables car pas d'info pour NT 106.02		
Antimoine : Sb	mg/L	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	/	/	/
Argent : Ag	mg/L	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	NT 106.02 < Arrêté 2018	/	/
Arsenic : As	mg/L	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	NT 106.02 < Arrêté 2018	/	/
Baryum : Ba	mg/L	0,5	10	10	0,7	10	10	NT 106.02 < Arrêté 2018	/	/
Beryllium : Be	mg/L	0,01	0,05	0,05				Pas comparables car pas d'info pour Arrêté 2018		
Cyanures : CN	mg/L	0,05	0,05	0,5	0,1	0,1	0,5	NT 106.02 < Arrêté 2018	NT 106.02 < Arrêté 2018	/
Etain : Sn	mg/L	2	2	2	2	2	2	/	/	/
Molybdène : Mo	mg/L	0,5	5	5				Pas comparables car pas d'info pour Arrêté 2018		
Titane : Ti	mg/L	0,001	0,001	0,01	1	1	2	NT 106.02 < Arrêté 2018	NT 106.02 < Arrêté 2018	NT 106.02 < Arrêté 2018
Composés organiques halogénés (AOX)	mg/L				1	1	1	Pas comparables car pas d'info pour NT 106.02		
Coliformes fécaux	Par 100 mL	2000	2000		2000	2000		/	/	/
Stréptocoques fécaux	Par 100 mL	1000	1000		1000	1000		/	/	/
Salmonelles	Par 5 L	0	0		0	0		/	/	/
Vibrions cholériques	Par 5 L	0	0		0	0		/	/	/

Le tableau met en évidence qu'il existe quelques différences entre la norme 106.02 et l'arrêté de 2018. Les différences ne sont pas toujours à l'assouplissement, cela dépend des paramètres. Le niveau d'exigence sur la DCO a été amoindri dans l'arrêté, passant de 90 à 125 mg/l, cette dernière valeur est en cohérence avec ce qui se pratique au niveau international, en terme de niveaux de rejet exigés des ouvrages épuratoires.

De même, des exigences concernant les ETM et les paramètres microbiologiques sont requises alors qu'elles sont souvent peu présentes dans les réglementations à l'échelle internationale car les procédés de traitement dans les stations d'épuration sont basés sur les cinétiques de biodégradabilité qui n'agissent pas sur ces paramètres. Il est considéré que les effluents domestiques et ceux raccordables au réseau d'assainissement ne contiennent, normalement, pas d'ETM et les rejets sans traitement microbiologique sont acceptables dans le milieu naturel s'il n'y a pas d'usages sensibles à l'aval.

L'application de la réglementation doit être stricte sur la conformité des raccordements et des rejets au réseau d'assainissement. Si les effluents raccordés au réseau sont conformes à la réglementation tunisienne, les possibilités de traitement dans les stations d'épuration sont basées sur l'abattement de la matière organique, des MES, et éventuellement de l'azote, du phosphore et de certains paramètres microbiologiques.

DEVERSEMENT DANS LE MILIEU RECEPTEUR

Le déversement dans **le milieu récepteur** est réglementé par le décret n° 85-56 du 2 janvier 1985[26]. « Le milieu récepteur » est défini par le décret de 1985 comme étant « **le milieu naturel dans lequel sont déversés les effluents de toute origine**[27] ». L'arrêté fixant les valeurs limites des rejets d'effluents dans le milieu récepteur du 26 mars 2018 précise la définition. Le milieu récepteur est « le milieu dans lequel on rejette des effluents et qui incluent le domaine public maritime le domaine publique hydraulique et le réseau d'assainissement ».

En vertu du décret susmentionné, relatif au rejet dans le milieu récepteur, **les déversements d'eaux usées traitées sont soumis à autorisation** et les rejets doivent être conformes à des normes de rejets[28]. C'est un arrêté du Ministre des Affaires Locales et de l'Environnement (MALE) et du ministre de l'industrie et des petites et moyennes entreprises du 26 mars 2018 qui fixe les valeurs limites des rejets d'effluents dans le milieu récepteur[29]. Cet arrêté stipule que l**es rejets ne doivent pas altérer la qualité du milieu récepteur, dont les nappes souterraines**[30]. Ils ne doivent pas, notamment, provoquer :

- la formation de la boue,
- turbidité, coloration ou formation de mousse,
- altération du goût et de l'odeur à l'état naturel,
- modification défavorable de la répartition naturelle de la température,
- altération des caractéristiques chimiques du milieu récepteur et modification défavorable de la qualité et de la répartition des substances nutritives,
- prolifération indésirable d'algues et de plantes aquatiques supérieures,
- formation, nuisible au milieu récepteur, de colonies bactériennes ou de protozoaires[31].

[26] JORT n° 6 du 22 janvier 1985, p. 110 à 112
[27] Milieu marin, milieu aquatique, eaux de surface, eaux souterraine, zones humides, lacs, des cours d'eaux…
[28] Décret n° 85-56 du 2 janvier 1985, article 4, article 6 paragraphe 3, articles 12 et 13
[29] JORT du 30 mars 2018, N°26, page 822 et suivantes
[30] Ibid., art. 3
[31] Ibid., art. 5

A ce titre « toute exploitation soumise à autorisation[32] doit effectuer **des contrôles périodiques de ses rejets** et tenir à cet effet un registre où sont consignés la date et les résultats des analyses effectués »[33]. Il s'agit d'autocontrôles complétés par un contrôle externe effectué par les agents habilités relevant du ministère compétent, des visites de recollement et de contrôle pour vérifier l'application des prescriptions de l'autorisation. Les analyses sont effectuées par l'administration, le cas échéant par des laboratoires dûment habilités[34].

L'article 15, paragraphe premier, du décret relatif au rejet dans le milieu récepteur précise **que l'autorisation de rejet est octroyée au requérant avant la délivrance de l'autorisation du projet.** Par ailleurs, **l'autorisation de rejet est accordée par le Ministre habilité à agréer le projet** ou à autoriser l'ouverture ou l'exploitation de l'établissement. Cependant, le ministre habilité à octroyer l'autorisation de rejet doit au préalable tenir compte de l'avis motivé du ministre de l'agriculture et de la santé publique et le cas échéant des autres ministres concernés. L'autorisation est valable pour une durée de trois ans renouvelables après contrôle des rejets effectué par les services du ministère habilité à octroyer l'autorisation.

ETUDE DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

Le déversement d'effluents est susceptible d'avoir des impacts non négligeables sur le milieu récepteur. Ainsi, la réalisation d'études d'impact environnemental est prévue par le décret n° 2005-1991 du 11 juillet 2005[2] : « sont obligatoirement soumises à l'étude d'impact sur l'environnement les unités énumérées à l'annexe 1 du décret ». L'annexe 1 comprend bien les unités suivantes : « unités de traitement des eaux usées urbaines », « unités collectives de traitement des eaux usées industrielles », « projets de périmètres irrigués par les eaux usées traitées à des fins agricoles ».

On note cependant que les projets de REUT autres qu'agricoles ne sont pas mentionnés dans ce décret.

UTILISATION DES BOUES D'EPURATION EN TANT QUE SOUS-PRODUITS DES EAUX EPUREES : UN DISPOSITIF ASSEZ ELABORE

Les textes juridiques de référence pour l'utilisation des boues sont très élaborés et sont cités à titre informatif :

- La norme tunisienne NT106.02 de 2002 portant sur les matières fertilisantes de type Boues des ouvrages de traitement des eaux usées urbaines.
- L'arrêté conjoint du 29 décembre 2006 du Ministre de l'agriculture et des ressources hydrauliques et du Ministre de l'environnement et du développement durable portant approbation du cahier des charges relatif à la fixation des conditions **d'utilisation des boues provenant des ouvrages de traitement des eaux usées dans le domaine agricole et les modalités de gestion par l'exploitant agricole**.
- L'arrêté n°2893 du 18 novembre 2006 du Ministre de l'agriculture et des ressources hydrauliques portant création d'un **Comité national de suivi de l'utilisation des boues en agriculture**.

  Le décret n°2007-13 du 3 janvier 2007 fixant les **conditions et les modalités de gestion des boues provenant des ouvrages de traitement des eaux usées** en vue de leur utilisation dans le domaine agricole.

[32] Il s'agit des établissements classés réglementés par les dispositions du code du travail promulgué par la loi n° 66- 27 du 30 avril 1966 et son décret n° 2006-2687 du 9 octobre 2006 relatif aux procédures d'ouverture et d'exploitation des établissements dangereux, insalubres et incommodes.

[33] Décret n° 85-56 du 2 janvier 1985, article 14

[34] Décret n° 85-56 du 2 janvier 1985, article 21

[2] JORT n° 57 du 19 juillet 2005, pages de 1834 à 1836, abroge le décret n°362 -1991 du 13 mars1991

5.2.2 La réutilisation des eaux usées traitées : types et instruments juridiques

Les types de réutilisation selon le code des eaux

Conformément à l'article 87 (nouveau) du code des eaux, la réutilisation des eaux usées traitées **à des fins de production et de service** est un des **moyens de développement des ressources hydrauliques.** Elle peut, également, servir pour « **la recharge artificielle de la nappe souterraine** »[35].

Les eaux usées traitées sont légalement qualifiées de « **ressources non conventionnelles servant au développement des ressources hydrauliques[36] »**.

La production et l'utilisation des ressources hydrauliques non conventionnelles peut être autorisée lorsqu'elle répond aux conditions spécifiques de la consommation et de l'utilisation privées ou pour le compte d'autrui dans une zone industrielle ou touristique intégrée et déterminée :

- Pour les cas d'utilisations privées elle est soumise à un cahier des charges (décret N°2006-2112 du 31 juillet 2006, détaillé ci-dessous),
- Pour le compte d'autrui, elle est soumise à un cahier des charges et un contrat de concession.

La réutilisation des eaux traitées à des fins agricoles

Le décret n° 89-1047 du 28 juillet 1989, fixe les conditions d'utilisation des eaux usées traitées à des fins agricoles et a été modifié par le décret n° 93-2447 du 13 décembre 1993. Le décret stipule que **l'utilisation des eaux traitées à des fins agricoles doit faire l'objet d'une autorisation du ministre de l'agriculture**, délivrée après accord des ministres de l'environnement et de la santé publique. **La réutilisation ne peut être autorisée qu'après traitement approprié en station d'épuration conformément aux normes.**

Les EUT sont soumises à des analyses physico-chimiques et microbiologiques dont la fréquence est différenciée selon la composition des échantillons prélevés. Les analyses effectuées sont à la charge des organismes distributeurs sous le contrôle des ministres de l'environnement et de la santé publique.

Le cahier des charges pour l'utilisation des EUT à des fins agricoles

Un cahier des charges approuvé par arrêté conjoint des ministres de l'agriculture, de l'environnement et de la santé fixe les obligations et les moyens techniques de l'offre des eaux, les modalités de leur utilisation, les conditions sanitaires y afférentes et, le cas échéant, la zone de leur distribution[37]**.** Une majeure partie des dispositions du Cahier des charges reprend les dispositions prescrites par le décret n° 89-1047 du 28 juillet 1989.

Les principales conditions disposées par le cahier des charges sont les suivantes :

- **Au niveau de la qualité des eaux**
  - l'obligation d'utiliser des eaux conformes à la NT 106.03 ;
  - l'obligation pour les ministères de la santé et de l'environnement et les organismes distributeurs d'effectuer ou de contrôler les analyses prescrites dans le décret n° 89-1047 du 28 juillet 1989 ;
- **Au niveau du stockage et de la distribution des eaux**
  - l'obligation de protéger les vannes, les bornes et les prises sur les réseaux de distribution des EUT et d'indiquer avec un écriteau la mention « Eau non potable » ;
- **Au niveau de l'utilisation directe des EUT**
  - l'interdiction d'irriguer avec des EUT moins de deux semaines avant la récolte ;
  - l'interdiction de pratiquer le pâturage direct sur les périmètres irrigués avec des EUT ;
  - l'obligation de stocker les fourrages avant consommation pour minimiser les risques de contamination ;
  - l'interdiction de consommer ou de vendre les fruits tombés au sol ;

[35] Code des eaux , Art. 87 (nouveau) dernier alinéa

[36] Code des eaux, Art. 87 (nouveau)

[37] Arrêté des ministres de l'agriculture, de l'environnement et de l'aménagement du territoire et de la santé publique du 28 septembre 1995, approuvant le cahier des charges fixant les modalités et les conditions particulières de l'utilisation des eaux usées traitées à des fins agricoles.

- la préconisation de rationnaliser l'utilisation des EUT pour éviter le gaspillage, la stagnation de l'eau et le développement des gîtes larvaires ;
- en cas d'irrigation par aspersion, l'irrigation doit être réalisée en dehors des heures d'ouverture au public pour les espaces verts, les parcelles doivent être éloignées d'au moins 100 m des habitations et des voies de communication publiques et entourées de rideaux brise-vent pour éviter la propagation des aérosols, l'irrigation par aspersion des arbres fruitiers est interdite ;
- l'obligation pour l'exploitant d'aviser ses employés en contact direct avec les EUT des risques pour leur santé et des précautions à prendre (tenue de travail, règles d'hygiène individuelles, vaccinations à la charge de l'exploitant) ;
- l'obligation d'effectuer un examen médical au moins une fois par an et de donner une liste nominative des employés aux services sanitaires ;

- **Au niveau de la protection des ressources en eau souterraines et de surface**
  - l'interdiction d'utiliser les puits à l'intérieur des périmètres irrigués avec des EUT pour des cultures non autorisées à l'irrigation avec des EUT ;
  - l'obligation de maintenir une distance de 200 m entre les parcelles irriguées et les cours d'eau limitrophes.

On peut remarquer le manque de précisions sur certains articles du cahier des charges comme le temps de stockage du fourrage avant consommation, la définition de la rationalisation de l'utilisation des EUT, les précautions sanitaires à appliquer (quelle tenue de travail, quelles règles d'hygiènes etc.) ou encore les actions pour l'éducation sanitaire quoi doivent être réalisées. De plus, l'interdiction est un acte administratif ou réglementaire pris par une autorité compétente mais, sur ce point, le texte ne précise pas la forme et l'organe compétent habilité à acter l'interdiction.

La liste des cultures autorisées

La liste des cultures **qui peuvent être irriguées par les eaux usées traitées** est fixée par arrêté du ministre de l'agriculture[38] après avis des ministres de l'environnement et de la santé publique.

Cette liste concerne les cultures suivantes :

- Les cultures industrielles dont le coton, le tabac, le lin, le jojoba, le ricin et le carthame,
- Les cultures céréalières dont le blé, l'orge, le triticale et l'avoine,
- Les cultures fourragères dont le bersim, le maïs et le sorgho fourragers et la vesce,
- Les arbres fruitiers dont les dattiers, les agrumes et les vignes à condition qu'ils ne soient pas irrigués par aspersion,
- Les arbustes fourragers dont l'acacia et l'atriplex,
- Les arbres forestiers,
- Les plantes florales à sécher ou à usage industriel dont le rosier, l'iris, le jasmin, la marjolaine et le romarin.

Les cultures irriguées par les EUT doivent faire l'objet d'un contrôle biologique et physico-chimique par le ministère de la santé publique. Celui-ci doit ordonner toute « **mesure utile** » en vue de sauvegarder la santé du personnel affecté à l'irrigation au même titre que le consommateur. On peut noter le manque de précisions sur la détermination des « **mesures utiles » obligatoirement prises par le ministre de la santé.**

[38] Arrêté du ministre de l'agriculture du 21 juin 1994, fixant la liste des cultures qui peuvent être irriguées par les eaux usées traitées, JORT du 5 juillet 1994, n° 52 page 1119

Le cahier des charges relatif à la production et à l'utilisation de l'eau provenant des ressources hydrauliques non conventionnelles

Le **décret N°2006-2112 du 31 juillet 2006** porte approbation de ce cahier des charges. Il concerne les ressources hydrauliques non conventionnelles, c'est-à-dire les EUT mais aussi les eaux saumâtres et l'eau de mer dessalées. Il donne quelques indications pour les industriels, hôtels ou autres privés qui souhaiteraient produire et réutiliser ces eaux (recyclage des EUT par exemple). Les éléments principaux contenus par ce cahier des charges sont les suivants :

- Toute personne physique ou morale peut produire ou utiliser ces ressources à condition qu'elle soit dans une zone touristique ou industrielle déterminée.
- La procédure administrative à suivre pour mettre en place une unité de production de ces eaux est détaillée. Le futur producteur doit notamment déposer un dossier auprès de la DGGREE.
- Les eaux produites doivent être conformes aux normes tunisiennes ainsi que les équipements utilisés.
- Les eaux brutes et les eaux produites doivent être suivies par le producteur et contrôlées par le ministère de la santé.
- Un rapport annuel indiquant tous les éléments sur le fonctionnement technique de l'unité de production doit être transmis à la DGGREE et à la DHMPE.

Ce cahier des charges donne peu de précisions sur les mesures que doit mettre en place le producteur/utilisateur des eaux non conventionnelles pour limiter les risques sanitaires et environnementaux (vaccinations des employés, équipements à porter, mesures de sensibilisation, etc.). Un cahier des charges spécifique à la REUT pour les usages industriels et touristiques mériterait d'être développé afin de mieux guider les usagers et les encourager à utiliser ces ressources hydrauliques.

Les exigences de traitement et de contrôle pour la REUT : la NT 106.03

La qualité des eaux usées traitées ainsi que la fréquence des analyses physico-chimiques et microbiologiques doivent suivre les prescriptions inscrites dans la norme NT 106.03. Cette norme a été élaborée en 1989 sur la base de recommandations formulées par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) :

- 1973 : Recommandations concernant l'utilisation des eaux usées en agriculture et en aquaculture sous le titre *« La réutilisation des effluents : méthodes de traitement des eaux usées et mesures de protection sanitaire »* (OMS, 1973)
- 1989 : actualisation des recommandations de 1973 dans le « *Guide pour l'utilisation sans risque des eaux résiduaires et des excrétas en agriculture et aquaculture – Mesures pour la protection de la santé publique* » (OMS, publié en 1991).

La NT 106.03 a fait l'objet d'une étude pour sa révision en 2008 (réalisée par le Ministère chargé de l'environnement). Elle est actuellement en cours de révision par le MARHP (DGGREE). Cette révision pourra notamment s'appuyer sur les nouvelles directives de l'OMS pour *« l'utilisation sans risque des eaux usées, des excrétas et des eaux ménagères »* (OMS, 2012).

Contenu de la NT 106.03

La norme NT 106.03 reprend partiellement les paramètres de la norme NT 106.02, notamment au niveau des matières organiques (DCO, DBO_5 et MES), des éléments métalliques et autres éléments toxiques (organochlorés, hydrocarbures, etc.).

Au niveau des paramètres microbiologiques qui sont en relation directe avec le risque sanitaire, on note une certaine incohérence entre les deux normes. En effet, la norme NT 106.03 n'est exigeante que sur le paramètre « œufs de nématodes intestinaux ». Ce paramètre n'est pas inscrit dans la norme NT 106.02 qui a par contre des exigences sur 4 paramètres microbiologiques : coliformes fécaux, streptocoques fécaux, salmonelles et vibrions cholériques.

Le tableau suivant compare les exigences en terme de fréquences de contrôle de la norme NT 106.03 et celles du décret gouvernemental n°2018-35 (26 mars 2018)

(NB : il n'existe pas d'exigences sur ce point au niveau de la norme NT 106.02)

De manière générale, les mêmes demandes en termes de fréquence d'analyses sont exigées pour les matières organiques et les paramètres physico-chimiques.

Pour les autres paramètres, le décret augmente la fréquence passant d'une fois par semestre à une fois par trimestre et ne donne **pas d'indications sur certains paramètres exigés, ce qui présente une certaine limite à la portée des exigences concernant la qualité de l'effluent rejeté**.

Tableau 5-2 : Comparaison des fréquences d'analyses fixées par la NT 106.03 et le l'arrêté n°2018-35 (26 mars 2018)

Sources infos		NT 106.03	Arrêté gouvernemental n°2018-315 du 26 mars 2018	Comparaison NT 106.03 et Arrêté n°2018-315
Paramètres	Unité	Fréquence d'analyses	Fréquence d'analyses	
pH		1x/mois	1x/mois	/
Conductivité	µS/cm	1x/mois	1x/mois	/
DCO	mg O2/L	1x/mois	1x/mois	/
DBO5	mg O2/L	1x/mois	1x/mois	/
MES	mg/L	1x/mois	1x/mois	/
Chlorures	mg/L	1x/mois	1x/mois	/
Fluorures	mg/L	1x/semestre	1x/trimestre	NT 106.03 < Arrêté 2018
Organochlorés	mg/L	1x/semestre	Non renseigné	Non renseigné pour Arrêté 2018
Arsenic	mg/L	Non renseigné	Non renseigné	Non renseigné
Bore	mg/L	1x/semestre	1x/trimestre	NT 106.03 < Arrêté 2018
Cadmium	mg/L	1x/semestre	1x/trimestre	NT 106.03 < Arrêté 2018
Cobalt	mg/L	1x/semestre	1x/trimestre	NT 106.03 < Arrêté 2018
Chrome total	mg/L	1x/semestre	1x/trimestre	NT 106.03 < Arrêté 2018
Chrome : Cr6+	mg/L	Non renseigné	1x/trimestre	Non renseigné pour NT 106.03
Chrome : Cr3+	mg/L	Non renseigné	1x/trimestre	Non renseigné pour NT 106.03
Cuivre	mg/L	1x/semestre	1x/trimestre	NT 106.03 < Arrêté 2018
Fer	mg/L	1x/semestre	1x/trimestre	NT 106.03 < Arrêté 2018
Manganèse	mg/L	1x/semestre	1x/trimestre	NT 106.03 < Arrêté 2018
Mercure	mg/L	1x/semestre	1x/trimestre	NT 106.03 < Arrêté 2018
Nickel	mg/L	1x/semestre	1x/trimestre	NT 106.03 < Arrêté 2018
Plomb	mg/L	1x/semestre	1x/trimestre	NT 106.03 < Arrêté 2018
Sélénium	mg/L	1x/semestre	1x/trimestre	NT 106.03 < Arrêté 2018
Zinc	mg/L	1x/semestre	1x/trimestre	NT 106.03 < Arrêté 2018
Œufs de nématodes intestinaux		Non renseigné	1x/mois	Non renseigné pour NT 106.03
Température mesurée au moment du prélèvement	°C	Non renseigné	Non renseigné	Non renseigné
Couleur	mg/L echelle au platine Cobalt	Non renseigné	Non renseigné	Non renseigné
Calcium : Ca	mg/L	Non renseigné	Non renseigné	Non renseigné
Magnésium : Mg	mg/L	Non renseigné	Non renseigné	Non renseigné
Potassium : K	mg/L	Non renseigné	Non renseigné	Non renseigné
Sodium :Na	mg/L	1x/mois	1x/mois	/
Sulftate : SO4	mg/L	Non renseigné	Non renseigné	Non renseigné
Sulfures : S	mg/L	Non renseigné	Non renseigné	Non renseigné
Matières décantables	mg/L après 2 heures	Non renseigné	Non renseigné	Non renseigné
Azote ammoniacal et organique	mg/L	Non renseigné	1x/mois	Non renseigné pour NT 106.03
Nitrates : NO3	mg/L	Non renseigné	1x/mois	Non renseigné pour NT 106.03
Nitrites : NO2	mg/L	Non renseigné	1x/mois	Non renseigné pour NT 106.03
Phosphore ou Ptot 4	mg/L	Non renseigné	1x/mois	Non renseigné pour NT 106.03
Détergents anioniques du type alkyl Benzène sulfanate (ABS)	mg/L	Non renseigné	Non renseigné	Non renseigné
Graisses et huiles saponifiables	mg/L	Non renseigné	Non renseigné	Non renseigné
Phénols	mg/L	Non renseigné	Non renseigné	Non renseigné
Hydrocarbures aliphatiques totaux	mg/L	Non renseigné	Non renseigné	Non renseigné
Solvant chlorés	mg/L	Non renseigné	Non renseigné	Non renseigné
Bioxyde de chlore : ClO2	mg/L	Non renseigné	Non renseigné	Non renseigné
Brome : Br	mg/L	Non renseigné	1x/trimestre	Non renseigné pour NT 106.03
Chlore : Cl	mg Cl2/L	1x/mois	1x/mois	/
Aluminium : AL	mg/L	Non renseigné	1x/trimestre	Non renseigné pour NT 106.03
Fer+Aluminium	mg/L	Non renseigné	Non renseigné	Non renseigné
Antimoine : Sb	mg/L	Non renseigné	1x/trimestre	Non renseigné pour NT 106.03
Argent : Ag	mg/L	Non renseigné	1x/trimestre	Non renseigné pour NT 106.03
Arsenic : As	mg/L	Non renseigné	Non renseigné	Non renseigné
Baryum : Ba	mg/L	Non renseigné	Non renseigné	Non renseigné
Berylium : Be	mg/L	Non renseigné	Non renseigné	Non renseigné
Cyanures : CN	mg/L	Non renseigné	1x/trimestre	Non renseigné pour NT 106.03
Etain : Sn	mg/L	Non renseigné	1x/trimestre	Non renseigné pour NT 106.03
Molybdène : Mo	mg/L	Non renseigné	Non renseigné	Non renseigné
Ammonium : NH4+		1x/mois	1x/mois	/
Argon : Ar		1x/semestre	1x/trimestre	NT 106.03 < Arrêté 2018
Titane : Ti	mg/L	Non renseigné	1x/trimestre	Non renseigné pour NT 106.03
Composés organiques halogénés (AOX)	mg/L	Non renseigné	1x/trimestre	Non renseigné pour NT 106.03
Coliformes fécaux	Par 100 mL	Non renseigné	1x/mois	Non renseigné pour NT 106.03
Stréptocoques fécaux	Par 100 mL	Non renseigné	1x/mois	Non renseigné pour NT 106.03
Salmonelles	Par 5 L	Non renseigné	1x/mois	Non renseigné pour NT 106.03
Œufs d'helminthes		1x/15j	1x/mois	NT 106.03 < Arrêté 2018
Vibrions cholériques	Par 5 L	Non renseigné	1x/mois	Non renseigné pour NT 106.03

Circulaire n°41 et 42 de création de deux comités nationaux et régionaux pour la réutilisation des eaux usées traitées

Ces deux circulaires ont été publiées en mars 2018. L'objectif est la création d'un comité au niveau national et de comités au niveau régional afin d'élaborer un plan d'action à court terme visant la promotion de la REUT dans les différents domaines possibles d'usages. Pour le domaine agricole, un programme d'interventions urgentes pour développer la réutilisation agricole des EUT a été élaboré. L'objectif est d'étendre des périmètres irrigués utilisant des EUT existant et de créer de nouvelles petites zones irriguées afin d'augmenter de 7 millions de m^3 la consommation en EUT du domaine agricole au cours de l'année 2019 et 2020.

5.3 RECOMMANDATIONS DE L'OMS POUR L'ELABORATION DES REGLEMENTATIONS NATIONALES ET MISE EN REGARD D'AUTRES REGLEMENTATIONS NATIONALES

5.3.1 Recommandations de l'OMS pour l'élaboration de réglementations nationales

Les directives de l'OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères (édition 2006) recommandent la prise en compte des éléments suivants pour l'élaboration des réglementations nationales concernant la réutilisation des eaux usées traitées :

- **L'identification des dangers** liés à la réutilisation des eaux usées traitées ;
- La production d'éléments factuels concernant les **risques sanitaires et l'efficacité des mesures de protection sanitaire** pouvant permettre de les gérer ;
- La **fixation d'objectifs liés à la santé** pour gérer les risques sanitaires ;
- La **mise en œuvre de mesures de protection sanitaire** pour réaliser les objectifs liés à la santé ;
- L'évaluation et la surveillance du système.

Cette approche pragmatique propose la **définition d'objectifs liés à la santé et à l'évaluation des risques sanitaires consécutifs à la réutilisation des eaux usées**. Elle diffère d'une approche normative basée uniquement sur des seuils à respecter. Ainsi, les objectifs ne sont pas pris comme des valeurs absolues, mais plus exactement comme des objectifs à atteindre à court, moyen et long terme, selon les capacités techniques du pays et ses conditions institutionnelles et économiques. Selon cette approche, on peut noter les points suivants :

- L'évaluation quantitative des risques microbiens (QMRA) est réalisée en prenant en compte la transmission des infections résultant de diverses expositions pour les consommateurs des produits issus de la REUT, les travailleurs agricoles et leurs familles et la population proche des zones de réutilisation et ce pour différents dangers et différentes expositions.
- Les mesures de protection sanitaire applicables pour atteindre l'objectif lié à la santé d'un fardeau tolérable de maladie sont définies pour différentes combinaisons de pratiques culturales et du niveau de traitement pour la réduction de la charge biologique comme indiqué sur le schéma suivant :
- En ce qui concerne les dangers chimiques, des concentrations maximales tolérables dans le sol pour divers produits chimiques toxiques sont fixées sur la base de l'évaluation des risques sanitaires ayant pour objectif la protection de la santé humaine.

Cette approche, basée sur le principe de l'analyse des risques, semble cohérente pour définir des exigences sanitaires pour différents usages, selon le contexte local, et en fonction des technologies de traitement disponibles/utilisés.

L'approche de l'OMS diffère du droit tunisien qui fixe une norme pour la réutilisation, la NT 106.03, uniquement pour l'usage agricole, et sans différenciation en fonction des différents types de culture.

5.3.2 Exemples de contextes réglementaires de d'autres pays pratiquant la REUT

Les paragraphes ci-dessous présentent les contextes réglementaires dans quelques pays à travers le monde.

Selon le contexte réglementaire local, la réutilisation des eaux usées connaît un développement inégal à l'échelle mondiale.

Dans ce chapitre, il sera présenté les cadres réglementaires dans des pays où il existe des projets de REUT.

Les pays étudiés ont été sélectionnés sur la base de :

- l'accessibilité des informations,
- du nombre de projets de REUT connus,
- de leur possibilité en matière de développement pour la REUT,
- de leur proximité avec le contexte tunisien.

Ainsi, les pays qui font l'objet d'un développement sont :

- des pays européens : la France, l'Espagne, la Grèce,
- des pays du pourtour méditerranéen (hors Europe) : la Jordanie, l'Algérie et Israël,
- un pays très avancé en termes de technologie de traitement : les Etats Unis.

Ces pays développent des projets de REUT dans des cadres réglementaires spécifiques (développées dans les paragraphes suivants) et sont à mettre en corrélation avec ce qui existe actuellement en Tunisie ou ce qui serait applicable dans le contexte tunisien.

Cette comparaison est développée à la suite

5.3.2.1 Contextes réglementaires de pays européens

A l'échelle européenne, il n'existe pas actuellement de réglementation, spécifique à la REUT même si la législation européenne vise à envisager le recyclage mais reste assez floue sur la pratique des EUT : « les eaux usées traitées sont réutilisées lorsque cela se révèle approprié » (Article 12 de la directive ERU 91/271/CEE) ». Cependant, des avancées récentes sont à noter : en juin 2019, le Conseil des ministres européens de l'environnement a adopté un projet de règlement relatif aux exigences minimales requises pour la réutilisation de l'eau, avec pour objectif de faciliter l'utilisation d'eaux urbaines résiduaires à des fins d'irrigation agricole. Le texte fixe comme principe premier celui du volontariat. Seuls les Etats membres ayant l'intention de réutiliser leurs eaux usées devront adapter leur législation.

Le projet de règlement définit, cependant, des exigences minimales requises pour la réutilisation de l'eau, selon les classes de qualité.

Tableau 5-3 : Classes de qualité en fonction des usages et des méthodes d'irrigation

Classe minimale de qualité de l'eau de récupération	Catégorie de cultures	Méthode d'irrigation
A	Toutes les cultures vivrières, y compris les plantes sarclées consommées crues et les cultures vivrières dont la partie comestible est en contact direct avec l'eau de récupération	Toutes les méthodes d'irrigation
B	Cultures vivrières consommées crues dont la partie comestible est cultivée en surface et n'est pas en contact direct avec l'eau de récupération, cultures vivrières transformées et cultures non vivrières, y compris cultures servant à l'alimentation des animaux producteurs de lait ou de viande	Toutes les méthodes d'irrigation
C		Irrigation goutte-à-goutte* uniquement
D	Cultures industrielles, cultures énergétiques et cultures à semences	Toutes les méthodes d'irrigation

(*) L'irrigation goutte-à-goutte est un système de micro-irrigation permettant d'administrer des gouttes d'eau ou de petits filets d'eau aux plantes et consistant à laisser goutter l'eau sur le sol ou directement sous sa surface à un débit très faible (2-20 litres/heure) à partir d'un système de tuyaux en plastique de petit diamètre équipés de sorties appelées émetteurs ou gouteurs.

Classe de qualité de l'eau de récupération	Objectif technologique indicatif	Exigences de qualité				
		E. coli (ufc/100 ml)	DBO_5 (mg/l)	STS (mg/l)	Turbidité (NUT)	Autre
A	Traitement secondaire, filtration et désinfection	≤ 10 ou inférieure à la limite de détection	≤ 10	≤ 10	≤ 5	*Legionella* spp.: < 1 000 ufc/l lorsqu'il existe un risque de formation d'aérosols dans les serres
B	Traitement secondaire et désinfection	≤ 100	Conformément à la directive 91/271/CEE[1] (Annexe I, tableau 1)	Conformément à la directive 91/271/CEE (Annexe I, tableau 1)	-	Nématodes intestinaux (œufs d'helminthes): ≤ 1 œuf/l pour l'irrigation des pâturages ou des fourrages
C	Traitement secondaire et désinfection	≤ 1 000			-	
D	Traitement secondaire et désinfection	≤ 10 000			-	

A ce jour, seuls 6 pays de l'Union Européenne ont une réglementation sur les EUT : la France, l'Espagne, la Grèce, l'Italie, Chypre et le Portugal (Deloitte, 2019).

En Europe, les pratiques de réutilisation des EUT sont plus répandues dans les pays du Sud, en lien avec des besoins en eau plus importants et, globalement, des ressources plus en tension (même si un tel constat sur les besoins et les ressources doit être nuancé localement). Dans certains cas cependant, comme en Grèce, en France et en Italie, une réglementation trop stricte freine la REUT, car elle entraîne des coûts trop élevés pour le suivi de la qualité de l'eau (par exemple 74 paramètres à suivre selon la réglementation grecque). En Espagne, pays européen le plus actif dans ce domaine, plus de 150 projets de REUT ont été implantés ces dernières années.

Cette disparité au niveau des Etats membres de l'Union européenne (avec des normes différentes) est un obstacle au commerce des marchandises agricoles issues de cultures irriguées par des eaux usées traitées sur le marché commun, car le niveau de sécurité dans les Etats membres producteurs risque de ne pas être considéré comme suffisant par les pays importateurs. Un cas concret de cette défiance est le cas des accusations sans fondement en Allemagne concernant les concombres d'Espagne qui auraient été à l'origine de l'épidémie mortelle d'E.coli.

Les paragraphes ci-après présentent les cas des pays européens suivant : France, Espagne et Grèce.

DISPOSITIF FRANÇAIS

En France, la réglementation suit globalement les dispositions proposées par l'OMS.

Réglementation

L'arrêté du 26 avril 2016 et l'arrêté du 25 juin 2014 modifiant l'arrêté du 2 août 2010 relatif à l'utilisation d'eaux issues du traitement d'épuration des eaux résiduaires urbaines pour l'irrigation de cultures précisent les conditions d'utilisation des eaux usées traitées.

En fonction des usages prévus, 4 niveaux de qualité sanitaire (A, B, C et D) sont définis, en se référant aux paramètres suivants :

- Matières en suspension (mg/ L),
- Demande chimique en oxygène (mg/ L),
- Escherichia coli (UFC/ 100mL),
- Entérocoques fécaux (abattement en log),
- Phages ARN F-spécifiques (abattement en log),
- Spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices (abattement en log).

Par ailleurs, en fonction de la qualité des EUT, des contraintes d'usage, de distance et de terrain sont fixées. Par exemple, les cultures maraîchères, fruitières et légumières sont autorisées à être irriguées avec les EUT de niveau A ou B, en fonction du niveau de transformation aval (par exemple pasteurisation ou non …).

Exigence de qualité

Les limites de qualité sont présentées dans le tableau ci-dessous (on remarque que les seuils de E Coli en qualité B et C semblent particulièrement hauts, peut-être d'un facteur 10). On remarque également que l'objectif d'abattre 4 log sur certains paramètres (entérocoques, phages et spores) se heurte parfois à l'impossibilité physique d'y parvenir, lorsque l'effluent d'entrée est peu concentré sur le paramètre en question. Il aurait été plus judicieux de retenir des valeurs seuil.

Tableau 5-4 : : Limites de qualité exigées pour différents paramètres en fonction des classes d'usages pour la REUT en France

PARAMÈTRES	NIVEAU DE QUALITÉ SANITAIRE DES EAUX USÉES TRAITÉES			
	A	B	C	D
Matières en suspension (mg/ L)	< 15	Conforme à la réglementation française des rejets d'eaux usées traitées pour l'exutoire de la station hors période d'irrigation		
Demande chimique en oxygène (mg/ L)	< 60			
Escherichia coli (UFC/ 100mL)	≤ 250	≤ 10 000	≤ 100 000	-
Entérocoques fécaux (abattement en log)	≥ 4	≥ 3	≥ 2	≥ 2
Phages ARN F-spécifiques (abattement en log)	≥ 4	≥ 3	≥ 2	≥ 2

Spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices (abattement en log)	≥ 4	≥ 3	≥ 2	≥ 2

Classification du risque sanitaire

La classification en fonction du risque sanitaire vise à garantir la protection de la santé publique, de la santé animale et de l'environnement ainsi que la sécurité sanitaire liée aux productions agricoles.

L'arrêté précise que l'irrigation par aspersion ne peut être autorisée qu'à titre expérimental par arrêté préfectoral après avis favorable de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.

L'arrêté expose un **certain nombre d'interdictions d'irrigation** :

- A partir d'eaux usées brutes,
- A partir d'eaux usées traitées issues de stations d'épuration reliées à un établissement de collecte, de stockage, de manipulation ou de traitement des sous-produits d'origine animale de catégorie 1 ou 2 au sens du règlement européen 1774/2002 et soumis à la réglementation des installations classées au titre des rubriques 2730 ou 2731, à l'exception des cas où les eaux sont, préalablement à leur rejet dans le réseau de collecte, traitées thermiquement à 133 °C pendant 20 minutes sous une pression de 3 bars,
- A partir d'eaux usées traitées issues de stations d'épuration qui produisent des **boues ne respectant pas l'ensemble des valeurs limites définies pour les boues**,
- A partir d'eaux usées traitées sur un sol ne respectant pas un ensemble de valeurs limites (sols déjà contaminés),
- A partir d'eaux usées traitées à **l'intérieur d'un périmètre de protection rapprochée de captage d'eau destinée à la consommation humaine** (Il peut être dérogé à cette interdiction, après avis d'un hydrogéologue agréé en matière d'hygiène publique.)

Procédure de dépôt du dossier

Toute personne souhaitant réaliser une installation ou procéder à une activité d'utilisation d'eaux usées traitées à des fins d'irrigation de cultures ou d'espaces verts doit adresser une demande au préfet du département. **Ainsi, l'utilisation d'eaux usées traitées à des fins d'irrigation est autorisée par un arrêté préfectoral,** qui fixe les modalités d'irrigation à partir des eaux usées traitées de la station d'épuration.

L'arrêté préfectoral indique notamment :

- L'origine et le niveau de qualité sanitaire des eaux usées traitées,
- Le programme d'irrigation dans le cas où les conditions d'irrigation sont variables d'une année sur l'autre, cet arrêté prévoit que l'exploitant du système d'irrigation fournisse un programme annuel d'irrigation,
- Le programme de surveillance des eaux usées traitées,
- Le programme de surveillance de la qualité des sols (une fois tous les 10 ans au minimum),
- Les débits ou volumes journaliers autorisés pour l'irrigation et, le cas échéant, pour le stockage,
- Les distances à respecter vis-à-vis des activités ou usages de l'eau à protéger,
- Les mesures d'information du public,
- L'identité de l'exploitant de la station d'épuration, de l'exploitant du système d'irrigation et des exploitants des parcelles irriguées.

Les analyses du programme de surveillance sont réalisées avant le début de la période d'irrigation par des eaux usées traitées. Ces analyses doivent être réalisées par un laboratoire accrédité, pour les paramètres et les différents types d'eaux considérés, selon la norme ISO/CEI 17025.

L'exploitant de la station d'épuration transmet les résultats du programme de surveillance au préfet et aux maires concernés une fois par an, ainsi qu'aux exploitants des parcelles concernées par le programme d'irrigation et, le cas échéant, aux personnes morales ou physiques intervenant dans la mise en œuvre de l'irrigation.

De son côté, l'exploitant de la parcelle irriguée tient à jour un registre, qu'il tient à la disposition du maire de la commune concernée, de l'autorité sanitaire, du service de police de l'eau et de l'exploitant de la station d'épuration, précisant :

- La nature des cultures et les parcelles irriguées par des eaux usées traitées,
- Les volumes d'eaux usées traitées épandues,
- Les périodes d'irrigation par des eaux usées traitées,
- Les résultats des programmes de surveillance,
- Les résultats des analyses des sols.

En cas de dépassement d'une valeur limite, l'exploitant de la station d'épuration, doit :

- Informer immédiatement les exploitants des parcelles irriguées et, le cas échéant, les personnes morales ou physiques intervenant dans la mise en œuvre de l'irrigation et suspend immédiatement le programme d'irrigation,
- Transmettre immédiatement l'information au préfet et aux maires concernés ainsi que les causes du dépassement constaté et les actions correctives mises en œuvre ou envisagées.

L'irrigation par des eaux usées traitées est alors **interdite** jusqu'à transmission au préfet des résultats d'analyses conformes aux valeurs limites.

Plusieurs points semblent intéressants à souligner dans le cas du cadre réglementaire français :

- **La fixation d'objectif**s sur la base d'une **analyse des risques en fonction des usages**,
- **L'autorisation de l'utilisation d'eaux usées traitées délivrée à l'échelle du département** (approche décentralisée).
- **La transmission systématique de l'information** : (i) pour information, régulièrement entre les exploitants des STEP, les autorités locales et les usagers et (ii) en cas de dépassement de valeurs limites, pour un arrêt de la REUT si nécessaire.

DISPOSITIF ESPAGNOL

L'Espagne, pays européen le plus actif dans le domaine de la REUT, recycle plus de 10 % de ses eaux usées traitées. Plus de 150 projets de REUT y ont été implantés ces dernières années.

La réglementation espagnole, basée sur le décret Royal 1620/2007 du 7 Décembre 2007 fixe des limites de qualité et des fréquences d'analyses **par type d'usage regroupés par secteur d'utilisation** (urbain, agricole, …).

Tableau 5-5 : Niveau de rejet à respecter en fonction de l'usage (urbain, agricole, industriel, usage récréatif) en Espagne

URBAIN	Matières en suspension	Nématodes	Escherichia coli	Turbidité	Légionnelles
Unité	mg/L	Œuf/10L	UFC /100mL	NTU	UFC/L
Jardins privé, appareils sanitaires	≤ 10	≤ 1	0	≤ 2	≤ 100
Parcs, lavage des voiries, eau des pompiers	≤ 20	≤ 1	≤ 200	≤ 10	≤ 100
Fréquences des analyses	1 fois par semaine	2 fois par mois	2 fois par semaine	2 fois par semaine	1 fois par mois

AGRICULTURE	Matières en suspension	Nématodes	Escherichia coli	Turbidité	Légionnelles
Unité	mg/L	Œuf/10L	UFC /100mL	NTU	UFC/L

Alimentation humaine, contact direct de l'eau avec l'aliment comestible frais	≤ 20	≤ 1	≤ 100	≤ 10	≤ 1000
Alimentation humaine, contact direct de l'eau avec l'aliment comestible traité postérieurement (aliment non frais), alimentation bovine, aquaculture	≤ 35	≤ 1	≤ 1000	X	X
Arrosage localisé (pas de contact avec l'aliment), cultures de fleurs, cultures industrielles non alimentaires, de céréales et de graines oléagineuses	≤ 35	≤ 1	≤ 10 000	X	≤ 100
Fréquences des analyses	1 fois par semaine	2 fois par mois	1 fois par semaine	1 fois par semaine	1 à 2 fois par mois

<u>Remarque</u> : A noter une valeur élevée en légionnelles pour « Alimentation humaine, contact direct de l'eau avec l'aliment comestible frais » (plus élevée que pour « Arrosage localisé »).

INDUSTRIE	Matières en suspension	Nématodes	Escherichia coli	Turbidité	Légionnelles
Unité	mg/L	Œuf/10L	UFC/100mL	NTU	UFC/L
Eaux de processus de propreté, industrie non alimentaire	≤ 35	X	≤ 10 000	≤ 15	≤ 100
Eaux de processus de propreté, industrie alimentaire	≤ 35	≤ 1	≤ 1000	X	≤ 100
Réfrigération, condensateurs évaporatifs	≤ 5	≤ 1	0	≤ 1	0
Fréquence des analyses	1 fois par jour à 1 fois par semaine	1 fois par semaine	1 à 3 fois par semaine	1 fois par jour à 1 fois par semaine	3 fois par semaine

USAGES RECREATIFS	Matières en suspension	Nématodes	Escherichia coli	Turbidité	Légionnelles
Unité	mg/L	Œuf/10L	UFC /100mL	NTU	UFC/L
Golf	≤ 20	≤ 1	≤ 200	≤ 10	≤ 100
Plans d'eau ornementaux	≤ 35	X	≤ 10 000	X	X
Fréquence des analyses	1 fois par semaine	2 fois par mois	1 à 2 fois par semaine	1 fois par semaine	1 fois par semaine

ENVIRONNEMENT	Matières en suspension	Nématodes	Escherichia coli	Turbidité	Légionnelles
Unité	mg/L	Œuf/10L	UFC /100mL	NTU	UFC/L
Recharge d'aquifères par percolation	≤ 35	X	≤ 1000	X	X
Recharge d'aquifère par injection directe	≤ 10	≤ 1	0	≤ 2	X
Arrosage de bois, d'espaces vert, et autres non accessibles au public, sylviculture	≤ 35	X	X	X	X
Fréquence des analyses	1 fois par jour à 1 fois par semaine	1 fois par semaine	2 à 3 fois par semaine	1 fois par jour	1 fois par semaine

DISPOSITIF GREC

En Grèce, la réglementation (Measures, Limits and Procedure for Reuse of Treated Wastewater – No. 145116), stricte, freine l'usage de la REUT, car elle entraîne des coûts trop élevés pour le suivi (74 paramètres à contrôler) de la qualité de l'eau (source : European Commission _ JRC Science for Policy Report_Minimum quality requirements for water reuse in agricultural irrigation and aquifer recharge_ Alcalde-Sanz, L ; and Gawlik, B.M_ 2017).

Comme d'autres pays la législation grecque définit des limites de qualité d'eau à respecter en fonction de l'usage des EUT souhaité. Elle définit également des fréquences d'analyse pour le contrôle du respect de ces limites.

Cette réglementation définit trois qualités d'eau différentes qui seront nommées ici qualité 1, 2 ou 3 :

- Qualité « 1 » :
  - Irrigation contrôlée : comprenant les zones non ouvertes au public, les parcelles agricoles et industrielles, les pâtures, les arbres (à l'exception des arbres fruitiers), à condition que la récolte soit réalisée hors contact du sol, les cultures de semences et produits qui sont traités avant consommation. **Irrigation par aspersion interdite**
  - Usage industriel : Eaux de refroidissement à usage unique
  - Recharge de nappe : La recharge des aquifères qui ne tombe pas dans les cas décrits par l'article 7, du décret 51 / 03.02.2007, par percolation à travers une couche de sol d'épaisseur suffisante possédant des propriétés appropriées.
- Qualité 2 :
  - Irrigation non contrôlée : Toutes les cultures (arbres fruitiers, vignes, légumes ainsi que toutes les cultures produisant des produits comestibles). **Aucune restriction sur les modes d'irrigation.**
  - Usage industriel : Tous les usages à l'exception de celui cité en qualité 1.
- Qualité 3 :
  - Usages urbains : usages urbains divers (irrigation d'espaces vert, réserve incendie, lavage de voirie….). **Irrigation par aspersion interdite**
  - Rechargement de nappe par puits
  - Usages péri-urbains : irrigations de forêts et bosquets.

Tableau 5-6 : Normes grecques concernant les niveaux de qualité à atteindre en fonction de la classe de qualité

Qualité	E. Coli (cfu/100ml)	DBO_5 (mg/l)	MES (mg/l)	Turbidité (NTU)	Traitement requis	Fréquence de suivi
1	200 (médiane)	En respect du CMD 5673/400/1997 Décision Ministérielle Commune	En respect du CMD 5673/400/1997 Décision Ministérielle Commune		Traitement biologique secondaire et désinfection	DBO_5, MES, N, P comme décrit dans 5673/400/1997 E. Coli : 1 fois / semaine Chlore en continue si chloration utilisée
2	5 pour 80% des échantillons 50 pour 95% des échantillons	10 pour 80% des échantillons	10 pour 80% des échantillons	2 (médiane)	Traitement biologique secondaire suivi ou traitement plus avancé et désinfection	DBO_5, MES, N, P comme décrit dans 5673/400/1997 Turbidité et perméabilité de l'effluent : 4 fois / semaine pour les stations > 50 000 EH, 2 fois par semaine dans les autres cas. E. Coli : 4 fois/ semaine pour les stations > 50 000 EH, 2 fois par semaine dans les autres cas. Chlore en continu si chloration utilisée.

Qualité	E. Coli (cfu/100ml)	DBO_5 (mg/l)	MES (mg/l)	Turbidité (NTU)	Traitement requis	Fréquence de suivi
3	2 pour 80% des échantillons 20 pour 95% des échantillons	10 pour 80% des échantillons	2 pour 80% des échantillons	2 (médiane)	Traitement biologique secondaire suivi d'un traitement tertiaire et désinfection	DBO_5, MES, N, P comme décrit dans 5673/400/1997 Turbidité et perméabilité de l'effluent : 4 fois / semaine pour les stations au-delà de 50 000 EH, 2 fois par semaine dans les autres cas. Chlore en continu si chloration utilisée.

Remarque : Cette législation fixe aussi des limites de concentrations pour 19 métaux lourds et des préconisations d'exploitation et d'utilisation des EUT à des fins agricoles vis-à-vis des nutriments et substances toxiques qu'elles contiennent.

5.3.2.2 Contextes réglementaires de pays méditerranéens hors Europe

LA REGLEMENTATION JORDANIENNE

L'Institution jordanienne pour les normes et la métrologie (JISM) est l'entité nationale responsable de la publication des normes en Jordanie. Les normes sont établies par des comités techniques à partir de membres représentant les principales parties concernées par le sujet. Toutes les parties ont le droit d'exprimer leur opinion et leurs commentaires sur le projet final de la norme concernée pendant la période de notification afin de rendre les normes jordaniennes en harmonie avec les normes internationales, d'alléger les éventuelles frontières techniques qui entravent le commerce et de faciliter la circulation des marchandises entre les pays.

Sur cette base, le *comité technique permanent pour l'eau et les eaux usées n°17* a établi la norme jordanienne 893/2002 traitant de la réutilisation des eaux usées domestiques et a recommandé son approbation en tant que base technique jordanienne n°893/2006 conformément à l'article (11) paragraphe (b) de la loi n°22 sur les normes et la métrologie pour l'année 2000. La norme jordanienne n° 893\2006 sur la réutilisation des eaux usées traitées détermine le niveau de rejet, les règlements et les directives qui sont nécessaires pour la réutilisation de l'eau actuellement et dans le futur. En fait, plus les normes sont élevées, plus le niveau de traitement est élevé, ce qui conduit à une meilleure qualité de l'eau récupérée destinée à la réutilisation.

Interdictions et prescriptions techniques pour raison de prévention des risques

La Jordanie contrôle les activités de réutilisation de l'eau au moyen de normes nationales et a signé un accord officiel avec les utilisateurs. La base juridique régissant l'utilisation de l'eau usée traitée est encodée dans la norme jordanienne. Cette norme jordanienne a pour but de préciser les conditions que les eaux usées domestiques traitées rejetées par les stations d'épuration doivent remplir pour pouvoir être rejetées ou utilisées dans les différents domaines mentionnés dans la norme. La norme comprend plusieurs points :

- a) L'eau traitée rejetée dans les cours d'eau, les oueds ou les masses d'eau.
- b) L'eau récupérée pour la réutilisation, différenciant les usages :

- b.1) Recharge artificielle des aquifères souterrains :

  Cette partie de la norme consiste à réutiliser l'eau usée traitée pour la recharge artificielle des aquifères et/ou la recharge des nappes phréatiques utilisées à des fins d'irrigation si sa qualité répond aux critères mentionnés ci-après. Par ailleurs, les études techniques doivent être effectuées pour vérifier que les activités de recharge artificielle n'ont aucun effet sur les nappes phréatiques utilisées à des fins de consommation humaine.

- b.2) Réutilisation à des fins d'irrigation :

  La qualité des eaux traitées destinées à l'irrigation doit respecter les exigences présentées dans le tableau suivant.

Tableau 5-7 : Exigences de qualité de l'eau selon la norme jordanienne

Discharge to water bodies and wadis		Artificial Recharge		Irrigation			
Group A		Group A		Cut flowers	C	B	A
BOD_5	60	BOD_5	15	30	300	200	30
COD	150	COD	50	100	500	500	100
DO	>	DO	>2	>2	-	-	>2
TSS	60	TSS	50	15	300	200	50
PH	(6-9)	pH	(6-9)	(6-9)	(6-9)	(6-9)	(6-9)
NO_3	70	NO_3	30	45	-	-	30
T-N	70	T-N	30	70	70	45	45
E. coli	1000	*E. coli*	<1.1	<1.1	-	1000	100
Intestinal Helminthes Eggs	≤1	Intestinal Helminthes Eggs	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1
FOG	8.0	FOG	8..0	2	8..0	8..0	8..0
Group B				Cut flowers	A	B	C
Phenol	<0.002	Phenol	<0.002	Phenol	<0.002		
MBAS	25	MBAS	25	MBAS	100(15) Cut flowers		
TDS	1500	TDS	1500	TDS	1500		
$T\text{-}PO_4$	15	$T\text{-}PO_4$	15	$T\text{-}PO_4$	30		
Cl	350	Cl	350	Cl	400		
SO_4	300	SO_4	300	SO_4	500		
HCO_3	400	HCO_3	400	HCO_3	400		
Na	200	Na	200	Na	230		
Mg	100	Mg	100	Mg	100		
Ca	200	Ca	200	Ca	230		
SAR	6.0	SAR	6.0	SAR	9.0		
Al	2.0	Al	2.0	Al	5.0		
As	0.05	As	0.05	As	0.1		
Be	0.1	Be	0.1	Be	0.1		
Cu	0.2	Cu	0.2	Cu	0.2		
F	1.5	F	1.5	F	1.5		
Fe	5.0	Fe	5.0	Fe	5..0		
Li	2.5	Li	2.5	Li	2.5 0.075)		
Mn	0.2	Mn	0.2	Mn	0.2		
Mo	0.01	Mo	0.01	Mo	0.01		
Ni	0.2	Ni	0.2	Ni	0.2		
Pb	0.2	Pb	0.2	Pb	5.0		
Se	0.05	Se	0.05	Se	0.05		
Cd	0.01	Cd	0.01	Cd	0.01		
Zn	5.0	Zn	5.0	Zn	5.0		
Cr	0.02	Cr	0.02	Cr	0.1		
Hg	0.002	Hg	0.002	Hg	0.002		
V	0.1	V	0.1	V	0.1		
Co	0.05	Co	0.05	Co	0.05		
B	1.0	B	1.0	B	1.0		
CN	0.1	CN	0.1	CN	0.1		

En cas de dépassement des valeurs, l'utilisateur final doit réaliser/superviser des études pour vérifier l'effet de la qualité de l'eau sur la santé publique et l'environnement et suggérer des moyens de prévenir les dommages à l'un ou l'autre.

Il est interdit d'utiliser de l'eau récupérée pour irriguer les légumes qui sont consommés crus.

Il est interdit d'utiliser l'irrigation par aspersion, sauf pour irriguer les terrains de golf et, dans ce cas, l'irrigation doit être pratiquée la nuit et les arroseurs doivent être du type mobile et non accessible pour une utilisation de jour.

Lorsque l'eau récupérée est utilisée pour irriguer des arbres fruitiers, l'irrigation doit être arrêtée deux semaines avant la récolte des fruits et les fruits tombés au sol ne doivent pas être consommés.

Contrôle et suivi de la qualité

L'organisme de réglementation et la partie opérationnelle contrôlent régulièrement l'eau recyclée pour maintenir la conformité avec la norme JS 893/2006 approuvée. En général, les programmes de surveillance sont mis en œuvre par la division de la surveillance environnementale de WAJ (Water Authority of Jordan) en recueillant des échantillons au point d'entrée de la station de traitement, au point de sortie de la station de traitement et des échantillons sélectionnés dans les oueds et les barrages recevant de l'eau recyclée. La norme jordanienne illustre les programmes de surveillance de l'eau recyclée qui doivent être mis en œuvre par l'organisme de réglementation tel que le ministère de la santé et le ministère de l'environnement et la partie opérationnelle responsable de la gestion et du traitement des eaux usées en Jordanie.

L'eau recyclée doit être conforme aux conditions énoncées dans la présente norme pour chacune des utilisations finales prévues.

Il n'est pas permis de diluer en mélangeant de l'eau recyclée avant de la rejeter des stations d'épuration avec de l'eau pure, intentionnellement pour se conformer aux exigences fixées dans la présente norme.

Cas de réutilisation en Jordanie

La station d'épuration d'As Samra (région d'Amman) produit une eau recyclée d'une qualité optimale qui peut être réutilisée pour l'irrigation, couvrant près de 10 % des besoins agricoles en Jordanie (ce qui correspond à environ 4 000 fermes ou 10 000 hectares irrigués).

LA REGLEMENTATION ALGERIENNE

Le décret exécutif n° 07-149 du 20 mai 2007 fixe les modalités de concession d'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation ainsi que le cahier des charges-type y afférent.

Régime des concessions

L'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation est soumise au régime de la concession et le dossier de demande de concession est adressé au wali compétent. La wilaya compétente est celle sur le territoire de laquelle sont situées les parcelles destinées à être irriguées par les eaux usées épurées.

La demande de concession doit être accompagnée d'un mémoire technique, comportant notamment les documents et informations suivants :

- une description de la station d'épuration ainsi que le mode de traitement utilisé ;
- la description et les plans des ouvrages de stockage et de distribution des eaux usées épurées à réaliser ;
- une fiche d'analyse des eaux usées épurées dont la qualité doit être conforme, aux spécifications en vigueur. Les analyses doivent dater de moins de trois mois ;
- la localisation et la superficie des terres destinées à être irriguées, avec un plan parcellaire ;
- un accord écrit de l'organisme gestionnaire de la station d'épuration à fournir les volumes d'eaux usées épurées, en quantité et qualité requises ;
- un engagement des agriculteurs, utilisateurs des eaux usées épurées ;

Les services de l'hydraulique de la wilaya doivent étudier techniquement la demande de concession, en concertation avec les services de l'agriculture, de la santé et de la protection de l'environnement. La concession d'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation est octroyée par arrêté pris par le wali territorialement compétent.

Interdictions et prescriptions techniques pour raison de prévention des risques

Un certain nombre d'interdictions existent :

- L'irrigation, avec des eaux usées épurées des cultures maraîchères dont les produits sont consommables crus est interdite,
- L'irrigation par les eaux usées épurées des cultures autorisées doit cesser au moins deux semaines avant la récolte,
- La consommation des fruits tombant au sol est interdite ; ces fruits tombés doivent être détruits ou transportés à la décharge publique,
- L'irrigation des arbres fruitiers par aspersion, ou par tout autre système mettant l'eau usée épurée en contact avec les fruits est interdite,
- Le pâturage direct sur les parcelles et aires irriguées par les eaux usées épurées est interdit,
- Les parcelles irriguées, au moyen des eaux usées épurées, doivent être éloignées de plus de 100 mètres des routes, des habitations, des puits de surface et autres ouvrages destinés à l'alimentation en eau potable,
- L'irrigation des parcs et des espaces verts, au moyen des eaux usées épurées, doit s'effectuer en dehors des heures d'ouverture au public,
- Tout raccordement avec une canalisation transportant de l'eau potable est interdit,

- Toutes les bornes et tous les robinets d'irrigation du réseau de distribution des eaux usées épurées doivent comporter obligatoirement une plaque inamovible, signalant que l'eau est non potable et par conséquent impropre à la consommation.

En cas de dégradation de la qualité de l'eau des puits situés à proximité des zones irriguées par les eaux usées épurées, l'utilisation d'eau de ces puits est soumise aux mêmes spécifications et conditions d'usage imposées aux eaux usées épurées. En cas de préjudice pour les agriculteurs concernés, la reconversion des cultures ainsi que des dommages subis sont à la charge du concessionnaire.

Contrôle sanitaire

La qualité des eaux usées épurées destinées à l'irrigation doit faire l'objet d'un contrôle régulier par le concessionnaire, l'exploitant agricole, le gestionnaire de la station d'épuration ou de lagunage, les directions de wilaya de l'hydraulique, de la santé, de l'agriculture et du commerce et ce, afin de s'assurer que leur qualité est conforme aux spécifications fixées par la réglementation en vigueur.

Les analyses doivent être effectuées dans les laboratoires dont la liste est fixée par arrêté conjoint des ministres chargés des ressources en eau, de la santé, du commerce et de l'agriculture.

Par ailleurs, les services de l'agriculture de la wilaya doivent assurer le contrôle :

- phytosanitaire des cultures irriguées avec les eaux usées épurées,
- l'évolution des caractéristiques des sols, sous irrigation avec des eaux usées épurées.

Les services du commerce de la wilaya doivent quant à eux assurer un contrôle biologique et physico-chimique des produits agricoles irrigués avec les eaux usées épurées.

LA REGLEMENTATION ISRAELIENNE

En 1952, quatre ans après sa formation, ce pays autorisait déjà la REUT pour l'irrigation agricole. A ce jour, environ 85 % des eaux usées traitées y sont réutilisées pour de l'irrigation agricole.

En préambule, la réglementation définit 5 niveaux de qualité d'eaux usées traitées fonction des traitements mis en place sur les stations d'épuration et leurs performances :

- Très haute qualité d'eaux usées traitées : Eaux usées traitées issues d'un traitement tertiaire avec une concentration en E. Coli inférieure à 10 UFC/100 ml ;
- Haute qualité d'eaux usées traitées : Eaux usées traitées issues d'un traitement mécanique biologique (compostage, digestion, etc.) avec une qualité « 20/30 » (concentration en DBO_5 et MES) ;
- Eaux usées traitées par bassin d'oxydation (boues activées, etc.) avec au moins 15 jours de temps séjour ;
- Qualité moyenne d'eaux usées traitées : Eaux usées traitées issues d'un traitement mécanique biologique (compostage, digestion, etc.) avec une qualité « 60/60 » (concentration en DBO_5 et MES) ;
- Qualité faible d'eaux usées traitées.

La qualité des eaux usées traitées et les barrières présentent entre ces eaux et les cultures irriguées déterminent les possibilités d'usage. Les barrières prises en compte sont notamment : La distance entre les cultures et les eaux usées traitées, la résistance au rayonnement solaire, le type d'arrosage (goutte à goutte), la présence d'une chloration.

Des exigences existent également en termes :

- De localisation de ce type d'irrigation pour éviter les contacts entre les eaux usées traitées et le public (bâtiments publiques, routes, etc.). Il en va de même pour les cultures sensibles aux contaminations et les installations d'eau potable (réseaux, etc.).
- De signalétique des réseaux des eaux usées traitées pour éviter de mauvais usages et de mauvaises connexions notamment avec les réseaux d'eau potable.

In fine, la réglementation Israélienne définit 4 catégories, fonction du type de culture irriguée avec des exigences de qualité des eaux usées traitées, de type de traitement et d'implantation :

Tableau 5-8 : Exigences de qualité de l'eau en fonction de l'usage (Israël)

	A Cotton, betteraves sucrières, céréales, semences pour fourrage sec, irrigation de forêts, etc.	**B** Fourrage vert, olives, arachides, agrumes, bananes, amandes, noix, etc.	**C** Arbres fruitiers, conserverie de légumes, légumes cuisinés et pelés, ceintures vertes, terrains de football, terrains de golf	**D** Cultures sans restriction incluant les légumes consommés crus, parcs et gazons
Qualité des effluents				
DBO5 totale (mg/l)	60	45	35	15
DBO5 dissoute (mg/l)	-	-	20	10
Matières en suspension (mg/l)	50	40	30	15
Oxygène dissous (mg/l)	-	0.5	0.5	0.5
Coliformes (u/100 ml)	-	-	250	12 (80 %) 2.2 (50 %)
Chlore résiduel libre (mg/l)	-		0.15	0.5
Traitement obligatoire				
Filtration sur sable ou équivalent	-		-	Exigé
Chloration (temps minimum de contact, min)	-		60	120
Distances				
Des zones résidentielles	300	250	-	-
Des routes goudronnées	30	25	-	-

5.3.2.3 Exemple de pays à haute technologie : La réglementation américaine

L'état de Californie, pionnier en matière de réutilisation des EUT, a instauré, au début du vingtième siècle, la première réglementation en ce sens. Depuis, cette réglementation a évolué en parallèle de traitements toujours plus poussés pour garantir une eau de très bonne qualité. De nombreux pays se sont inspirés de cette réglementation.

Les États-Unis ont une réglementation à deux paliers :

- un palier au niveau fédéral qui donne un cadre général pour tous leurs états,
- et un cadre réglementaire propre à chaque état qui peut être plus restrictif.

Ce cadre général est donné par l'U.S. Environmental Protection Agency (USEPA). Ainsi, les recommandations pour la réutilisation des EUT ont été mises en place en 1980 puis mises à jour régulièrement, en 1992, 2004 pour aboutir à la dernière version en vigueur en 2012.

Actuellement, 43 états ont mis en place des réglementations pour la réutilisation des EUT au sens large. Cependant, si 43 états ont mis en place des réglementations concernant une utilisation des EUT pour l'irrigation agricole de cultures non destinées à la consommation, seulement 16 états ont mis en place des préconisations pour l'utilisation des EUT pour la recharge de nappe.

Les limites de qualité présentées ci-dessous sont classées par type d'usage pour quelques états. On présente ci-après une liste simplifiée et non exhaustive des paramètres de qualité.

Tableau 5-9 : Limites de qualité par type d'usage dans quelques Etats américains

Usage urbains – non limités								
Paramètre	Arizona	Californie	Floride	Nevada	New Jersey	Caroline du Nord	Texas	Washington
DBO_5 (mg/l)	/	/	60	30	/	15	5	30
MES (mg/l)	/	/	5	30	5	10	/	30
Turbidité (NTU)	5	10 (media filter) 0.5 (membrane filter)	2-2.5	/	2	10	3	5
Coliformes totaux (cfu/100ml)	/	240	/	23	/	/	/	23
Coliformes fécaux (cfu/100ml)	23	/	25 (et 75% en dessous de la LQ)	/	14	25	75	/

Usage urbains –limités								
Paramètre	Arizona	Californie	Floride	Nevada	New Jersey	Caroline du Nord	Texas	Washington
DBO_5 (mg/l)	/	/	/	30 (moyenne sur 30j)	/	15	15-30	30
MES (mg/l)	/	/	/	30 (moyenne sur 30j)	30	10	/	30
Turbidité (NTU)	/	/	/	/	2	10	/	/
Coliformes totaux (cfu/100ml)	/	240 (une seule valeur au-dessus pendant 30j)	/	23	/	/	/	240
Coliformes fécaux (cfu/100ml)	800	/	/	/	400	25	800	/

Usage agricole – cultures alimentaire							
Paramètre	Arizona	Californie	Floride	Nevada	New Jersey	Caroline du Nord	Texas
DBO_5 (mg/l)	/	/	60	/	/	5	30
MES (mg/l)	/	/	5	/	5	/	30
Turbidité (NTU)	5	10 (media filter) 0.5 (membrane filter)	2-2.5	/	2	3	5
Coliformes totaux (cfu/100ml)	/	240	/	/	/		23
Coliformes fécaux (cfu/100ml)	23	/	25 (et 75% en dessous de la LQ)	/	14		/

L'US.EPA définit de même des limites et recommandations d'utilisation des eaux usées traitées pour de nombreux secteurs :

- Usages urbains :
  - Non contrôlés : usage en milieu urbain où l'accès au public n'est pas contrôlé,
  - Contrôlés : Usage en milieu urbain pour des applications dans des lieux où l'accès au public est limité, contrôlé et où les usagers sont informés de la présence d'EUT,
- Usages agricoles :
  - Cultures alimentaires : Usage agricole pour la culture de produits destinés à la consommation alimentaire,
  - Cultures non alimentaires : Usage agricole pour la culture de produits destinés à la consommation alimentaire après modification ou de produit non destinés à la production alimentaire,
- Retenues d'eau,
- Usage dans un but environnemental,
- Usage industriel,
- Recharge de nappe,
- Production d'eau potable.

De même, la réglementation définit des distances minimales pour l'irrigation par aspersion, des préconisations d'utilisation ainsi que des préconisations lors du montage de projet.

Remarques : De nombreux pays d'Amérique Latine se basent sur les recommandations de l'US.EPA pour la mise en œuvre de projet de REUT.

L'Australie possède son EPA et produit des recommandations sur le même modèle que l'EPA américaine.

De plus, la réglementation en Israël se rapproche de celle énoncée ici, et en particulier du modèle californien (cf. ci-après).

5.4 ÉLEMENTS DE CONCLUSION SUR L'ANALYSE DU CADRE JURIDIQUE ET REGLEMENTAIRE ET RECOMMANDATIONS

ELEMENTS DE CONCLUSION

Cadre juridique

Concernant le cadre juridique, en 2001, le législateur avait permis « *la réutilisation des eaux usées traitées à des fins de production et de service* »[39], inscrivant cette opération dans le cadre de la préservation des ressources. Cependant, cette vision ne s'est pas traduite par un dispositif juridique spécifique.

La nouvelle version du code des eaux se distingue de l'ancienne par l'importance qu'elle accorde aux eaux non conventionnelles, parmi lesquelles se trouvent les EUT. Il y a notamment tout un chapitre traitant de ces ressources potentielles. La nouvelle version - non encore validée - stipule que la mise en œuvre de la recharge artificielle des nappes aquifères par les eaux conventionnelles (eaux de surface) ou non conventionnelles (eaux usées domestiques traitées) sera soumise à un cahier des charges spécifique où seront précisées toutes obligations (techniques, environnementales, règlementaires, hygiéniques, etc.) pour son application.

A cet effet, on peut citer - à titre informatif - l'article 80 du chapitre 3 du nouveau code des Eaux **(non encore validé).**

*« **Article 80 :** La réutilisation des eaux usées traitées est autorisée selon un cahier des charges qui fixe principalement les modes et les niveaux d'épuration, les usages des eaux usées épurées pour l'irrigation de certaines cultures ou l'arrosage d'espaces verts, ainsi que dans les domaines industriels et environnementaux. Les mesures préventives liées aux risques sanitaires et aux impacts sur l'environnement sont prévues par un arrêté conjoint du Ministre en charge de l'eau et du Ministre en charge de la santé. »*

Ainsi, la révision du Code de l'Eau et la place accordée aux ressources non conventionnelles devrait faciliter la révision du cadre réglementaire pour les EUT.

Cadre réglementaire

De façon majoritaire, les pays pratiquant la REUT ont adopté une réglementation en fonction des usages et du type de cultures pratiquées avec l'eau usée traitée, ce qui n'est pas le cas de la Tunisie.

En effet, la réglementation tunisienne impose **des concentrations limites pour un nombre important d'éléments pour les rejets dans le milieu récepteur**. Par ailleurs, la réglementation a des **exigences particulières lorsque l'eau usée traitée est destinée à l'irrigation agricole**.

Au-delà de l'utilisation des eaux usée traitées à des fins agricoles, il existe un **vide juridique pour les autres types d'utilisations**, tels que l'arrosage des espaces verts ou encore la recharge des nappes. Concernant l'irrigation agricole, la réglementation ne varie pas en fonction du type de cultures.

[39] ART. 87, code des eaux

Au sens de la réglementation, les pays prennent en considération plusieurs critères. Des exemples de critères sont présentés dans le tableau suivant, en fonction des pays :

Tableau 5-10 : Critères pris en compte selon les pays

Paramètres impliqués dans les normes des REUSE	Pays				
	Israël	Espagne	Californie	France	Tunisie
Norme de qualité des eaux usées traitées	*	*	*	*	*
Distance minimale à respecter pour l'irrigation par aspersion			*	*	*
Distances minimales à respecter entre les parcelles irriguées par des eaux usées traitées et les activités à protéger (plan d'eau, baignade, abreuvement bétail, etc.)	*			*	*1
Exigence de qualité d'eau en fonction de l'usage	*	*	*	*	
Fréquence des analyses qualité		*		*	*
Préconisation sur le matériel d'irrigation à utiliser	*		*	*	
Obligation d'un type de traitement en fonction de l'usage	*				
Interdiction de certains usages					*

1 : que pour irrigation par aspersion, distances à respecter pour les habitations, voies de communication et cours d'eau

La Tunisie ne prend pas en compte plusieurs critères mais il est à noter que **la réglementation concernant les exigences de qualité des eaux usées traitées présente des niveaux d'exigence supérieurs à ceux constatés au niveau international** (Exemple : France, Espagne, etc.).

En effet, si on se réfère aux différentes réglementations, la Tunisie a des exigences sur un nombre important de paramètres (22, dont notamment des métaux lourds), ce n'est pas le cas dans la majorité des pays, ni au niveau des exigences minimales requises inscrites dans le règlement du Parlement européen et du Conseil relatif aux exigences minimales requises pour la réutilisation de l'eau.

Le Tableau ci-dessous fait les comparaisons sur les seuls paramètres présents dans le règlement. Nous constatons que les paramètres sont moins nombreux et différents pour certains de ceux exigés en Tunisie, avec pour certains des seuils à respecter moins élevés.

Tableau 5-11 : Comparaison des exigences minimales inscrites dans le règlement du parlement européen et en Tunisie

		Règlement européen				Tunisie
Paramètres	Unité	A	B	C	D	
MES	mg/l	<=10	<=35*	<=35*	<=35*	30
Turbidité	NTU	<=5	Non exigé	Non exigé	Non exigé	
DCO	mg/l	Non exigé	Non exigé	Non exigé	Non exigé	90
DBO5	mg/l	<=10	<35	<35	<35	30
Légionelles	UFC/l	<1000**				
Œufs d'helminthes	œuf/l	<=1	<=1	<=1	<=1	<1
E.coli	UFC/100ml	<=10	<=100	<=1000	<=10 000	Non exigé

*Pour les STEP< 10000 EH

** lorsqu'il existe un risque de formation d'aérosols dans les serres

Ces exigences assez élevées dans la réglementation tunisienne peuvent être un frein à la performance car l'atteinte de ces niveaux de qualité d'eau nécessite des conditions techniques et économiques qui ne sont pas effectives aujourd'hui. Or, comme cela est présenté dans le diagnostic technique (chapitre 6)**, en fonction du type d'irrigation (aspersion, goutte à goutte, etc.), de l'usage (golf, agriculture : fourrage, maraîchage, arboriculture, etc.) et du respect des règles sanitaires, les risques liés à la REUT diffèrent.** C'est pour cela que plusieurs pays ont adopté une réglementation qui impose des niveaux de qualités différents en fonction du type d'usage et des modalités de pratique (pas d'aspersion en présence de public, conditions de vent acceptable, etc.).

RECOMMANDATIONS

Les raisons évoquées ci-dessus justifient la révision du cadre réglementaire en Tunisie pour la REUT. Cette nécessité est soulevée par de nombreux acteurs et jugée comme essentielle pour permettre le développement de la filière.

Précisément, les manques à combler par un texte réglementaire seraient les suivants :

- Une **réglementation par usage**, basée sur une analyse des risques,
- Les **normes** relatives à chaque usage (et des exigences de traitement plus ou moins poussées, en fonction de l'usage),
- Les **conditions d'utilisation** différenciées par usage (conditions techniques, sanitaires/protection des usagers et consommateurs, ressources humaines, etc.),
- Les **actions de sensibilisation** en fonction des usages (éveiller les usagers aval aux risques potentiels pour une meilleure prise de conscience et une diminution des impacts)
- Des exigences plus fortes pour les études d'impact sur l'environnement avec notamment la définition de l'état initial des sols, nappes, etc. et la mise en place du suivi de la qualité dans le temps, après le démarrage des activités de REUT.
- Des exigences plus fortes pour le contrôle environnemental et sanitaire,
- Des **sanctions envisageables** qui soient dissuasives (renvoi à un texte de loi)

La mise en œuvre d'une réglementation adaptée est importante car elle permet de fixer un cadre réduisant les risques qui, s'ils sont mal gérés ou mal évalués, sont anxiogènes et freinent l'acceptabilité de la REUT. Pour diminuer les peurs, la mise en œuvre de contrôles impartiaux est nécessaire.

6. DIAGNOSTIC TECHNIQUE DE LA REUT

Objectifs du chapitre

Dans ce chapitre, on s'intéresse, dans un premier temps, à la description des différents maillons de la filière de la REUT (collecte des EUB, traitement, transport, stockage et distribution des EUT) et aux contraintes relevées au niveau de chacun de ces maillons. A noter que le dernier maillon, qui concerne la réutilisation en tant que telle par les différents usages, est étudié dans le chapitre 11.

Dans un deuxième temps, l'adéquation entre la qualité des effluents traités et les exigences pour les usages à l'aval est étudiée, à partir des données qui ont été fournies par l'ONAS.

Enfin, ce chapitre s'intéresse aux différents contrôles effectués sur les EUT qui sont destinés à la réutilisation et notamment à leur fréquence et aux performances des laboratoires d'analyses.

6.1 BASE DE L'ANALYSE TECHNIQUE

L'analyse du parc des stations d'épuration présentée ci-après est basée sur :

- Les données techniques transmises par l'ONAS :
  - caractéristiques des stations d'épuration,
  - rapports annuels pour l'année 2017 de 105 stations d'épuration,
  - des fichiers concernant des données 2016 et 2018,
  - données concernant les industriels raccordés au réseau d'assainissement,
- les visites de stations pour les 20 opérations de REUT enquêtées dans le cadre de l'étude,
- notre retour d'expérience sur des projets similaires.

L'analyse n'est pas exhaustive, en particulier concernant l'historique (les données sont disparates en fonction des années et ne permettent pas d'en faire le suivi et de les consolider pour en tirer un bilan d'évolution) et concernant la variabilité de la qualité de l'eau au cours de l'année, par manque de données.

6.2 LA COLLECTE DES EAUX USEES BRUTES : ETAT DES LIEUX ET AMELIORATIONS POSSIBLES

En Tunisie, le taux de raccordement atteint les valeurs suivantes (ONAS, 2017) :

- en milieu urbain :
  - 2017 : 85,9 % ;
  - 2018 : 86,2 % ;
- dans les zones d'intervention de l'ONAS :
  - 2017 : 90,1 % ;
  - 2018 : 90,3 %.

Ces éléments montrent que l'assainissement collectif est très présent en Tunisie et qu'il se développe encore. Cela est un facteur positif pour les projets de REUT.

6.2.1 Origine des eaux usées collectées

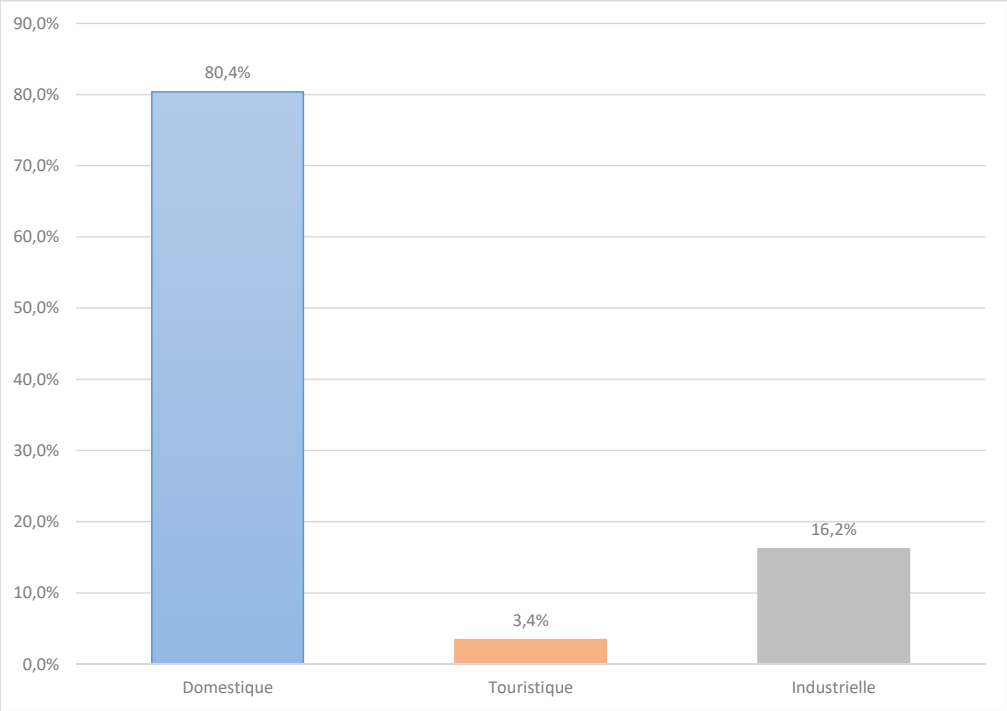
Enjeux de l'origine des eaux usées collectées pour la REUT

L'origine des eaux usées est un élément important pour les projets de réutilisation des eaux usées traitées. Les éléments contenus dans l'eau usée brute seront en effet plus ou moins bien traités au niveau de la station d'épuration et pourront se retrouver dans l'eau usée traitée.

- Pour les effluents d'origine domestique et touristique, il n'existe pas d'éléments (sauf exception et en l'état des connaissances actuelles) non compatibles en soi avec l'usage aval après le passage dans une station d'épuration.
- Pour les effluents industriels, selon le type d'activités considéré, les effluents peuvent contenir des éléments toxiques, tels que des métaux, ou des concentrations microbiologiques très élevées qui ne font pas l'objet d'abattement au niveau des stations d'épuration classique et qui se retrouvent dans l'effluent traité qui pourrait être réutilisé.

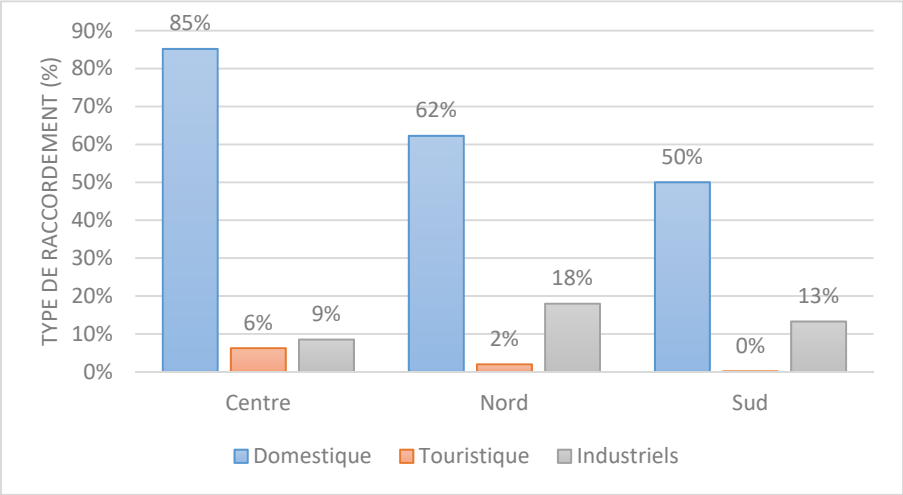
Les données recueillies concernant les raccordements au niveau des rapports annuels sont exploitables à hauteur de 50 % (information manquante dans 50% des rapports annuels) et indiquent qu'à l'échelle de la Tunisie, la majorité des raccordements sont de type domestique.

Figure 6-1 :Type de raccordement en Tunisie en 2017 en % d'EH raccordé aux STEP (part de la charge polluante en fonction du type d'effluent)



Source : ONAS (Rapports annuels 2017)

Figure 6-2 : Type de raccordement par région en 2017 en % d'EH raccordé aux STEP (part de la charge polluante en fonction du type d'effluent)



Source : ONAS (Rapports annuels 2017)

NB : La région Grand Tunis n'apparait pas dans le graphique par manque de données exploitables et homogènes (pas de nombre d'Equivalents-Habitants [EH] raccordés mentionnés dans les rapports annuels) concernant les types de raccordement.

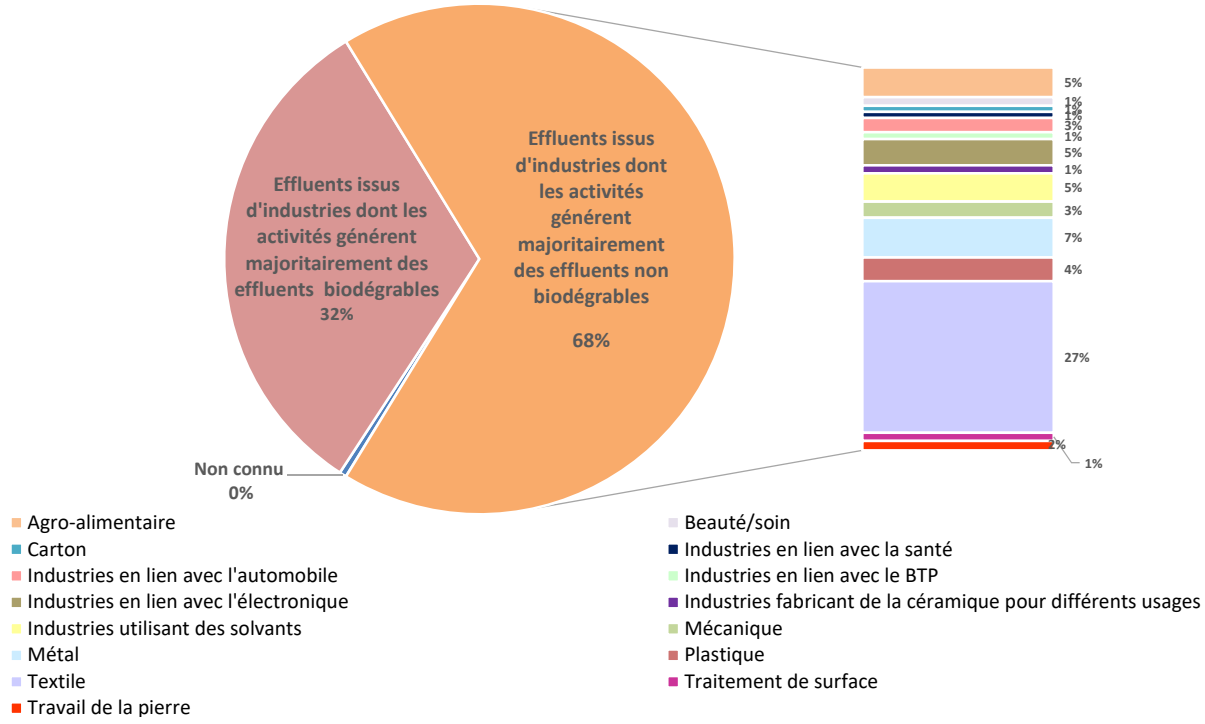
Problématiques des effluents industriels

Notre bilan concernant le raccordement des industriels aux STEP est basé sur un fichier de recensement des industriels transmis par l'ONAS qui portent sur 111 STEP et des informations des rapports annuels de 105 STEP.

Le recoupement des informations de ces fichiers ne permet pas d'avoir une situation précise du type et des volumes d'effluents industriels qui sont raccordés à un réseau collectif d'assainissement. L'information est disponible pour 69 STEP sur 111 et, pour 17 STEP, il est mentionné un nombre d'industries raccordées et un volume industriel égal à 0 ou inversement. Dans un cadre plus large (exemple : schéma national d'assainissement) et en vue d'une meilleure connaissance de la qualité et quantité des effluents raccordés au réseau d'assainissement, **il semblerait opportun de mener des enquêtes auprès des industriels pour évaluer les charges hydrauliques et polluantes industrielles raccordées et étudier l'impact éventuel sur le traitement biologique.** Cette approche serait intéressante à mener notamment sur les STEP dont l'eau traitée est utilisée pour un usage aval.

Les effluents industriels ont des caractéristiques qui peuvent impacter le bon fonctionnement des stations d'épuration. Cela ne concerne que les industries rejetant des effluents contenant des éléments non biodégradables. Sur la base des données transmises par l'ONAS le type d'industriels qui étaient raccordés au réseau de collecte, nous avons mené une analyse en classant les effluents potentiellement biodégradables, ou non-biodégradables, en fonction de l'activité de l'industrie. Les résultats de cette analyse sont présentés sous forme de graphiques ci-après.

Figure 6-3 : Part des effluents biodégradables et non-biodégradables (en volume)



Source : ONAS, 2019

Dans le cas de rejets d'effluents industriels biodégradables, ils n'impactent pas significativement le traitement. En effet, ils sont le plus souvent plus chargés en matière organique, mais les stations d'épuration sont techniquement en mesure de traiter ces éléments. Dans le cas des éléments non biodégradables, ils peuvent présenter une toxicité, difficilement traitable et pouvant provoquer un déséquilibre de la biomasse, voire son anéantissement qui impactera fortement le niveau de traitement de la station d'épuration.

Dans le cas de la Tunisie, **la part des effluents industriels pouvant engendrer des dysfonctionnements de traitement au niveau de la STEP, si des prétraitements adéquats au niveau du rejet industriel ne sont pas mis en place, est ainsi évaluée à 68 % des effluents produits par les industriels (cf. figure 6.3)**.

D'autres effluents non domestiques peuvent aussi présenter des **éléments solides entraînant des dysfonctionnements au niveau des organes électromécaniques**. C'est le cas par exemple à El Hamma avec la présence de filasses. Ce problème est lié au raccordement des hammams (qui apportent également d'autres produits : nettoyants, cosmétiques, etc. pouvant poser problèmes).

Pour pallier ces problèmes, la réglementation, à travers la norme NT 106.02 et l'Arrêté ministériel n°2018-315 du 26 mars 2018, exige que la qualité des eaux rejetées dans le réseau d'assainissement atteigne des seuils de concentration permettant un traitement au niveau de la STEP ou compatible avec une non-toxicité du milieu. De ce fait, les industriels ont le choix entre :

- Un rejet vers le milieu naturel le plus proche en se conformant à la norme « NT 106.02 avec rejet vers milieu naturel »,
- Un rejet dans le réseau d'assainissement en se conformant à la norme « NT 106.02 avec rejet vers canalisation publique de l'ONAS ».

Au final, la collecte des eaux brutes est parfois problématique au niveau des industriels qui ne respectent pas toujours les normes de rejets. Les contrôles manquent et les amendes sont peu dissuasives. Cette situation impacte la qualité des eaux brutes, le traitement au niveau des STEP, et finalement la qualité des EUT qui sont potentiellement réutilisées.

6.2.2 Éléments de conclusion sur les eaux usées collectées et recommandations

ELEMENTS DE CONCLUSION

En Tunisie, **l'assainissement collectif est bien développé** et permet le **regroupement des effluents via des réseaux de collecte pour être traités au niveau de stations d'épuration**.

La majorité des effluents collectés est de type domestique, bien adapté aux procédés de traitement des stations d'épuration mises en place.

Cependant, une part non négligeable des effluents est d'origine industrielle et affecte les performances des stations d'épuration, comme mentionné précédemment.

Pour remédier à ces problèmes, il est nécessaire d'agir auprès des industriels (par exemple pour la STEP de Korba avec les effluents de teinturerie ou la STEP de El Frina avec les effluents de l'industrie textile). Ce point est également à traiter pour les stations d'épuration des villes touristiques avec la présence importante de graisse et huile liée au raccordement des restaurants et hôtels (par exemples STEP de Djerba Aghir et de SE1). Les actions peuvent être graduelles en commençant par des **campagnes de sensibilisation, puis par des contrôles effectifs entraînant des sanctions dissuasives**. Cet aspect est repris dans le diagnostic institutionnel.

- Le **raccordement des abattoirs**, cas rencontré plusieurs fois lors des enquêtes ciblées (Ouardanine, El Fahs, Médenine, Siliana) est une problématique spécifique qui pourrait faire l'objet d'une démarche particulière. En effet, le traitement de ces effluents est très difficile à cause de son caractère non biodégradable et de l'apport en microbiologie très fort (notamment en œufs de nématodes intestinaux, paramètre présent au niveau de la norme NT 106.03). Dans certains pays européens, et notamment en France, il est interdit d'utiliser, pour l'irrigation des cultures ou d'espaces verts, de l'eau issue de réseaux de collecte auxquels seraient raccordés des établissements d'équarrissage.



Présence de graisse à l'entrée de la STEP de Siliana (photo BRLi, 2019)

  Pour être plus précis, la réglementation européenne applicable (règlement 1069/2009) classe les sous-produits animaux en 3 catégories en fonction du risque sanitaire qu'ils représentent. Ainsi, le raccordement de certains abattoirs (en fonction du type d'activités exercés) et les centres d'équarrissage raccordés à une station d'épuration pratiquant de la REUT, sont interdits comme le précise l'instruction ministérielle REUT du 26 avril 2016.

- La même règle pourrait être imposée aux eaux des hammams qui, sans prétraitement, entraînent des dysfonctionnements importants sur tous les organes électromécaniques (STEP de El Hamma) à cause de la présence de filasses et sur la biomasse épuratoire du fait de la présence de détergents dans l'eau. A noter que pour cette STEP, une filière pour le traitement des eaux grises provenant des hammams en parallèle de celle des eaux domestiques est en train d'être mise en place.



Présence de filasses à l'entrée de la STEP d'El Hamma (photo BRLi, 2019)

Un autre cas spécifique est celui des zones où il y a une **forte concentration de chlorures** (région du Grand Tunis, notamment). La qualité de l'eau brute n'est pas liée aux raccordements des industriels mais à l'état des réseaux d'assainissement. Des efforts devront être faits sur les réseaux en termes de diagnostics et de travaux pour diminuer les intrusions d'eaux parasites, notamment marines.

RECOMMANDATIONS

En conclusion, au regard de la situation actuelle, les grandes orientations qui se dégagent sont :

- **améliorer le système d'autorisation pour accepter uniquement les effluents conformes** ne provoquant pas de dysfonctionnements au niveau du traitement : nécessité d'engager des actions de sensibilisation pour la mise en place de prétraitement au niveau des industriels pour que leur rejet soit compatible avec le traitement de la STEP ;
- **améliorer et assurer la conformité de la qualité des effluents raccordés au réseau d'assainissement**, en évitant le raccordement de certaines activités (par exemple : abattoirs, équarrissage).
- **étudier la mise en place d'une filière de traitement industrielle en parallèle de celle des eaux domestiques** quand les débits journaliers sont importants. Cela permettra de mieux adapter les traitements aux effluents reçus et de pouvoir valoriser plus facilement les eaux domestiques sans qu'elles ne soient polluées par des eaux industrielles toxiques (exemple de la STEP grappée de Ben Arous et des STEP Sud Méliane).

6.3 LE TRAITEMENT : ÉTAT DES LIEUX ET AMBITIONS

Le traitement est une étape primordiale dans le cadre des projets de réutilisation des eaux usées. En effet, pour que l'eau usée traitée soit considérée comme une ressource potentielle, il est nécessaire que le traitement soit efficace et fournisse une eau dont la qualité est compatible avec l'usage aval.

Nous abordons dans ce chapitre :

- En premier lieu : les options technologiques de traitement qui se pratiquent dans les projets de REUT à l'échelle internationale ;
- En deuxième partie, le diagnostic du parc épuratoire en Tunisie, en établissant le bilan sur les aspects suivants :
  - Le nombre de STEP,
  - L'ancienneté des STEP,
  - La capacité des STEP,
  - Le type de procédé de traitement,
  - L'existence de traitement complémentaire,
  - Un état général des infrastructures,
  - Des éléments de constat concernant l'exploitation.

  Ce diagnostic est à mettre en relation avec le chapitre 6.5 qui présente les aspects sur la qualité des eaux usées traitées.
- En troisième partie : les projets en cours de développement sur les pratiques de traitement en relation avec la REUT.

6.3.1 Pratiques dans le domaine du traitement : les options technologiques d'aujourd'hui

A l'échelle internationale, les options technologiques de traitement sont très diverses et ont pour objectif, dans le cadre des projets de REUT, de fournir une eau compatible avec les usages aval.

En fonction des pays, les pratiques de traitement - qui ne diffèrent pas toujours selon la présence ou non de projets de REUT - sont diverses et comprennent plusieurs étapes :

- Le prétraitement qui consiste généralement à un dégrillage ou tamisage, à un dessablage et un dégraissage ;
- Le traitement primaire : majoritairement pour assurer la décantation,

- Traitements secondaires qui assurent l'abattement de la matière carbonée, parfois en partie les matières azotées et phosphorées. Ils utilisent des procédés à cultures fixées (lits bactériens, disques biologiques, biofiltres, filtres plantés de roseaux) ou des procédés à cultures libres (boues activées, lagunage).
- Traitements tertiaires qui retiennent, de façon plus ou moins importante selon les procédés de traitement, les colloïdes, bactéries, virus, œufs de parasite.
- Traitement très poussé quaternaire qui assure un filtrage de pointe et une purification de l'eau.

Selon les pays et les types de REUT, les procédés de traitement sont donc plus ou moins poussés :

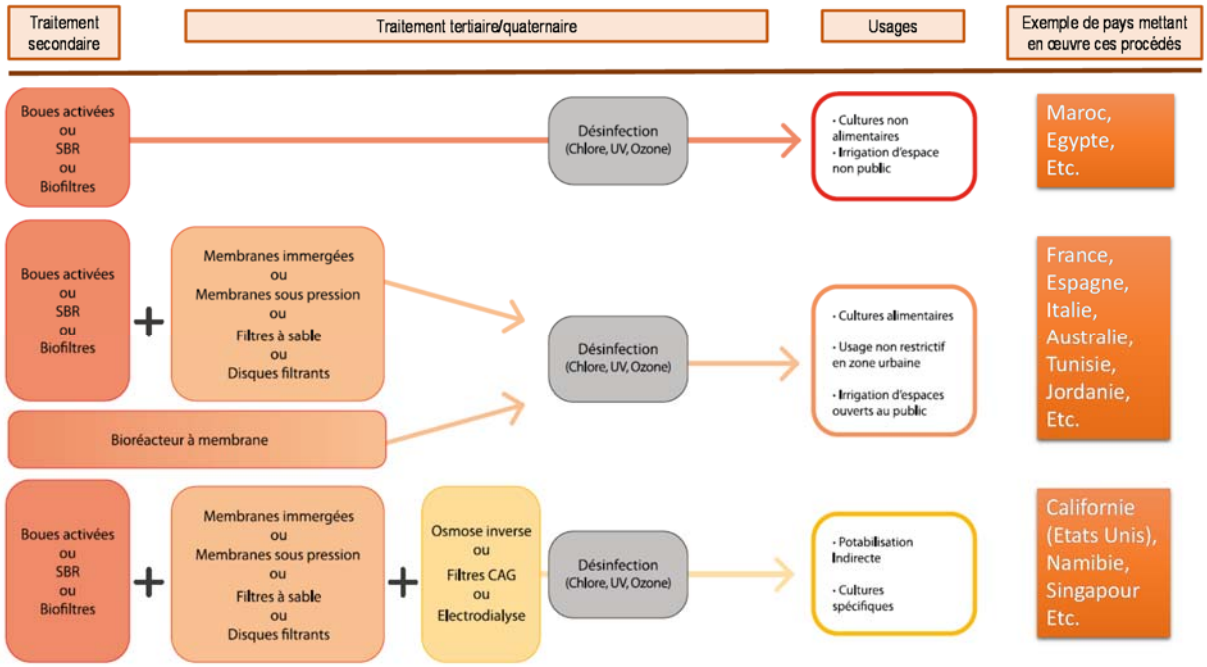
- En Amérique latine, dans la région méditerranéenne et au Moyen Orient, les procédés de traitement s'arrêtent de façon majoritaire à un niveau secondaire avec comme principale utilisation l'irrigation agricole restreinte (pas de maraîchage). En Amérique latine, le traitement secondaire est le plus souvent assuré par des étangs de stabilisation (procédé extensif), cela se retrouve aussi dans une partie de la région méditerranéenne et dans quelques états du sud des Etats Unis. Les traitements secondaires également développés sont des procédés intensifs de type boues activées.
- En Europe, de manière courante, les projets de REUT font suite à un traitement tertiaire plus ou moins poussé.
- En Californie, en Australie, Namibie et Singapour, le niveau de traitement est le plus souvent très poussé avec osmose inverse, après un traitement tertiaire. Cette nécessité est notamment justifiée lorsque l'usage final de l'eau est en lien avec l'alimentation en eau potable.

En se basant sur les données disponibles et en mettant en perspective les performances de traitement, on peut conclure que :

- en considérant les volumes annuels : la Chine, le Mexique et les États-Unis sont les pays qui réutilisent les plus grandes quantités, mais les deux premiers cités produisent des eaux de faible qualité liée à un niveau de traitement insuffisant.
- en considérant le pourcentage d'eau réutilisée par rapport à la quantité d'eau totale traitée, le Koweït, Israël et Singapour se placent aux premiers rangs. Mais, si l'on considère les avancées technologiques, ce sont les Etats-Unis (avec la Californie), Singapour, la Namibie et le Japon qui sont les pays les plus novateurs en termes de traitement.

Le schéma suivant illustre les pratiques de traitement mises en œuvre en fonction de l'usage et des pays.

Schéma 6-1 : Exemples de procédés de traitement en fonction de l'usage et exemples de pays le pratiquant



6.3.2 Le traitement en Tunisie : un parc épuratoire bien développé mais vieillissant

PARC DES STATIONS D'EPURATION

En Tunisie, l'assainissement collectif est bien développé, les réseaux d'assainissement sont connectés à des stations d'épuration qui permettent le traitement des eaux usées.

Comme indiqué au chapitre 4, le parc des stations d'épuration de l'ONAS, au 1er janvier 2019, est composé de **122 stations d'épuration dont 113 stations urbaines (dont 3 inaugurées depuis 2017), 8 stations rurales et 1 station industrielle**.

ANCIENNETE DU PARC DES STATIONS

Comme indiqué dans le tableau ci-dessous, la majorité des stations d'épuration ont été construites il y a entre 15 et 30 années, voir même il y a plus de 30 ans pour 18 d'entre elles. De ce fait, le parc commence à être vieillissant. L'ONAS s'est engagé dans une politique de réhabilitation de ces stations (cf. tableau ci-dessous).

Tableau 6-1 : Ancienneté des stations d'épuration et réhabilitation

Ancienneté des STEP/ Date de création	Nombre de STEP	Nombre de STEP ayant fait l'objet d'une réhabilitation et/ou extension dans les 5 dernières années	Nombre de STEP en cours de réhabilitation (ou prévision de réhabilitation)
STEP ≥ 30 ans	18	4	8
15 ans ≤ STEP < 30 ans	53	7	18
5 ans ≤ STEP < 15 ans	30	1	5
STEP < 5 ans	9	3	0
Total	110[40]	15	31

[40] *NB : La date de création d'une des 111 STEP urbaines n'est pas mentionnée*

Source : ONAS (Fichier Caractéristiques STEP)

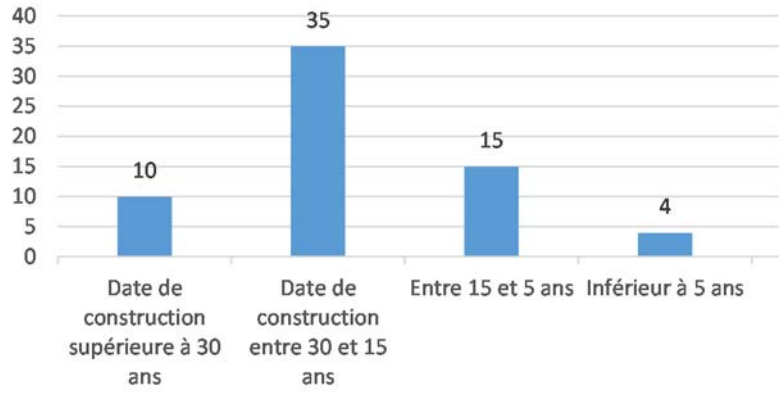
Analyse plus ciblée concernant les STEP avec de la REUT à leur aval

Le nombre de stations à partir desquelles il y a de la REUT est présenté dans le tableau ci-dessous, en fonction de l'ancienneté des STEP.

Tableau 6-2 : Ancienneté des stations d'épuration avec un projet de REUT

Ancienneté des STEP avec REUT	*Nombre de STEP*	*% de STEP avec REUT / STEP totales créées*
STEP ≥ 30 ans	10	56%
15 ans ≤ STEP < 30 ans	35	66%
5 ans ≤ STEP < 15 ans	15	50%
STEP < 5 ans	4	44%
Total	**64**	**58%**

NB : le tableau fournit par l'ONAS pour cette analyse ne comportait que 64 STEP sur les 66 concernées par de la REUT

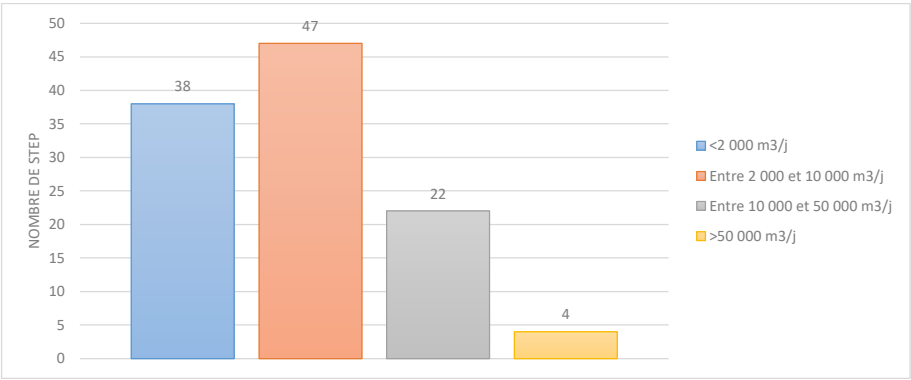


Cette approche confirme que l'essor des projets de REUT, il y a une vingtaine d'années en Tunisie, coïncide avec la création de STEP à cette époque-là. Depuis, un ralentissement des projets de REUT est constaté, le pourcentage (44%) de projets de REUT à l'aval d'une STEP est inférieur ces dernières années à celui d'il y a une plus de 15 ans (entre 50 et 66%).

CAPACITE NOMINALE DES STATIONS

Les stations d'épuration en Tunisie sont majoritairement de capacité moyenne comme illustré sur la figure ci-après.

Figure 6-4 : Capacité nominale des STEP en Tunisie



Source : ONAS (Fichier Caractéristiques STEP)

Enjeu de la taille des stations pour la REUT

Pour développer les projets de REUT, il peut sembler opportun de développer les projets de coopération intercommunale quand cela est possible afin de construire des stations de capacité moyenne, voire de plus grande capacité, pour permettre de fournir des quantités d'eau suffisantes pour un projet d'envergure et mutualiser les infrastructures. En effet, si l'eau fournie est insuffisante en terme de quantité, cela peut provoquer des conflits d'usage à l'aval ou générer un prix de revient de l'eau usée traitée pour de la REUT trop élevé, lié à la proportion de coûts fixes élevée au niveau des charges.

Cette analyse est, cependant, à relativiser et une étude au cas par cas s'impose à l'occasion des schémas d'assainissement pour prendre en compte les contraintes de dimensionnement et de fonctionnement. Cette analyse sera portée et développée en Phase 2 et permettra de mettre en évidence si, en Tunisie, la coopération intercommunale est à privilégier ou si, comme développé dans certains pays, le paradigme : « *great is beautiful but small is smart*" est à privilégier.

Volumes d'eau traités par les stations et part des eaux usées traitées actuellement objet d'une réutilisation

Ce point a été développé au chapitre 4.

TYPE DE PROCEDE DE TRAITEMENT

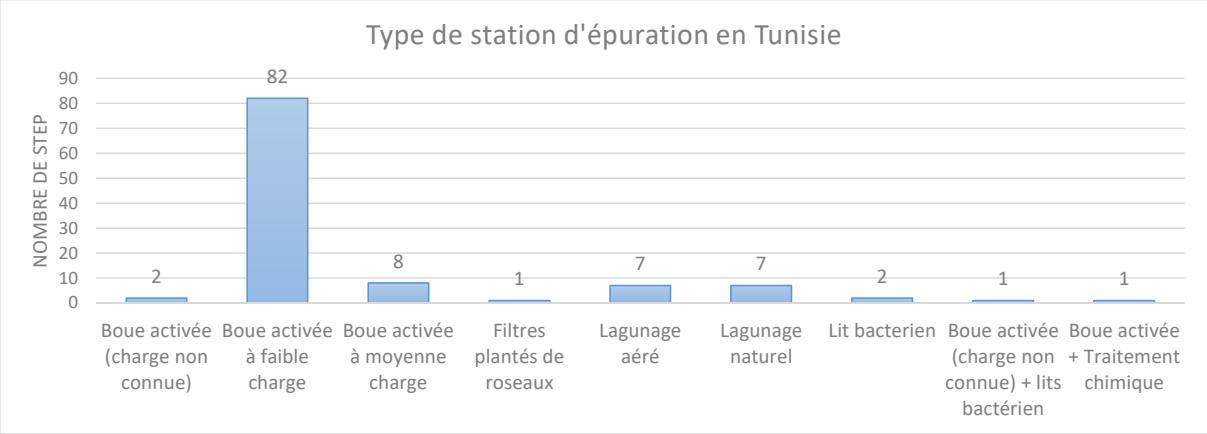
Le parc des stations d'épuration est majoritairement composé de stations de type boues activées (cf. figure ci-après). Ce type de traitement est largement éprouvé dans le monde et a de très bonnes performances pour le traitement de la matière organique et partiellement sur les nutriments : azote et phosphore.

Par contre, son efficacité sur les paramètres microbiologiques est très limitée, voire sans effet.

Cependant, il apparait que l'arrêté de 2018 exige le respect de nombreux paramètres. Le traitement de certains paramètres n'est pas efficace dans le cadre des procédés de traitement conventionnels couramment appliqués en Tunisie. En effet, ils nécessitent un traitement complémentaire pour atteindre les exigences en matière de microbiologie et physico-chimie si les effluents bruts contiennent des ETM.

Pour rappel, la conception des stations d'épuration jusqu'en 2018 a été basée sur le respect de la norme NT 106.02.

Figure 6-5 : Type de traitement secondaire en Tunisie



Source : ONAS, 2017

Enjeu du traitement tertiaire pour la REUT

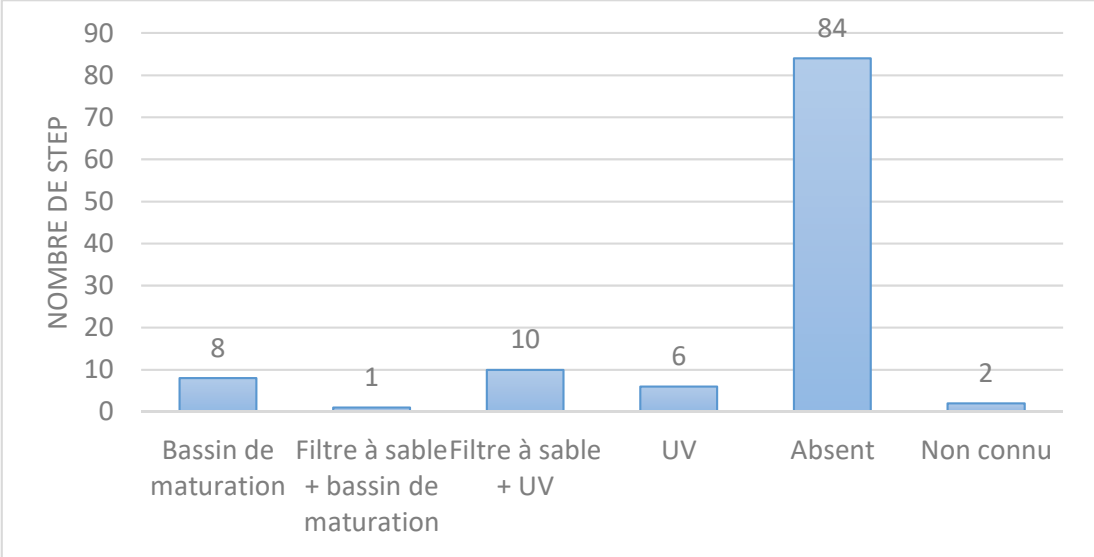
Afin d'améliorer l'efficacité du traitement sur les paramètres microbiologiques et ainsi limiter les risques sanitaires pour les usagers, des traitements complémentaires sont nécessaires.

En Tunisie, ces traitements sont peu développés, ils sont mis en place que sur des stations d'épuration qui ont des projets de REUT mais pas de manière automatique. **Sur les 66 stations avec un projet de REUT, seules 25 sont dotées d'un tel traitement.** Il est à noter que ces traitements sont soit assez énergivores (traitement par rayons Ultra-Violets), soit très consommateurs d'espace (bassin de maturation). Lorsqu'ils sont en place, leur utilisation est généralement limitée à la période d'irrigation (exemple : station de Kairouan), ou de manière épisodique (exemple : station de Gafsa).

La liste des technologies de traitement tertiaire (lagunage, chloration, ozonation, UV, acide peracétique, etc.) fera l'objet d'un développement dans la Phase 2, notamment pour cibler des techniques de traitement les moins énergivores possibles.

Le graphe suivant indique le nombre de stations par type de traitement tertiaire.

Figure 6-6 : Nombre de stations par type de traitement tertiaire en Tunisie



INFRASTRUCTURES

Le développement des stations d'épuration sur l'ensemble du territoire est homogène, par contre le parc est vieillissant et parfois en saturation (par exemple STEP de Gafsa, de Siliana, SE3). De plus, un certain nombre d'infrastructures mises en place sont non fonctionnelles (exemple : automatisation et notamment au niveau des traitements tertiaires à El Fahs, Médenine, SE4).

A gauche, génie civil très détérioré au niveau du rejet de la STEP de SE3 et à droite, équipements UV non fonctionnels au niveau du rejet de la STEP de El Fahs




Photo BRLi, 2019

Les projets de réhabilitation des STEP sont nombreux mais tardent pour certains à être mis en œuvre (SE3, Siliana, Korba, Gafsa (chantier bien avancé mais non achevé à ce jour), Menzel Bourguiba, ZI de Monastir pour délester la STEP de El Frina saturée, etc.). Il existe donc actuellement une **opportunité pour que la réflexion sur la réhabilitation des STEP soit menée en parallèle de la réflexion sur le développement de la REUT.** Cela permettra d'adapter la qualité de l'eau à l'usage visé et ainsi de limiter les incohérences dans les investissements (par exemple le choix de la cogénération sur SE4 paraît peu opportun avec le niveau de qualification du personnel et le niveau de rentabilité escompté). Dans ce cadre, la mise en place de traitement complémentaire est à étudier au cas par cas, en fonction de l'usage aval.

Présence de mousse au niveau du rejet de la STEP de Gafsa



Photo BRLi, 2019

FONCTIONNEMENT (QUALITE DE L'EXPLOITATION)

Une des forces de la gestion des STEP tient à la grande expérience du gestionnaire principal qu'est l'ONAS. Ce point a été relevé lors des enquêtes de terrain : la technicité de la grande majorité des personnes en charge de l'exploitation est élevée.

A partir de ce constat, **les problématiques en lien avec les performances des stations semblent davantage liées aux manques de moyens humains et matériels,** cette problématique a été ressentie notamment au niveau des enquêtes ciblées (SE1, Ouardanine, SE3, El Frina). La maintenance est également pointée comme étant difficile à assurer du fait d'un système centralisé avec parfois un manque de réactivité qui prolonge les périodes de dysfonctionnement des stations d'épuration (cas de Ouardanine, SE3, El Frina, Kairouan 2, Djerba Aghir). Par ailleurs, on note que peu de pièces de rechange sont présentes sur les sites de stations d'épuration.

A gauche, pompe de recirculation en arrêt au niveau de la STEP de Ouardanine ; A droite, agitateurs en panne au niveau de la STEP de El Frina





Photo BRLi, 2019

Les études de faisabilité des **projets de « concessions »** pour la construction et l'exploitation de plusieurs stations d'épuration (STEP du Sud Est de la Tunisie, dont STEP El Hamma, et du Grand Tunis) pour 10 ans sont en cours de mise en œuvre. L'exploitant sera responsable de :

- la maintenance et les frais de personnel,
- la qualité de l'eau,
- la réhabilitation et les investissements à 50% (les 50% restant seront à la charge de l'ONAS).

Un suivi au niveau de l'ONAS sera nécessaire pour vérifier les niveaux de performance exigés et contrôler les prestations produites.

Cette expérimentation permettra d'avoir un regard sur les deux situations suivantes :

- Situation où l'ONAS a un seul rôle : celui d'organisme assurant la mise en œuvre de la stratégie nationale de l'assainissement et le contrôle de l'exploitation des stations,
- Situation où l'ONAS a un rôle double en ajoutant celui d'exploitant.

Il sera ainsi possible de voir si la concession a un impact sur la performance des stations et la réactivité en cas de maintenance et changement de pièces.

NB : certaines stations (comme la STEP El Hamma) ont passé des contrats de maintenance avec des sociétés mais ces contrats sont souvent courts (parfois quelques mois),, sans objectif de performance et pas toujours renouvelés, ce qui ne permet pas d'améliorer l'exploitation dans ce cas.

L'ASPECT ECONOMIQUE : UNE ADEQUATION DIFFICILE AVEC LA PERFORMANCE DES STEP

La plupart des systèmes de traitement dans le monde exigent une consommation énergétique élevée, notamment lorsque le traitement a recours à des procédés de type membrane.

Les principaux facteurs déterminant la consommation d'énergie pour le traitement sont la taille de la station d'épuration et les technologies de traitement utilisées. En général, plus le niveau de traitement est élevé, plus le coût énergétique est important. La consommation énergétique a également un coût en termes d'émissions de gaz à effets de serre. La rationalisation des coûts de l'énergie est donc un enjeu important et ce sujet sera l'objet de développement dans le cadre de la Phase 2. Les réflexions sur l'efficience énergétique menées par l'ONAS y seront intégrées.

Part de l'énergie dans le coût d'exploitation en Tunisie

Les stations d'épuration sont majoritairement de type boues activées en Tunisie. Ce type de procédé exige des besoins en énergie importants, notamment pour l'aération du bassin de boues activées qui est le cœur du procédé de traitement des eaux.

Le tableau suivant est la retranscription directe de la répartition des dépenses inscrites dans le rapport global annuel d'exploitation de l'ONAS pour l'année 2017.

Tableau 6-3 : Part du coût de l'energie dans le coût d'exploitation (selon le rapport global annuel 2017)

STEP	Salaires dinars	Energie dinars	Entretien et maintenance dinars	Produits consommables et autres produits dinars	Polymères pour la déshydratation des boues dinars	Exploitation privé dinars	Total dinars	Part de l'énergie dans le coût d'exploitation calculé par BRLi
Grand Tunis	2 114 912	7 657 938	1 236 761	328 755	605 629	881 978	12 825 973	59,7%
Nord	2 392 832	4 503 008	54 289	103 472	193 434	1 265 770	8 512 805	52,9%
Centre	2 283 405	4 248 518	363 309	188 392	414 533	1 505 161	9 003 318	47,2%
Sud	1 362 058	2 872 747	781 466	19 945	-	1 347 225	6 383 441	45,0%
Total	8 153 207	19 282 211	2 435 825	640 564	1 213 596	5 000 134	36 725 537	52,5%

L'ordre de grandeur concernant la part de l'énergie dans le coût d'exploitation confirme que l'énergie est la part prépondérante dans le coût d'exploitation.

Ce ratio est cohérent avec ce qui est observé dans les pays pratiquant le même type de traitement.

L'approche sur les coûts énergétiques a été également conduite en rapportant les frais d'énergie au volume traité. Le tableau suivant présente cette analyse.

Tableau 6-4 : Consommation énergétique et Coût de l'énergie par m³ d'eau traitée

Région	Volume traité (m³/an)	Frais d'énergie (DT)	Coût en DT de l'énergie ramenée à 1m³ d'eau traitée
Nord	51 279 820	4 503 008	0,089
Grand Tunis	109 063 454	7 657 948	0,070
Centre	57 888 588	4 248 518	0,074
Sud	41 550 479	2 872 747	0,070
Total général	**265 860 941**	**19 282 210**	**0,072**

Source : ONAS, Tableau transmis dans le cadre des remarques du rapport de Phase 1 version 2

Nous pouvons retenir que le coût de dépense énergétique par m³ pour le traitement des eaux usées en Tunisie est de l'ordre de 0,072 dinars. Ne disposant pas des données consolidées de consommation énergétique par région, nous avons cherché à calculer un ordre de grandeur de la consommation énergétique unitaire par m³ pour le traitement de l'eau usée en divisant le montant des dépenses par un prix moyen du kWh de 295 millimes (valeur 2017). Sur la base de ce calcul, la consommation est estimée à 0,25 Kwh/m³.

Pour mémoire, on peut citer les ordres de grandeur suivants concernant les dépenses énergétiques pour le traitement des eaux usées et des boues (Roche, 2019) :

- Traitement des eaux usées : de 0,3 à 1 kWh/m³ ;
- Traitement des boues : de 0 à 1 kWh/m³ ;
- Total : de 0.3 à 2 kWh/m³.

Il apparait que, au regard de ces ordres de grandeur, la Tunisie se situe en fourchette basse en termes de consommation énergétique pour le fonctionnement des stations d'épuration.

Consommation énergétique selon les procédés de traitement en Tunisie

La consommation énergétique selon les types de procédé de traitement est présentée dans le tableau ci-après. Le rendement énergétique a été calculé à partir des éléments mentionnés dans les rapports annuels individuels (pour chaque STEP). Pour information, dans le rapport global d'exploitation, le rendement énergétique mentionné dans le rapport global annuel d'exploitation de 2017 transmis par l'ONAS mentionne une consommation énergétique de 0,93 kWh/ kg de DBO_5 éliminée, cette valeur est faible et doit prendre en compte les STEP rurales, avec des procédés moins énergivores.

Tableau 6-5 : Consommation énergétique en fonction du type de procédé de traitement

Type de procédé de traitement		Nombre d'installations	Consommation d'énergie journalière pour l'ensemble des installations concernées kWh	Moyenne de la consommation énergétique en kWh/ kg de DBO_5 éliminée
Procédés extensifs :	Lagunage, Filtres plantés	8	2 300	0,29
	Lagunage aéré	6	8 325	1,52
Procédés intensifs	Boues activées, chenal d'oxydation	86	252 264	1,38
	Lit bactérien	2	872	2,22
	Total général	**102**	**263 790**	**1,33**

Source : ONAS, Rapports annuels 2017 – L'information est disponible pour 102 STEP sur 111

La technologie de traitement par boues activées est moins consommatrice en kWh/ kg de DBO_5 éliminée que d'autres technologies plus performantes pour le traitement, mais plus énergivores Pour illustrer ce point, le tableau ci-dessous présente les consommations énergétiques moyennes pour de telles technologies (NB : il s'agit d'un contexte français, ce qui peut expliquer la différence de consommation pour le procédé de traitement boues activées)

Tableau 6-6 : Approche de la consommation energétique selon les procédés de traitement en France (source : ASTEE - Nicolas Roche - Economie circulaire appliqué au cycle d'usage de l'eau)

Type de procédé de traitement	Consommation en kWh/ kg de DBO_5 éliminée
Boues activées	3,2
Biofiltres	4,5
SBR (Sequential Batch Reactor)	4,6
MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor)	6,5
BRM (Bioréacteurs à Membranes)	6,8

Situation de la Tunisie concernant les ratios énergétiques au niveau des stations d'épuration

Les consommations énergétiques constatées pour les STEP tunisiennes ne sont pas très élevées par rapport à ce qui est constaté dans d'autres pays. Ainsi, concernant les boues activées, la consommation moyenne de 1,38 kWh/kg de DBO_5 éliminée constatée sur l'ensemble des STEP pratiquant ce procédé en Tunisie, représente seulement 63% de la moyenne internationale estimée à 2,2 kWh/kg de DBO5 éliminée pour ce type de procédé (3,2 kWh/kg de DBO5 éliminée en France).

Ce constat recoupe probablement des éléments de dysfonctionnement constatés lors des enquêtes. Nous formulons l'hypothèse que, pour des questions de rationalisation des coûts, les équipements les plus énergivores sont parfois mis en arrêt de façon intermittente (arrêt partiel de l'aération, des pompes, des traitements UV, etc.). Cela engendre alors un fonctionnement dégradé de la station et donc une qualité d'eau traitée moins bonne.

Pour éviter les pratiques de fonctionnement dégradé des STEP, **certaines pistes d'amélioration pourraient être envisagées,** telles que :

- Le **remplacement des turbines d'aération par des systèmes fines bulles** moins énergivores (des réalisations ont déjà été faites comme à Charguia, El Frina et des projets sont à l'étude : Kairouan 2, El Hamma)

Aérateurs avec turbines (STEP de Siliana et Ouardanine)



Photo BRLi, 2019

- La **télégestion et l'automatisation**. Par exemple, il serait intéressant que l'asservissement des surpresseurs fournissant l'oxygène soit mis en œuvre avec la mise en place de capteurs d'oxygène dissous et sondes redox afin de régler les apports d'O_2 aux besoins,
- L'équipement des sites des STEP, quand la faisabilité est avérée, de systèmes d'énergie autonome et renouvelable comme des **panneaux solaires** (mis en œuvre sur la station d'épuration de SE3).

Par contre, les **procédés de cogénération** qui sont aussi une solution à l'autonomie énergétique demandent des **moyens humains importants en termes de temps, de gestion et de technicité et n'atteignent pas les taux de rentabilité prévisionnels.** Certaines expériences n'ont d'ailleurs pas été concluantes comme la STEP de Charguia (digesteur à l'arrêt). On note pourtant que de nombreux projets de ce type sont en cours (Gafsa, Gabès, SE4). Ces projets sont à suivre attentivement pour qu'ils atteignent les performances énergétiques attendues.

6.3.3 Les options technologiques de demain

Les procédés de traitement ont été le plus souvent conçus en vue de respecter des niveaux de rejets dans le milieu récepteur, en réponse à une contrainte réglementaire.

Au niveau international, nous avons noté au chapitre 5 la diversité des réglementations concernant les niveaux de qualité à atteindre pour la REUT et ceci pour un même usage. Ainsi, il n'y a pas aujourd'hui une correspondance directe entre réglementation pour un usage et procédé de traitement.

De plus, selon les pays, la mise en œuvre et la conception de certains procédés de traitement ne sont pas envisageables car les coûts d'investissement et d'exploitation peuvent, dans certains cas, être un frein au développement des projets de REUT.

Pour avancer sur le sujet, plusieurs initiatives de développement technologique sont actuellement en cours, par exemple :

- MADFORWATER. Ce projet de recherche et d'innovation regroupe 18 partenaires répartis dans 6 pays de l'Union Européenne, la Suisse et la Chine et 3 pays méditerranéens dont la Tunisie. Il a pour objectif de développer et valider des technologies sélectionnées grâce à quatre installations de démonstration. Deux sont situées en Tunisie :
  - Installation de démonstration pour le traitement et la réutilisation des eaux usées municipales à Choutrana et Ariana, en Tunisie : d'une capacité d'environ 10 m^3/j, elle est constituée d'un ensemble multiple de technologies de traitement intégrées, à savoir :
    - un lit bactérien nitrifiant assurant le traitement secondaire des matières organiques et de l'ammoniac,
    - un décanteur secondaire pour la sédimentation des boues,

  - un marais artificiel pour l'élimination des métaux lourds et des éléments nutritifs restants,
  - une unité de désinfection chimique,
  - et un système de déshydratation des boues secondaires en excès.
- Installation de démonstration consacrée au traitement et à la réutilisation des eaux usées textiles dans l'industrie de Gwash (Nabeul, Tunisie) : elle comprend la chaîne de traitement suivante :
  - une unité de prétraitement par coagulation / floculation,
  - un clarificateur primaire,
  - un bioréacteur à lit mobile aérobie,
  - un clarificateur secondaire,
  - un filtre d'adsorption de colorant placé sur les résines pour éliminer davantage la couleur restante,
  - et un lit de séchage pour la déshydratation des boues.

- Les projets de recherche et de développement s'accélèrent en ce moment sur la REUT des eaux grises et la séparation à la source pour la récupération du phosphore et de l'azote.

Ces projets, parmi d'autres, seront davantage explicités dans la phase 2 de l'étude, lors de l'analyse prospective de la REUT en Tunisie.

6.3.4 Éléments de conclusion sur le traitement des eaux usées et recommandations

ELEMENTS DE CONCLUSION

On présente ici la synthèse du diagnostic structurel du parc des stations ainsi que des pistes d'amélioration. Les aspects de performance de traitement et leurs effets sur la qualité de l'eau sont développés dans le chapitre 6.5.

Le parc de stations est-il en soi en adéquation avec la volonté affirmée de développer la REUT ?

L'analyse de la constitution du parc des stations d'épuration met en évidence des atouts forts pour le développement de la REUT :

- Les capacités des stations d'épuration sont majoritairement dans la gamme de moyenne capacité. Ces capacités permettent d'assurer un volume suffisant pour des projets d'envergure de REUT. Ce constat ne s'applique pas si la REUT ne concerne que les eaux grises ou les projets de REUT portant sur la séparation à la source, mais ce type d'utilisation est pour l'instant marginal à l'échelle internationale.
- La création de stations d'épuration fait partie de la stratégie d'assainissement du pays depuis plusieurs dizaines d'années.
- La dynamique des projets de réhabilitation pour renouveler le parc vieillissant des stations d'épuration est un réel atout pour le développement concomitant des projets de REUT.
- Les procédés de traitement en place sont très efficaces pour l'abattement des matières organiques. Cette efficacité est nécessaire pour atteindre un bon niveau de qualité. Il est cependant à noter que le traitement des paramètres microbiologiques est à l'heure actuelle peu développé.

RECOMMANDATIONS

Au regard de la situation actuelle, les grandes orientations qui se dégagent sont les suivantes :

- **Poursuivre la dynamique existante de réhabilitation des STEP** et définir les traitements nécessaires, en prenant en compte l'usage aval potentiel.
- **Améliorer la fiabilité, les performances, la flexibilité et la robustesse du parc épuratoire existant** : progresser dans la maintenance et le renouvellement des ouvrages ;

- **Mettre en œuvre des technologies de traitement moins énergivores et optimiser les équipements** existants pour la recherche d'économies d'énergie : des initiatives sont en cours pour réduire les coûts énergétiques : aération fines bulles, automatisation, télégestion, panneaux solaires, cogénération.
- **Mettre en place des dispositifs opérationnels en amont des STEP pour le respect des exigences de rejet dans le réseau public d'assainissement** (RPA) (Arrêté du 26 mars 2018).

6.4 LE STOCKAGE ET LE TRANSFERT DES EAUX JUSQU'AUX USAGES

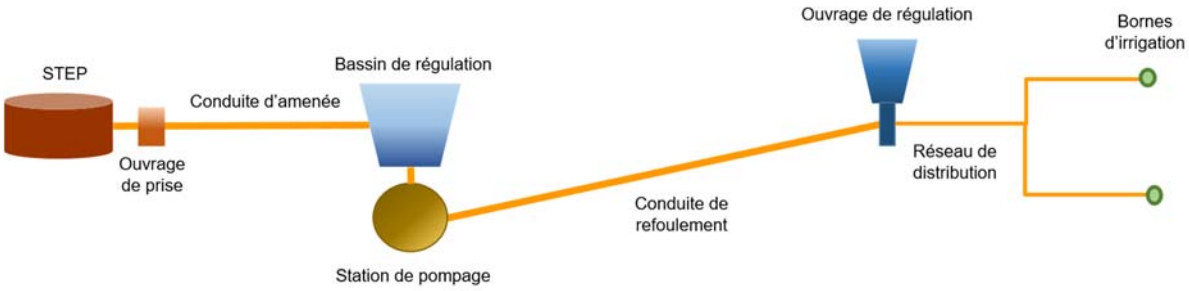
6.4.1 Description des systèmes de stockage et de transport

Cette partie décrit les modes de transfert des EUT les plus courants en Tunisie, depuis la sortie de la STEP jusqu'au lieu de réutilisation, pour les usages les plus répandus : les périmètres irrigués et les golfs.

CAS DES PERIMETRES IRRIGUES

Le schéma suivant illustre les systèmes de transport des EUT pour alimenter les périmètres irrigués, que l'on retrouve dans la majorité des cas.

Figure 6-7 : Schéma général du réseau et des ouvrages de transport des EUT de la sortie de la STEP jusqu'aux PI



Ouvrage de prise

Cet ouvrage est présent directement en sortie de STEP sur la conduite d'évacuation vers le milieu récepteur. Il permet de dévier les EUT vers le bassin de régulation (ou vers la bâche de la station de pompage si celui-ci n'existe pas). En dehors des périodes d'irrigation quand les EUT ne sont pas utilisées par les agriculteurs, l'ouvrage de prise dirige les EUT vers le milieu récepteur.

Conduite d'amenée

La conduite d'amenée transporte les EUT de la STEP jusqu'au bassin de régulation par écoulement gravitaire. Cette conduite ne dépasse en général pas les 200 m de long car le bassin et la station de pompage sont souvent situés à proximité de la STEP. Dans certains cas, cette conduite est à ciel ouvert (ex du périmètre irrigué d'El Hamma et de Talbet/Meghzel).

Figure 6-8 : Canal d'amenée des périmètres irrigués de Talbet et Meghzel



Source : BRLi, mars 2019

Bassin de régulation

Un bassin de régulation est présent juste en aval de la STEP pour la plupart des périmètres irrigués. Le bassin permet d'optimiser l'utilisation des EUT produites par la STEP lors des périodes de forte consommation d'eau par les cultures. En effet, la STEP produit des eaux sur 24 h à un débit variable en fonction des rejets d'eau par la population, tandis que l'irrigation en période de pointe a souvent lieu sur une période de 16 h dans la journée avec une temporalité différente.

Le bassin de régulation permet donc d'établir une régulation entre l'offre et la demande, à l'échelle de la journée, en stockant les EUT pendant les heures d'arrêt de l'irrigation.



Source : BRLi, mars 2019

Dans les cas documentés, le bassin, bien qu'il soit souvent appelé bassin de « stockage » par les usagers plutôt que de régulation, n'est pas dimensionné pour effectuer un stockage inter-saisonnier. Lorsqu'il y a peu d'irrigation (en hiver par exemple), les EUT excédentaires produites sont donc rejetées dans le milieu récepteur.

Station de pompage

En aval immédiat du bassin de régulation, une station de pompage permet de refouler les EUT vers l'ouvrage de régulation. Une pompe de secours permet de prendre le relais si l'une des autres est en panne. Cette station et le bassin de stockage sont souvent contenus à l'intérieur du périmètre d'emprise de la STEP, ce qui permet de ne pas avoir d'acquisition foncière supplémentaire à effectuer et de gérer plus facilement les équipements.

La station de pompage est en général à la charge du CRDA, que ce soit pour la maintenance, ou les frais d'énergie. Cependant, il existe d'autres cas où c'est l'ONAS qui en est responsable (Dhraa Tammar à Kairouan), le GDA (Aguila à Gafsa), voire un mixte entre le GDA et le Groupe Chimique Tunisien (El Hamma à Gabès). Pour le GCT, le financement d'une partie du coût de pompage est une mesure de compensation environnementale.

Les EUT sont ensuite transportées via une conduite de refoulement enterrée, un débitmètre permet de mesurer le débit sortant de la station. Les périmètres irrigués se trouvent en général à moins de 3 km de la station de pompage, sauf pour celui d'El Hajeb à Sfax qui a nécessité une conduite de refoulement de 12 km.

Ouvrage de régulation

L'ouvrage de régulation permet qu'il n'y ait pas de refoulement direct des EUT dans le réseau de distribution. Il assure une régulation entre le débit pompé et le débit d'appel et participe à la protection du réseau contre les phénomènes de coups de bélier. Il se présente souvent sous forme d'un réservoir surélevé sur des piliers de type château d'eau ou sur des collines. La desserte du périmètre se fait ensuite de manière gravitaire.

Figure 6-10 : Château d'eau du périmètre irrigué d'Ouljet El Khoder



Réseau de distribution

A partir de l'ouvrage de régulation, un réseau de distribution, constitué de conduites généralement enterrées, dessert l'ensemble des bornes d'irrigation.

Bornes d'irrigation

Les bornes sont équipées d'un robinet-vanne et d'un compteur tangentiel (pas toujours présent). Ensuite, le réseau d'irrigation à la parcelle est installé par l'agriculteur. Les modes d'irrigation et le devenir des EUT après les bornes d'irrigation au niveau de l'usage agricole sont abordés dans le Chapitre 11.

Le tableau suivant illustre la variété des dimensionnements des ouvrages de transfert des périmètres irrigués enquêtés lors de cette étude.

Figure 6-11 : Borne d'irrigation du périmètre irrigué El Khdirat



Source : BRLi, mars 2019

Tableau 6-7 : Caractéristiques du réseau de transfert des EUT des périmètres irrigués enquêtés

Périmètre irrigué	Bassin de stockage	Station de pompage	Ouvrage de régulation
Souhil	SE3 : 1 000 m³ E4 : 4 500 m³	SE3 : pompes de 50 l/s, HMT = 55 m SE4 : 3 pompes de 90 l/s, HMT = 68 m	2 000 m³
El Kdhirat	750 m³	2 pompes de 18 l/S, HMT = 75 m	700 m³
Mediouna	1 000 m³	3 pompes de 50 l/s, HMT = 71 m	200 m³
Dhraâ Tammar	1700 m³ + 5 000 m³	3 pompes de 80 l/s, HMT = 24 m	
Ouardanine	1 000 m³	3 pompes de 17 l/s, HMT = 300 m	500 m³
El Hamma	1 200 m³	3 pompes de 17 l/s, HMT = 27 m	100 m³
Meghzel	Bassins de lagunage de l'ONAS	2 pompes de 25 l/s, HMT = 63 m	50 m³
Talbet	Bassins de lagunage de l'ONAS	2 pompes de 18 l/s, HMT = 45 m	50 m³
Ouljet El Khoder	1 000 m³	2 pompes de 25 L/s, HMT = 50 m	50 m³
Oued Essid	2 500 m³	2 pompes de 30 l/s, HMT = 50 m	25 m³
Aguila	2 500 m³	2 pompes de 30 l/s + 2 pompes de secours	Pas d'ouvrage
Borj Touil	3 800 m³	6 pompes de 420 l/s, HMT = 125 m	Pas d'ouvrage
El Hajeb	Pas de bassin	4 pompes de 80 l/s	250 m³

CAS DES GOLFS

Pour les golfs, le transport des EUT suit le même principe que pour les périmètres irrigués, sauf qu'à la place d'un bassin et d'un ouvrage de régulation, on trouve des lacs de stockage. Ces derniers ont une capacité de stockage qui varie entre 20 000 et 40 000 m³ en fonction de la taille des golfs et permettent de stocker les EUT entre 10 et 20 jours, en fonction des besoins en eau.

Outre ce rôle restreint de stockage, les études de faisabilité décrivent leur rôle de bassin de maturation pour décanter les matières en suspension et abattre la pollution microbiologique. Or, le temps de séjour et la qualité des EUT n'étant pas, ou peu, contrôlée par les golfs, il est difficile d'estimer l'efficacité de ces lacs de stockage pour améliorer la qualité de l'eau. Il n'y a pas de débitmètre installé en sortie des lacs de stockage, les débits consommés sont estimés à partir des rendements des stations de pompage.

Figure 6-12 : Schéma général du réseau et des ouvrages de transport des EUT de la sortie de la STEP jusqu'aux golfs

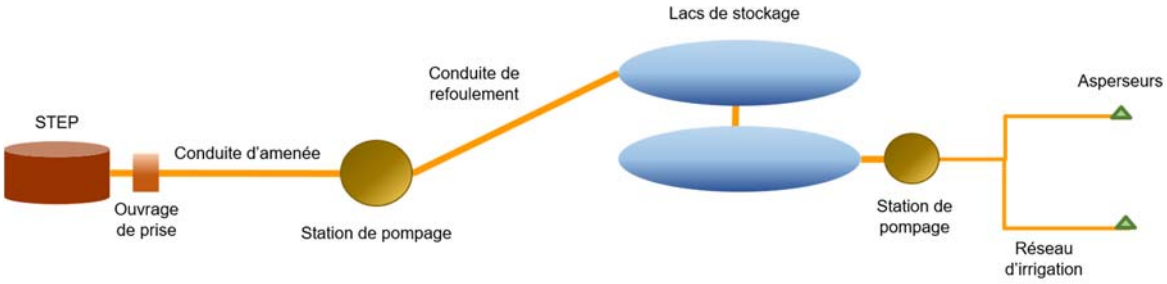


Figure 6-13 : Lac de stockage des EUT du Golf Flamingo



Source : BRLi, février 2019

6.4.2 Éléments de conclusion sur le stockage et le transfert des EUT et recommandations

ELEMENTS DE CONCLUSION

Les réseaux de transfert des EUT depuis la STEP vers le lieu de réutilisation en Tunisie se sont améliorés au fur et à mesure grâce à l'expérience des périmètres irrigués les plus anciens. Par exemple, des bassins de régulation sont maintenant ajoutés de manière systématique pour mieux réguler le débit d'irrigation en période de pointe, des traitements complémentaires (filtres à sable, à disques etc.) ont aussi été ajoutés pour réduire le colmatage du réseau de distribution, la majorité des conduites sont enterrées pour limiter la contamination des EUT en aval du traitement, etc.

Cependant, lors des enquêtes de terrain au niveau des périmètres irrigués et des golfs, des problèmes récurrents ont été notifiés au niveau du réseau de transfert des EUT et des ouvrages de stockage et de régulation :

Au niveau de **la quantité d'eau distribuée :** les débits d'équipements de certains périmètres irrigués sont calés sur le débit journalier de la STEP et aucune marge n'existe pour pallier une défaillance de production au niveau de la STEP. Ceci soulève un problème de continuité de service au niveau des périmètres irrigués à partir des EUT. De plus, les pompes au niveau des stations de pompage ne sont pas toujours en état de fonctionnement par rapport à la capacité de conception, notamment en période de pointe. Les filtres permettant un traitement complémentaire réduisent aussi le débit maximal pouvant être pompé. Il arrive donc aux agriculteurs de by passer le filtre afin d'avoir une quantité d'eau plus importante, au détriment de la qualité (périmètre irrigué d'Aguila, El Kdhirat).

Pour ce qui est de **la mesure du débit d'eau consommé :** les compteurs tangentiels présents au niveau des bornes d'irrigation sont peu précis et il y a donc un grand décalage entre ce qui est mesuré grâce au débitmètre de la station de pompage, quand il existe, et la mesure des compteurs. Ils ont même été enlevés dans certains périmètres irrigués car ils étaient jugés inutiles (périmètre irrigué Oued Essid). Il est donc difficile de connaître la quantité d'eau distribuée pour chaque agriculteur.

Au niveau de **l'état des infrastructures** : les réseaux de distribution sont peu réhabilités et sont donc vétustes (périmètres de Borj Touil, El Hajeb). Pour certains périmètres, le CRDA rencontre des soucis de fuites au niveau des stations de pompage ou encore de colmatage au niveau des bornes d'irrigation (périmètres de Talbet et Meghzel, Ouljet el Khoder) et n'est pas toujours compétent pour apporter des solutions. Les bassins de stockage (dont les lacs au niveau des golfs) sont peu entretenus et sont colmatés, des développements algaux sont observés, notamment en période estivale.

Figure 6-14 : Développement algal dans le bassin de stockage du périmètre irrigué de Ouardanine



Source : BRLi, février 2019

Pour finir, les CRDA ont fait part des difficultés d'**alimentation électrique des installations** (coupures électriques fréquentes). En heure de pointe, les coûts importants d'énergie pour le fonctionnement des stations de pompage sont aussi des freins à l'utilisation des EUT, surtout que ces heures correspondent souvent au moment de la journée où les agriculteurs doivent le plus irriguer (de 11h à 15h pour le cas des périmètres reliés à la station de pompage de la STEP SE4).

RECOMMANDATIONS

Les bassins de stockage existants constituent plutôt des bassins de régulation que de véritables stockages. La mise en place d'**un stockage plus important permettrait une régulation inter-mensuelle**, entre une production assez rigide, et des besoins très fluctuants.

Par ailleurs, les conditions de sécurité sanitaires sont dans la plus part des cas absentes (clôture, écriteaux de sensibilisation, etc.) et méritent d'être renforcées.

La consommation d'énergie au niveau des stations de pompage est un sujet important pour les GDA et les CRDA. Des **scénarios de financement** devront être proposés pour permettre aux usagers d'utiliser les eaux quand ils en ont besoin et d'assurer **la durabilité des systèmes de distribution** (maintenance, réhabilitation).

Plusieurs questions se poseront alors en termes de financement : Est-ce à l'usager des EUT de payer ? Au consommateur d'eau potable via la facture d'eau ? Aux grands consommateurs et pollueurs (exemple du financement par le GCT) ? A la municipalité dans la mesure où les zones de baignade seront moins dégradées pour le tourisme grâce à la REUT ?

Le recours aux énergies renouvelables pour diminuer les coûts sera aussi une piste à envisager en phase 2.

6.5 QUALITE DES EAUX USEES TRAITEES : ASPECT PERFORMANCE DU TRAITEMENT

6.5.1 Objectifs du bilan de la qualité effective à la sortie des STEP

La qualité des eaux usées traitées a été analysée grâce aux éléments transmis par l'ONAS. L'objectif de cette analyse est double :

- Dans un premier temps, réaliser le diagnostic de la situation actuelle pour les 66 STEP pour lesquelles tout ou partie des eaux usées traitées sont réutilisées. Cette analyse consiste à mettre en regard la qualité des eaux usées traitées avec les exigences de la réglementation pour la REUT. La seule réglementation existante étant celle dévolue à l'usage agricole (la norme NT 106.03), c'est cette norme qui a été utilisée.
- **Dans un deuxième temps, évaluer la conformité de la qualité de l'eau de 105 STEP aux exigences requises pour développer la REUT** (105 est le nombre de stations sur les 122 existantes pour lesquelles nous avons pu disposer de données sur la performance du traitement).

Cette analyse est préparatoire à la phase de prospective afin de définir les leviers possibles pour améliorer les taux de non-conformité selon les paramètres et pour proposer d'éventuelles adaptations réglementaires. Il n'existe pas actuellement de normes pour les différents usages en Tunisie, c'est donc la NT 106.02 (déversement dans le milieu récepteur) qui a été choisie pour réaliser l'analyse[41]. Le diagnostic par station sera pleinement exploité dans les phases ultérieures de l'étude. Cette approche permettra :

- Pour le court terme, de planifier les projets de REUT en fonction des qualités de traitement existantes pour les différentes STEP,
- Pour le moyen et long terme, de proposer des qualités de traitement en fonction des usages potentiels et existants.

6.5.2 Méthode

Les résultats des analyses inscrits dans les rapports annuels ONAS de 2017 ne répertorient pas tous les paramètres inscrits dans les normes NT 106.03 et NT 106.02 (respectivement 6[42] et 20[43] paramètres physico-chimiques). Les analyses qui suivent concernent donc l'ensemble des paramètres ayant fait l'objet de mesures et qui pouvaient être mis en relation avec la réglementation.

Les critères d'analyse ont été établis en fonction des données transmises. Le nombre et la qualité des données étant différents pour les 3 paramètres DBO_5, DCO, MES et les autres paramètres analysés, l'approche est différente pour chacun. La méthode retenue est la suivante :

- Critère pour définir la non-conformité :
  - **pour les paramètres DBO_5, DCO et MES, la caractérisation en « non-conformité » a été établie à partir des données transmises par l'ONAS.**

    Les stations d'épuration ont été considérées en non-conformité, pour le paramètre considéré, lorsqu'au moins un échantillon au cours de l'année ne respectait pas la limite de qualité fixée pour ce paramètre.

    Cette approche peut sembler stricte mais On constate cependant que, pour une station donnée, il est très rare de constater seulement un ou deux échantillons non conformes. Plus précisément, nous avons calculé que moins de 10% des stations d'épuration ont une proportion d'échantillons non-conformes sur l'année inférieure à 5%

41 Nous n'avons pas considéré les exigences de l'arrêté de 2018 car les données de qualité de l'eau datent de 2017 et c'est la NT 106.02 qui s'appliquait encore cette année-là.

42 Les analyses des paramètres : pH, fluorures, organochlorés, arsenic, bore et sélénium inscrits dans la norme NT 106.03 n'apparaissent pas dans les rapports annuels.

43 Les analyses des paramètres : pH, matières décantables, chlore actif, bioxyde de chlore, magnésium, potassium, sodium, calcium, couleur, bore, étain, molybdène, argent, arsenic, , bérilium, chrome 3+, antimoine, sélénium, titane, pesticides inscrits dans la norme NT 106.02 n'apparaissent pas dans les rapports annuels.

. En d'autres termes, une station est très rarement jugée « non-conforme » sur la base d'un seul échantillon non-conforme. Ainsi, ce tableau ci-dessous montrent qu'environ 40% des stations d'épuration classées en Non-conformités présentent plus de 50% d'échantillons non conformes.

Tableau 6-8 : Répartition du pourcentage de stations d'épuration en proportion du nombre d'échantillons non conformes

% de Non-Conformités sur le nombre total d'analyses	DBO5	DCO	MES
0< %NC <5%	8%	9%	14%
5%<= %NC <10%	12%	9%	9%
10 %<= % NC <30%	32%	20%	23%
30 %<= % NC <50%	8%	17%	14%
% NC > 50%	40%	44%	40%

Certes, une station d'épuration peut faire l'objet de dysfonctionnements seulement le jour du prélèvement. Cependant, les analyses ne sont pas effectuées de façon journalière, on peut donc supposer que lorsque la station ne satisfait pas les exigences le jour de l'analyse, cela peut arriver un certain nombre de fois pendant l'année. De plus, il n'y a pas, à ce jour, de système d'alerte qui permette d'arrêter immédiatement la réutilisation en cas de non-conformité.

Un exemple de tableau fourni par l'ONAS est présenté ci-après. Dans ce cas, on note par exemple que pour la DBO5, 24 échantillons sont conformes et 37 non conformes, sur un total de 61.

Tableau 6-9 : Exemple de tableau présenté dans les rapports annuels de l'ONAS

	Nombre d'analyse des Eaux usées trairées (sortie STEP)																	
	DBO5						DCO						MES					
	Réalisé par l'ONAS		Réalisé par le laboratoire PRIVE		Réalisé par l'exploitant privé de la station		Analyse réalisé par l'ONAS		Analyse réalisé par le laboratoire PRIVE		Réalisé par l'exploitant privé de la station		Analyse réalisé par l'ONAS		Réalisé par le laboratoire PRIVE		Réalisé par l'exploitant privé de la station	
	Nbre total	Nbre analyse conforme	Nbre total	Nbre analyses conforme	Nbre total	Nbre analyses conforme	Nbre total	Nbre analyse conforme	Nbre total	Nbre analyse conforme	Nbre total	Nbre analyse conforme	Nbre total	Nbre analyse conforme	Nbre total	Nbre analyse conforme	Nbre total	Nbre analyse conforme
Colonne N°	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
Unité	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
Janvier	4	3	2	2			4	3	2	1			4	4	2	1		
Février	4	1	2	1			4	1	2	0			4	1	2	0		
Mars	4	0	2	0			4	0	2	0			4	0	2	0		
Avril	4	0	2	0			4	0	2	0			4	0	2	0		
Mai	4	2	2	0			4	1	2	0			4	0	2	0		
juin	3	1	1	0			3	1	1	0			3	2	1	0		
Juillet	3	0	0	0			3	0	0	0			3	0	0	0		
Août	4	0	0	0			4	0	0	0			4	0	0	0		
Septembre	4	3	0	0			4	1	0	0			4	0	0	0		
Octobre	5	4	2	0			5	3	2	0			5	2	2	0		
Novembre	3	2	1	1			3	2	1	1			3	3	1	1		
décembre	4	4	1	0			4	3	1	0			4	4	1	0		
TOTAL	46	20	15	4			46	15	15	2			46	16	15	2		
Moyenne																		

- **Pour les autres paramètres**, l'ONAS n'établit pas de tableau de synthèse indiquant directement « conforme » ou « non-conforme ». Nous avons procédé nous même à la comparaison entre le résultat de l'analyse et la valeur réglementaire.

  Il a ensuite été considéré, comme pour DBO_5, DCO et MES, que **les stations qui présentent au moins un échantillon non conforme pour le paramètre étudié sur l'année 2017 sont classées non-conformes.**

  Pour mémoire, en moyenne le nombre d'échantillons réalisés sur ces paramètres est de 3 par an.

- **Critère conduisant à classer une station dans la catégorie « données non-exploitables »** : Pour certaines stations, soit il n'existe pas de prélèvement, soit les prélèvements ne sont pas exploitables. En effet, certains résultats retranscrits comportent la mention « < [c] » alors-même que la norme est inférieure à cette valeur [c]. Dans ce cas où le seuil de détection est supérieur à la norme, il n'est pas possible de conclure si l'échantillon est conforme.
- **Critère pour définir la conformité :**

Le taux de station conforme est obtenu par différence avec le taux des deux catégories précédentes :

$$\% S.C = 100 - \% des S.NC - \% S.NE$$

S.C = Station conforme

S.NC = Station non conforme

S.NE = Station pour laquelle la donnée n'est pas exploitable

6.5.3 Première analyse portant sur les 66 STEP dont les eaux usées traitées sont tout ou partie réutilisées

Les éléments présentés dans ce sous-chapitre correspondent à l'analyse de la situation actuelle pour les 66 STEP produisant de l'eau pour la REUT. Cette analyse comprend notamment des tableaux récapitulatifs de la conformité des 66 STEP à la norme NT 106.03.

Les tableaux présentés ci-après recensent les pourcentages de stations dont les échantillons d'eau ont fait l'objet d'analyses et dont les résultats ont pu être classés en « non-conformes », « conformes » et « non exploitables » avec la NT 106.03.

Les résultats sont donnés en nombre de station et en volume. Les principaux éléments à retenir sont résumés ci-dessous.

DBO$_5$, DCO, MES

Analyse et interprétation à partir des rapports de chaque station d'épuration (BRLi)

Globalement, l'analyse réalisée montre des résultats de non-conformité très élevés sur ces paramètres, **de l'ordre de 80% à 100% selon les paramètres** et le milieu récepteur. Ces pourcentages sont relativement semblables que l'on raisonne en nombre ou en volume traité. A noter que la Région Centre est la région qui présente les meilleurs taux de conformité (autour de 15%).

Pour les 66 stations concernées par un usage REUT à leur aval, et en termes de volume traité, on peut retenir, pour l'année 2017 :

- **Paramètre DBO$_5$** : **13,4 millions de m^3** traités sont conformes pour ce paramètre (soit environ 6% du total traité),
- **Paramètre DCO** : **5,7 millions de m^3** traités sont conformes pour ce paramètre (soit environ 3% du total traité),
- **Paramètre MES** : **6,3 millions de m^3** traités sont conformes pour ce paramètre (soit environ 3% du total traité).

Pourtant, le procédé de traitement des stations d'épuration par boues activées est reconnu comme ayant d'excellentes performances sur les paramètres DBO$_5$, DCO, MES, s'il est conçu et exploité dans de bonnes conditions. Plusieurs causes peuvent expliquer les taux importants de non-conformité :

- Des problématiques de raccordements industriels ;
- Une surcharge en charge hydraulique ou polluante des stations d'épuration qui dérogent aux hypothèses de dimensionnement pour lesquelles elles ont été conçues. Cette surcharge des stations a été estimée pour les stations dont les informations sont exploitables.
  - Région Sud : 21% de stations en surcharge
  - Région Centre : 40% de stations en surcharge,

- Région Nord : 12% de stations en surcharge,
- Grand Tunis : 37%.

Le fait que plus qu'**un certain nombre de STEP soit en surcharge** une partie du temps participe à expliquer l'incapacité des filières de traitement à atteindre les limites de qualité fixé par la NT 106.02 (rejet vers milieu hydraulique) pour lesquelles elles ont été conçues. De nombreuses STEP sont en **réhabilitation ou projet de réhabilitation pour faire face à ce problème**.

- Des **problématiques d'exploitation ou des retards pour la maintenance des STEP** peuvent provoquer une mauvaise performance des stations d'épuration et donc un mauvais abattement de la charge organique,
- Des nécessités économiques qui entraînent des fonctionnements de STEP en mode dégradé (arrêt momentané de l'aération, fonctionnement des pompes en heure creuse, arrêt du fonctionnement du traitement tertiaire)

La présence de ces paramètres entraîne des impacts essentiellement physiques. En effet, les MES entraînent des phénomènes de colmatage dans les systèmes d'irrigation de type goutte-à-goutte ou aspersion, ce qui peut être un frein important pour les usages agricoles, l'arrosage des golfs et des espaces verts.

Analyse et interprétation de l'ONAS sur des données consolidées

Le tableau ci-dessous présente un tableau d'analyse de la conformité des EUT, fourni par l'ONAS.

Tableau 6-10 : Paramètres DBO5, DCO et MES/ Analyses des laboratoires de l'ONAS : Tableau transmis par l'ONAS

	2016	2017	2018
Volume des EUT conforme (Mm^3)	79	76	108
Volume Total (Mm^3)	220	218	226
% de conformités **Moyenne annuelle en volume**	36	35	48

Source : fichier de commentaires reçu par l'ONAS en janvier 2020 suite à la remise du rapport de diagnostic de la présente étude (V2)

Sur la base de ce tableau, l'ONAS formule la conclusion suivante :

« Ceci montre un volume actuel important des EUT de qualité conforme aux normes et qui dépasse les besoins actuels de la réutilisation. Une analyse plus poussée a été réalisé par l'ONAS sur les volumes mensuels durant l'année 2017. Cette analyse a montré que 51% du volume des EUT est conforme. »

MICROBIOLOGIE

Un seul paramètre biologique est considéré dans la norme NT 106.03, il s'agit des œufs de nématodes intestinaux. L'exigence est <1 u/1000 mL, ce qui est une exigence fréquemment utilisée au niveau international : Maroc, Italie, Israël, Espagne ainsi que par l'OMS.

A l'échelle nationale, **environ 60% des STEP en nombre et en volumes traités sont conformes** pour ce paramètre. Ce pourcentage représente **142 millions de m^3 traités qui sont conformes**. La région Sud, qui rassemble le plus de projets de réutilisation des eaux usées traitées, affiche un pourcentage très fort de conformité (90%).

ELEMENTS TRACES METALLIQUES

10 paramètres sur 13 inscrits dans la Norme NT106.03 sont analysés : l'arsenic, le bore et le sélénium ne font pas partie des éléments recherchés.

Globalement, les stations d'épuration concernées par la **REUT respectent la norme** concernant les Eléments Traces Métalliques (particulièrement dans la région Sud qui présente encore une fois les taux les plus élevés de conformité), **excepté le cobalt, le mercure et le fer pour la région du Grand Tunis**.

On peut noter que les niveaux de concentration dans la norme NT 106.03 sont de manière générale moins exigeants que pour le rejet en milieu hydraulique (NT 106.02), ce qui présente une certaine incohérence, au regard des enjeux des usages aval.

Cependant, il est à noter que plusieurs pays (Espagne, Israël, Italie, Maroc, Turquie, Jordanie) suivent également les Eléments Traces Métalliques dans leur réglementation de réutilisation des eaux usées destinées à l'irrigation. Pour les pays cités, les exigences portant sur les concentrations en Eléments Traces Métalliques sont similaires à celle de la Tunisie.

CHLORURE

Globalement, toutes les STEP sont conformes pour ce paramètre.

On note que la limite de qualité de la NT 106.03 est beaucoup moins restrictive que la NT 106.02 (rejet dans le milieu hydraulique). Cela se traduit par un taux de conformité des stations vis-à-vis de la NT 106.03 bien plus élevé que vis-à-vis de la NT 106.02.

Le Tableau 6-11 et le Tableau 6-12 reprennent les paramètres mentionnés ci-dessus et expriment la conformité des STEP pour chaque grande région de Tunisie, en termes de pourcentage de STEP conformes et non conformes pour le premier tableau et en termes de volumes traités pour le deuxième.

Tableau 6-11 : Pourcentage de non-conformité, de conformité et de données non exploitables vis-à-vis de la NT 106.03 par régions

		Centre		Grand Tunis		Nord		Sud		Echelle nationale	Centre		Grand Tunis		Nord		Sud		Echelle nationale	Centre		Grand Tunis		Nord		Sud		Echelle nationale
Niveau de conformité		Non conforme = NC									Conforme = C									Non exploitable = NE								
Paramètres		Nombre de STEP	% des STEP	Nombre de STEP	% des STEP	Nombre de STEP	% des STEP	Nombre de STEP	% des STEP	% des STEP	Nombre de STEP	% des STEP	Nombre de STEP	% des STEP	Nombre de STEP	% des STEP	Nombre de STEP	% des STEP	% des STEP	Nombre de STEP	% des STEP	Nombre de STEP	% des STEP	Nombre de STEP	% des STEP	Nombre de STEP	% des STEP	% des STEP
Nombre de STEP		14		5		27		20		66	14		5		27		20		66	14		5		27		20		66
DBO5		12	86%	5	100%	21	78%	19	95%	89,6%	2	14%	0	0%	4	15%	1	5%	9%	0	0%	0	0%	2	7%	0	0%	2%
DCO		13	93%	5	100%	25	93%	20	100%	96,4%	1	7%	0	0%	0	0%	0	0%	2%	0	0%	0	0%	2	7%	0	0%	2%
MES		12	86%	5	100%	24	89%	20	100%	93,7%	2	14%	0	0%	1	4%	0	0%	4%	0	0%	0	0%	2	7%	0	0%	2%
Chlorure		3	21%	0	0%	0	0%	1	5%	6,6%	11	79%	5	100%	26	96%	19	95%	92%	0	0%	0	0%	1	4%	0	0%	1%
Conductivité		3	21%	1	20%	1	4%	2	10%	13,8%	10	71%	4	80%	24	89%	18	90%	83%	1	7%	0	0%	2	7%	0	0%	4%
Microbiologie	Œufs de nématodes intestinaux	6	43%	2	40%	1	4%	2	10%	24,1%	7	50%	3	60%	6	22%	18	90%	56%	1	7%	0	0%	20	74%	0	0%	20%
ETM	Mercure	5	36%	1	20%	11	41%	6	30%	31,6%	4	29%	1	20%	6	22%	14	70%	35%	5	36%	3	60%	10	37%	0	0%	33%
	Cuivre	0	0%	0	0%	0	0%	5	25%	6,3%	14	100%	5	100%	25	93%	15	75%	92%	0	0%	0	0%	2	7%	0	0%	2%
	Nickel	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0,0%	14	100%	5	100%	27	100%	20	100%	100%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0%
	Zinc	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0,0%	14	100%	5	100%	25	93%	20	100%	98%	0	0%	0	0%	2	7%	0	0%	2%
	Manganèse	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0,0%	14	100%	3	60%	23	85%	20	100%	86%	0	0%	2	40%	4	15%	0	0%	14%
	Chrome total	2	14%	1	20%	0	0%	2	10%	11,1%	12	86%	4	80%	24	89%	18	90%	86%	0	0%	0	0%	3	11%	0	0%	3%
	Cadmium	2	14%	0	0%	0	0%	0	0%	3,6%	12	86%	5	100%	24	89%	20	100%	94%	0	0%	0	0%	3	11%	0	0%	3%
	Cobalt	0	0%	1	20%	0	0%	4	20%	10,0%	4	29%	2	40%	10	37%	16	80%	46%	10	71%	2	40%	17	63%	0	0%	44%
	Fer	1	7%	0	0%	1	4%	1	5%	4,0%	13	93%	1	20%	21	78%	19	95%	71%	0	0%	4	80%	5	19%	0	0%	25%
	Plomb	0	0%	0	0%	0	0%	1	5%	1,3%	14	100%	5	100%	26	96%	19	95%	98%	0	0%	0	0%	1	4%	0	0%	1%

Source : ONAS (Rapports annuels 2017)

Conformité des échantillons
- < 20%
- entre 20% et 50 %
- entre 50% et 80%
- entre 80% et 100%

		Centre		Grand Tunis		Nord		Sud		Echelle nationale
Niveau de Conformité		Non conforme								
Volume		50 672 766		90 732 610		43 652 816		38 990 813		224 049 005
Paramètres		Volume EUT par STEP (m3/an)	Part du volume des STEP du Centre	Volume EUT par STEP (m3/an)	Part du volume des STEP du GT	Volume EUT par STEP (m3/an)	Part du volume des STEP du Nord	Volume EUT par STEP (m3/an)	Part du volume des STEP du Sud	Part du volume EUT à l'échelle nationale
DBO5		44 589 720	88%	90 732 610	100%	37 070 545	85%	38 990 813	94%	93%
DCO		44 949 419	89%	90 732 610	100%	41 895 833	96%	41 364 601	100%	97%
MES		44 589 720	88%	90 732 610	100%	41 709 696	96%	41 364 601	100%	96%
Chlorure		10 379 683	20%	0	0%	0	0%	571 220	1%	5%
Conductivité		10 379 683	20%	8 970 845	10%	2 668 668	6%	3 135 704	8%	11%
Microbiologie	Œufs de nématodes intestinaux	22 154 597	44%	27 123 784	30%	585 926	1%	4 362 842	11%	24%
ETM	Mercure	28 483 618	56%	12 201 807	13%	21 655 130	50%	8 464 788	20%	31%
	Cuivre	0	0%	0	0%	0	0%	3 514 114	8%	2%
	Nickel	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0%
	Zinc	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0%
	Manganèse	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0%
	Chrome total	6 095 577	12%	8 970 845	10%	0	0%	18 513 733	45%	15%
	Cadmium	2 553 119	5%	0	0%	0	0%	0	0%	1%
	Cobalt	0	0%	41 788 607	46%	0	0%	17 625 899	43%	26%
	Fer	4 358 463	9%	0	0%	6 434 192	15%	14 768 882	36%	11%
	Plomb	0	0%	0	0%	0	0%	14 768 882	36%	7%

		Centre		Grand Tunis		Nord		Sud		Echelle nationale
Niveau de Conformité		Conforme								
Volume		50 672 766		90 732 610		43 652 816		38 990 813		224 049 005
Paramètres		Volume EUT par STEP (m3/an)	Part du volume des STEP du Centre	Volume EUT par STEP (m3/an)	Part du volume des STEP du GT	Volume EUT par STEP (m3/an)	Part du volume des STEP du Nord	Volume EUT par STEP (m3/an)	Part du volume des STEP du Sud	Part du volume EUT à l'échelle nationale
DBO5		6 083 046	12%	0	0%	4 825 288	11%	2 373 788	6%	6%
DCO		5 723 347	11%	0	0%	0	0%	0	0%	3%
MES		6 083 046	12%	0	0%	186 137	0%	0	0%	3%
Chlorure		40 293 083	80%	90 732 610	100%	42 814 461	98%	40 793 381	99%	95%
Conductivité		30 981 957	61%	81 761 765	90%	37 157 086	85%	38 228 897	92%	83%
Microbiologie	Œufs de nématodes intestinaux	26 399 106	52%	63 608 826	70%	15 431 723	35%	36 778 691	89%	63%
ETM	Mercure	12 582 537	25%	12 849 374	14%	9 213 073	21%	32 899 813	80%	30%
	Cuivre	50 672 766	100%	90 732 610	100%	39 092 008	90%	37 850 487	92%	96%
	Nickel	50 672 766	100%	90 732 610	100%	43 652 816	100%	41 364 601	100%	100%
	Zinc	50 672 766	100%	90 732 610	100%	40 827 087	94%	41 364 601	100%	99%
	Manganèse	50 672 766	100%	39 973 158	44%	37 405 619	86%	41 364 601	100%	75%
	Chrome total	44 577 189	88%	81 761 765	90%	39 143 108	90%	22 850 868	55%	83%
	Cadmium	48 119 647	95%	90 732 610	100%	40 003 693	92%	41 364 601	100%	97%
	Cobalt	18 870 433	37%	27 771 351	31%	22 405 339	51%	23 738 702	57%	41%
	Fer	46 314 303	91%	12 849 374	14%	30 037 838	69%	26 595 719	64%	51%
	Plomb	50 672 766	100%	90 732 610	100%	41 760 676	96%	26 595 719	64%	93%

		Centre		Grand Tunis		Nord		Sud		Echelle nationale
Niveau de Conformité		Non exploitable								
Volume		50 672 766		90 732 610		43 652 816		38 990 813		224 049 005
Paramètres		Volume EUT par STEP (m3/an)	Part du volume des STEP du Centre	Volume EUT par STEP (m3/an)	Part du volume des STEP du GT	Volume EUT par STEP (m3/an)	Part du volume des STEP du Nord	Volume EUT par STEP (m3/an)	Part du volume des STEP du Sud	Part du volume EUT à l'échelle nationale
DBO5		0	0%	0	0%	1 756 983	4%	0	0%	1%
DCO		0	0%	0	0%	1 756 983	4%	0	0%	1%
MES		0	0%	0	0%	1 756 983	4%	0	0%	1%
Chlorure		0	0%	0	0%	838 355	2%	0	0%	0%
Conductivité		9 311 126	18%	0	0%	3 827 062	9%	0	0%	6%
Microbiologie	Œufs de nématodes intestinaux	2 119 063	4%	0	0%	27 635 167	63%	223 068	1%	13%
ETM	Mercure	9 606 611	19%	65 681 429	72%	12 784 613	29%	0	0%	39%
	Cuivre	0	0%	0	0%	4 560 808	10%	0	0%	2%
	Nickel	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0%
	Zinc	0	0%	0	0%	2 825 729	6%	0	0%	1%
	Manganèse	0	0%	50 759 452	56%	6 247 197	14%	0	0%	25%
	Chrome total	0	0%	0	0%	4 509 708	10%	0	0%	2%
	Cadmium	0	0%	0	0%	3 649 123	8%	0	0%	2%
	Cobalt	31 802 333	63%	21 172 652	23%	21 247 477	49%	0	0%	33%
	Fer	0	0%	77 883 236	86%	7 180 786	16%	0	0%	38%
	Plomb	0	0%	0	0%	1 892 140	4%	0	0%	1%

Tableau 6-12 : Volume traité conforme vis-à-vis de la NT 106.03 : part du volume d'EUT annuel par rapport au volume total sortant des STEP du pays

Source : ONAS (Rapports annuels 2017)

6.5.4 Deuxième analyse portant sur l'ensemble du parc des stations d'épuration de la Tunisie

La norme NT 106.02 distingue deux milieux récepteurs des EUT : domaine public hydraulique et domaine public maritime.

Le classement par milieu de rejet transmis par l'ONAS porte sur 105 STEP : 69 d'entre elles sont classées avec un rejet vers le milieu hydraulique (milieu terrestre) et 36 vers le milieu maritime. **Une approche différenciée a donc été réalisée en fonction du milieu récepteur.**

Les tableaux récapitulatifs de cette analyse sont donnés en Annexe 2. Les principales conclusions sont données ci-dessous.

6.5.4.1 Analyse et interprétation à partir des rapports 2017 de chaque station d'épuration (BRLi)

POUR LES STATIONS REJETANT DANS LE MILIEU PUBLIC HYDRAULIQUE (DPH) AU SENS DE LA NORME

Bilan sur les paramètres DBO_5, DCO, MES

Globalement, l'analyse réalisée montre des résultats similaires à l'analyse pour les 66 STEP réalisée ci-avant. Ainsi, on observe une non-conformité très élevée sur ces paramètres, **de l'ordre de 79% à 87% selon les paramètres** sur l'ensemble du territoire tunisien.

Bilan sur les paramètres Azote et Phosphore

En fonction de l'usage, la présence d'azote sous forme de nitrates, ainsi que la présence de phosphore (en quantité non excessive) peut présenter une opportunité et est, selon les usages, favorable ou défavorable :

- très favorable pour l'usage irrigation agricole et l'irrigation des forêts, avec des exigences :
  - peu élevées pour les nitrates (< 50 mg/l) ;
  - très élevées pour le phosphore (< 0,05 mg/l) et qui imposent un traitement chimique. Ce type de traitement a été mis en place sur la station d'épuration grappée de Ben Arous, principalement pour pouvoir traiter les effluents industriels raccordés à la station. La filière physicochimique était hors service en 2017.
- favorable pour les golfs et espaces verts,
- défavorable pour la valorisation écologique car leur présence participe au phénomène d'eutrophisation des milieux aquatiques.

Microbiologie

Concernant les paramètres microbiologiques, comme évoqué précédemment, les exigences réglementaires sont élevées, et les procédés de traitement conventionnels intensifs actuellement utilisés en Tunisie ne permettent pas de traiter ces éléments.

Seul le traitement par procédé de type lagunage (utilisé en seconde position en Tunisie) permet d'atteindre de meilleurs rendements en microbiologie (10^3 à 10^4) (El Koundi, 2002). Cependant, il n'est pas suffisant pour respecter les limites de qualité fixées (pour les coliformes et streptocoques fécaux).

Agir sur ces paramètres nécessite forcément un traitement complémentaire spécifique qui est peu développé en Tunisie. Les résultats de non-conformité en microbiologie s'expliquent donc par l'absence de traitement tertiaire.

Concernant les paramètres « salmonelle » et « vibrion » dont la présence indique un risque sanitaire important (à l'origine de maladies épidémiques telles que le choléra), leur suivi n'est pas systématique, surtout dans la région Nord (81% et 74% des données ne sont pas exploitables), le taux de non-conformité est préoccupant pour la région Sud (69% et 46% de non-conformité pour ces paramètres).

Eléments Traces Métalliques

Les exigences vis-à-vis de ces paramètres sont souvent respectées, les non-conformités sont à rapprocher des potentiels raccordements industriels non conformes.

Les éléments traces métalliques les plus fréquemment retrouvés sont présentés dans le tableau suivant sur la base des analyses réalisées en 2017.

Tableau 6-13 : Analyses des résultats concernant les éléments traces métalliques (année 2017)

	Non-conformité (année 2017)											
Région	Mercure	Cuivre	Nickel	Zinc	Manganèse	Cyanure	Chrome 6	Cadmium	Cobalt	Aluminium	Fer	Plomb
Centre	5	0	1	0	0	1	14	4	0	0	5	5
Grand Tunis	2	2	0	0	0	0	4	1	2	0	0	3
Nord	16	1	0	0	0	0	4	1	0	0	1	1
Sud	14	5	2	0	0	9	3	1	3	0	8	1
Total	37	8	3	0	0	10	25	7	5	0	14	10
% de non-conformité	33%	7%	3%	0%	0%	9%	23%	6%	5%	0%	13%	9%

Ces paramètres sont à suivre lorsque l'usage aval est en lien direct avec la consommation des produits (cultures et recharge de nappe) et avec le vivant (valorisation écologique). Le golf et les cultures forestières sont ainsi moins concernés.

Chlorure

La présence d'ions chlorures est souvent en lien avec l'intrusion d'eau de mer, drainée par les réseaux d'assainissement qui présentent des défauts d'étanchéité. Les ions chlorure peuvent aussi être issus d'effluents industriels.

Ces ions, et plus généralement les sels impactent :

- le fonctionnement biologique de la station en provoquant une défloculation partielle, c'est à dire une sortie de boue au niveau du clarificateur et donc une augmentation des MES.
- la durée de vie utile du matériel d'irrigation,
- les sols, et ainsi les cultures irriguées, notamment en réduisant la capacité des cultures à extraire l'eau des sols et en diminuant le niveau de tolérance des cultures à l'accumulation ionique.
- l'environnement proche, y compris les eaux souterraines en lien avec les zones d'épandage des EUT.

Tableau 6-14 : Analyses des résultats concernant les éléments Chlorure (année 2017)

	Non-conformité (année 2017)
Région	Chlorure
Centre	16
Grand Tunis	10
Nord	11
Sud	21
Total	58
% de non-conformité	52%

Les stations d'épuration proches de la bordure côtière semblent particulièrement impactées par ce phénomène.

Les projets de réutilisation des eaux usées doivent nécessairement prendre en compte les problèmes de salinité. Des solutions peuvent être mises en œuvre à différents niveaux dans la filière de réutilisation pour contrôler et limiter les impacts agronomiques et environnementaux. Ces solutions seront abordées en Phase 2 de l'étude. Pour les stations d'épuration avec un rejet dans le domaine public maritime (dpm)

Bilan sur les paramètres DBO_5, DCO, MES

Les performances sur ces paramètres sont comparables à celles des stations avec un rejet dans le milieu maritime (entre 86% et 94% des stations d'épuration en 2017 étaient non conformes, en nombre). Les causes de non-conformité sont similaires.

Bilan sur les paramètres Azote et Phosphore

Concernant les nitrates, la norme est peu exigeante car l'impact de ce paramètre sur le milieu maritime est moins important. Les stations d'épuration respectent très majoritairement les exigences au niveau de ce paramètre, ce qui n'est pas le cas pour le phosphore, du fait d'un niveau de concentration exigé en sortie de station d'épuration très faible.

Microbiologie

Concernant les paramètres microbiologiques, comme évoqué précédemment, les exigences réglementaires sont élevées, d'autant que les procédés de traitement conventionnels intensifs ne sont pas aptes à traiter ces éléments. Cette exigence pour les rejets en milieu maritime est possiblement liée à la présence de site de baignade proche des panaches de sortie des rejets.

Les conclusions sont les mêmes que pour le rejet en milieu hydraulique.

Eléments Traces Métalliques

Les exigences vis-à-vis de ces paramètres sont pour la majorité des paramètres moins contraignants en rejet maritime qu'en rejet dans le milieu hydraulique. Très peu de non-conformités sont relevées, les non-conformités sont à rapprocher des potentiels raccordements industriels non conformes.

6.5.4.2 Résultats et analyses transmis par l'ONAS pour les années 2017 et 2018

Les tableaux ci-dessous sont des tableaux bilans qui ont été transmis par l'ONAS.

Bilan sur les paramètres DBO_5, DCO, MES, 2017

Tableau 6-15 : Paramètres DBO5, DCO et MES/ Analyses des laboratoires privés : Tableau transmis par l'ONAS – Année 2017

	Analyses physicochimiques			Analyses bactériologiques		
Dép.	Nombre Total d'Analyses	Nombre Non Conforme	% de conformité	Nombre Total d'Analyses	Nombre Non Conforme	% de conformité
Grand Tunis	2525	914	63,8	184	42	77,17
Nord	8372	1998	76,13	438	125	71,46
Centre	5461	1944	64,4	370	31	91,62
Sud	3864	1639	57,58	152	65	57,24
Total	20222	6495	67,88	1144	236	79,37

Source : fichier de commentaires reçu par l'ONAS en janvier 2020 suite à la remise du rapport de diagnostic de la présente étude (V2)

Tableau 6-16 : pourcentage de non-conformité en additionnant toutes les analyses des laboratoires privés : Tableau transmis par l'ONAS

Année	2016	2017	2018
Pourcentage de conformités (%) (En nombre d'analyses)	66	71	68
Pourcentage de conformités (%) (En volume)	47	60	56

(*) Hormis les STEP à procédé de lagunage

Source : fichier de commentaires reçu par l'ONAS en janvier 2020 suite à la remise du rapport de diagnostic de la présente étude (V2)

Bilan sur l'ensemble des paramètres, 2018

Tableau 6-17 : Tableau regroupant l'ensemble des analyses réalisés par les laboratoires privés : Tableau transmis par l'ONAS – Année 2018

	Analyses physicochimiques			Analyses Bactériologiques		
Dép.	Nombre Total d'analyses (sortie)	Nombre Non conforme (Sortie)	Taux de conformité (%)	Nombre Total d'analyses (Sortie)	Nombre Non conforme (Sortie)	Taux de conformité
Grand Tunis	1293	235	82%	135	41	70%
Nord	4617	1083	77%	812	132	84%
Centre	3470	939	73%	245	119	52%
Sud	3212	923	71%	600	178	71%
Total/ Moyen Général	12592	3180	75%	1792	470	74%

Source : fichier de commentaires reçu par l'ONAS en janvier 2020 suite à la remise du rapport de diagnostic de la présente étude (V2)

Eléments Traces Métalliques, 2018

L'ONAS a transmis pour l'année 2018 les éléments suivants :

Tableau 6-18 : Données consolidées transmises par l'ONAS concernant les éléments Traces métalliques (année 2018)

Région	Nombres total des analyses des métaux lourds	Nombre d'analyses non conformes	% de non-conformité
Centre	772	78	90%
Grand Tunis	239	3	99%
Nord	1225	123	90%
Sud	780	99	87%
Total	3016	303	90%

Ces éléments montrent que les analyses sur l'ensemble des éléments traces sont **très majoritairement conformes** mais ils ne permettent pas de cibler les éléments traces métalliques qui sont présents dans les eaux usées traitées. Cela permettrait de définir les actions pour la réduction de ces éléments dans les eaux usées.

6.5.5 Éléments de conclusion sur la qualité de l'eau usée traitée et recommandations

ELEMENTS DE CONCLUSION

L'analyse réalisée met en évidence que, **dans de nombreux cas, la qualité de l'eau traitée ne respecte pas les dispositions réglementaires pour un rejet en milieu récepteur et/ou pour une réutilisation agricole**, notamment pour les paramètres DBO_5, DCO, MES.

Les acteurs rencontrés pendant les enquêtes ont soulevé ce problème et certains soulignent que la qualité de l'eau est parfois un frein au développement des projets de REUT. Les causes de ce constat sont multiples et quelques éléments d'explication ainsi que des recommandations sont présentés ci-après.

Au regard des éléments du diagnostic technique et des expériences au niveau international, on note que la qualité de l'eau usée traitée n'est pas toujours à la hauteur des exigences réglementaires, ni en adéquation avec les usages aval.

RECOMMANDATIONS

Plusieurs pistes de recommandations ont été formulées pour augmenter l'efficacité des systèmes de traitement existants dans le chapitre 6.3 et ainsi améliorer la conformité des STEP du parc épuratoire tunisien.

Une autre piste à retenir concerne aussi **la dilution**, **en couplant plusieurs origines d'eau** pour des usages tels que l'irrigation de cultures, de golfs comme cela se pratique en Jordanie et en Chine, notamment.

Dans ce cas, il subsiste cependant un flou réglementaire concernant la qualité de l'eau car il n'existe pas de textes encadrant la qualité de l'eau dans un tel cas.

Cet état de fait oriente, à court terme, vers le **développement des projets de REUT où les exigences de qualité sont les moins élevées.** Par exemple, sauf traitement adéquat, la recharge de nappe et les réutilisations industrielles ne sont pas à privilégier aujourd'hui. En effet, ces usages nécessitent un abattement des sels et/ou des nutriments et/ou microbiologiques qui ne peut se réaliser que par des traitements chimiques et/ou physiques (tels que filtration membranaire, floculation/précipitation, filtration et désinfection) nécessitant des équipements de pointe, une consommation énergétique élevée, et éventuellement des produits chimiques.

6.6 QUALITE DES EAUX USEES TRAITEES ET DES ELEMENTS ENVIRONNANTS : ASPECTS LIES AU CONTROLE

Le contrôle de la qualité des EUT est un **élément de réussite des projets de REUT** car sa fiabilité et sa mise en œuvre (comprenant la communication des résultats du contrôle) peut **améliorer la confiance sur la qualité de l'eau et les relations entre fournisseurs** (ONAS) **et usagers** (CRDA, GDA, exploitants des golfs, consommateurs, etc.).

6.6.1 Cadre réglementaire du contrôle

CADRE DU CONTROLE DES EXIGENCES DE QUALITE

Conscient des enjeux sanitaires de l'utilisation des eaux usées traitées, le législateur tunisien a prévu, dès la parution du Code des Eaux en 1975 (loi n° 75-16 du 31 mars 1975), l'interdiction, d'une part, de l'utilisation des eaux usées brutes et d'autre part de l'irrigation des cultures consommables crues par les eaux usées traitées (article 106). Les différents textes d'application et normes parus par la suite ont détaillé les mesures de surveillance et de contrôle applicables à cette pratique.

Le contrôle est orienté essentiellement sur la caractérisation de la qualité de l'eau :

- D'une part en sortie de station d'épuration pour vérifier le respect de l'arrêté du Ministre des affaires locales et de l'environnement et, du Ministre de l'industrie et des petites et moyennes entreprises du 26 mars 2018 « fixant les valeurs limites des rejets d'effluents dans le milieu récepteur » définit aussi dans son annexe n°3, les méthodes de prélèvement et d'analyse normalisées de l'ensemble des paramètres.
- D'autre part à l'amont des réseaux de desserte des usages. Il s'agit dans ce cas d'intégrer les exigences de la norme NT 106.03 qui, pour chaque paramètre, fixe les concentrations maximales et indique une norme de dosage à appliquer. Ces exigences s'appliquent à la REUT pour un usage agricole et sont extrapolées pour les autres utilisations (puisqu'il n'existe pas de réglementation les concernant).

Par contre, aucun contrôle ne semble être exercé au sujet des restrictions à appliquer pour maîtriser les risques sanitaires et environnementaux (interdiction d'irriguer certains types de plantes, etc.).

Notons enfin que les textes réglementaires ne mentionnent pas les polluants émergents. Les aspects institutionnels tels que les rôles et les liens entre les différents organismes chargés du contrôle, importants à considérer en plus des aspects techniques pour garantir un contrôle optimal, sont abordés dans le chapitre 8.2.2.

CADRE DE MISE EN ŒUVRE DU CONTROLE

Les normes de prélèvement et d'analyse ont été publiées entre 1983 et 1989 et préconisent des techniques d'analyse de l'époque. Cependant, ces techniques ont évolué et présentent aujourd'hui de meilleures opportunités sur les plans suivants : gain du temps, précision et coût.

6.6.2 Capacité d'analyses des eaux existant en Tunisie et fiabilité des mesures

DIAGNOSTIC SUR LES CAPACITES D'ANALYSE DES LABORATOIRES

La Tunisie est dotée de laboratoires publics et privés pour le contrôle de la qualité des eaux usées, brutes et traitées. Parmi les organismes publics, certains proposent leurs prestations de services sur le marché au même titre que les laboratoires privés.

L'accréditation TUNAC d'un laboratoire émise par le Conseil National d'Accréditation est une reconnaissance officielle de son organisation, de ses moyens et de sa compétence pour la réalisation des analyses comprises dans le périmètre de l'accréditation sur les matrices concernées (eaux naturelles, eaux de mer, eaux usées ou sols). Le TUNAC est un organisme qui fait l'objet d'un accord de reconnaissance bilatéral avec son homologue français le COFRAC (Comité Français d'Accréditation) (DGGREE, 2017).

Le tableau suivant présente les principaux laboratoires tunisiens habilités à effectuer des analyses sur les eaux. Ils sont pour la plupart situés à Tunis. Ils peuvent avoir une accréditation TUNAC pour certaines analyses mais pas forcément pour toutes celles qu'ils peuvent effectuer. Pour les analyses sur les polluants émergents et autres paramètres non classiques, les échantillons doivent être envoyés à des laboratoires internationaux.

Tableau 6-19 : Laboratoires d'analyses accrédités pour les analyses sur les eaux et les produits alimentaires (DGGREE, 2017)

Type de laboratoire	Nom	Localisation	Sous-section accréditation	Analyses accréditées pour les eaux usées	Autres analyses	Rôle dans la REUT
Laboratoires publics	**Laboratoire CITET**	Tunis	Chimie – environnement (eaux naturelles, eaux usées, sols)	pH, conductivité, NH_4^+, NO_2^-, NTK, DCO, DBO_5, MES, TAC, Ca, Mg, Na, K, P, métaux lourds		Référence pour les analyses d'eaux
	Laboratoire Central d'Analyse d'Eaux (LCAE)	Tunis	Chimie – environnement (eaux naturelles, eaux usées)	pH, conductivité, extrait sec, chlorures, TAC, NH4, NO2, Na, K, E coli, coliformes, entérocoques, flore aeroie, spores anaerobies		Sous traitance de certains paramètres pour l'ONAS
	Institut Pasteur	Tunis	Chimie – environnement (eaux naturelles, eaux usées)	Germes microbiologiques : salmonelles, shigella, vivrions, E coli…		Sous traitance de certaines analyses microbiologiques pour la DHMPE
	Laboratoires services Hygiène et Santé	Central et 22 régionaux	Chimie – environnement (eaux naturelles, eaux usées)	Physico-chimie, Œufs d'helminthes, salmonelles, coliformes, entérocoques		Pour les contrôles de la DHMPE
	Office National du Thermalisme et de l'hydrothérapie		Chimie – environnement (eaux de source et de forage)	Germes de contrôle sanitaire	Physico-chimie, micropolluants organiques et minéraux	Pas mobilisé pour le contrôle des EUT
	Laboratoires de l'ONAS	6 régionaux et 4 mobiles	Pas d'accréditation		pH, conductivité, DCO, DBO_5, MeS, NH_4^+, NTK, NO_2, NO_3^-, P, métaux lourds, streptocoques, E. coli, salmonelles	Autocontrôle de l'ONAS
Laboratoires privés	**CMA AzurLab**	Tunis	Chimie – environnement (eaux naturelles, eaux usées)	pH, conductivité, NH4, NO2, NTK, DCO, DBO5, MES, TAC, Ca, Mg, Na, K, P, métaux lourds		Sous traitance pour contrôle ONAS et CRDA
	Greenlab	Tunis	Chimie – environnement (eaux naturelles, eaux usées)	pH, conductivité, NTK, DCO, DBO, MES, TAC, P, métaux lourds	Microbiologie	Sous traitance pour contrôle ONAS et CRDA
	Eco2lab	Tunis et Sousse	Agroalimentaire/Biologie/Biochimie Chimie - environnement		pH, conductivité, MES, DCO, DBO_5, NTK, NH_4^+, analyses colorimétriques, métaux lourds	Sous traitance pour contrôle ONAS et CRDA
	SNPC	Sfax	Chimie – environnement (eaux usées)	pH, conductivité, DCO, MES, chlorures, certains métaux lourds	DBO5, NTK, P, microbiologie	Sous traitance pour contrôle ONAS et CRDA

L'étude préalable à un plan national de REUT pour la Tunisie réalisée en 2017 par SCP a permis entre autre d'effectuer des analyses sur 4 périmètres irrigués (El Hajeb, Borj Touil, la Soukra et Souhil à Nabeul) sur des parcelles irriguées avec des eaux usées traitées. Les analyses microbiologiques ont concerné les parasites (Nématodes, E coli, Entérocoques). Les analyses physicochimiques ont concerné les métaux lourds : (As), (Cd), (Cr), (Cu), (Ni), (Hg), (Pb) et (Zn). Les échantillons ont concerné des prélèvements d'eau, de sol et de plantes cultivées.

Une comparaison inter-laboratoires a été réalisée en envoyant les mêmes prélèvements à différents laboratoires. Les observations faites à la suite de cette approche sont les suivantes :

- Les laboratoires ne sont **pas tous accrédités pour l'ensemble des analyses** sur les eaux usées (physico-chimiques + microbiologiques), notamment les laboratoires de l'ONAS ou les laboratoires privés. Pour certains paramètres, il y a peu de laboratoires qualifiés et il est donc difficile de les analyser (œufs d'helminthes, salmonelles, vibrions cholériques, etc.). Le développement de la REUT doit donc s'accompagner d'un **renforcement des suivis des paramètres**, notamment microbiologiques pour connaître les risques sanitaires liés la transmission de germes pathogènes.
- D'après les analyses effectuées par la SCP sur les EUT (DGGREE, 2017), certaines sont **plus ou moins fiables en fonction des laboratoires**. Pour les paramètres physico-chimiques classiques comme la DCO, DBO5, MES, les résultats sont homogènes. Cependant, il existe des écarts importants au niveau de la salinité, des nitrates et du phosphore (facteur 10 et plus) bien que les méthodes employées soient les mêmes. Les conclusions sur le niveau de conformité de ces eaux sont donc compliquées pour ces paramètres.
- Les analyses microbiologiques pour les EUB sont difficilement interprétables car il y a une forte amplitude des concentrations mesurables en germes fécaux. Bien qu'il ne s'agit pas directement des EUT, cela peut poser problème au niveau des **calculs d'abattement des STEP qui peuvent être soumis à de fortes incertitudes.**
- Pour les analyses de sols, les méthodes analytiques employées sont très variables d'un laboratoire à un autre et les **résultats sont hétérogènes**. Il y a peu d'analyses de terre effectuées annuellement ce qui limite les retours d'expériences. Il semble nécessaire d'améliorer la fiabilité des résultats et de mettre en place un programme de surveillance des sols pour les périmètres irrigués avec des EUT. Un laboratoire a même eu des valeurs douteuses pour le mercure (valeurs 100 fois au-dessus des autres laboratoires).
- Pour les analyses effectuées sur les plantes, la reproductibilité est satisfaisante.
- Les laboratoires privés sont de petite taille (effectifs inférieurs à 10 personnes) et sont pour la plupart **concentrés à Tunis** où la concurrence est forte. Ils rencontrent alors des difficultés à investir dans des nouveaux équipements plus modernes. De plus, cette concentration sur Tunis **limite la réactivité** dans l'envoi des analyses et la rapidité d'action en cas de non-conformité des eaux.

Lors des enquêtes de terrain au niveau des STEP, il a été remarqué qu'il y a **de moins en moins de laboratoire directement sur les sites** pour les paramètres physico-chimiques classiques (pH, conductivité, MES, DCO, DBO5), souvent par manque de moyens ou de personnel qualifié. Ces laboratoires permettent pourtant aux exploitants des STEP de réagir rapidement en cas d'anomalie. De même, peu de STEP sont équipées d'équipement de mesures en continu de la qualité de l'eau. Il est donc important de prendre en compte la capacité des laboratoires à réaliser les mesures demandées tout en étant certifiés. Cela représente deux problèmes majeurs :

- Un coût de recherche et de développement pour les laboratoires qui augmente le coût global des campagnes de mesures et donc de la REUT,
- Des enjeux de qualité (liés au temps de transport qui risque de dégrader la qualité de l'effluent) et de coût de prélèvement puisqu'il faut parfois faire des centaines de km pour amener les effluents de la sortie de la STEP au laboratoire.

Concernant la certification et l'accréditation TUNAC des laboratoires, une démarche devrait être engagée pour accompagner la structuration de la filière d'analyse des eaux usées traitées, de manière à ce que les analyses soient réalisées par des laboratoires qui ont obtenu l'accréditation sur l'ensemble des paramètres de la NT106.03 et qu'ainsi la remise en cause des résultats ne soit pas contestée. Cet aspect pourra aussi impacter de manière positive le niveau de confiance des usagers et des consommateurs.

FIABILITE DES MESURES ET REPRESENTATIVITE DES RESULTATS

La fiabilité des mesures et la représentativité des résultats sont également à prendre en compte car elle peut remettre en question les résultats obtenus aussi bien sur le nombre de conformités que de non-conformités des échantillons.

Une mauvaise fiabilité ou une fiabilité mal estimée peut constituer un frein au développement des projets de REUT en dégradant la confiance des usagers.

Type de contrôle

Le contrôle est exercé à travers les mesures d'auto-surveillance réalisés par l'ONAS et du CRDA auxquelles s'ajoutent les contrôles réglementaires des services d'Hygiène et de l'ANPE.

L'ONAS réalise une partie de ses analyses d'auto-surveillance au niveau de ses laboratoires (présents dans les centres régionaux) et sous-traite une partie dans le cadre de marché public de prestation à des laboratoires privés, pour faire face au besoin de moyens humains et matériels.

Les CRDA et l'ANPE sous-traitent de manière générale les analyses alors que les services de l'Hygiène réalisent eux-mêmes les analyses physico-chimiques et ne sous-traitent que les paramètres salmonelles et vibrions cholériques.

Les contrôles de la qualité des EUT à effectuer par les CRDA sont obligatoires au niveau réglementaire, mais en pratique, les CRDA manquent souvent de budget pour les effectuer. Il y a donc des années sans analyses, ce qui ne permet pas un bon suivi inter annuel.

On note également, les résultats des analyses ne sont pas toujours valorisés comme ils le pourraient : absence de comparaison interannuelle ou mensuelle, absence de comparaison entre les lieux de prélèvement, etc. Il n'y a pas d'exploitation poussée des résultats d'analyse.

L'échantillonnage

Les prélèvements et échantillonnage sont souvent effectués de manière variée : échantillon 24h, instantanée, en sortie STEP, au niveau du stockage, etc.

Le protocole d'échantillonnage ne semble pas être toujours répliqué d'une année sur l'autre : pas toujours les mêmes paramètres analysés, lieu de prélèvement différent, laboratoire d'analyse différent, etc. Ces décalages ne permettent pas d'avoir un suivi et une interprétation fiable de l'évolution de la qualité de l'eau.

De plus, il serait intéressant de faire correspondre les mesures de l'autocontrôle de l'ONAS avec celles effectuées par les CRDA afin de voir si les résultats concordent entre ces deux contrôles en sortie de STEP et si la qualité des EUT se dégradent ou non au niveau des bassins de régulation et du transport.

6.6.3 Fréquences des contrôles

L'analyse de conformité des contrôles se réfère aux fréquences imposées par le décret n°93-2447 du 13 décembre 1993 pour les 66 stations dont les effluents de sortie sont réutilisés tout ou partie et à celles imposées par l'arrêté du 26 mars 2018 pour les 39 autres stations.

CONFORMITE PAR RAPPORT AU DECRET N°93-2447 DU 13 DECEMBRE 1993 (REUTILISATION DES EUT)

Le décret n°93-2447 du 13 décembre 1993 fixe les modalités de prélèvement et la fréquence des analyses pour les différents paramètres globaux de pollution, dans le cas où il existe une réutilisation des eaux usées traitées.

Comme indiqué plus haut, l'analyse a porté sur les 66 stations d'épuration dont les eaux traitées sont réutilisées tout ou partie.

Tableau 6-20 : Pourcentage des 66 stations considérées dont la fréquence des analyses est non-conforme avec le décret n°93-2447 du 13 décembre 1993 (Rapports annuels de l'ONAS – Année 2017)

Paramètres		Pourcentage des STEP non conformes en terme de fréquence de contrôles					Pourcentage des STEP dont les données sont non exploitables en terme de fréquence de contrôles					Pourcentage des STEP conformes en terme de fréquence de contrôles					Fréquences fixées (Décret n°93-2447)
		Centre	Grand Tunis	Nord	Sud	Tunisie	Centre	Grand Tunis	Nord	Sud	Tunisie	Centre	Grand Tunis	Nord	Sud	Tunisie	
Nombre de STEP		14	5	27	20	66	14	5	27	20	66	14	5	27	20	66	
DBO5		36%	0%	48%	0%	27%	0%	0%	0%	0%	0%	64%	100%	52%	100%	73%	1x/mois
DCO		36%	0%	52%	0%	29%	0%	0%	0%	0%	0%	64%	100%	48%	100%	71%	1x/mois
MES		21%	20%	48%	0%	26%	0%	0%	0%	0%	0%	79%	80%	52%	100%	74%	1x/mois
Chlorure		93%	100%	93%	80%	90%	0%	0%	4%	0%	2%	7%	0%	4%	20%	9%	1x/mois
Conductivité		43%	40%	4%	10%	17%	7%	0%	74%	0%	32%	50%	60%	22%	90%	51%	1x/mois
ETM	Mercure	100%	40%	82%	10%	61%	0%	60%	11%	0%	9%	0%	0%	7%	90%	30%	1x/semestre
	Cuivre	57%	60%	85%	10%	54%	0%	0%	7,5%	0%	3%	43%	40%	7,5%	90%	42%	1x/semestre
	Nickel	57%	60%	89%	10%	56%	0%	0%	0%	0%	0%	43%	40%	11%	90%	44%	1x/semestre
	Zinc	64%	60%	89%	10%	58%	0%	0%	7%	0%	3%	36%	40%	4%	90%	40%	1x/semestre
	Manganèse	100%	40%	81%	10%	60%	0%	40%	15%	0%	9%	0%	20%	4%	90%	30%	1x/semestre
	Crome total	57%	60%	78%	10%	52%	0%	0%	11%	0%	5%	43%	40%	11%	90%	44%	1x/semestre
	Cadmium	57%	60%	82%	10%	53%	0%	0%	11%	0%	5%	43%	40%	7%	90%	42%	1x/semestre
	Cobalt	29%	60%	33%	15%	29%	71%	40%	63%	0%	44%	0%	0%	4%	85%	27%	1x/semestre
	Fer	100%	20%	81%	15%	60%	0%	80%	19%	0%	14%	0%	0%	0%	85%	26%	1x/semestre
	Plomb	50%	60%	93%	15%	58%	0%	0%	4%	0%	2%	50%	40%	4%	85%	41%	1x/semestre

L'analyse de la situation du contrôle des EUT au niveau des 66 sites de REUT par rapport à la NT 106.03 permet de souligner :

- Tous les paramètres ne sont pas analysés (notamment les fluorures, organochlorés, arsenic, bore, sélénium),
- Les paramètres DBO5, DCO et MES sont les mieux contrôlés, avec un respect de fréquence minimale de mesure plutôt bien respecté pour l'ensemble des stations de la Tunisie (~ 73%).
- Les stations situées dans la région Sud présentent le pourcentage de conformité le plus élevé (100%) concernant la fréquence de contrôle, pour la plupart des paramètres,
- Les stations de la région Nord présentent les conformités de contrôle les plus faibles (respectivement ~ 50%).
- Le paramètre qui présente le pourcentage de non-conformité de fréquence de contrôle le plus important est le chlorure. Cela peut s'expliquer par le caractère inhabituel de la mesure de ce paramètre dans les EUT.

Il faut aussi noter que **la fréquence règlementaire de contrôle de paramètres cités ci-dessus est souvent non respectée** par défaut de moyen des structures en charge au niveau régional (sauf pour la DBO5, DCO et MES qui sont relativement bien contrôlées)

CONFORMITE PAR RAPPORT A L'ARRETE DU 26 MARS 2018 (REJET DES EUT VERS LE MILIEU RECEPTEUR)

L'arrêté du 26 mars 2018 fixe les valeurs limites des rejets d'effluents dans le milieu récepteur et abroge la NT 106.02. Il indique également les fréquences de contrôle à appliquer, qui restent les mêmes que celles qui étaient proposées dans la NT 106.02.

L'application de cette réglementation, concernant la fréquence des contrôles, pour les stations actuellement sans réutilisation à l'aval a été analysée (soit 39 stations d'épuration) ci-après.

Tableau 6-21 : Pourcentage des stations dont la fréquence des analyses est non-conforme avec l'arrêté du 26 mars 2018 (Rapports annuels de l'ONAS – Année 2017)

Paramètres		Pourcentage des STEP non conformes en terme de fréquence de contrôles					Pourcentage des STEP dont les données sont non exploitables en terme de fréquence de contrôles					Pourcentage des STEP conformes en terme de fréquence de contrôles					Fréquences fixées (arrête du 26 mars 2018)
		Centre	Grand Tunis	Nord	Sud	Tunisie	Centre	Grand Tunis	Nord	Sud	Tunisie	Centre	Grand Tunis	Nord	Sud	Tunisie	
Nombre de STEP		15	4	15	5	39	15	4	15	5	39	15	4	15	5	39	
DBO5		60%	0%	47%	20%	44%	7%	0%	0%	0%	3%	33%	100%	53%	80%	54%	1x/mois
DCO		73%	25%	47%	0%	49%	7%	0%	0%	0%	3%	20%	75%	53%	100%	49%	1x/mois
MES		60%	25%	47%	0%	44%	7%	0%	0%	0%	3%	33%	75%	53%	100%	54%	1x/mois
Bactériologu	Coliformes fécaux	73%	75%	33%	100%	61%	27%	25%	67%	0%	39%	0%	0%	0%	0%	0%	1x/mois
	Stréptocoques fécaux	87%	50%	33%	100%	64%	13%	50%	67%	0%	36%	0%	0%	0%	0%	0%	1x/mois
	Salmonelle	40%	0%	7%	40%	23%	60%	100%	93%	60%	77%	0%	0%	0%	0%	0%	1x/mois
	Vibrion	87%	50%	27%	100%	62%	13%	50%	73%	0%	38%	0%	0%	0%	0%	0%	1x/mois
Chlorure		80%	75%	87%	20%	74%	20%	0%	13%	0%	13%	0%	25%	0%	80%	13%	1x/mois
ETM	Mercure	67%	0%	47%	0%	44%	33%	100%	53%	0%	43%	0%	0%	0%	100%	13%	1x/trimestre
	Cuivre	80%	75%	60%	0%	62%	20%	25%	33%	0%	23%	0%	0%	7%	100%	16%	1x/trimestre
	Nickel	80%	75%	60%	0%	62%	20%	25%	33%	0%	23%	0%	0%	7%	100%	16%	1x/trimestre
	Zinc	73%	75%	60%	0%	59%	27%	25%	33%	0%	26%	0%	0%	7%	100%	16%	1x/trimestre
	Manganèse	53%	50%	67%	0%	51%	47%	50%	33%	0%	36%	0%	0%	0%	100%	13%	1x/trimestre
	Aluminium	67%	0%	60%	0%	49%	33%	100%	40%	0%	38%	0%	0%	0%	100%	13%	1x/trimestre
	Cr6+	80%	75%	60%	0%	62%	20%	25%	40%	0%	26%	0%	0%	0%	100%	13%	1x/trimestre
	Cadmium	80%	75%	53%	0%	59%	20%	25%	40%	0%	26%	0%	0%	7%	100%	16%	1x/trimestre
	Cobalt	40%	50%	27%	0%	31%	60%	50%	73%	0%	56%	0%	0%	0%	100%	13%	1x/trimestre
	Fer	40%	0%	60%	0%	38%	60%	100%	40%	0%	49%	0%	0%	0%	100%	13%	1x/trimestre
	Plomb	73%	75%	53%	0%	56%	27%	25%	47%	0%	31%	0%	0%	0%	100%	13%	1x/trimestre
Cyanure		67%	0%	60%	0%	49%	33%	100%	40%	0%	38%	0%	0%	0%	100%	13%	1x/trimestre
Phosphore		80%	100%	73%	100%	82%	20%	0%	27%	0%	18%	0%	0%	0%	0%	0%	1x/mois
Azote	Azote organique et ammoniacal	87%	75%	47%	100%	72%	13%	25%	53%	0%	28%	0%	0%	0%	0%	0%	1x/mois
	Nitrate	80%	100%	67%	100%	80%	20%	0%	33%	0%	20%	0%	0%	0%	0%	0%	1x/mois
	Nitrite	80%	100%	73%	100%	82%	20%	0%	27%	0%	18%	0%	0%	0%	0%	0%	1x/mois

Les résultats concernant la DBO5, la DCO et les MES (paramètres les mieux contrôlés vis-à-vis de l'arrêté) sont moins bons (~ 50%) que ceux qui se réfèrent à la norme NT 106.03 concernant les stations d'épuration avec un usage REUT à l'aval. Cela traduit une volonté de suivi plus important de la qualité de l'eau quand un usage est en jeu à l'aval.

Dans ce cas encore, les stations situées dans la région Sud présentent un pourcentage de conformité des fréquences de contrôle plus élevé pour la plupart des paramètres. A l'inverse, les stations de la région Centre semblent être les moins conformes vis-à-vis du respect de cette fréquence minimale de contrôle imposée par l'arrêté.

Des non-conformités concernant la fréquence de contrôle imposée sont constatées pour de nombreux paramètres, tels que les paramètres microbiologiques ou azotés. Pour ces derniers, les données transmises pour toutes les stations indiquent des non-conformités ou sont non exploitables.

6.6.4 Éléments de conclusion et recommandations sur les contrôles de la qualité d'eau et recommandations

RECOMMANDATIONS

- Pour garantir des bons résultats de la recherche ainsi qu'un contrôle performant des EUT, la Tunisie doit avoir un **réseau solide de laboratoires d'analyses**. Une **filière d'analyse de la REUT** doit être structurée afin d'être assuré qu'assez de laboratoires certifiés peuvent effectuer toutes les analyses exigées par la NT 106.03 et sur toutes les matrices (eau – sol –plante). Ces renforcements de compétences devront notamment se faire au niveau régional et au sein même des STEP pour les paramètres physico-chimiques simples à mesurer.
- Les CRDA doivent avoir assez de moyens pour effectuer les contrôles comme exigés par la réglementation. Des **plans précis d'échantillonnage** doivent être rédigés (lieux d'échantillonnage, fréquence, paramètres analysés…) et respectés afin de pouvoir effectuer des comparaisons inter annuelles des résultats ainsi que des comparaisons entre périmètres irrigués. La **fréquence de contrôle sur les paramètres classiques (DBO5, DCO, MES) est majoritairement respectée**. Seuls les **paramètres microbiologiques sur l'ensemble de la Tunisie ne sont pas toujours suivis**. Cela est certainement lié aux contraintes de prélèvements et d'analyses plus complexes.
- Pour certains paramètres et notamment **les ETM**, les fréquences de contrôle imposées par l'arrêté du 26 mars 2018 pour **les STEP effectuant de la REUT sont moins restrictives que celles fixées par le décret n°93-2447 du 13 décembre 1993 pour les STEP qui rejettent vers un milieu récepteur.** Il serait pertinent d'imposer des normes égales voir plus strictes pour la réutilisation des eaux usées traitées. L'usage de cette eau étant parfois agricole ou en contact plus ou moins direct avec la population, il serait préférable de contrôler plus régulièrement que lorsqu'elle n'est pas réutilisée et rejetée dans le milieu naturel.
- En revanche, pour favoriser la réutilisation des eaux usées traitées, **les fréquences imposées par les textes de lois ne doivent pas imposer des mesures trop contraignantes et doivent rester réalisables. Ces fréquences devront être révisées selon la nature du paramètre et du domaine de REUT.**

7. DIAGNOSTIC SUR LES RISQUES LIES A LA REUT

Objectifs du chapitre

Ce chapitre présente les notions de risques sanitaire et environnemental liés à la REUT et précise les différents facteurs en jeu : la qualité de l'eau, l'exposition et la vulnérabilité.

Les impacts potentiels de la REUT sur la santé humaine, animale et sur l'environnement sont ensuite abordés ainsi que l'évaluation qui est faite ces risques au niveau de la recherche tunisienne. Il est à noter que ces deux aspects sont en pratique étroitement liés et que le risque encouru au niveau de l'environnement aura des répercussions au niveau de la santé

7.1.1 Définition du risque sanitaire

En matière de REUT, la nature des risques à considérer est principalement biologique (les parasites et les microorganismes pathogènes), chimique (les substances toxiques et les micropolluants organiques) et dans des cas spécifiques physique (température, radioactivité). Les vecteurs de risque, qui font l'objet de la surveillance et du contrôle sont :

- Les produits issus de la REUT (produits agricoles dont ceux d'origine animale) ;
- Les facteurs environnementaux (le sol, l'air, les eaux superficielles et les eaux souterraines).

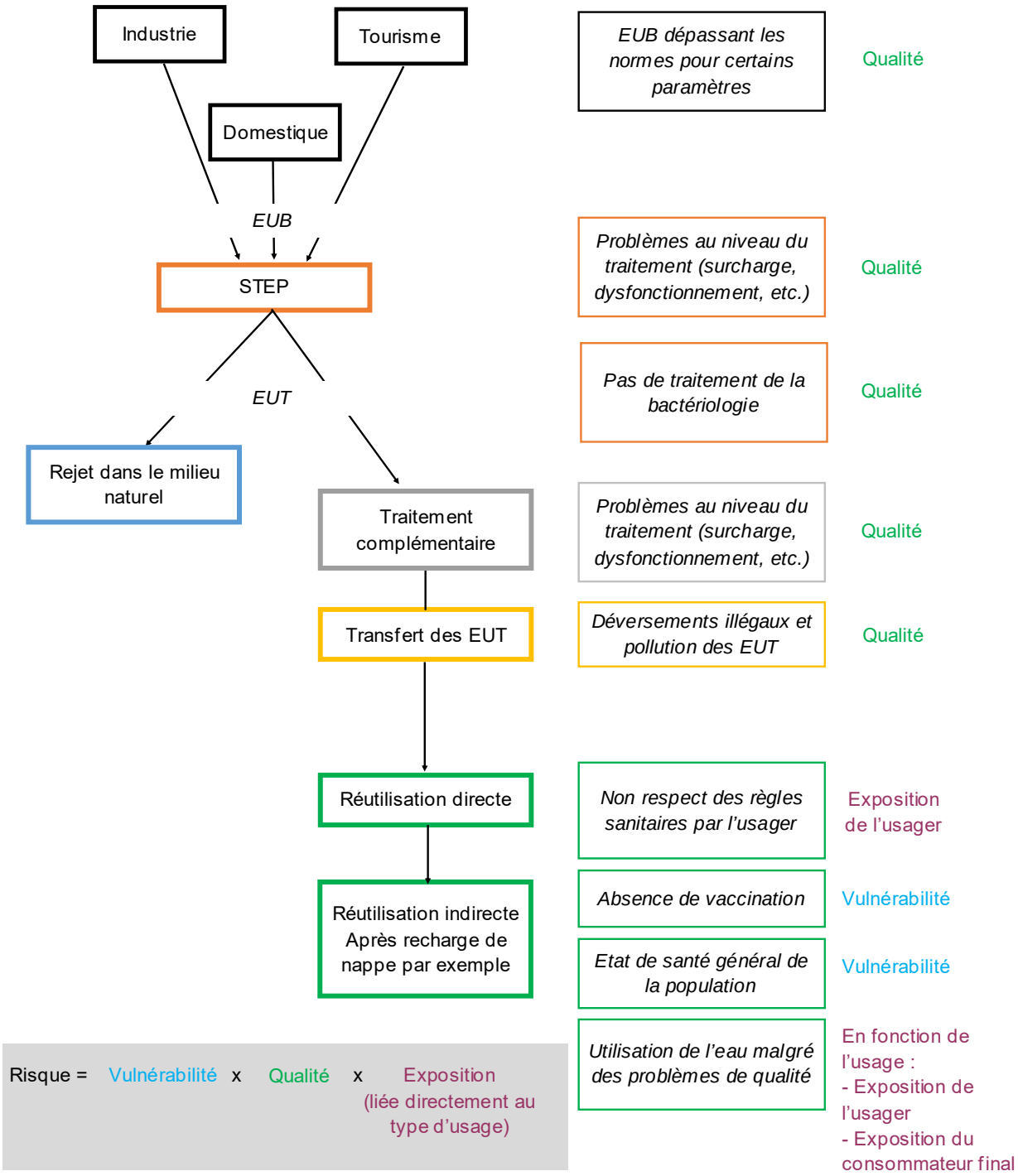
En fonction des polluants, de la voie et de la durée d'exposition le risque sanitaire peut être classé en deux catégories :

- Un **risque à court terme** : généralement d'ordre infectieux lié à la présence de micro-organismes (bactéries, virus, parasites). Les effets peuvent être bénins (diarrhée, troubles digestifs, mycoses) ou s'avérer plus importants (hépatites, typhoïde, cholera, etc.).
- Un **risque à moyen et long terme** : généralement d'origine chimique (minéral, organique). Les symptômes dépendent de la dose et de la durée d'exposition au danger chimique et les pathologies peuvent être bégnines ou graves (intoxications chroniques, cancers, etc.). Les risques encourus le sont à plus ou moins long terme.

La prévention des risques, que ce soit à court ou à long terme, repose sur l'efficience du système de gestion mis en place depuis la production des eaux traitées jusqu'aux pratiques de la réutilisation. **La prévention porte ainsi sur l'amélioration de la qualité de l'eau mais aussi sur deux autres facteurs qui influent sur le risque lié à l'utilisation des EUT. Il s'agit de l'exposition et de la vulnérabilité aux EUT.**

Le schéma ci-dessous illustre la notion de risque. Il présente à gauche les différentes étapes de la filière et à droite les facteurs de risques existants.

Figure 7-1 : Illustration de la notion de risque sanitaire



Les aspects liés à la qualité de l'eau et aux problématiques qui peuvent exister au niveau des EUB et au niveau du traitement sont couverts dans le chapitre 6 sur le diagnostic technique.

Cette présente section s'intéresse plus particulièrement à l'incidence des problèmes de qualité de l'eau sur la santé humaine et animale (connaissances existantes et recherche scientifique) et sur les matrices sol, plantes cultivées et nappes souterraines.

Les aspects sociaux qui influencent l'exposition et la vulnérabilité des populations sont traités dans le diagnostic des facteurs sociaux et d'acceptabilité de la REUT.

Enfin, la nécessité d'intégrer les aspects sanitaires dans la réglementation nationale est traitée dans le diagnostic juridique.

7.1.2 Incidence de la REUT sur la santé humaine

QUALITE DES EUT ET IMPACTS SANITAIRES POTENTIELS

La REUT peut présenter des risques pour la santé humaine dès lors que les EUT contiennent des pathogènes (des virus, des bactéries, des parasites), des substances ou produits chimiques toxiques comme des métaux lourds, des pesticides et des résidus de médicaments, des perturbateurs endocriniens etc. Les tableaux ci-dessous présentent les principaux types de dangers associés aux EUT (danger potentiel et pathologies associées aux pathogènes).

Tableau 7-1 : Exemples des différents types de dangers associés à l'utilisation des eaux usées en agriculture dans les pays en développement

Danger	Voie d'exposition	Importance relative
Pathogènes associés aux excrétas		
Bactéries (par exemple E.coli, Vibrio cholerae, Salmonella spp., Shigella spp.)	Contact Consommation	Faible-élevée
Helminthes (vers parasites)		
Transmis par le sol (Ascaris, ankylostomes, Taenia spp.)	Contact Consommation	Faible-élevée
Schistosoma spp.	Contact	Nulle-élevée
Protozoaires (Giardia intestinalis, Cryptosporidium, Entamoeba spp.)	Contact Consommation	Faible-moyenne
Virus (virus de l'hépatite A, de l'hépatite E, adénovirus, rotavirus, norovirus)	Contact consommation	Faible-élevée
Irritants et infections cutanés	Contact	Moyenne-élevée
Pathogènes à transmission vectorielle (Filaria spp.,virus de l'encéphalite japonaise, Plasmodium spp.)	Contact avec le vecteur	Nulle-moyenne
Produits chimiques		
Métaux lourds (par exemple l'arsenic, le cadmium, le plomb et le mercure)	Consommation	Généralement faible
Hydrocarbures halogénés (dioxines, furanes, BPC)	Consommation	Faible
Pesticides (aldrine, DDT)	Contact Consommation	Faible

Source : données de l'OMS (2006).

Tableau 7-2 : Principales pathologies liées aux dangers biologiques et chimiques

Danger biologique		**Pathologie associée**	**Danger chimique**	**Pathologie associée**
Bactéries	*Salmonella sp*	salmonellose	Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) • Certains métaux • Certains pesticides	Cancers
	Shigella sp	Dysenterie bacillaire		
	Vibrio choléra	choléra	Arsenic • Plomb • Cadmium • Cobalt • Calcium • Magnésium.	Maladies cardiovasculaires
	Campylobacter jejuni	Gastro-entérite		
Virus entériques	Virus de l'hépatite A et E	Hépatites infectieuses	Nickel • Chrome	Allergies et hypersensibilité
	Poliovirus	poliomyélite	Polychlorobiphényles (PCB) • Dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT)	Maladies de Reproduction
	Echovirus	Méningite, paralysie, diarrhée		
	calvivirus	Gastro-entérite	Plomb • Mercure • Autres perturbateurs endocriniens	Maladies de Développement
helminthes	*Ascaris lumbricoides*	Troubles gastro-intestinaux	PCB • Méthylmercure • Plomb • Manganèse • Aluminium •	Troubles du système nerveux
	Trichuris trichiura	Diarrhée et dysenterie		

Taenia sp	Nervosité,insomnie , troubles digestifs, anorexie	

L'examen de nombreux rapports de contrôle et des résultats des études réalisées sur les EUT ne prennent pas toujours en considération les paramètres impactant comme les paramètres microbiologiques ou les substances toxiques (malgré l'obligation normative NT106.02, excepté pour les perturbateurs endocriniens pour lesquels il n'y a pas de norme).

Le tableau ci-dessous résume l'ensemble des séries de résultats d'analyses disponibles réalisés sur les EUT utilisées pour l'irrigation ; il ressort ce qui suit :

Tableau 7-3 : Données sur la qualité des EUT.

Origine	Coliformes fécaux	Streptocoques fécaux	Oeufs d'helminthes	Métaux
DHMPE (2012/2013) 63 campagnes de prélèvements (DHMPE, 2014)	Non-conformité de tous les échantillons	Non-conformité de tous les échantillons	3 non conformes	(cadmium et plomb) Tous les échantillons sont conformes
DGGREE (2015/2016) 20 campagnes de prélèvements (DGGREE, 2016)	Non réalisé	Non réalisé	1 non conforme	(Ar, B, Cd, Cr, Co, Cu, Fe, F, Mn, Hg, Ni, Zn, Cl, Se, Pb) Tous les échantillons sont conformes
ANCSEP (2015) 10 campagnes de prélèvements (ANCSEP, 2018)	Non réalisé	Non réalisé	Non réalisé	(Al, Ar, Cd, Cr, Ni, Pb, Hg, Cu, Sb) Tous les échantillons sont conformes

ETUDE DES MALADIES HYDRIQUES EN TUNISIE

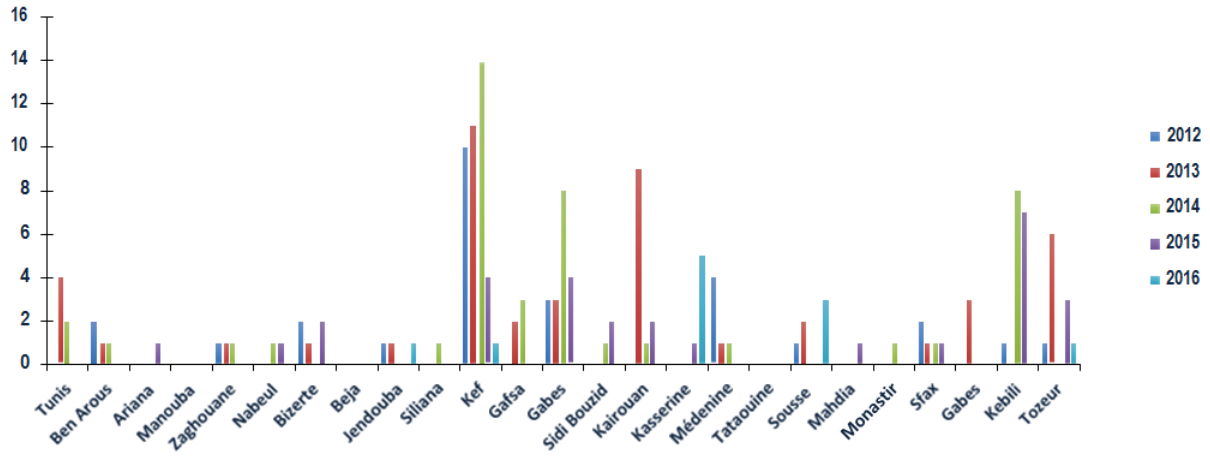
En Tunisie, les principales maladies d'origine hydrique ou alimentaire qui font l'objet d'une surveillance épidémiologique et pour lesquelles des données sont disponibles sont celles recueillies par le système national de surveillance des Maladie à Déclaration Obligatoire (MDO) : les hépatites virales, la fièvre typhoïde et les toxi-infections alimentaires collectives (TIAC). Les germes causaux de la fièvre typhoïde et des hépatites virales sont respectivement la Salmonella typhy et le Virus de l'hépatite A qui sont généralement transmis lors de l'ingestion d'eaux ou d'aliments contaminés par des matières fécales d'origine humaine ou animale.

Il faut noter qu'en Tunisie, les maladies infectieuses d'origine hydrique constituent encore un problème de santé publique. Elles entrainent des épidémies potentiellement importantes. La charge de morbidité réelle est difficile à estimer et très probablement sous- estimée.

- **La fièvre typhoïde** sévit encore à l'état endémo-épidémique, surtout dans les régions rurales, avec une incidence nationale faible (0,32 cas pour 100 000 habitants les 5 dernières années) et une moyenne de 35 cas sporadiques notifiés/ an (voir Figure 7-2) (source : Système national de surveillance des Maladie à Déclaration Obligatoire [MDO], Direction des Soins de Santé de Base [DSSB]).

  Les gouvernorats du Kef, de Gabès, et Kébili sont les plus touchés alors que les pratiques de REUT sont absentes à Kébili et faible au Kef (périmètre de Semmana 180 ha, non fonctionnel). La REUT est cependant pratiquée à Gabès (2 périmètres de 350 ha).

Figure 7-2 : Distribution du nombre de cas de fièvre typhoïde par Gouvernorat et par an de 2012 à 2016

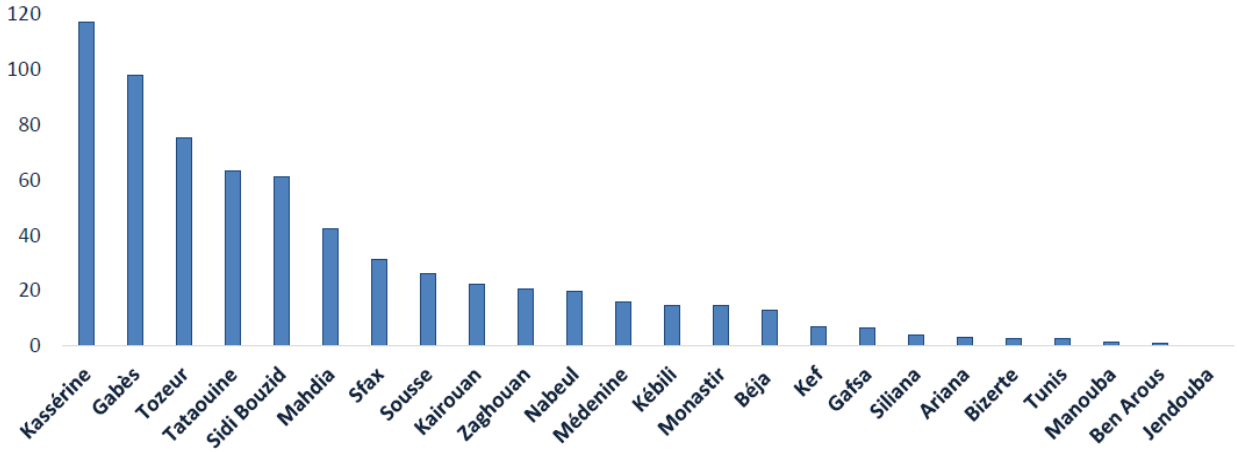


Données MDO, DSSB

L'hépatite A a une incidence importante au niveau de nombreux gouvernorat de la Tunisie. Sur la période de 2011 à 2015, plus de 2 600 cas d'hépatite A ont été déclarés dans les 24 gouvernorats dont les plus touchés sont : Gabès (827 cas), Sfax (319 cas), Nabeul (179 cas), Tozeur (172 cas), Monastir (170 cas) et Sousse (138 cas).

Pour l'année 2017, le taux d'incidence de l'hépatite A (par 100000 habitants) montre que les gouvernorats de Kasserine, de Gabès, de Tozeur, de Tataouine, de Sidi Bouzid, Mahdia, Sfax et Sousse présentent les taux les plus élevés (voir Figure 7-3 ci-après)

Figure 7-3 : Taux d'incidence d'HVA par gouvernorat en 2017 et par 100000 habitants



Données MDO, DSSB

Lors de l'enquête nationale de prévalence des Hépatites Virales A, B & C en Tunisie (2014-2015), les résultats d'analyse sur 596 échantillons d'eaux usées à partir de 11 STEP ont montré une forte présence de virus de l'Hépatite dans les EUT atteignant 80 % d'échantillons positifs au niveau de certaines STEP. (21)

Le système de surveillance des maladies hydriques en Tunisie n'est pas en mesure de déceler d'une façon précise l'origine des infections. Ainsi les vecteurs de transmission ne sont pas toujours identifiés, ni l'impact du non-respect de certaines conditions d'hygiène le long de la chaine de production *« de la fourche à la fourchette ».*

EVALUATION DES IMPACTS SANITAIRES LIES A LA REUT EN TUNISIE

L'évaluation des impacts sanitaires liés à la REUT repose actuellement sur deux modèles qui peuvent se compléter :

- **Les études épidémiologiques (études d'incidence)** qui nécessitent l'observation sur une période déterminée pour mesurer les modifications de l'état de santé des populations. Ceci suppose une organisation de recueil d'information et un système de surveillance sanitaire rodé et une équipe multidisciplinaire. Les coûts et la durée constituent des contraintes pour une mise en place de ce type d'étude surtout pour le contexte tunisien ou les systèmes de surveillance sont encore embryonnaires.
- **L'Evaluation Quantitative du Risque (EQR)** qui consiste à estimer le risque d'infection pour un pathogène et un type d'exposition définis, à partir de l'évaluation de la dose reçue à chaque exposition et de la fréquence annuelle de contact. L'OMS et les instances d'évaluation des risque (ANSES (France), EPA (US), RIVM (Pays-Bas)) sont déjà très avancées sur cette pratique qui a, aussi, un objectif d'orienter la gestion des risques**.**

En Tunisie, il y a un manque d'études épidémiologiques sur l'incidence de l'utilisation des EUT. On note cependant deux enquêtes relativement anciennes qui s'intéressent aux risques liés aux pratiques de la REUT :

- L'« étude de cas sur la parasitologie des selles comme critère de surveillance d'une population agricole utilisant les eaux usées traitées » a été réalisée sur des populations exposées et non exposées aux EUT. L'étude s'intéresse à la présence de parasites sur 200 échantillons de selles chez les agriculteurs réutilisant les eaux usées traitées pour l'irrigation d'un périmètre exploité pour culture fourragère. Cette étude a démontré que les œufs d'helminthes représentent une fréquence de 4% chez les agriculteurs exposés et est nulle chez les non exposés (Saadi M. ; Rejeb-Frigui A. ; Dhidah M. ; Ferjani H., 1996).
- Une enquête de la DHMPE (réalisée en 1985 durant les mois de Juillet à Septembre) a permis de constater 141 cas de maladies (Diarrhée et Maladies dermiques) au sein de la population du périmètre irrigué de la zone de la Soukra (658 individus) avec une absence totale de maladies chez la population témoin. (Zelzri, Ghezal, Aloui, & Djebb, 1997).

En Tunisie, l'exposition aux EUT en milieu agricole **augmente la fréquence d'atteinte aux parasitoses** (4% chez les agriculteurs et est nulle chez les non exposés).

Par ailleurs, l'analyse de la situation épidémiologique en rapport avec la REUT est relativement délicate. Il est en effet difficile d'estimer la contribution de la REUT dans la charge de morbidité des maladies hydriques.

A cet effet, des études épidémiologiques spécifiques à la REUT sont à promouvoir pour compenser le déficit d'information. Il est important de noter que les données actuelles n'excluent pas la part de contribution de la REUT dans l'incidence des maladies hydriques

En ce qui concerne **les Evaluations Quantitatives des Risques (EQR),** il y a eu récemment une étude réalisée par l'ANCSEP en 2015 sur l'impact sanitaire de la réutilisation des eaux usées traitées à des fins agricoles. Cette étude a concerné 5 périmètres irrigués avec les EUT et 5 périmètres témoins à : Ouardanine (Monastir), Borj Touil (Ariana), Oued Souhil (Nabeul), El Hamma (Gabes), Aguila (Gafsa). L'étude évalue l'impact des polluants chimiques susceptibles de présenter des risques pour la santé (les ETM), les plus prioritaires : le Cadmium, le Plomb, le Mercure l'Arsenic, le Cuivre, le Nickel, l'Aluminium, l'Antimoine et le Chrome. Ces ETM ont été quantifiés au niveau des trois matrices : les eaux d'irrigation, les produits agricoles/d'origine animale (destinés à la consommation humaine et animale au niveau des périmètres irrigués) et le sol.

Cette étude est la première à réaliser une évaluation quantitative des risques (EQR). L'EQR montre ainsi qu'une consommation de produits agricoles provenant des périmètres irrigués par les EUT entraînerait des expositions statistiquement plus élevées à l'aluminium et au plomb par rapport aux expositions calculées via la consommation des produits agricoles provenant des périmètres témoins.

L'importance de la recherche pour l'amélioration des connaissances doit permettre, à terme, de mieux mesurer les risques associés à la REUT. A cet effet, il existe des initiatives en cours en Tunisie dont les principales sont résumées ci-après :

- Travail sur les **composés oestrogéniques** (Mahjoub INRGREF) Etude sur les composés suivants : estrone (E1), 17β-estradiol (E2), œstriol (E3) et 17α-éthinylestradiol (EE2) et sur leur présence dans les effluents tunisiens. De même, étude des **produits pharmaceutiques** et de leur présence dans les eaux usées et les sols irrigués. A titre d'exemple, la carbamazépine, un médicament antiépileptique persistant, et quatre de ses principaux métabolites ont été identifiés pour la première fois dans les eaux usées et les eaux souterraines et dans les sols dans la région de Nabeul, où la réutilisation est pratiquée depuis les années 1980.
- Etude sur les **œufs d'helminthes et les kystes de protozoaires** (Hachicha INRGREF) Etude d'échantillons d'eaux usées, prélevées dans les égouts. Estimation de l'efficacité d'élimination globale des kystes de protozoaires et des œufs d'helminthes dans les stations d'épuration (de 37 à 100% et de 83% à 100%, selon les systèmes de traitement des eaux usées).
- **Etude de la multi-résistance aux antibiotiques** chez des souches bactériennes dans un effluent d'eaux usées pharmaceutiques du nord de la Tunisie (Tahrani et al CERTE)

RESPECT DES NORMES SANITAIRES RELATIVES A LA REUT

Le chapitre 6 sur la réglementation précise que les obligations sanitaires pour les usagers des EUT ne sont pas assez détaillées. Cependant, le cahier des charges relatif à l'utilisation des EUT à des fins agricoles indique que l'exploitant doit aviser ses employés en contact direct avec les EUT des risques pour leur santé et des précautions à prendre (tenue de travail, règles d'hygiène individuelles, vaccinations à la charge de l'exploitant, examen médical annuel).

Outre la réglementation, l'étude sur la stratégie nationale de communication et de sensibilisation à l'utilisation des EUT et des boues de STEP effectuée en 2015 par la DGEQV s'est intéressée au respect ou non de ces normes sanitaires auprès des agriculteurs. Ce sont des aspects difficiles à enquêter mais les résultats ont permis tout de même de mettre en évidence que les agriculteurs mettent peu en pratique les mesures préventives de protection sanitaire. Les résultats sont exposés dans le Tableau 7-4. Les équipements de protection sont très peu portés dans le sud, ce qui peut s'expliquer par les températures élevées de la région. Les vaccinations sont très peu réalisées, notamment dans le Nord et le Centre (1 agriculteur sur 10). Quant aux visites annuelles, elles n'ont presque pas lieu.

Tableau 7-4 : Résultats d'une enquête sur le respect des normes sanitaires relatives à la REUT

	% des usagers des EUT qui respectent les consignes sanitaires lors de la manipulation des EUT ?			
	vaccination	visite médicale annuelle	vêtements de protection	douche après chaque irrigation
1 Nord	14%	6%	31%	30%
2 Centre	10%	0%	58%	37%
3 Sud	30%	1%	8%	57%

Source : (DGEQV, 2015)

Des questions sur ces aspects ont été posées lors des enquêtes effectuées dans cette étude. Les enseignements recueillis sont analysés pour chaque usage dans le chapitre 11 au niveau des analyses transversales sur les aspects sociaux, environnementaux et sanitaires.

7.1.3 Incidences de la REUT sur la santé animale

Les risques pour la santé animale au niveau des périmètres irrigués avec les EUT sont liés à la qualité biologique et physicochimique des fourrages cultivés au niveau de ces périmètres (le pâturage direct est prohibé sur les périmètres irrigués par les EUT). Ces risques sont surtout d'ordre parasitaire et concernent les helminthes car les ruminants constituent une étape de leur cycle de vie (Plathelminthes : ascaris, tænia, douve du foie, etc.).

Les cultures destinées à l'alimentation du bétail, doivent subir une durée de stockage suffisamment longue pour minimiser les risques de contamination.

Il n'existe pas, à notre connaissance, d'investigation publiée qui concerne la santé animale au niveau des périmètres irrigués avec les EUT et ceci reste un sujet d'intérêt pour la REUT.

7.1.4 Incidence de la REUT sur l'environnement : possible accumulation des polluants dans les matrices sol-plante-nappe après une irrigation prolongée

Les impacts environnementaux de la REUT constituent un axe de recherche important. Le point de départ de ces recherches a été le programme des années 1980 du PNUD dont les résultats ont été résumés en 2003 par Akissa Bahri. D'autres études ont été réalisées depuis, surtout sur la réutilisation agricole à partir des EUT. L'intérêt est de savoir quelles sont les pratiques à adopter pour la REUT sans avoir un impact important sur l'environnement et en réduisant les risques sanitaires.

Les tableaux suivants permettent de résumer les principaux constats qui ont été faits en Tunisie concernant l'irrigation agricole pour les différentes matrices environnementales (le sol, les plantes et les nappes souterraines) depuis les travaux de 2003 aux études plus récentes, avec quelques compléments par des références internationales. Ces tableaux ne se veulent pas exhaustifs de l'ensemble des travaux de recherche mais permettent de donner une idée de ce qu'il est possible de faire ou non lors de l'irrigation avec des EUT.

IMPACTS SUR LE SOL DES PERIMETRES IRRIGUES

Certains risques existent mais peuvent être évités avec des bonnes pratiques agricoles (cellules en jaune dans le tableau). La plupart de ces résultats ont d'ailleurs abouti aux réglementations des années 1990 avec la liste des cultures autorisées et le cahier des charges d'utilisation des EUT en agriculture (interdiction d'irriguer les produits maraîchers avec des EUT, interdiction de vendre ou consommer les fruits tombés des arbres, interdiction du pâturage direct, interdiction d'irriguer par aspersion les arbres fruitiers, etc.).

Tableau 7-5 : Synthèse des impacts de l'irrigation avec des EUT sur les sols d'après la recherche tunisienne et autres

Matrice Sol		
Elément impactant	**Principaux constats**	**Références**
Salinité	• Le risque de salinisation dépend du type de sol (transmissivité, teneur en MO, capacité de drainage, taux d'irrigation et profondeur des aquifères) • La salinisation peut impacter la productivité du sol en modifiant la pression osmotique au niveau racinaire, en entraînant une toxicité ionique spécifique, en perturbant l'absorption par les végétaux des nutriments essentiels et en détruisant la structure du sol. A long terme, cela peut engendrer un arrêt de l'agriculture. • Au vu de la concentration en sel des EUT, le risque de salinisation est plutôt faible. La salinité des EUT et l'évolution de la salinité des sols irrigués doivent tout de même être surveillées périodiquement. La teneur en sel des EUT peut augmenter avec les détergents, adoucissants et les infiltrations d'eau salée, notamment dans les zones littorales. L'évaporation au niveau de la STEP peut aussi avoir un impact sur la salinisation des eaux réutilisées. Il est recommandé d'associer l'utilisation des EUT à des pratiques de draignage appropriées du sol.	Bahri A., 2003 Belaid N., 2010 Hachicha M., 2015

Matrice Sol		
Elément impactant	**Principaux constats**	**Références**
MES	• Si les MES ne sont pas biodégradables, elles peuvent diminuer la perméabilité des sols et la percolation des eaux. • Les MES provenant des bassins de régulation des EUT peuvent inclure des particules algales qui enrichissent les sols en MO et en nutriments après leur biodégradation.	Bali M., 2017
pH	• Le pH des EUT tunisiennes est habituellement légèrement alcalin, l'équilibre acide/base du sol n'est donc pas perturbé	Bali M., 2017
MO	• Les EUT enrichissent en matières humiques les sols, ce qui est un avantage supplémentaire aux engrais chimiques. Il se forme des composés organiques stables et non toxiques (acides huiques et fulviques), sans impact sur l'environnement. • Si la DBO > 500 mg/l, comme pour les EUB, associé à un taux en MES élevé, il peut y avoir colmatage du sol, d'où l'importance de l'efficacité du traitement II au niveau des STEP.	Bouwer & Chaney, 1974
ETM	• La variabilité des ETM dans le sol dépend des teneurs en MO, de la distance par rapport à la prise d'irrigation et des pratiques culturales (rotation des cultures, labour, type d'irrigation). • Une dynamique d'accumulation des ETM dans les sols a été observée dans d'anciens périmètres irrigués (Borj Touil, Mornag, Nabeul). • Les différences observées dans l'accumulation des ETM dans les sols des parcelles d'un même périmètre irrigué dépendent du nombre de cycles d'irrigation effectué. • La biodisponibilité des ETM reste faible sur le long terme. •	Bahri A., 2003 Belaid N., 2010 Belaid N., Kallel M. & Neel C. Jlassi, R. Hachicha M., 2015
Azote, phosphore, potassium	• Les EUT sont souvent riches en éléments fertilisants, surtout en N et K (cas du périmètre irrigué de Borj Touil) • L'azote dans les EUT est plutôt sous forme de nitrates qui sont très solubles dans l'eau et risquent donc d'être entraînés par lixiviation. Cela dépend du taux d'intensification du périmètre irrigué, des caractéristiques du sol et de la teneur en azote des EUT. • Les EUT contiennent de faibles quantités en P et K, sans impact pour l'environnement et qui peuvent compléter les apports nécessaires pour les plantes. • Des stratégies de fertilisation correctement ajustées et adaptées aux concentrations en N et P des parcelles des périmètres irrigués limitent les risques de pollution azotée et phosphatée dans les sols •	Bahri A., 2003 Bali M., 2017 Jlassi, R. Rjeb S., 2011
Agents pathogènes	• Pas de contamination bactérienne décelée dans les sols	Bahri A., 2003
Composés organiques toxiques (polluants émergents)	• Présence détectée de composés organiques toxiques dans les EUT : composés industriels (phtalates, biphényles, PCB…), pesticides (organochlorés, organophosphorés), résidus médicamenteux. Ces polluants peuvent avoir des effets cancérogènes, tératogènes, mutagènes ou être des perturbateurs endocriniens. • Des composés oestrogéniques et des résidus médicamenteux comme la Carbamazépine ont été retrouvé dans le sol du périmètre irrigué de Souhil. La mobilité de ces métabolites et leur potentielle dégradation reste à étudier. • La présence de HAP, de PCB et de pesticides organochlorés (surtout le DDT) dans les sols dans le périmètre irrigué de Souhil a été démontrée. La persistance de ces polluants dans ces sols et les potentialités de transfert vers les plantes et les nappes souterraines n'a pas été étudiée	Mahjoub O. & al., 2011 Fenet H. & al., 2012 Haddaoui I. & al., 2016

IMPACTS SUR LES PLANTES CULTIVEES

Le contrôle biologique et physicochimique des produits agricoles irrigués avec les EUT est réalisé par les services du ministère de la santé tel que stipulé par le décret n° 89-1047du 28 juillet 1989 fixant les modalités de prélèvement et la fréquence des analyses pour les différents paramètres globaux de la pollution (modifié par le décret n° 93 – 2447 du 13 décembre 1993).

Ce décret ne précise ni les paramètres à analyser ni la fréquence de contrôles. En fait, la salubrité des produits agricoles fait partie de la sécurité sanitaire des denrées alimentaires qui est régie par plusieurs textes et normes qui traitent les germes pathogènes, les contaminants et les résidus de pesticides.

Cependant, la surveillance spécifique des produits agricoles issus des périmètres irrigués avec les EUT n'est encore pas instaurée par les services du ministère de la santé.

Il est à noter que la capacité analytique au niveau national répond aux demandes d'analyses biologique et physicochimique de ces produits.

Tableau 7-6 : Synthèse des impacts de l'irrigation avec des EUT sur les plantes d'après la recherche tunisienne et autres

Matrice Plante		
Salinité	• Le taux de salinité des EUT peut limiter les types de plantes cultivables s'il est trop élevé. Il peut aussi réduire les autres bénéfices des EUT sur la croissance des cultures (pouvoir fertilisant) et ainsi fair diminuer le rendement (1).	Bahri A., 2003 Hachicha M., 2015
ETM	• L'absorption des ETM par les plantes dépend de sa concentration (valeur seuil à partir duquel il peut être abosrbé) et du pH du sol (globalement, un pH < 6 ,5 rend les ETM disponibles pour les plantes). • Les EUT peuvent contenir des traces de cadmium et de nickel qui présentent une forte toxicité pour l'homme et peuvent être absorbés par les végétaux. • En Tunisie, des effets sur le long terme des ETM sur les oliviers n'ont pas été décelés • Les accumulations d'ETM dans les feuilles d'oliviers sont non significatives • Le taux d'ETM absorbé par les plantes fourragères dépend de la variété cultivée mais reste faible • L'étude de l'ANCSEP de 2015 a montré une variation des teneurs d'aluminium, du plomb et du nickel dans les échantillons d'Olive, de Citron et de Grenade au niveau du périmètre de Nabeul avec un dépassement très important de la LM en Plomb enregistrée dans le Citron. Cependant, cette étude ne fait pas consensus au sein de la communauté scientifique et les résultats restent à valider (nombre d'échantillons analysés, méthodo d'analyse, etc.) • Une accumulation de l'Aluminium, du Chrome et du Nickel (pour la Nèfle et la Pèche) avec des variations non expliquées entre le périmètre témoin et le périmètre de Ouardanine.	Belaid N., 2010 Jlassi, R. ANCSEP, 2015
Agents pathogènes	**Oléiculture :** • Pas de contamination microbienne décelée pour les olives	Trad Raïs M., Sifi S. & Ben El Hadj S. Trad Raïs M., Sifi S. & Xanthoulis D., 2008
	Maraîchage : • Contamination bactérienne en fontion de la variété cultivée et des techniques d'irrigation • Avec irrigation à la raie : contamination bactérienne significative des fruits (ex des pommes de terre) • Contamination légèrement supérieure pour des aubergines se trouvant en contact avec le sol irrigué par rapport à celle en hauteur • Avec technique de micro-irrigation : qualité microbiologique satisfaisante des fruits	Trad Raïs M. Chenini et al, 2002
	Arboriculture : • Pas de contamination microbienne des fruits cueillis (périmètre irrigué de Ouardanine) • Contamination microbienne plus élevée pour les fruits tombés sur le sol	Bahri A., 2003 Bahri S., 2011 –
	Fourrages : • Contamination microbienne du fourrage significative après irrigation, résorbée en 7 à 10 jours en fonction des conditions climatiques	Bahri A., 2003

Matrice Plante		
Qualité et croissance des fruits	**Oléiculture :** • Augmentation du rapport pulpe / noyau et de la production d'olives • Pas d'impact sur la qualité de l'huile d'olive	Trad Raïs M., Sifi S. & Ben El Hadj S., 2007 Trad Raïs M., Sifi, S. & Xanthoulis D., 2008
	Arboriculture : Pour les agrumes : amélioration de certains paramètres de croissance et fructification, amélioration du rendement	Riahi, 2011

(1) La salinité de l'eau est un paramètre clé pouvant impacter les cultures. Des informations sont fournies sur ce point dans le Rapport de diagnostic pour l'élaboration de la vision et de la stratégie du secteur de l'eau à l'horizon 2050 pour la Tunisie (BPEH, STUDI, 2020). Le rapport montre, pour 96 STEP pour lesquelles l'information sur la salinité était disponible en 2017, **qu'environ 80% du volume produit par ces STEP avait une qualité acceptable pour la réutilisation agricole** (salinité inférieure à 3 g/L). Les résultats plus précis sont les suivants :

- 34% des eaux ont une salinité inférieure à 2 g/L
- 44% des eaux ont une salinité comprise entre 2 et 3 g/L
- 12% des eaux ont une salinité comprise entre 3 et 4 g/L
- 10% des eaux ont une salinité supérieure à 4 g/L

Un point d'attention particulier sera porté lors de la phase 2 de l'étude afin de proposer des réutilisations qui soient compatibles avec le niveau de salinité des EUT.

IMPACT SUR LES NAPPES SOUTERRAINES

Les études et les recherches réalisées sur la contamination des nappes souterraines au niveau des périmètres irrigués avec des EUT témoignent de ce qui suit :

Tableau 7-7 : Synthèse des impacts de l'irrigation avec des EUT sur les nappes souterraines d'après la recherche tunisienne et autres

Matrice Nappe		
ETM	• Pas de pollution métallique des nappes souterraines due aux EUT décélée	Bahri A., 2003
Azote, Phosphore	• Il y a un risque d'excès de fertilisation du sol et d'une lixiviation du nitrate excédentaire dans la nappe souterraine • Des stratégies de fertilisation correctement ajustées limitent les risques de pollution azotée et phosphatée dans les nappes	Bahri A., 2003 Neubert S. & Sihem B., 2003
Agents pathogènes	• Si les EUT contiennent des agents pathogènes, les riques de contamination de la nappe phréatique augmentent si les sols sont poreux, minces ou fissurés et que la nappe est proche de la surface ou sous l'influence des eaux de surface. • Les helminthes et les protozoaires sont éliminés rapidement dans les couches superficielles du sol de par leur taille, contrairement aux bactéries et aux virus.	Yates & Gerba, 1998
Composés organiques toxiques (polluants émergents)	• Les composants organiques toxiques étudiés (composés oestrogéniques et résidus médicamenteux comme la carbamazépine)ont été décelés dans les nappes souterraines au niveau du site de REUT de Nabeul. • La concentration de ces micropolluants est égale dans les EUT et les puits souterrains, il existe donc un transfert des micropolluants vers les nappes	Mahjoub O. & al., 2010 Mahjoub O. & al., 2011 Fenet H. & al., 2012 Fries E. & al., 2016

7.1.5 Éléments de conclusion sur l'analyse des risques sanitaires et recommandations

ELEMENTS DE CONCLUSION

La qualité des EUT, en l'état actuel, présente des risques pour la santé publique à travers la chaine trophique et la sécurité alimentaire qu'il faut considérer en premier pour les actions stratégiques à venir. L'évaluation des risques en fonction des usages est actuellement insuffisante.

L'ensemble des résultats des campagnes d'analyses et les travaux de recherche s'accordent pour dire que la **contamination microbiologique des EUT est prépondérante** et la gestion de ces risques sur le long terme est prioritaire. Les **concentrations en métaux lourds sont en général en deçà des limites fixées** par les normes tunisiennes NT.106.02 et NT.106.03.

RECOMMANDATIONS

- Les **études épidémiologiques et les EQR** qui ont été réalisées ne permettent pas de conclure sur l'incidence des EUT sur la santé humaine en Tunisie et **doivent être généralisées.**
- Le rôle de la recherche est par ailleurs important dans le cadre de l'analyse des risques sanitaires et les travaux doivent être pris en compte lors de la révision des normes.
- Les impacts sur les sols de la REUT varient en fonction du périmètre irrigué étudié (type de sol, pratiques culturales, etc.). Un suivi de la qualité des sols, comme pour la qualité des EUT réutilisées, avec un protocole détaillé (paramètres analysés, fréquence des analyses, lieux d'échantillonnage, etc.) identique à tous les sites doit être mis en place. Ce suivi permettra de prévenir les risques de contamination de l'environnement et des plantes cultivées.
- La **contamination microbiologique des EUT doit être mieux considérée** que ce soit au niveau des paramètres à respecter au niveau des normes pour la REUT, du traitement des EUT (traitement III) ou de la sensibilisation des usagers pour respecter les pratiques limitants leur exposition. Ces recommandations sont à pondérer en fonction de l'usage considéré**.**
- Les composés organiques toxiques émergents sont encore peu étudiés et représentent des milliers de molécules différentes. **Les études tunisiennes en cours devraient permettre d'avoir plus d'informations sur les composés à risque pour la REUT** en Tunisie et comment assurer leur prise en compte pour diminuer ces risques.
- Les études menées pour connaître les impacts sur les matrices sol – plante – nappes concernent surtout les périmètres irrigués et la recharge de nappe avec des EUT. Il serait pertinent **d'étudier aussi ces impacts dans le cas des golfs, où l'irrigation s'effectue maintenant depuis 30 ans** pour certains et des lagunes littorales où les EUT sont rejetées.
- Des défaillances de respect des mesures d'hygiène au niveau des pratiques agricoles et de mesures d'accompagnement (éducation sanitaire, vaccination, etc.) portent préjudice à la santé. Une **approche intégrée basée sur l'analyse des risques doit être mis en place et reposera sur la collaboration et la coordination effectives des différents organismes,** au fil de l'eau pour réduire au minimum les effets négatifs de la REUT sur la santé.

8. DIAGNOSTIC INSTITUTIONNEL DE LA FILIERE – DECENTRALISER, ACCOMPAGNER, REGULER ET DIFFUSER L'INFORMATION POUR REGAGNER LA CONFIANCE DES USAGERS ET DES CONSOMMATEURS

Objectifs du chapitre

Ce chapitre constitue le diagnostic institutionnel de la REUT et permet de revenir sur la multiplicité des acteurs publics et privés qui sont concernés, à différents niveaux, par la filière. Le chapitre présente ainsi dans un premier temps les différents acteurs de la REUT en Tunisie avant de réaliser deux analyses :

- Une **analyse de trois processus clé de la filière** : planification des projets, échanges de données et contrôle.

- Une **analyse des enjeux institutionnels pour la filière** : enjeux internes des acteurs, cohérence entre les acteurs et enjeux transversaux.

« *La réutilisation des eaux usées traitées, malgré les nombreux avantages qu'elle doit apporter, est un problème autant politique que technique. Elle est en concurrence avec d'autres solutions à la pénurie d'eau ; elle réorganise des périmètres administratifs ; elle réaffecte des coûts et des bénéfices ; elle peut déstabiliser des routines et des manières de faire existantes ; sa mise en œuvre nécessite des ajustements créatifs et une autorité « pratique» permettant de résoudre les problèmes à mesure qu'ils surviennent* » (Abers & E., 2013)

8.1 PRESENTATION DES ACTEURS DE LA REUT EN TUNISIE

Une présentation exhaustive de l'ensemble des acteurs impliqués dans la REUT a été réalisée. Pour chaque acteur, cette section présente ainsi :

- Les missions statutaires ou réglementaires qui lui sont confiées, de manière globale et dans le domaine de la REUT,
- Son organisation interne pour répondre à ces missions.

Cette présentation s'appuie sur le descriptif institutionnel réalisé par l'étude SCP (2017) et le complète.

LE MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DES RESSOURCES HYDRAULIQUES ET DE LA PECHE (MARHP)

D'après le code de l'eau Tunisien, le Ministère de l'agriculture, des ressources hydrauliques et de la pêche est l'institution qui a la responsabilité d'administrer le domaine public hydraulique. Le tableau ci-après décrit les implications des différentes directions générales du MARHP dans la REUT, ainsi que la mise en œuvre au niveau local par les arrondissements correspondants des CRDA.

Tableau 8-1 : Description des principales directions du MARHP impliquée dans la REUT

DG / *Représentation régionale (CRDA)*	**Rôle dans la REUT**
Cabinet	
BPEH (Bureau de Planification des Equilibres Hydrauliques)	**Missions :** Coordination des directions techniques sur les questions de suivi, de planification, de mobilisation, et d'allocation des ressources en eau. Le BPEH pilote ainsi le développement de la Stratégie de l'eau à 2050. **Rôle dans la REUT :** planification du développement et de l'utilisation des ressources non-conventionnelles (dont les EUT)
Directions techniques	

DG / *Représentation régionale (CRDA)*	**Rôle dans la REUT**
DGGREE (Génie Rural et Exploitation des Eaux) *Arrondissements Génie Rural et Périmètres Irrigués*	**Missions** ➢ Etudes d'ordre stratégique relatives au secteur du génie rural et de l'exploitation des eaux dans le secteur agricole, et l'AEP des localités rurales loin des réseaux de la SONEDE. ➢ Contribution à la planification des ressources en eau avec BPEH et DGRE ; ➢ Développement des ressources en eau non conventionnelles ➢ Création et réhabilitation de périmètres irrigués ➢ Rationalisation de l'utilisation des eaux : élaboration et mise en œuvre des instruments de gestion de la demande en eau (GDE) dans le secteur agricole ; ➢ Encadrement des GDA agissant dans le domaine de l'eau ; **Rôle dans la REUT** ➢ Accompagnement de la valorisation des eaux non conventionnelles en agriculture, ➢ Suivi et évaluation de l'aménagement des périmètres irrigués par des EUT et encadrement des GDA gestionnaires.
DGRE (Ressources en Eau) *Arrondissements Ressources en Eau*	**Missions :** Connaissance et évaluation de la Ressource en Eau : ➢ La connaissance des ressources en eau : ♦ La gestion des réseaux de mesure des ressources en eau (hydrométrie, pluviométrie, hydrogéologie, qualité de l'eau des nappes[44]) ; ♦ La publication d'annuaires, qui comprend de nombreuses informations sur l'exploitation et la recharge (y compris artificielle) des aquifères ; ♦ L'élaboration de bilans des ressources en eau ; ➢ L'élaboration les principes et méthodes pour la mobilisation et l'exploitation de ressources hydrauliques. ➢ La promotion des activités de recherche et d'expérimentation concernant les ressources en eau conventionnelles et non conventionnelles, en vue d'en assurer le développement. **Rôle dans la REUT** ➢ Développement et coordination de **la gestion les sites de recharge des nappes par les REUT** (qui peuvent être exploités par d'autres opérateurs)**,** ➢ Promotion des activités de recherche sur les eaux non conventionnelles.
DGACTA (Aménagement et Conservation des Terres Agricoles) *Arrondissements Sols*	**Missions** ➢ Elaboration des plans et orientations pour la préservation des ressources naturelles en sols, végétation, eau et en terres agricoles, et notamment la CES. **Rôle dans la REUT** ➢ contrôle et le suivi de la qualité des sols irrigués par la REUT via sa Direction des Sols /Arrondissements Sols ➢ promotion des mesures permettant la conservation des eaux et du sol.
DGPCQPA (protection et contrôle de la qualité des produits agricoles) *Arrondissements de production végétale*	**Rôle dans la REUT** ➢ contrôle et suivi de la qualité des produits agricoles irrigués par les EUT, notamment leur sécurité sanitaire de ces produits.
DGPA *(Production Agricole)*	**Missions** ➢ Suivi et promotion aussi bien en terme quantitatif que qualitatif de la production agricole nationale ➢ Suivi de la valorisation des boues d'épuration en agriculture avec notamment la gestion du projet pilote VBRDA (Valorisation des Boues Résiduaires Dans l'Agriculture)
Services communs	

[44] Le suivi de la qualité des eaux superficielles est assuré par l'ANPE

DG / *Représentation régionale (CRDA)*	**Rôle dans la REUT**
DGFIOP (Financement, des Investissements et des Organismes Professionnels)	➢ Validation et négociation des budgets soumis au Ministère des finances. ➢ Validation des changements d'affectation en cours d'année. ➢ Gestion du FOSDAP (Fond Spécial du Développement de l'Agriculture et de la Pêche).
DG-EDA (Etudes et Développement Agricole)	➢ Planification et études agricoles en s'appuyant sur les planifications régionales.

Source : BRLi, 2019

Les Commissariats Régionaux au Développement Agricole (CRDA)

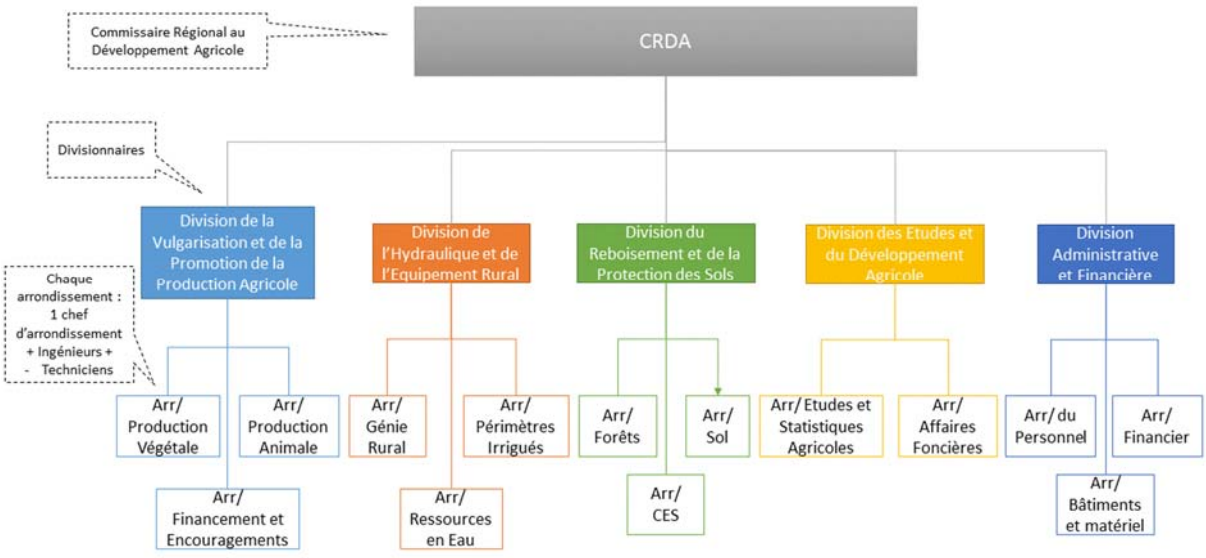
Les CRDA sont des établissements publics administratifs représentant les services du MARHP dans chaque gouvernorat[45]. Ces structures disposent de moyens humains, matériels et financiers mais aussi juridiques adaptés à la situation spécifique de chaque région. Ils sont chargés de la mise en œuvre au niveau du gouvernorat de la politique agricole arrêtée par le gouvernement. Ils assurent ainsi des missions de conservation de l'eau et des sols, de distribution de l'eau agricole ou bien de la gestion des équipements hydrauliques.

Plus particulièrement dans le domaine de la REUT, les CRDA gèrent :

- Le transport des EUT aux périmètres irrigués, y compris la maintenance des équipements hydrauliques ;
- le contrôle de la qualité des EUT utilisées dans les périmètres irrigués (pour le CRDA de Sfax).

Généralement, les CRDA sont organisés selon une structure proche du MARHP, présentée ci-après, avec des variations possibles selon les gouvernorats.

Figure 8-1 : Organisation-type des CRDA



Source : BRLi, d'après les décrets spécifiques fixant l'organisation des CRDA de chaque gouvernorat

Les CRDA sont soumis à une double tutelle :

- une hiérarchie organique, car ils sont sous l'autorité du Gouverneur ;
- une hiérarchie fonctionnelle, car la politique agricole sectorielle est décidée au niveau du MARHP.

[45] Les attributions des services régionaux de la DG ACTA sont fixées la loi n°89-44 du 8 mars 1989, portant création des CRDA, complétée par la loi n°94-116 du 31 octobre 1994. Leur organisation est établie dans le décret n°89-832 du 29 juin 1989, fixant organisation administrative et financière et les modalités de fonctionnement des commissariats régionaux au développement agricole, modifié par le décret n° 90-1236 du 1er aout 1990. Des décrets spécifiques à chaque gouvernorat précisent l'organisation de chaque CRDA, ainsi que les tâches affectées à chaque arrondissement.

Le Gouverneur a un rôle clef dans l'intégration des politiques sectorielles, tout comme le rôle du Commissaire est essentiel dans la planification agricole intégrée et sa mise en œuvre.

Les CRDA sont organisés selon plusieurs divisions et arrondissements, qui correspondent à peu près à l'organisation en Directions Générales du MARHP et qui mettent en œuvre les politiques agricoles concrètement sur le terrain. La thématique de la REUT fait partie des attributions des arrondissements Périmètres Irrigués, Génie Rural, Sols, Ressources en Eau et Productions Végétales, comme indiqué dans le tableau précédent qui précise les rôles de chacun à cet égard.

Le MARHP dispose également parfois de représentants à un niveau plus local : les cellules territoriales de vulgarisation (CTV), à l'échelle des délégations et les cellules de rayonnement agricole (CRA), à l'échelle des secteurs. Les CTV et CRA sont souvent représentés par un seul agent, qui vient généralement des arrondissements Production Animale ou Production Végétale du CRDA. Il notamment chargé des activités de **vulgarisation** auprès des agriculteurs.

L'Agence de la Vulgarisation et de la Formation Agricole (AVFA)

L'AVFA est un établissement public à caractère administratif placé sous l'autorité du MARHP. Elle développe des programmes de **formation et de vulgarisation agricole** à destination des vulgarisateurs publics et privés, qui assurent l'encadrement et l'information des agriculteurs par des actions programmées. Ce sont surtout les vulgarisateurs publics qui sont intéressés par la vulgarisation sur la REUT (Cellules Territoriales de Vulgarisation (CTV) et Cellules de Rayonnement Agricole (CRA)), ainsi que les SMSA (Sociétés Mutuelles de Services Agricoles) et les GDA (Groupements de Développement Agricole). La vulgarisation se fait selon **3 modes d'actions** préférentiels : visites individuelles, journées de formation, journées de démonstration. Des visites d'exploitations pilotes ont été organisées par les vulgarisateurs des CRDA, pour les 3 ou 4 exploitations leaders (notamment à Ouardanine).

L'AVFA est également chargée de l'élaboration des supports de vulgarisation de masse (supports audiovisuels, films documentaires, supports écrits…).

De manière pratique, elle intervient à la demande des DG du MARHP et des CRDA pour élaborer des programmes de formation et supports de communication. Chaque CRDA définit un programme annuel de vulgarisation transmis à l'AVFA qui propose alors son offre de formation correspondante. C'est le budget de l'Etat qui est mobilisé pour l'essentiel (notamment la REUT), sauf exceptions (type demandes spécifiques de vulgarisateurs privés, financées, mais qui n'intervient pour l'instant pas dans le secteur de la REUT). Ce sont souvent des **chercheurs** qui interviennent lors des journées de vulgarisation.

Depuis 2003, **plusieurs campagnes de sensibilisation des techniciens vulgarisateurs ont été réalisées sur la REUT** (films, courts métrages, supports visuels, supports écrits). Les supports de vulgarisation sont en ligne (en arabe) sur le site web de l'AVFA. Les réseaux sociaux sont aussi source d'informations.

- L'AVFA a ainsi collaboré avec la DGGRE en mars 2013 pour élaborer un dépliant de sensibilisation des agriculteurs intitulé « EUT et champs d'usage en agriculture ».
- Au printemps 2019, l'AVFA a réalisé 2 émissions de radio diffusées en mars sur la radio nationale et 2 spots diffusés en avril sur la TV nationale ;
- L'AVFA révise les dépliants de sensibilisation sur la REUT (2019) ;
- L'AVFA essaye en outre d'intégrer un module REUT dans les formations professionnelles : des discussions sont en cours avec l'institut national pédagogique de formation agricole continue à Sidi Febet (qui fait de la formation continue (agriculteurs et fils d'agriculteurs) et formation des jeunes).

L'Agence Foncière Agricole (AFA)

L'Agence Foncière Agricole est un établissement public à caractère non administratif (EPNA) doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière. Ses missions sont assimilées à celles de service public et par conséquent elle est considérée comme le prolongement de l'administration. Elle est l'organisme responsable de l'aménagement foncier dans les périmètres irrigués par les EUT.

L'Office de l'Elevage et des Pâturages (OEP)

L'Office de l'Elevage et des Pâturages est un établissement public à caractère industriel et commercial. Il a pour mission générale de développer l'élevage et les pâturages en recherchant les débouchés aussi bien sur le marché intérieur qu'extérieur. Il peut être impliqué sur des projets de périmètres irrigués avec des EUT, pour produire des fourrages permettant le développement de l'élevage dans certaines régions

Les instituts de recherche et de formation

Plusieurs instituts de recherche sous la tutelle conjointe du MARHP et du MESRS interviennent sur les sujets de REUT.

- **L'Institut de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur Agricole** (IRESA) est un Etablissement Public à caractère Administratif (EPA) créé en 1990[46]. Il est chargé des missions suivantes :
  - Assurer la liaison entre les Etablissements de Recherche et d'Enseignement Supérieur Agricoles d'une part et la vulgarisation agricole et les producteurs d'autre part ;
  - Elaborer les programmes de recherche agricole et les budgets nécessaires pour leur réalisation, suivre l'exécution de ces programmes et en assurer l'évaluation tout en veillant à la coordination et à la complémentarité entre les Etablissements de Recherche et d'Enseignement Supérieur ;
  - Veiller à ce que les Etablissements de Recherche et d'Enseignement Supérieur Agricoles soient au service de la production agricole et du développement[47].

  L'IRESA participe à plusieurs programmes de recherche et développement en collaboration avec des organisations internationales.
- **L'Institut National de Recherche Agronomique de Tunisie** (INRAT) chargé des activités de recherches dans les domaines des grandes cultures, l'horticulture, zootechnie et production fourragères, protection des végétaux, économie rurale et biométrie, bio technologie et physiologie végétale et divers autres domaines agronomiques ;
- L'**Institut National de Recherche en Génie Rural, Eaux et Forêts** (INRGREF), couvre les recherches relatives au Génie Rural, Eaux et Forêts. Il compte 4 laboratoires de recherches, et la REUT est une des thématiques de recherches du laboratoire 'Valorisation des Eaux Non Conventionnelles'. Dans les années 90, les thématiques de recherche concernaient les risques de l'utilisation des EUT pour les produits agricoles, notamment au regard des aspects physico-chimiques et microbiologiques, avec 2 stations pilotes : 2 stations pilotes : Souhil à Nabeul (toujours en activité) et la Soukra. Aujourd'hui, les travaux portent plus sur les effets à long terme de l'utilisation des EUT en questionnant les études précédentes, avec des mises à jour régulières sur les risques microbiologiques, les métaux lourds et les micropolluants émergents (antibiotiques, pesticides). Le travail de recherche sur l'eau porte également les économies d'eau et l'économie circulaire ;
- L'**Institut National Agronomique de Tunis** (INAT) intervient sur sept grands domaines de compétences : la production végétale, la santé végétale, la production animale, l'agro-alimentaire, l'économie agricole et agro-alimentaire, l'halieutique, le génie rural eaux et forêts. Les enjeux de santé, de prévention des risques sanitaires, de protection de l'environnement, et de valorisation des territoires font partie de la mission de l'INAT.
- Le **Centre de Recherches et de Technologies des Eaux** (CERTE) est un établissement public scientifique et technique sous la tutelle du MESRS, qui dispose notamment d'un laboratoire de recherche sur les Eaux Usées et l'Environnement. Il intervient sur la REUT depuis la fin des années 70. Des stations pilotes ont été mises en place pour expérimenter différents types de traitements d'eaux usées. Depuis 2007, le CERTE expérimente 3 stations pilotes dans des écoles (utilisation des eaux pluviales pour le bloc sanitaire, traitement et réutilisation de l'eau pour l'irrigation d'oliviers et amandiers par goutte à goutte enterré). Le CERTE a également travaillé à l'étude de la recherche de nappe de Korba (gérée par le CRDA de Nabeul) sous convention avec le MARHP.

46 Loi n°90-72 du 30 Juillet 1990

47 www.iresa.agrinet.tn

D'autres instituts comme l'Université de la Manouba (UMA) ou l'Ecole Nationale des Ingénieurs de Sfax (ENIS) ont lancé des études sur la thématique de la REUT.

Les travaux de recherche entrepris par tous ces instituts concernant la REUT sont développés dans le chapitre 10.1 qui concerne le diagnostic du secteur de la recherche scientifique.

LE MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT (ME)

Le ministère de l'environnement est chargé de proposer la politique générale de l'Etat dans les domaines de la protection de l'environnement, de la sauvegarde de la nature, de la promotion de la qualité de la vie et de la mise en place des fondements du développement durable dans les politiques générales et sectorielles de l'Etat et ce, en coopération avec les ministères et les structures concernés, et de veiller à son exécution.

En particulier, sa **Direction Générale de l'environnement et de la qualité de vie (DGEQV)** a pour mission d'évaluer la situation générale de l'environnement, de proposer les grandes orientations de la politique nationale en matière de protection de l'environnement et d'amélioration de la qualité de la vie et d'élaborer les plans d'action pour la conservation des ressources naturelles, la réduction ou l'élimination de tous les phénomènes de pollution. C'est elle qui suit la question des eaux usées.

Plus spécifiquement dans le domaine de la REUT, le ME assure la tutelle de 3 organismes clefs :

- L'ONAS, principal producteur d'EUT,
- L'Agence Nationale pour la Protection de l'Environnement (ANPE), autorité environnementale chargée de la surveillance de la conformité des activités impactant l'environnement,
- Le Centre International des Technologies de l'environnement de Tunis (CITET), qui dispose d'un laboratoire d'analyses.

L'Office National de l'Assainissement (ONAS), producteur des EUT

Missions

L´ONAS est un établissement public à caractère industriel et commercial, doté de la personnalité civile et de l´autonomie financière. Il est placé sous la tutelle du Ministère des Affaires locales et de l'environnement.

L'ONAS a été créé en vertu de la loi n° 73/74 en date du 3 août 1974, avec pour mission d´assurer la gestion du secteur de l´assainissement. La loi portant création de l´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 la lutte contre la pollution hydrique**. Ses missions sont les suivantes :

- « la lutte contre toutes les sources de pollution hydrique (…) ;
- la gestion, l'exploitation, l'entretien, le renouvellement et la construction de tout ouvrage destiné à l'assainissement des villes (…)
- **la promotion de la distribution et de la vente des eaux épurées**, des boues provenant des stations d'épuration et de tous les autres sous-produits ;
- l'élaboration et la réalisation de projets intégrés portant sur le traitement des eaux usées et l'évacuation des eaux pluviales (…).
- La réalisation de projets d'études et de travaux d'assainissement (…) pour l'Etat et les collectivités ;
- Participer à l'élaboration de tout texte légal ou réglementaire pour lutter contre la pollution hydrique ;
- Proposer au ministère de tutelle les mesures d'encouragement de l'Etat (…) dans le domaine de l'assainissement ;
- Entreprendre toute action de sensibilisation, formation, éducation, étude ou recherche dans le domaine de la lutte contre la pollution hydrique ;
- Toute autre action comprise dans le cadre de sa mission, qui lui serait confiée par l'Etat » (Loi N°93-41).

- Le site web de l'ONAS complété par « la planification et la réalisation des projets d'assainissement ».

Ainsi, sur le thème de la REUT, le rôle de l'ONAS est d'assurer un traitement des EU conforme à l'arrêté du 26 mars 2018, et de promouvoir la distribution et la vente des EUT.

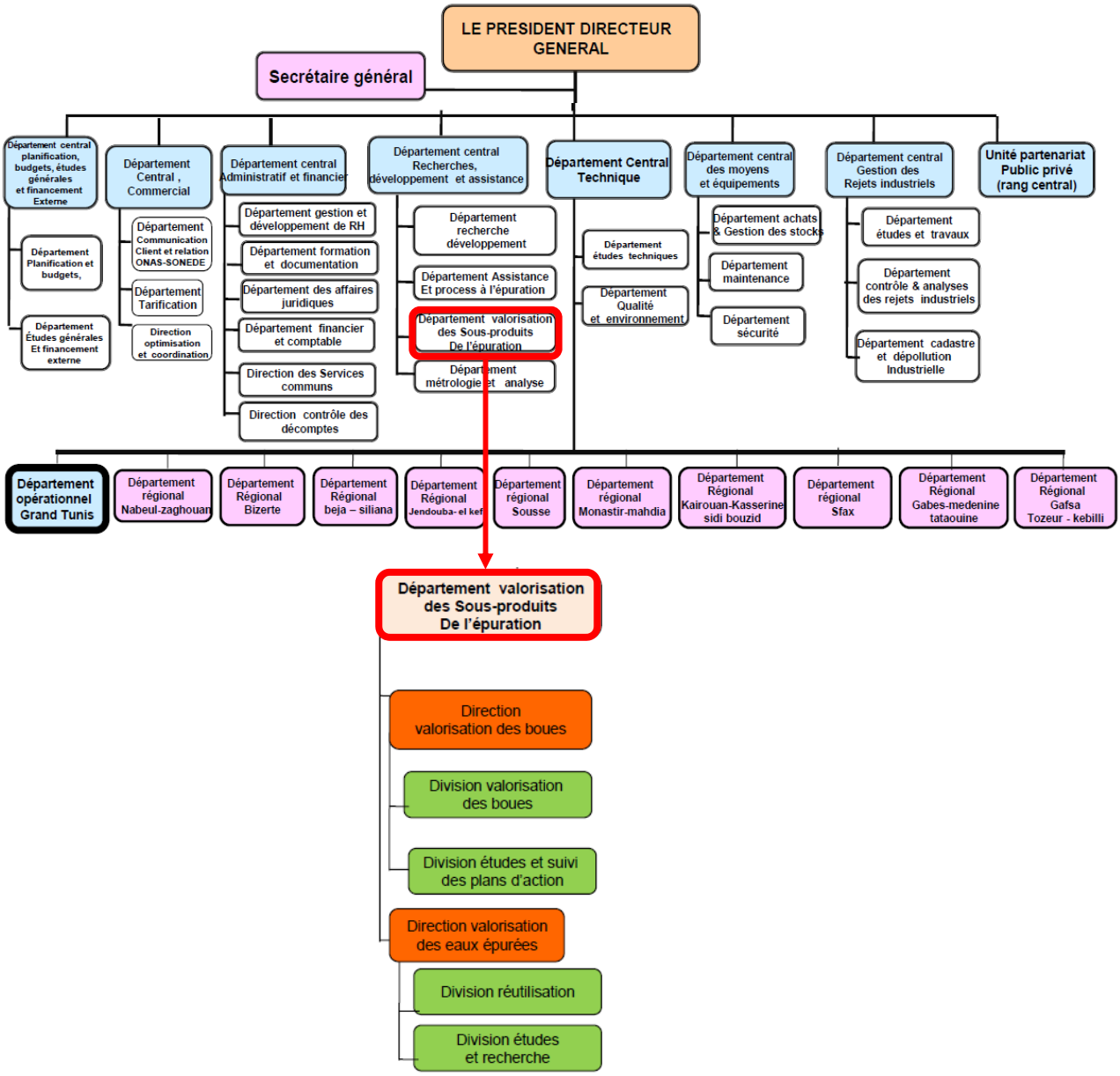
L'ONAS assure donc le rôle producteur d'EUT et de fournisseur des différents usages. Pour mener à bien ses missions, l'ONAS a donc vocation à assurer l'autocontrôle de la qualité microbiologique et chimique de ses eaux tout au long du processus d'épuration, en s'assurant de la conformité des eaux collectées comme des eaux rejetées.

Le décret n°2008-2268 propre à l'ONAS précise que peuvent faire l'objet d'une concession, les services relevant des missions de l'ONAS et relatifs à la **réutilisation des eaux usées traitées** ou à la valorisation des boues et des biogaz des stations d'épuration.

Organisation interne

L'ONAS est une grande organisation qui comptait 3775 agents en 2016 (Source : site Internet de l'ONAS).

Figure 8-2 : Organigramme simplifié de l'ONAS, et positionnement des activités de REUT dans cet organigramme



Source : site Internet de l'ONAS

Les activités liées à la réutilisation des EUT sont orchestrées au niveau central par la Division réutilisation qui compte pour l'instant 1 seule personne. Au niveau opérationnel dans les régions, il n'y a pas d'agent spécifiquement sur cette thématique, mais les exploitants des STEP sont les interlocuteurs.

L'ONAS dispose de laboratoires d'analyses au niveau de ses centres régionaux. Les prélèvements et les analyses sont en partie sous-traités (marchés publics) pour faire face au besoin de moyens humains et matériels. Des perspectives de renforcement de ses laboratoires sont en cours de réflexion à l'ONAS (SCP, 2018).

L'Agence Nationale pour la Protection de l'Environnement (ANPE)

L'ANPE est un établissement public à caractère industriel et commercial, créé en vertu de la loi n° 88-91 du 2 août 1988. Sa tutelle ainsi que sa mission initiale ont fait l'objet d'une révision substantielle par la loi 92-115 du 30 Novembre 1992. L'ANPE a pour missions générales de lutter contre toutes les sources de pollution et de nuisances et atténuer toutes formes de dégradation de l'environnement et d'assurer le contrôle et le suivi des rejets et de leurs installations de traitement.

Plus particulièrement en lien avec la REUT, l'ANPE est chargée :

- Du suivi de la qualité de la ressource en eau ;
- De l'approbation des études d'impact des STEP et des périmètres publics irrigués ;
- Du contrôle des rejets dans le milieu naturel (Norme NT 106.02).

L'ANPE compte :

- un vingtaine d'agents techniques en évaluation des Etudes d'Impact (basés à Tunis), dont 2 s'intéressent plus spécifiquement à la REUT ;
- environ 15 agents pour le suivi de la qualité de la ressource en eau (Tunis et Régions),
- Pour ses missions de contrôle l'ANPE a mis en place un corps d'experts contrôleurs assermentés comprenant actuellement 42 agents. Actuellement, **un agent effectue les contrôles planifiés des STEP et des périmètres irrigués avec les eaux des STEP**. Les contrôles à l'issue de plaintes ou d'accident sont réalisés par les agents des Régions. En 2018, lors du contrôle planifié, 76 stations ont été contrôlées sur 120, donnant lieu à une trentaine de PV. Les contrôles réalisés à l'issue de plaintes ont également donné lieu à une vingtaine de PV.

Selon les entretiens menés, l'ANPE s'intéresse surtout aux paramètres physico-chimiques. Les analyses sont généralement effectuées dans les laboratoires en sous-traitance : le CITET et des laboratoires privés.

Le Centre International des Technologies de l'Environnement de Tunis (CITET)

Le Centre International des Technologies de l'Environnement de Tunis (CITET) est un établissement public à caractère non administratif créé en 1996 et placé sous la tutelle du ME (Loi n°96-25 du 25/03/1996). Le CITET a vocation à développer les compétences tunisiennes pour assurer un transfert de technologies écologiquement rationnel et bien adapté au contexte local, national et international. Parmi ses 4 Directions Techniques, celle qui s'occupe des EUT est la Direction du transfert et adaptation technologique : elle aborde la gestion des ressources en eau, la valorisation des traitements des déchets, l'utilisation des eaux non conventionnelles et l'adaptation au changement climatique.

Dans le domaine de la REUT, le CITET dispose d'un **laboratoire d'analyse des eaux accrédité TUNAC**, qui peut réaliser des analyses physico-chimiques et microbiologiques des eaux. Il comprend 20 agents pour une prise en charge d'environ 5000 échantillons. Son statut ne lui permet pas de répondre commercialement à des marchés de délégation ou de sous-traitance. (SCP, 2018).

La Police de l'Environnement

Une police de l'environnement a été créée en 2017, suite à après l'aggravation des atteintes à l'environnement. Ses agents sont déployés progressivement dans les municipalités où les enjeux sont les plus forts (34 municipalités du Grand Tunis, 20 municipalités dans les chefs-lieux des gouvernorats et 20 autres municipalités à forte densité de population et à vocation touristique) et compte 300 agents. Sa mise en place est contestée par le corps de la police nationale (source : Huffington post Maghreb, Tunisienumérique.com)

La police de l'environnement a vocation à intervenir essentiellement sur la salubrité des espaces publics et l'hygiène (comme le déversement d'eaux usées sur la voie publique) (Loi n° 2016-30, 2016). Elle n'interviendrait pour l'instant pas sur la REUT.

LE MINISTERE DE LA SANTE (MS)

La mission fondamentale du Ministère de la Santé est de « veiller sur la Santé de la population ». Il a 2 attributions particulières dans le domaine de la prévention, qui concernent la REUT :

- Initier et stimuler toutes les formes d'éducation collective ou individuelle de nature à **améliorer le comportement de la population sur le plan de l'hygiène ;**
- Assister techniquement tous les organismes publics ou privés dont l'action peut avoir des répercussions sur la santé de la population et notamment dans les domaines du **contrôle** (…) **de l'eau de consommation, de la production alimentaire, de la protection de l'environnement**, etc.

Il intervient dans le secteur de l'eau au travers de sa **Direction de l'Hygiène, du Milieu et de Protection de l'Environnement (DHMPE)** qui est en charge du contrôle sanitaire des eaux (eau de boisson, eau minérale, eau usée brute et traitée et les eaux de baignade) et contribue à l'élaboration des normes et textes réglementaires.

Dans le domaine de la REUT, la DHMPE assure ainsi le contrôle de tous les aspects préventifs sanitaires et notamment la conformité bactériologique et physicochimique des EUT destinées à l'irrigation. Elle réalise les inspections sanitaires dans les STEP, vérifie le respect des clauses des cahiers des charges dans les périmètres irrigués, notamment le respect des règles d'hygiène, le contrôle sanitaire des produits issus des périmètres irrigués, la sensibilisation des manipulateurs, ainsi que des vaccinations des agriculteurs. Ce sont les représentations régionales du MS qui effectuent ces tâches. Les contrôles inopinés à l'aval des STEP en en entrée des périmètres publics irrigués sont programmés une fois par an (Source : entretiens, BRLi, 2019).

La DHMPE a à la fois un rôle préventif et répressif avec la possibilité d'arrêter ponctuellement l'approvisionnement en eau. En cas d'alerte, la DHMPE avise ses partenaires au niveau central et donne ses consignes au comité régional de suivi de la REUT présidé par le gouverneur (lorsqu'il existe) qui réagit généralement au plus vite pour arrêter l'irrigation jusqu'à ce que les services de santé donnent le feu vert (SCP, 2018).

Le Ministère de la Santé dispose d'un réseau de laboratoires qui réalise certaines analyses physicochimiques et microbiologiques : le laboratoire Central réalise les analyses physico-chimiques sur Tunis et Nabeul, et 22 Laboratoires régionaux d'Hygiène du Milieu.

Le Ministère de la Santé exerce la tutelle sur l'ANCSEP.

L'Agence Nationale de Contrôle Sanitaire et Environnemental des Produits (ANCSEP)

L'ANCSEP est un établissement public doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière, sous la tutelle du MS. Il a pour mission d'assurer la coordination et la consolidation des activités de contrôle sanitaire et environnemental des produits exercés par les différentes structures de contrôle concernées (Décret n° 99-769 du 5 avril 1999). De manière pratique, pour la REUT, l'ANCSEP intervient sur 2 axes structurants :

- **L'organisation de la coordination**, y compris harmoniser les attributions des organismes de contrôle, unifier les méthodes et outils de contrôle, veiller au respect des textes.
- La **consolidation des activités de contrôle**, y compris l'évaluation des risques sanitaires, la réorientation des stratégies de contrôle ou encore la contribution à l'élaboration de normes.

L'ANCSEP est donc missionné pour la coordination, l'arbitrage et la formation des organismes de contrôle. Si la REUT n'est pas directement listée dans les « produits » sur lesquels l'ANCSEP exerce ses activités, l'esprit du texte est que la REUT fasse partie des attributions, ce qui est confirmé par les équipes.

En termes d'organisation, le Directeur Général est assisté par un Conseil d'Entreprise Consultatif et un Conseil Scientifique qui comportent tous deux un représentant de chacun des ministères concernés par la REUT (Santé Publique, Environnement, Agriculture, Industrie) hormis le Tourisme.

Cette agence-clé pour le dispositif national de veille sanitaire et environnemental pourrait être davantage sollicitée pour les usages agricoles de la REUT avec une attention portée à la qualité des produits et non pas seulement la qualité des intrants.

Il faut noter que la nouvelle loi n°25 du 26/2/2019 de sécurité sanitaire des aliments et des aliments pour animaux va réorganiser les missions des deux organismes (DHMPE et ANCSEP) pour une meilleure répartition des rôles.

L'Instance nationale pour la sécurité sanitaire et la qualité des produits alimentaires

L'Instance nationale pour la sécurité sanitaire et la qualité des produits alimentaires en Tunisie est en cours de création. La mission de cette instance devrait être la suivante :

- Contrôle de la sécurité sanitaire et de la qualité des aliments des animaux,
- Supervision zoo-sanitaire et phytosanitaire depuis la production jusqu'à la distribution.

Dans le cadre de la REUT, cette instance pourrait être amenée à contrôler la qualité du fourrage produit à partir d'EUT.

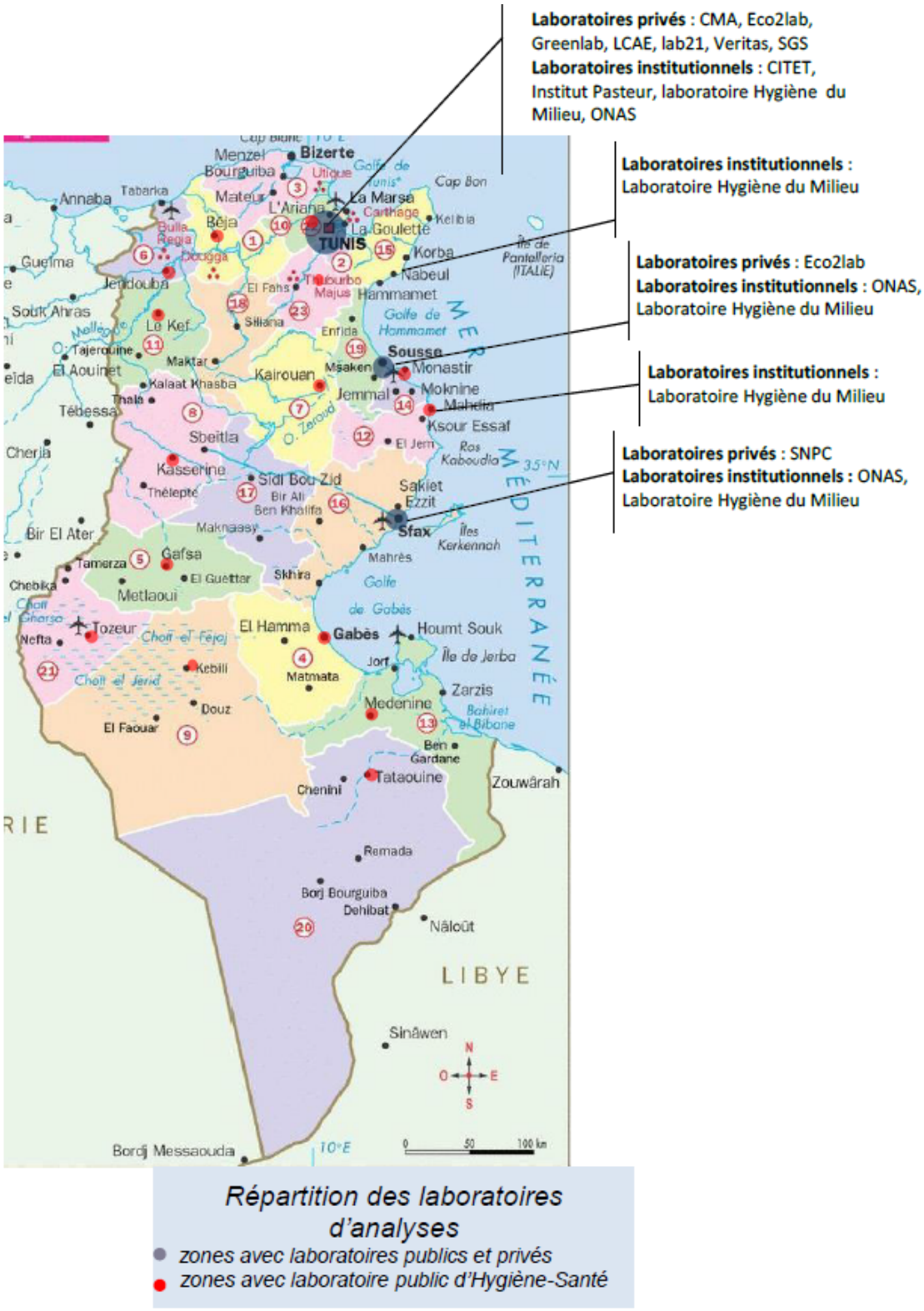
Les laboratoires

Outre le CITET, les laboratoires du MS et les laboratoires de l'ONAS (déjà présentés ci-dessus), plusieurs laboratoires peuvent permettre d'élaborer des analyses de qualité des EUT :

- Le laboratoire central d'analyse des eaux à Tunis (LCAE) est un laboratoire National de référence pour le contrôle de produits industriels, sous la tutelle du Ministère de l'Industrie. Il est accrédité TUNAC et réalise l'ensemble des paramètres physico-chimiques prévus par la réglementation des EUT ainsi que les germes microbiologiques standard ;
- L'Institut Pasteur de Tunis un laboratoire d'analyses des eaux et des denrées alimentaires qui procède à des analyses microbiologiques dans le cadre de ses missions de Santé Publique. Il traite environ 5000 échantillons par an à la demande des services du Ministère de la Santé, et n'a pas vocation à exercer comme prestataire de services ;
- Plusieurs laboratoires privés existent, avec des effectifs d'une dizaine de salariés, et des volumes d'activités compris entre 1000 et 2000 échantillons par an.

Les capacités d'analyses des EUT par les différents laboratoires sont développées dans le chapitre 6.6.2.

Figure 8-3 : Carte de localisation des laboratoires d'analyse



Source : (SCP, 2018)

LES AUTRES STRUCTURES PUBLIQUES IMPLIQUEES

Les autres structures publiques impliquées sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Structure publique	Rôle dans la REUT
Activités régaliennes générales	
Présidence du gouvernement	La Présidence est notamment responsable de la réforme de la règlementation et de la qualité règlementaire. Elle s'assure ainsi de la conformité de tous les projets de loi soumis par les différents ministères, donne son accord avant publication dans le Journal officiel de la République tunisienne. Toute réforme règlementaire pour la REUT impliquera donc la Présidence du gouvernement.
Le Ministère des finances	Le Ministère des Finances organise et gère le budget de l'Etat : ➢ le Comité Général de l'Administration du Budget de l'Etat discute les budgets alloués aux ministères, et notamment le MARHP. ➢ Le Contrôle général des Finances (CGF) contrôle la conformité et la régularité des services et organismes publics. Il procède également à des missions d'évaluation des projets et des programmes publics et aux audits des comptes des projets financés par des bailleurs de fonds. **Dans le domaine de la REUT, le ministère assure le contrôle et le suivi des rapports financiers des GDA qui gèrent des** périmètres publics irrigués **avec des EUT.**
Activités spécifiques à la REUT	
Ministère du tourisme et de l'artisanat (MTA)	Le MTA, dont le mandat est de développer l'activité touristique est directement impliqué sur la REUT. Les golfs doivent être irrigués par des EUT (environ 1 000 ha). Les EUT sont aussi utilisées pour irriguer l des espaces verts (environ 450 ha), et leur utilisation à la place d'un rejet en mer permet d'améliorer la qualité des eaux de baignade en période estivale. 3 golfs sont gérés par la Société Tunisienne de Développement des Golfs (STDG). Pour les autres golfs, la gestion est privée et les contrats de location sont gérés par la STDG. Celle-ci cherche aussi à promouvoir la pratique de ce sport auprès des jeunes tunisiens et à créer de nouveaux terrains. Il existe une convention cadre entre l'ONAS et le Ministère du tourisme pour l'irrigation des golfs. Les demandes des hôteliers pour irriguer leurs espaces verts avec des EUT doivent être adressées à l'Agence Foncière Touristique (l'AFT).
Le Ministère de l'industrie et des technologies (MIT)	Le MIT est aujourd'hui peu impliqué dans la REUT, mais pourrait l'être plus au vu des enjeux existants (pollutions des raccordements industriels non conformes au réseau d'assainissement qui déstabilisent les processus d'épuration, mais aussi utilisation des EUT pour le développement d'activités industrielles)
Les communes	Les conseils municipaux des communes gèrent les services publics municipaux dont notamment l'aménagement des jardins et des espaces verts, l'embellissement de la ville et l'entretien des routes appartenant à la commune. Les communes peuvent donc être des usagers des EUT en cas de réutilisation pour l'irrigation d'espaces verts ou pour des usages urbains comme le lavage des rues. Aujourd'hui, leur rôle dans la REUT reste marginal mais pourrait se développer avec le processus de décentralisation actuellement mis en œuvre en Tunisie, comme sur le choix du développement de nouveaux périmètres publics irrigués avec des EUT. En termes d'assainissement, la gestion des STEP directement par les communes plutôt que par l'ONAS est aussi une option envisagée sur le long terme.

LA PROFESSION AGRICOLE

La profession agricole est peu structurée en Tunisie par rapport à d'autres pays. Il existe deux syndicats agricoles principaux, mais les agriculteurs sont assez réticents à former des structures collectives au niveau local (BRLi, 2016).

Syndicats agricoles

L'Union Tunisienne de l'Agriculture et de la Pêche (UTAP)

Seule organisation syndicale de défense des intérêts des producteurs de 1950 jusqu'en 2011, l'UTAP est le syndicat agricole « historique » en Tunisie. Elle est affiliée à d'autres institutions internationales telles que la Fédération Internationale des Producteurs Agricoles (FIPA), l'Union Arabe des Agriculteurs et des Coopératives Agricoles ou encore l'Union Maghrébine des Agriculteurs (UMAGRI).

Outre la représentation et la défense des droits des producteurs agricoles (et de la pêche) auprès de diverses instances, l'UTAP propose des sessions de formation et vulgarisation agricoles[48].

Elle est présente sur le territoire à l'échelon régional (URAP), voire local (ULAP), et ce niveau est souvent en lien avec les Arrondissements des CRDA.

Le Syndicat des Agriculteurs de Tunisie (SYNAGRI)

C'est le deuxième syndicat de défense des intérêts des producteurs agricoles, créé en 2012. Il est donc pour l'instant moins bien implanté et représenté au niveau régional (12 représentations régionales en 2013).

Autres

Citons également la CONECT-Agriculture (Confédération des Entreprises Citoyennes de Tunisie) et les chambres syndicales de l'Union Tunisienne de l'Industrie, du Commerce et de l'Artisanat (UTICA) qui représentent le patronat – notamment agricole).

Structurations locales

Groupements de Développement dans le domaine de l'Agriculture et de la Pêche (GDAP)

Les **Groupements de Développement dans le domaine de l'Agriculture et de la Pêche (GDAP)** sont des structures associatives locales qui regroupent des propriétaires et des utilisateurs et visent la gestion commune d'infrastructures pour l'exploitation de ressources naturelles, depuis 1999[49] (BRLi, 2016).

Les GDA assurent des fonctions administratives (collecte des redevances) et techniques (organisation des tours d'eau) pour la gestion de leur infrastructure. Les GDA les plus actifs concernent majoritairement la gestion de périmètres irrigués et l'AEP. Selon les statistiques de 2016, 1187 GDA d'irrigation gèrent 226 000 ha soit 52% des périmètres publics irrigués (SCP, 2018).

Dans le domaine de la REUT, chaque périmètre irrigué alimenté par des EUT est géré par un GDA, plus ou moins fonctionnel.

En effet, les GDA ont des niveaux de performances très variables avec des difficultés financières et de maintenance des équipements. Une réforme du statut des GDA est en cours, avec notamment une réflexion sur la possibilité de basculer vers un statut d'établissement public, qui leur permettrait de reconnaître leur dimension d'intérêt public et de faciliter le recouvrement des redevances.

Les Sociétés Mutuelles de Services Agricoles (SMSA)

Les agriculteurs peuvent également se structurer localement sous forme de coopératives (**Sociétés Mutuelles de Services Agricoles** – **SMSA** depuis 2005[50]), qui visent à soutenir sur le plan économique les activités productives des agriculteurs, à travers la fourniture d'intrants et de services, l'encadrement des agriculteurs (rentabilité, qualité, etc.), l'aide à la commercialisation des produits agricoles (collecte, stockage, transformation, etc.) ;

48 Cartographie des insitutions agricoles en Tunisie, FAO, décembre 2013

49 Loi n°99-43 du 10 mai 1999, Décret 99-1819 du 23 aout 1999 portant statuts type des groupements de développement dans le secteur de l'agriculture et de la pêche

50 Loi n°2005-94 du 18 octobre 2005, relative aux sociétés mutuelles de services agricoles

ORGANES DE COORDINATION

Commission interministérielle de suivi de la REUT

Il existe une commission Interministérielle de suivi de la REUT créée par décret en 2012, et opérationnalisée en 2017. Elle permet la coordination des activités des différents acteurs. Les acteurs rencontrés indiquent qu'il s'agit plus d'un comité de réflexion que de prise de décision pour l''action. Les membres du Comités sont listés ci-dessous (par ordre alphabétique) :

- ANCSEP
- ANPE,
- AVFA,
- MARHP,
- DGACTA,
- DGGREE,
- DGPA,
- DGRE,
- MS/DHMPE,
- MALE/DGEQV,
- INRGREF,
- IRESA
- ONAS,
- UTAP.

Commission régionale de suivi de la REUT

Il existe également des déclinaisons plus opérationnelles de cette Commission au niveau régional : les Commissions Régionales de Suivi de la REUT. Les acteurs rencontrés indiquent que ces commissions ne sont pas toutes actives.

Comité relatif au plan d'action à court terme.

Il existe également un comité de pilotage du plan d'action à court terme, crée en mars 2018 et mentionné dans le chapitre 5.2.2.

REPRESENTATION SCHEMATIQUE DES DIFFERENTS ACTEURS DE LA REUT EN TUNISIE

Le schéma ci-après présente ainsi l'organisation institutionnelle générale de la REUT en Tunisie ainsi que les grands liens existants entre les différentes institutions.

Figure 8-4: Paysage institutionnel de la REUT en Tunisie

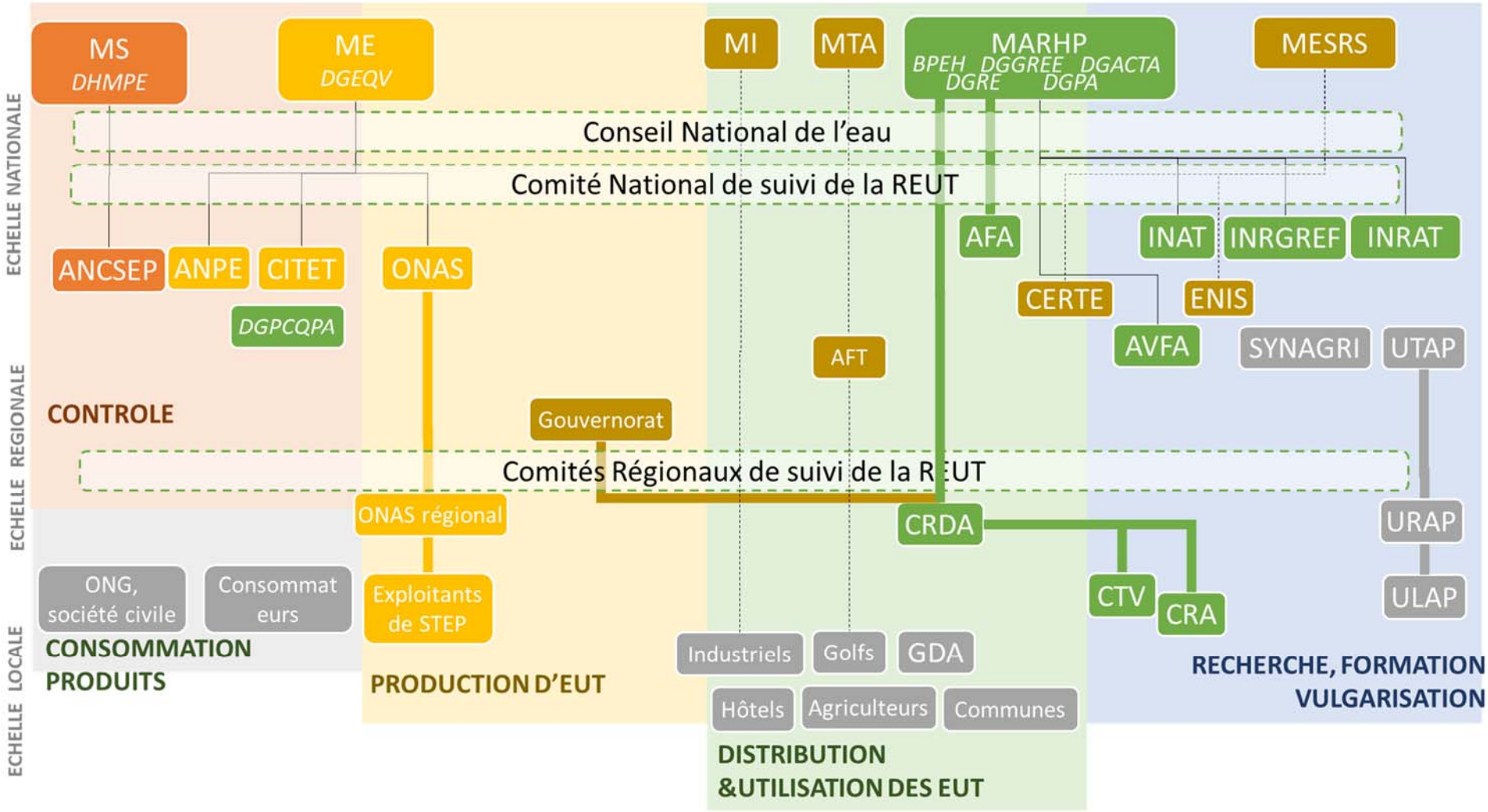


Schéma BRLi, 2020

8.2 CARTOGRAPHIE DES PROCESSUS CLEFS

Nous avons identifié 3 processus multi-acteurs, pour lesquels une analyse détaillée nous est apparue présenter un intérêt dans le cadre de la présente approche :

- La planification de la REUT,
- Les échanges de données, et particulièrement la procédure d'alerte,
- Le contrôle.

L'analyse des processus d'exploitation et de maintenance des STEP ainsi que d'alimentation en eau des périmètres irrigués et autres utilisations (adduction, traitement complémentaire, distribution) nous ont semblé plus relever d'un audit interne aux structures concernées que d'une analyse institutionnelle.

8.2.1 Planification de la REUT et cycle de projet

Ces procédures n'étant pas formalisées par écrit, la figure ci-dessous reconstitue l'enchainement des différentes étapes à partir des entretiens menés. Chaque cas étant unique, nous avons essayé d'en tirer des traits communs, dans un schéma simplificateur présenté ci-après, qui représente les principales étapes.

Figure 8-5 : Procédure de planification d'un projet de REU

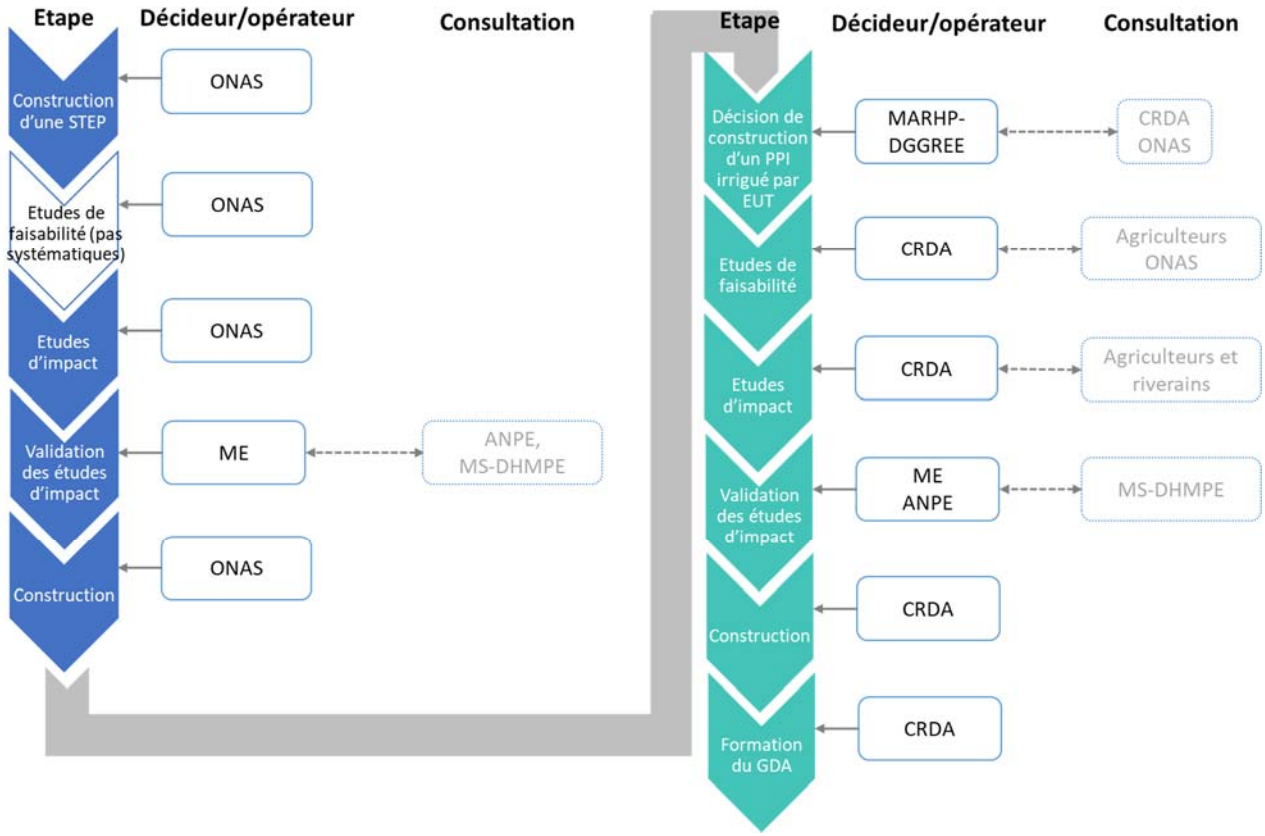


Schéma BRLi, 2019

Ce schéma est très simplifié. Il vise à mettre en évidence le constat que les **procédures de planification des projets de STEP et de REUT sont actuellement dissociées la plupart du temps** : dissociées dans le temps, mais aussi dissociées en termes d'institutions qui les pilotent.

- La **construction d'une STEP** est décidée par l'ONAS sans étape de concertation formelle avec le MARHP. Les études de faisabilité ne sont pas systématiques. Le ME, le MS-DHMPE et l'ANPE doivent être consultés pour la validation des études d'impact.

  Il serait intéressant que ces études soient réalisées systématiquement et incluent une analyse du potentiel de REUT (processus de traitement, qualité des effluents, localisation de la STEP, existence d'une demande locale, etc.). Une procédure de mobilisation formelle du CRDA et des services régionaux du Ministère de la Santé serait alors pertinente.

  A noter que les projets de traitement et de REUT étaient couplés pendant quelques années. Tunis Ouest en était un exemple

- La **procédure d'émergence des projets de** REUT démarre souvent par une décision prise par le MARHP, normalement en concertation avec les CRDA. Mais au niveau local, la justification de priorisation de tel ou tel site n'est pas toujours comprise, parfois par manque de communication de ses motifs. Un travail sur les critères de priorisation des projets de REUT pourrait à ce titre être pertinent, incluant des volets sur la demande locale et sur la communication des résultats. La faisabilité est réalisée en mobilisant l'ONAS, et inclut une étape de consultation des agriculteurs

  La validation des études d'impact nécessite une consultation du MEME qui mobilise alors le MS-DHMPE et l'ANPE, qui en pratique, n'est pas toujours demandée. La validation par la DHMPE des traitements complémentaires est prévue, mais pas toujours réalisée, et serait également une amélioration en termes de gestion des risques. **Le respect de la procédure et l'actionnement systématique de ces validations est particulièrement important**.

  La consultation des utilisateurs potentiels (agriculteurs) intervient généralement une première fois lors des études de faisabilité, mais de manière plus soutenue lors de la formation des GDA. Parmi les sites enquêtés, il a été remarqué **que les sites où la décision de REUT intervenait en réponse à une demande locale étaient couronnés de plus de succès**.

  Le CRDA est un maillon essentiel de la mise en œuvre de la stratégie nationale de REUT. Service déconcentré du Ministère, il est chargé de l'intégration au niveau local de l'ensemble des politiques sectorielles du ministère. Sa connaissance du terrain et des acteurs le rendent incontournables dans l'adaptation et la mise en œuvre des stratégies du Ministère au niveau local.

  Or, pendant longtemps, les CRDA ont travaillé au niveau décentralisé avec des méthodes « top-down » (descendantes), avec consultation des bénéficiaires, dans une logique où l'Etat est garant de l'intérêt général et décideur des aménagements. Ces méthodes montrent aujourd'hui leurs limites et nécessitent d'évoluer vers une implication accrue des agriculteurs, dès le démarrage de la faisabilité et sur toutes les composantes, notamment dans un contexte post-révolution, où la demande sociale de plus de participation prend de l'ampleur.

  Cette demande nécessite une transformation en profondeur de la manière de travailler des CRDA pour passer d'une approche descendante avec **consultation** des bénéficiaires à une approche **participative** [51] où l'agriculteur est partie prenante des décisions à tous les stades de la conception. Certains changements de méthodes ont été expérimentés dans des CRDA dans le cadre des Plans de Développement Communautaires, ou des Plans de Développement Rural Intégré. L'utilisation de méthodes participatives est promue par la nouvelle stratégie de CES : la formation du personnel, et l'expérimentation de ces méthodes sont initiées dans ce cadre. Le rôle du CRDA est en train d'évoluer vers l'animation rurale, l'accompagnement, la coordination. Il semble tout à fait pertinent que les interventions du CRDA dans le cadre de la prochaine stratégie de REUT prennent également ce virage, et interviennent en catalyseur d'une demande locale en amont des décisions de projet de REUT, puis en accompagnement des utilisateurs potentiels pour qu'ils deviennent les porteurs de projet. Il est nécessaire que l'existence d'une demande locale soit un critère de priorisation. Cette évolution du rôle du CRDA permettra également de faire évoluer le rôle de l'agriculteur d'un « bénéficiaire » (subissant des décisions auxquelles il n'a pas contribué), à celui d'un « porteur de projet » (acteur et participant aux décisions) (*Source : analyses croisées avec l'équipe de SCP chargée de l'assistance technique au MARHP sur les 2 projets pilotes, et avec l'équipe de BRLi ayant accompagné la DGACTA dans l'élaboration de la stratégie de CES*).

[51] La différence entre consultation et participation est déterminée par le niveau de décision qui est laissé à l'agriculteur : dans le cas de la consultation, l'agriculteur peut infléchir dans une certaine mesure des décisions de conception qui ont été prises

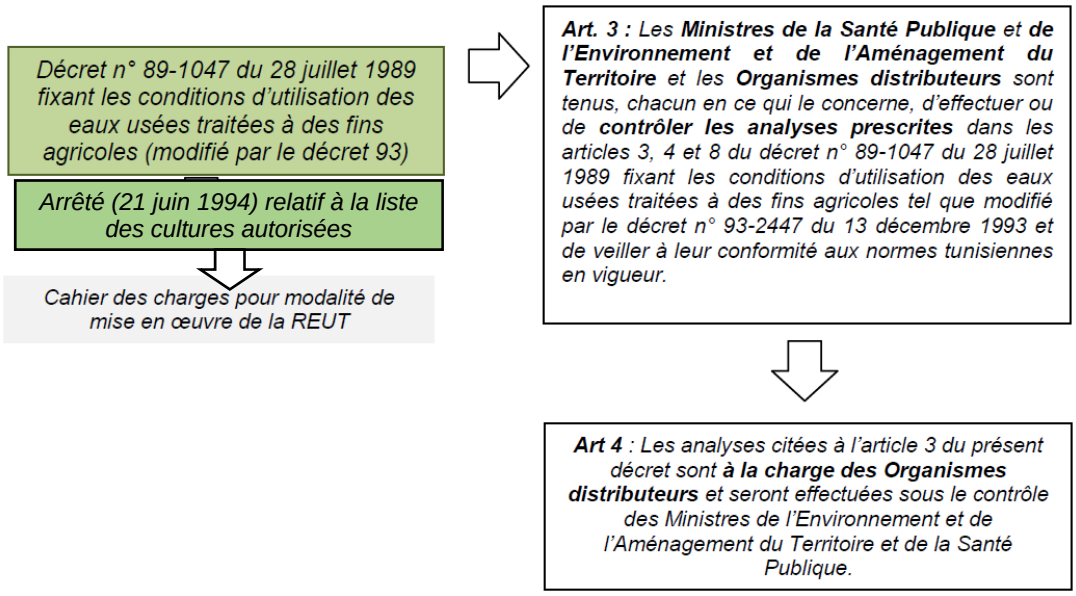
8.2.2 Le contrôle

Cette partie institutionnelle sur le contrôle de la qualité des EUT et des pratiques mises en œuvre par les usagers se veut complémentaire du chapitre 6.6 du diagnostic technique. Ici, se sont plutôt les rôles et les liens entre les différents organismes chargés du contrôle qui sont abordés tandis que le chapitre 6.6 aborde les exigences de qualité au niveau réglementaire, les capacités d'analyses des laboratoires tunisiens et les fréquences de contrôle.

CADRE REGLEMENTAIRE

Le schéma ci-dessous présente l'organisation des contrôles par la réglementation Tunisienne.

Figure 8-6 : Organisation des contrôles par la réglementation Tunisienne



Source : (SCP, 2018)

MODALITES PRATIQUES

Il existe ainsi différents types de contrôle :

- **L'autosurveillance** réalisée par les opérateurs, à des fins de suivi de la qualité de leur service ou de leur ressource :
  - L'ONAS suit la qualité en sortie des STEP. Les exploitants de STEP, en coordination avec les 6 laboratoires régionaux de l'ONAS définissent un programme de prélèvements et d'analyses à l'année. Les analyses sont réalisées par un des laboratoires régionaux de l'ONAS ou par un laboratoire privé (accréditation TUNAC exigée) ;
  - La plupart des CRDA vérifient la qualité des EUT distribuées. Les prélèvements sont réalisés par les CRDA ou sous-traités et les analyses sont sous-traitées à des laboratoires privés conventionnés ;
  - Les autres utilisateurs (golfs, espaces verts) ne réalisent pas systématiquement un suivi de la qualité des eaux ;
- **Le contrôle réglementaire** réalisé par les organismes de contrôle assermentés :
  - L'ANPE réalise le contrôle de conformité à la NT 106.02 des effluents rejetés dans le milieu naturel. En pratique, l'ANPE réalise des analyses essentiellement physico-chimiques en sortie de STEP au moment du rejet dans le milieu naturel.

en amont : il est considéré comme « bénéficiaire »; dans le cas de la participation, l'agricutleur est partie prenante de toutes les décisions : il est pleinement « acteur » dès les premières étapes de conception.

L'ANPE réalise aussi des contrôles de conformité à la NT 106.03 des EUT en entrée des périmètres irrigués.

L'ANPE procède également régulièrement aux prélèvements d'échantillons d'eaux usées brutes (à l'entrée des STEP) en plus des échantillons prélevés en sortie (afin de vérifier le rendement épuratoire). Avec ses effectifs réduits, l'ANPE réalise les prélèvements sur environ 70% des STEP par an, et confie les analyses à un laboratoire privé. En cas de non-conformité des EUT aux normes en vigueur, un procès-verbal est dressé à l'encontre du gestionnaire de la station d'épuration et adressé à l'ONAS avec copie à la DGEQV. Si les EUT ne sont pas conforme à la NT 106.03 et qu'elles desservent un PPI, l'ANPE y demande l'arrêt de la fourniture et la distribution de ces EUT jusqu'au rétablissement de sa qualité, et ce, conformément aux prescriptions de l'article 9 du cahier de charges en vigueur. Lors du contrôle, l'ANPE réalise une inspection de la station et/ou du périmètre et prend note des éventuelles anomalies ;

- La DHMPE réalise les prélèvements dans les périmètres irrigués, mais également en sortie de STEP. En pratique, la DHMPE s'intéresse essentiellement aux paramètres biologiques, et parfois même certains paramètres qui ne figurent pas dans la norme (Source : entretiens, exemple : coliformes fécaux et streptocoques). Les analyses sont réalisées dans le laboratoire du service Santé, avec également une sous-traitance à l'Institut Pasteur. Lors du contrôle, le service d'hygiène réalise une inspection de la station et note les éventuelles anomalies ;

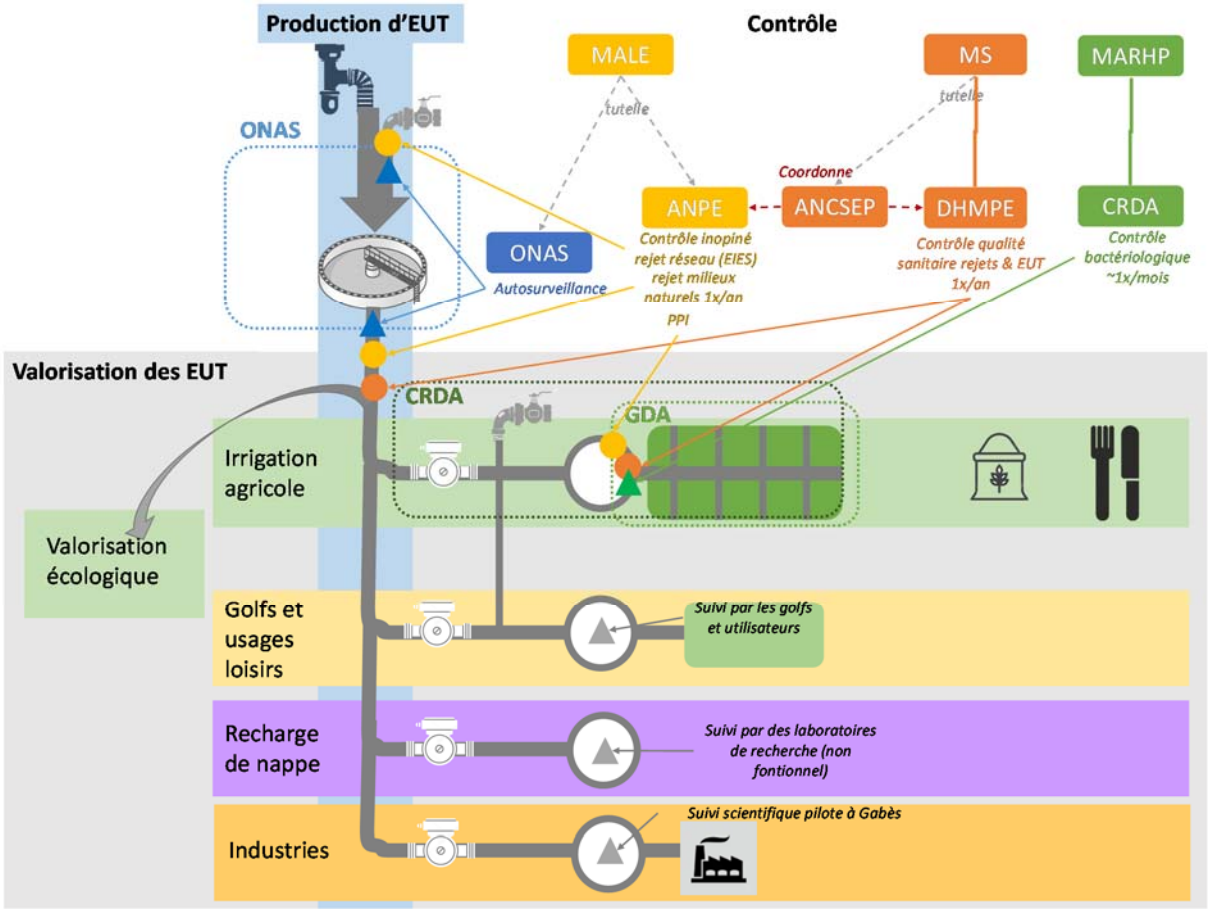
  La DHMPE réalise aussi une campagne annuelle d'analyses physicochimiques des EUT à des fins agricoles, qui sont réalisées par le Laboratoire Central des Analyses et d'Essais de Tunis ;
- L'ONAS contrôle également les rejets industriels connectés au réseau d'assainissement. Ses agents assermentés peuvent dresser des procès-verbaux. L'ONAS a également passé un contrat avec l'ANPE pour que celle-ci l'aide à réaliser les contrôles de conformité des effluents auprès des industriels raccordés au réseau. Cette convention de durée déterminée (un an) n'a concerné que quelques zones du territoire à savoir, les zones concernées par le programme d'assainissement de neuf zones industrielles.

A terme, l'ANCSEP a vocation à intervenir en coordination des organismes de contrôle : elle a commencé à travailler sur le sujet mais elle ne s'est pas encore pleinement saisie de ce rôle.

La police de l'environnement dans les communes n'intervient pour l'instant pas sur ce sujet, mais à l'avenir, elle pourrait devenir un relais local des organismes de contrôle nationaux.

L'application des normes en matière d'hygiène et sécurité n'est pas systématique au niveau des agriculteurs. La vaccination est suivie par le MS. L'utilisation d'équipements de protection individuelle est assez peu suivie : il y a à la fois un problème d'information et un problème de non mise en œuvre, notamment car ces équipements sont peu adaptés aux fortes chaleurs (voir chapitre 7.1.2 et les résultats des enquêtes sur les aspects sanitaires au chapitre 11)

Figure 8-7 : représentation schématique des procédures de contrôle



Légende :

▲ Autosurveillance

● Contrôle réglementaire

Les difficultés rencontrées pour la bonne mise en œuvre de cette fonction sont les suivantes :

- Les données de contrôle ne sont pas partagées entre les administrations, cela peut s'expliquer :
  - Par la crainte de critiques entre administrations ;
  - Par les difficultés qu'ont les administrations à respecter les fréquences de contrôle, en raison du manque d'agents et de moyens dédiés, notamment au niveau local ;
  - Par le fait que certains laboratoires ne sont pas accrédités et que la validité de certains résultats pourrait être mise en doute ;
- Les résultats de l'auto-surveillance de l'ONAS ne sont pas diffusés (voir paragraphe sur les échanges de données)
- Les organismes de contrôle ne sont pas réellement coordonnés entre eux. Par exemple, sur le schéma précédent, on s'aperçoit que certains points font l'objet de plusieurs contrôles : c'est le cas notamment des sorties de STEP et des périmètres irrigués. Ces contrôles ne sont pas identiques, ils ont des objectifs différents. Mais l'échantillonnage des contrôles réglementaires réalisés par des services de l'Etat pourrait être mutualisé, pour optimiser les coûts de déplacement, et permettre ainsi un recouvrement plus important des sites contrôlés chaque année. L'ANCSEP avait vocation à assurer cette coordination à terme, mais pour l'instant ce rôle n'est pas pleinement rempli sur la REUT. Un document unique pourrait être développé en ce sens, comme l'ANCSEP l'avait fait sur le contrôle environnemental et sanitaire des installations touristiques, la vigilance pesticides ou encore les produits chimiques dangereux. Un tel coordonnateur pourrait aussi centraliser l'ensemble des données de contrôle.

- Les délais d'analyse des laboratoires (environ 1 mois) ne permettent pas la mise en œuvre de mesures d'urgence lorsque des non-conformités sont observées,
- Les procédures de recours sont insuffisamment cadrées sur un plan juridique, et sont rarement menées à terme. A la réception de résultats d'analyses non-conformes, les structures de contrôle (DHMPE-Services d'Hygiène, ANPE et CRDA) dressent des procès-verbaux, mais très peu de recours son réalisé ni de sanctions données par rapport au nombre d'infractions. La DGGREE est informée par courrier officiel de toute demande d'interruption de la distribution des EUT à un périmètre irrigué ;
- La structuration des tutelles fait apparaitre les constats suivants :
  - Le ME est tutelle à la fois de l'ONAS (producteur des EUT) et de l'ANPE (qui contrôle l'ONAS) ;
  - Le MS est la tutelle de l'ANCSEP tandis que la DHMPE et ses services déconcentrés avaient vocation à être coordonnés par l'ANCSEP.

  Des mesures spécifiques sont à prendre pour s'assurer de limiter les risques de conflits d'intérêt, et conforter la crédibilité du système de contrôle ;

8.2.3 Les échanges de données

ECHANGES DE DONNEES ENTRE ADMINISTRATIONS

Il existe un décret précisant les modalités d'échanges d'information entre Ministères. Un formulaire spécifique a été créé pour cela. Cette disposition permet les échanges d'information entre ministères sur le long terme, car elle n'est pas complètement opérationnelle. A l'heure actuelle, les interfaces entre institutions pour la transmission de données fonctionnent bien quand les personnes se connaissent ou quand les agents prennent des initiatives mais les échanges de données institutionnalisés demeurent fastidieux pour l'instant.

Les échanges de données sont souvent plus fluides lorsque la donnée est de statut public, transmise systématiquement à l'Etat en procédure de routine, et mise en ligne.

PROCEDURE D'ALERTE

La procédure d'analyse qualité, reconstituée à partir des entretiens, est représentée sur le schéma ci-dessous.

Figure 8-8 : Procédure de collecte et transmission des informations d'autosurveillance et de contrôle

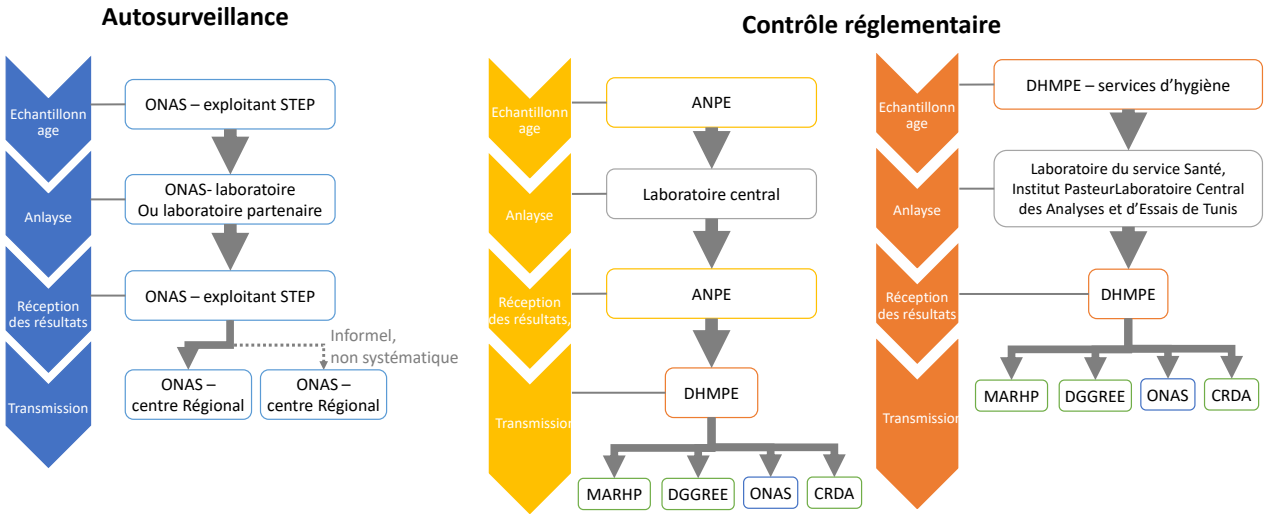


Schéma BRLi , 2020

- Les données de suivi de l'ONAS ne sont pas diffusées au public. Il a été rapporté dans les entretiens que les résultats d'analyse qualité ne sont pas non plus systématiquement transmis au CRDA, au GDA, ou aux autres utilisateurs. Cette transmission se fait au cas par cas, en fonction du lien entre le chef de la STEP et les agents du CRDA.
- Les données de contrôle réglementaire n'ont pas un statut public ;
- Il n'existe pas de procédure d'alerte systématisée en cas de non-conformité, ou de problème technique sur une STEP : la procédure d'alerte repose ainsi sur des relations personnelles et non sur des dispositions institutionnelles.

La systématisation de procédures d'une part de diffusion des résultats d'analyse et d'autre part d'alerte des utilisateurs semble nécessaire : elles sont un maillon important d'établissement d'une relation de confiance localement entre les acteurs de chaque site de REUT. **Cette procédure d'alerte devrait être faite en routine et dissociée de tout délai supplémentaire lié à une validation hiérarchique.**

Enfin, les délais d'analyse sont généralement de l'ordre de 1 mois, ce qui rend difficile la réactivité en cas de non-conformité. Il serait intéressant de réfléchir à des mesures pour réduire ces délais.

8.3 ANALYSE DES ENJEUX INSTITUTIONNELS

Le paragraphe suivant présente :

- dans un premier temps les **enjeux internes** à chaque acteur, en lien avec la REUT,
- dans un second temps, les **enjeux relationnels** de cohérence externe, c'est-à-dire les **enjeux des interactions entre les acteurs** pour assurer l'ensemble des missions nécessaires au bon fonctionnement de la REUT ;
- Enfin, des enjeux de gouvernance transversaux, qui relèvent de mécanismes de fonctionnement qui posent question.

8.3.1 Synthèse des enjeux internes des acteurs-clefs de la REUT

Le tableau suivant est réalisé pour chacun des acteurs principaux de la REUT. Il synthétise, pour chaque acteur, les principaux enjeux en lien avec la REUT, avec une double perspective :

- D'une part, expliquer l'importance de l'intervention de cet acteur **pour le secteur de la REUT**, et expliquer quels sont les défis pour optimiser la contribution de l'acteur au développement et au bon fonctionnement de la REUT ;
- D'autre part, expliquer quelle est l'importance de la REUT **du point de vue de l'acteur** : quelle est la cohérence avec ses missions intrinsèques ? Est-ce que le développement et le bon fonctionnement de la REUT vont permettre à l'acteur de remplir ses missions et d'atteindre ses objectifs propres ?

Tableau 8-2 : Enjeux pour les principaux acteurs de la REUT

Acteur	Importance, pour la filière REUT, de l'intervention de l'acteur et Défis pour améliorer le développement et le fonctionnement de la REUT	Importance pour l'acteur du secteur de la REUT : contribution (ou pas) de la REUT à l'atteinte des objectifs de l'acteur, et défis à relever pour faire converger les objectifs de l'acteur avec le développement du secteur
ONAS	**L'ONAS est un organisme extrêmement important pour la REUT** car il s'agit du producteur d'EUT dans toute la Tunisie, avec dans quelques STEP, des initiatives de contractualisation pour des prestations de service. **Le principal enjeu est l'amélioration de la qualité des eaux produites par les STEP.** Les consignes de réduction des budgets de l'exploitation et de la maintenance des STEP viennent en contradiction avec l'exigence d'amélioration de la qualité des EUT. Comme la plupart des organismes publics de cette taille, l'ONAS a un fonctionnement très centralisé, avec des procédures de décisions dans l'exploitation et la maintenance des stations qui passent par le niveau central, et laissent peu de latitude décisionnelle aux exploitants de STEP. Or, comme cela était indiqué en préambule, la mise en œuvre de la REUT « nécessite des ajustements créatifs et une autorité « pratique» permettant de résoudre les problèmes à mesure qu'ils surviennent » (ECOFILAE, 2016). Ce **fonctionnement centralisé facilite le pilotage et la planification dans un organisme de cette envergure, mais rend difficile la créativité, la réactivité, et l'adaptation en temps réel** que nécessite le secteur de la REUT, où chaque projet contient encore une part exploratoire. En particulier, les variations de charge, de qualité d'effluents collectés, et par conséquent d'abattement par les STEP nécessitent une adaptation en temps réel des exploitants ainsi que des échanges d'information fluides avec les acteurs aval de la filière qui sont alourdis par les processus centralisés.	Pour l'ONAS, **la REUT est un enjeu indirect de ses missions**. De manière très formelle, **la formulation des missions de la loi n° 93-41 confie à l'ONAS la mission de distribuer et vendre ses EUT, mais pas leur réutilisation**. Le cadre juridique donne une latitude politique à l'ONAS de s'emparer ou pas du leadership en termes de REUT. L'ONAS avait pris le lead sur le sujet au début des années 2000 en élaborant la stratégie de REUT de 2002, mais actuellement l'ONAS s'est mis en seconde ligne, ce qui se traduit par un effectif resserré sur cette thématique. La REUT constitue également pour l'ONAS une **contrainte supplémentaire quant à la qualité des eaux produites** : au-delà de la responsabilité légale de protection des milieux aquatiques et hydriques (NT 106.02), la réutilisation consolide les exigences de qualité microbiologique des effluents et leur ajoute une dimension sanitaire (NT 106.03), économique et sociale, mais **sans contrepartie financière**. Il est cependant à noter que depuis récemment, l'ONAS a inclus dans ses **axes stratégiques au niveau national** « l'amélioration de la qualité des EUT et **la promotion de leurs réutilisation dans les différents domaines de développement** ». Bien que cette stratégie ne soit pas encore visible au niveau local, cela montre la volonté de l'ONAS de se réapproprier le sujet.
ME	Le ME est le ministère de tutelle de 2 organismes centraux pour la gestion des EUT, qu'il pilote à l'aire de Contrats Programme : - L'ONAS, producteur des EUT ; - L'ANPE, chargé de la surveillance et du contrôle de la qualité des rejets. Certains acteurs rencontrés ont indiqué que le fait que le producteur et le contrôleur d'EUT étaient placés sous une même tutelle pourrait induire un risque de conflit d'intérêt. En cas de non-conformité, les recours administratifs sont souvent gérés directement en interne, sans procédure formelle. L'ONAS étant historiquement un organisme très puissant, qui compte près de 3 800 agents, et doté d'une autonomie financière, le rôle de tutelle est particulièrement délicat à opérer.	Les EUT sont un secteur que le ME va aborder en supervision de ses organismes sous tutelle, à la fois sous l'angle de la surveillance et du contrôle de la qualité (CITET, ANPE), et à la fois sous l'aspect dépollution (ONAS). Pour la réutilisation à des fins environnementales, le ME pourra aussi intervenir sur le choix ou non de la réutilisation et sur le suivi du milieu censé être valorisé. Si cela concerne des lagunes littorales (comme à Korba), le ME pourra intervenir via l'Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral (APAL), organisme aussi sous la tutelle de ce ministère.

Acteur	Importance, pour la filière REUT, de l'intervention de l'acteur et Défis pour améliorer le développement et le fonctionnement de la REUT	Importance pour l'acteur du secteur de la REUT : contribution (ou pas) de la REUT à l'atteinte des objectifs de l'acteur, et défis à relever pour faire converger les objectifs de l'acteur avec le développement du secteur
MARHP CRDA	Le MARHP est un ministère clef pour la REUT à plusieurs titres : ➢ il est chargé de la planification de la gestion et du développement des ressources en eau, et la REUT contribue à augmenter la disponibilité de ressources non conventionnelles ; ➢ il accompagne le développement et la gestion de l'utilisation agricole des EUT (développement et accompagnement des périmètres irrigués et GDA) ➢ il s'assure du maintien de la qualité des sols sur le long terme ; ➢ Il travaille également à la qualité des produits agricoles. Une base donnée sur la gestion des EUT a été amorcée en 2017 par le MARHP en collaboration avec toutes les institutions concernées, dans le cadre de l'étude SCP. Le fonctionnement très autonome des différentes Directions du MARHP ne facilite pas la coordination sur une thématique transversale.	La REUT contribue à augmenter la disponibilité des ressources en eau, fort enjeu en Tunisie, et particulièrement dans la partie centre et sud. En termes d'utilisation, les enjeux qui peuvent être identifiés sont : ➢ La valorisation des infrastructures d'irrigation à hauteur de leurs capacités, et ainsi la fonctionnalité des adductions d'EUT, tant en termes de qualité que de quantité, ➢ L'accompagnement des agriculteurs vers une meilleure acceptation de cette ressource, vers des pratiques conformes pour leur santé et celle des consommateurs. Certains cadres du MARHP et des CRDA notent un vieillissement de la pyramide des âges, et alertent sur les risques que le départ à la retraite du personnel expérimenté représente en termes de pertes de compétences. L'enjeu de **la transmission du savoir** aux nouveaux arrivants apparait donc central. Plus spécifiquement, le positionnement des CRDA est particulièrement délicat, car ils reçoivent à la fois des décisions prises par le MARHP et font face à une demande sociale de plus de participation.
MS-DHMPE	La DHMPE est un organisme clé pour la REUT notamment car la DHMPE donne son accord sur la REUT et, suite au contrôle et suivi, la DHMPE peut interdire la réutilisation. Enfin, l'avis de la DHMPE est toujours demandé et elle fait partie des comités de suivi des études et des projets de REUT.	Les fonctions de la DHMPE dans la REUT se rajoutent à de nombreuses tâches déjà opérées par cette institution. Les moyens mis à sa disposition pour réaliser les contrôles sont variables d'une année sur l'autre. Fournir à la DHMPE les moyens pour opérer dans des conditions optimales ses contrôles permettrait de renforcer la confiance des utilisateurs, surtout pour cette direction qui ne fait pas partie du MARHP ou du ME (comme l'ONAS).
AVFA	Les changements de comportement des agriculteurs vers des pratiques plus respectueuses des normes sanitaires, et donc plus sures pour leur santé et la santé des consommateurs est un fort enjeu pour la REUT. Les changements d'attitude des consommateurs peuvent également être favorisés par une campagne de communication adéquate orchestrée par l'AVFA. Ainsi, dans la Stratégie nationale de communication et de sensibilisation à l'utilisation des EUT et des boues de station d'épuration et initiation des activités de sensibilisation à l'échelle régionale publié en Juin 2014, l'AVFA est identifiée comme un acteur clé pour amener les agriculteurs à utiliser les eaux usées traitées.	Pour l'AVFA, la REUT est une thématique sur laquelle *a priori* la demande en formation de vulgarisateurs sera essentiellement publique, donc sur budgets de l'Etat.
ANCSEP	Si les activités de contrôle des EUT sont relativement bien définies par les normes, le secteur de la REUT a clairement besoin d'une coordination entre les organismes qui réalisent effectivement ce contrôle, et l'ANCSEP a vocation à jouer ce rôle.	L'ANCSEP est un organisme qui dispose de peu de moyens.

Acteur	Importance, pour la filière REUT, de l'intervention de l'acteur et Défis pour améliorer le développement et le fonctionnement de la REUT	Importance pour l'acteur du secteur de la REUT : contribution (ou pas) de la REUT à l'atteinte des objectifs de l'acteur, et défis à relever pour faire converger les objectifs de l'acteur avec le développement du secteur
		Un moyen pour l'ANCSEP de prendre pleinement sa place sur la coordination des activités de contrôle des EUT et sur les enjeux sanitaires serait d'élaborer un document sectoriel sur la REUT.
MTA	Les pratiques de REUT des infrastructures de tourisme et loisirs (golfs, espaces verts) sont insuffisamment cadrées, engendrant des risques sanitaires élevés. Une implication du MTA ou d'un de ses organismes sous tutelle (en délégant éventuellement la réalisation de l'encadrement à l'AVFA) permettrait d'accompagner les acteurs à améliorer leurs pratiques.	La réutilisation des eaux usées traitées est un enjeu important pour le secteur touristique en Tunisie. Ces eaux sont utilisées pour irriguer les golfs qui n'ont le droit d'utiliser que cette ressource (environ 1 000 ha), et certains espaces verts (environ 450 ha) mais aussi pour améliorer la qualité des eaux de baignade.
MIT	Peu d'industries sont équipées de prétraitement ou de traitement de leurs rejets avant d'atteindre les réseaux de collecte des effluents urbains ou le milieu naturel et cela malgré les dispositions en place (législation, autorisations). Les rejets industriels non conformes raccordés aux réseaux d'assainissement déstabilisent les procédés épuratoires, met en péril la fiabilité des STEP. Cela induit d'importants problèmes de qualité des EUT et pénalise les possibilités de REU. Une implication renforcée du ministère de l'industrie sera bénéfique à l'évolution des pratiques de traitement des eaux usées industrielles en Tunisie notamment dans les entreprises où l'Etat est actionnaire tel que GCT.	L'utilisation d'EUT pourrait permettre le développement d'activités industrielles qui ne nécessite pas la qualité d'une eau potable, notamment dans les zones de tension sur la ressource. L'Union Tunisienne de l'industrie, du commerce et de l'artisanat (UTICA) est la centrale patronale nationale. Elle regroupe les structures professionnelles des différents secteurs économiques non agricoles. UTICA pourrait jouer un rôle dans la promotion de la REUT dans le secteur industriel.

8.3.2 Enjeux de cohérence entre acteurs de la REUT : interactions, échanges, coordination

Dans ce paragraphe, une analyse fonctionnelle est proposée : le paragraphe précédent était centré sur les acteurs, celui-ci prend du recul et analyse comment les fonctions sont réparties et rendues opérationnelles par les acteurs. Cette analyse permet de mettre en évidence des enjeux transversaux, des fonctions orphelines ou pas complètement remplies, des enjeux de répartition des fonctions entre acteurs.

Dans le secteur de la REUT, les fonctions suivantes ont été identifiées :

- Fonctions transversales :
  - Planification et promotion du développement de la REUT ;
  - Coordination des acteurs de la REUT. Ces deux premières fonctions sont en réalité généralement assurées par les mêmes acteurs ;
  - Contrôle de l'application du cadre légal et normatif ;
  - Financement ;
  - Recherche,
  - Formation et vulgarisation.
- Fonctions opérationnelles :
  - Production d'EUT ;

- Utilisation des EUT :
  - Pour l'irrigation agricole,
  - Pour les usages touristiques, notamment les golfs,
  - Pour les usages industriels,
  - Pour la recharge de nappe,
- Consommation des produits et activités de la REUT.

Le tableau suivant présente les acteurs intervenant dans les différentes fonctions de la REUT.

Tableau 8-3 : Fonctions de la REUT, acteurs responsables et enjeux de cohérence fonctionnelle associés

Fonction	Acteurs	Enjeux de cohérence fonctionnelle
Fonctions transversales		
Coordination et planification du secteur	➢ Au niveau national, Comité national de suivi de la REUT ; ➢ Au niveau régional, Comités régionaux de suivi de la REUT (lorsqu'ils existent).	➢ Cette fonction n'est pas clairement attribuée à un organisme avec personnalité juridique, une stratégie et des moyens dédiés. ➢ Les Comités Régionaux ne sont pas tous opérationnels ; ➢ Les objectifs du Comité National de suivi de la REUT, ainsi que les pouvoirs et devoirs des membres nécessiteraient d'être mieux définis.
Contrôle de l'application du cadre légal et normatif	➢ ANPE sous tutelle du ME sur la conformité physico-chimique aux normes de rejet dans l'environnement (NT 106.02 / décret 2019), ➢ DHMPE du MS sur la conformité microbiologique et physico-chimique aux normes d'utilisation agricole (NT 106.03), les inspections de la conduite sanitaire dans les STEP, le respect des règles d'hygiène dans les PI, le contrôle sanitaire des produits, ➢ ANCSEP en coordination des organismes de contrôle (rôle qui lui a finalement été retiré). Ainsi, pour l'instant ce rôle n'est pas pleinement rempli sur la REUT. ➢ Police de l'environnement dans les communes n'intervient pour l'instant pas sur ce sujet, mais à l'avenir, elle pourrait devenir un relais local des organismes de contrôle nationaux.	Le cadre normatif est incomplet : ➢ Pas de normes pour les usages autres qu'agricoles, ➢ Un contrôle sur les sols et la qualité des produits irrigués par des EUT à développer ; ➢ Les procédures de consultations croisées entre administrations (MALE, ANPE, MS-DHMPE) pour l'instruction et l'approbation des EIES des projets de REUT (contrôle préventif), en vue d'obtenir l'avis des services compétents, ne sont pas systématiquement respectées. ➢ Les procédures de recours en cas de non-conformité ne sont pas complètement définies, ni menées à terme : très peu de sanctions par rapport au nombre d'infractions. L'application des normes en matière d'hygiène et sécurité n'est pas systématique au niveau des agriculteurs (vaccins, vêtements, contrôles). Il y a à la fois un problème d'information et un problème de non mise en œuvre ; Il n'y a pas assez d'agents dédiés pour la réalisation des contrôles, notamment au niveau local ; Les délais d'analyse des laboratoires (environ 1 mois) ne permettent pas des recours d'urgence lors de non-conformités, La coordination entre les organismes de contrôle est insuffisante. Cette coordination pourrait permettre une mutualisation des échantillonnages de contrôle en sortie de STEP réalisés à la fois par l'ANPE (intéressée principalement par la conformité physico-chimique à la NT 106.02) et la DHMPE (qui contrôle essentiellement les aspects sanitaires). La loi sur l'alimentation, en cours d'élaboration, devrait redéfinir les rôles des agences de contrôle, pour assurer leur indépendance et éviter les chevauchements dans les tâches attribuées. L'ANCSEP pourrait évoluer vers l'évaluation des risques sanitaires pour les produits alimentaires, de santé et industriels ainsi que les risques sanitaires liés à l'environnement. Une instance de gestion des risques pourrait aussi être créée.

Fonction	Acteurs	Enjeux de cohérence fonctionnelle
Financement	➢ Etat (financement des fonctionnaires) ➢ Bailleurs de fonds	➢ Pas de financement ni de budget dédié au développement des EUT ; ➢ Question sensible de la répartition des contributions entre producteur (obligation normative), utilisateur (conditions sanitaires de son utilisation) et collectivité (subvention d'une activité qui contribue à l'intérêt général). ➢ Le financement de la recherche et du transfert des résultats de la recherche (recherche appliquée, stations pilotes, conseil scientifique sur les décisions politiques de REUT) est également en question.
Recherche	➢ MESRS ➢ IRESA, ➢ INRGREF ➢ INAT ➢ CERTE ➢ INRAT ➢ UMA ➢ ENIS ➢ Etc.	La recherche tunisienne sur la REUT est reconnue au niveau international. Elle s'intéresse à des questions pointues avec des chercheurs de haut niveau répartis entre plusieurs organismes de recherche qui rédigent de nombreuses publications. Cf. Chapitre 10 sur la Recherche.
Formation et vulgarisation	➢ AVFA qui conçoit les programmes de vulgarisation, développe les outils et forme les vulgarisateurs ➢ Chercheurs qui interviennent lors des sessions de formation de l'AVFA ➢ CERTE qui forme les experts assainissement ➢ CTV, CRA (CRDA) qui assurent la vulgarisation ➢ Les syndicats UTAP/ULAP, SYNAGRI qui réalisent des sessions de vulgarisation ➢ La DHMPE du MS réalise la sensibilisation des manipulateurs d'EUT ➢ ONAS, ME, DGGREE	La formation/sensibilisation des utilisateurs est un aspect essentiel de la REUT, pour que chaque utilisateur ait la connaissance des risques pour lui-même, pour l'entourage, et pour les consommateurs finaux, et apprenne les bonnes pratiques en termes de réduction des risques. ➢ Au départ, il y avait un bon encadrement des utilisateurs mais aujourd'hui, les nouveaux agriculteurs ne sont plus assez sensibilisés (DGEQV, 2015): certains ne sont même pas au courant qu'il existe une réglementation. ➢ La vulgarisation ne concerne que les irrigants agricoles. Il existe un besoin de vulgarisation/formation des autres utilisateurs, en particulier du tourisme (golfs, espaces verts), au vu des enjeux d'accès au public des espaces irrigués par les EUT ; ➢ La vulgarisation pourrait être l'occasion de transférer des résultats de recherche appliquée : le mécanisme institutionnel est en place (intervenants-chercheurs) mais la recherche appliquée n'est pas assez développée (voir ligne précédente)
Consommation	➢ Associations de protection de l'environnement et de défense du consommateur	➢ Aucune association n'est spécialisée sur les questions de REUT
Fonctions opérationnelles		
Production des EUT	➢ ONAS, responsable de rejeter des eaux conformes aux normes environnementales dans le milieu naturel, ➢ SEGOR et autres prestataires sous contrat de prestation de service avec l'ONAS ➢ Utilisateurs, qui réalisent des traitements complémentaires des EUT fournies par l'ONAS	➢ Non-conformité des effluents industriels raccordés qui réduisent l'efficacité des STEP et engendrent des problèmes de pollution, avec des chantages à l'emploi pour obtenir des dérogations ou des industriels qui préfèrent payer les amendes que se mettre aux normes ; ➢ Délégation de l'exploitation des STEP à un privé : contrats très courts qui ne permettent pas un suivi constant des STEP, pas d'obligation et de cadrage des niveaux de performance exigée sur la qualité des EUT dans les contrats de délégation

Fonction	Acteurs	Enjeux de cohérence fonctionnelle
		➢ Manque de coordination et d'information entre les producteurs et utilisateurs des EUT, notamment pour l'alerte en cas de non-conformité des EUT ; ➢ Questionnement sur la responsabilité juridique du traitement complémentaire. Une convention doit préciser les engagements de chaque partie pour répartir les responsabilités (SCP, 2018).
Utilisations		
Irrigation agricole	➢ CRDA, qui prend en charge l'adduction des EUT et porte la responsabilité de leur conformité ; ➢ GDA qui gère la distribution ; ➢ Agriculteurs ➢ ONAS : quelques initiatives de développement intégré de périmètres irrigués	L'auto-surveillance est irrégulière, notamment par manque de moyens et de formation ; Il apparait nécessaire de formaliser le partenariat avec le producteur (type conventionnement), précisant les modalités d'échange d'information et les procédures d'alerte ; Il faudrait renforcer l'accompagnement des agriculteurs et des populations riveraines des périmètres irrigués : connaissance du risque sanitaire et bonnes pratiques. Il semble également nécessaire d'impliquer la DHMPE dans la validation des équipements de traitement complémentaire.
Golfs et loisirs	➢ Golfs, hôtels ➢ AFT (autorisation d'irrigation) ;	Il manque un cadre normatif sur la qualité des EUT pour ces usages, et de désigner clairement l'organisme de contrôle (ce pourrait être le MS/DHMPE et les services déconcentrés, mais il faudrait alors une formation spécifique) ; Il est nécessaire de mettre en place une auto-surveillance systématique au niveau de l'utilisateur ; Les irrigants ont des compétences limitées sur les questions de qualité, de risques sanitaire, de gestion du réseau d'irrigation -> enjeu de formation des utilisateurs aux risques sanitaires et aux bonnes pratiques ; Il apparait nécessaire de désigner une structure référente EUT « loisirs » avec des compétences techniques pour conseiller les utilisateurs sur les questions de qualité, de risques sanitaire, de gestion du réseau d'irrigation Il semble également nécessaire d'impliquer la DHMPE dans la validation des équipements de traitement complémentaire.
Recharge de nappes	➢ DGRE, ➢ CRDA, opérateurs des sites pilotes ➢ Instituts de recherche (INRGREF, CERTE) pour le suivi des sites pilotes	➢ Pas de cadre normatif sur la qualité des EUT pour cet usage ; ➢ La DGRE qui était l'opérateur initial a transféré la gestion au CRDA qui n'a pas la capacité d'assurer cette tâche (moyens, compétences), ➢ Problèmes de transfert des résultats des suivis et des analyses. ➢ Les analyses réalisées ont été critiquées par la communauté scientifique, et le suivi a été désinvesti.

A PROPOS DE LA COORDINATION

La **coordination inter-acteurs** est souvent une grande difficulté, car cela est consommateur en temps, les mandats et objectifs de l'instance ne sont pas toujours précis, et il s'agit pour certains acteurs de s'impliquer sur des thématiques en bordure de leur champ d'intervention. Ces instances de coordination fonctionnent si tout le monde « joue le jeu », à savoir :

- **si les acteurs participent** (avec parfois un engagement tacite de réciprocité : la participation de A au comité animé par B engage B à participer au comité animé par A),

- si le sujet traité par l'instance est en phase avec les préoccupations des acteurs. Pour cela, deux modèles peuvent être proposés :
  - Un premier modèle pourrait consister consiste à différencier, selon les sujets à aborder, des Comités Techniques regroupant les agents techniques des structures (sur des sujets d'échanges techniques), de Comités Politiques regroupant les décideurs des mêmes structures (sur des sujets de discussion politiques), avec une articulation entre les deux qui s'effectue par reporting interne dans les structures membres. Ainsi cela reviendrait à scinder les discussions techniques dans des Comités Techniques de REUT, et les discussions plus engageantes en termes de prises de décision dans des Comités Politiques de REUT ;
  - Un second modèle pourrait consister à avoir une coordination politique au niveau national et des coordinations techniques au niveau déconcentré. Ainsi, le Comité National de REUT regrouperait des décideurs, et les Comités Régionaux de REUT regrouperaient les agents techniques des structures concernées.

  Le format Tunisien de coordination de la REUT s'inscrit dans le cadre de ce second modèle, avec un Comité National de suivi de la REUT, et des Comités Régionaux de suivi de la REUT (en cours de mise en place, ils ne sont pas encore actifs dans toutes les régions). Dans ce format, il manque tout de même des cadres de suivi formel au niveau de chaque projet de REUT, impliquant a minima le producteur d'EUT (ONAS), les utilisateurs d'EUT (CRDA, GDA, golf,etc.) et les organismes de contrôle (ANPE, ANCSEP, DHMPE) ;
- **si les engagements pris dans les instances de coordination sont tenus**, c'est-à-dire si la personne qui assiste à la réunion a la délégation pour prendre une décision ou si la décision est préparée à l'avance, et si les informations échangées lors de la réunion sont diffusées à sa structure par la personne ayant siégé ;

Les modalités de fonctionnement du Comité et les engagements de ses membres pourraient être mis par écrit dans une charte.

8.3.3 Des enjeux transversaux qui peuvent être moteur de l'évolution institutionnelle

UN EQUILIBRE ENTRE INTERET GENERAL ET INTERETS PARTICULIERS, A TRADUIRE PAR UNE JUSTE ALLOCATION FINANCIERE ENTRE CONTRIBUTION PUBLIQUE ET CONTRIBUTIONS PRIVEES

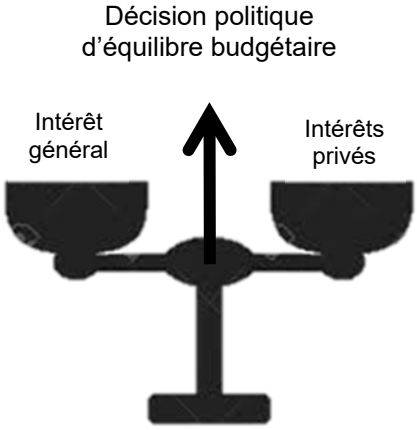
La REUT revêt deux dimensions :

- La protection de **l'intérêt général** : la REUT est une réponse adaptée à des enjeux d'intérêt général, comme l'augmentation des ressources en eau disponibles pour le développement d'activités économiques (agricole, industrielle, touristique), contribuant ainsi à la sécurité alimentaire et au développement économique du pays, ou encore l'attractivité touristique, par la préservation de la qualité des eaux de baignade, l'offre de loisirs (golfs) et le cadre de vie (espaces verts). A ce titre, l'intervention de l'Etat est tout à fait indiquée, et la mise en œuvre d'une politique publique est pertinente, avec un budget associé. C'est l'ensemble du peuple tunisien qui en bénéficie.
- La contribution à des **intérêts privés** : chaque utilisateur peut bénéficier des EUT pour son activité économique, mais il est responsable de respecter les pratiques sanitaires. Les bénéficiaires sont donc les agriculteurs, les industriels, et les professionnels du tourisme. Mais ce sont également les consommateurs des produits agricoles (population) ou de loisirs (touristes). A ce titre, **une contribution financière directe des utilisateurs** est justifiée ;

L'action publique en matière de REUT sert ainsi l'intérêt général :

- A la fois **directement** : lors de la conception de projets de STEP et de REUT (financés par l'Etat), l'implication des utilisateurs le plus en amont possible est nécessaire, éventuellement dès l'étude de faisabilité des STEP,
- Et **indirectement**, l'intervention de l'Etat se justifie en accompagnement des agriculteurs et des utilisateurs vers des pratiques permettant de limiter les risques sanitaires, répondant ainsi à des enjeux de santé publique et de protection des consommateurs.

L'équilibre à trouver entre la contribution des utilisateurs et l'accompagnement de l'Etat est une **décision politique**.



CONSULTATION ET PARTICIPATION

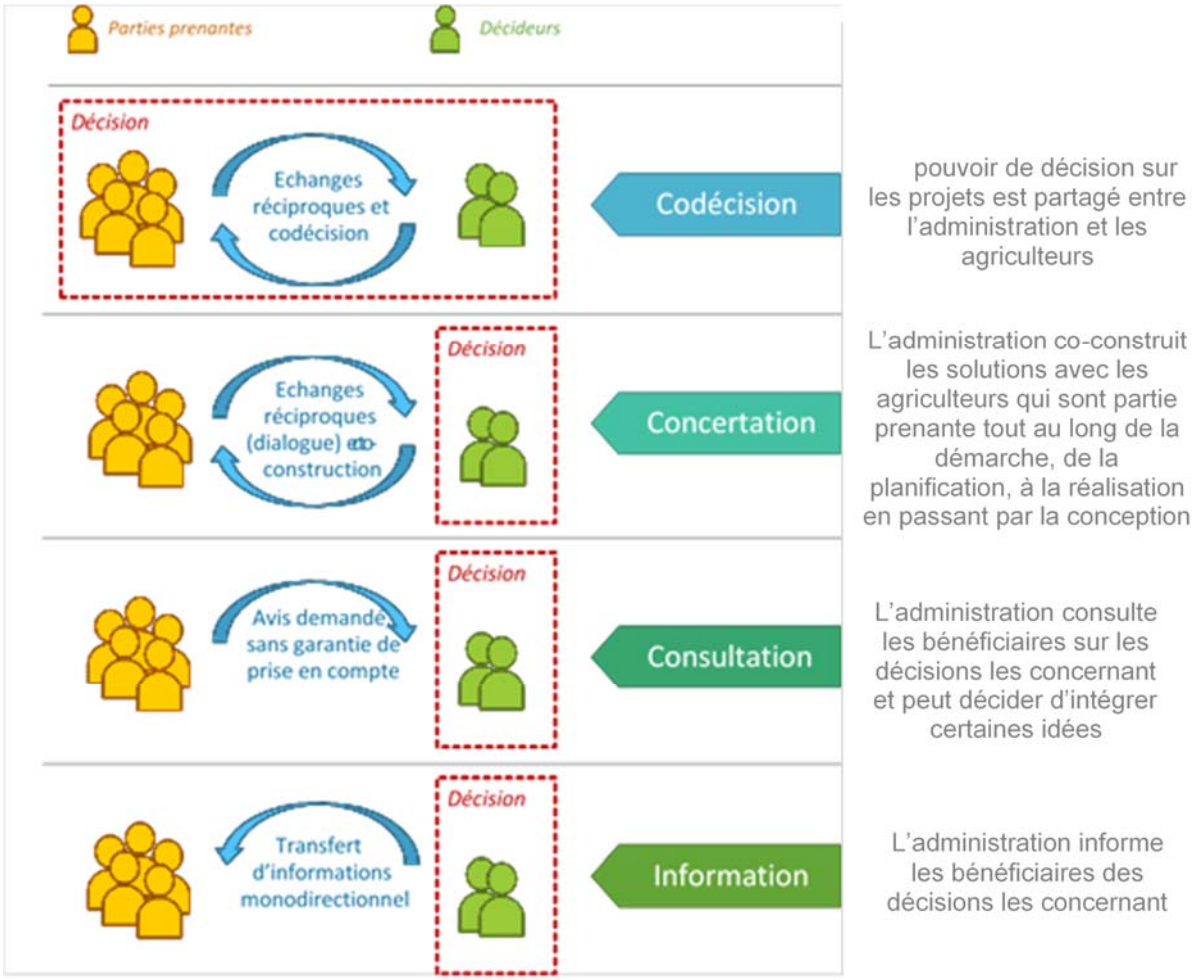
La DGGREE a mis en place des mécanismes participatifs depuis la création des GDA en 1992, avec une actualisation des méthodes en 2007.

La société tunisienne, depuis la révolution, est très demandeuse d'accompagnement public, à la fois sur les questions sociales et de développement. La demande concerne aussi la manière de procéder avec des attentes plus fortes en termes de participation. Ce dernier point nécessite une évolution des méthodes de travail de l'administration.

Le schéma ci-dessous schématise différents niveaux de participation. Dans chacun de ces niveaux, les acteurs impliqués sont les mêmes : la différence entre eux provient de la manière de travailler ensemble, et plus particulièrement du degré d'influence accordé aux participants sollicités dans les décisions.

Il semble qu'à l'heure actuelle, les niveaux de participation pratiqués dans la REUT relèvent de l'information et de la consultation (les agriculteurs sont à ce titre désignés comme « bénéficiaires » des décisions sur les projets de REUT les concernant)

Figure 8-9 : Les différents niveaux d'engagement selon le type de processus participatif



LA CONFIANCE, UN MOT SOUVENT PRONONCE LORS DES ENTRETIENS

Retour sur les entretiens

La confiance est un terme qui est revenu de manière récurrente dans les entretiens. On peut citer notamment :

- La confiance entre administrations, notamment dans la perspective d'échange d'informations,
- La confiance des utilisateurs dans la qualité de l'eau qui leur est distribuée, et notamment des agriculteurs envers l'administration qui ne signale pas spontanément les non-conformités, alors que leur perception de terrain (couleur, odeur) laisse penser l'inverse.
- La confiance des consommateurs envers la qualité des produits irrigués avec les EUT.
- La confiance entre le niveau de représentation politique qui a souvent un discours positif, fixant le cap et cherchant à motiver, et les équipes techniques qui vivent les problèmes techniques au quotidien

Equation de la confiance

Il existe une équation de la confiance, que l'on peut adapter au contexte de la REUT de la manière suivante.

Équation 1 : Equation de la confiance

$$Confiance = \frac{Crédibilité + Fiabilité + Proximité}{Divergences\ d'intérêts}$$

- La notion de **fiabilité** renvoie à des **actes concrets**. Dans le cas présent, on peut y associer la **qualité du service**, et en particulier la **qualité des eaux usées distribuées**,
- La notion de **crédibilité** concerne le **discours**. Dans le cas présent, la crédibilité est très associée à la **transparence**, et en particulier concernant :
  - la diffusion/l'accessibilité des informations sur la qualité de l'eau (qu'il s'agisse des résultats d'auto-surveillance ou de contrôle),
  - les procédures d'alerte en cas de non-conformité,
  - la diffusion des informations sur les risques sanitaires pour l'utilisateur comme pour le consommateur.

  Une forte demande de transparence existe dans un contexte post-révolution.
- La notion de **proximité** a trait au ressenti, à l'internalisation d'une expérience vécue. On peut la lier aux expériences passées de travail en commun. Lorsque des expériences de travail ont été problématiques, la confiance est entachée et il est d'autant plus difficile de dépasser ce vécu pour renouveler les expériences de travail. Cette proximité peut être améliorée notamment par :
  - Le soin apporté aux réunions des Comités de Suivi de la REUT (présence, partage, respect des engagements, …)
  - L'établissement de relations de confiance au niveau local du site de REUT (notamment via des conventions).
- La **perception d'un intérêt partagé** contribue à la confiance. Le doute s'instille sur les paroles, les actes ou dans le ressenti lorsque les intérêts des acteurs divergent, ou lorsqu'un conflit d'intérêt est perçu. Ex :
  - L'intérêt de l'ONAS tel que perçu par les autres acteurs est de fournir des traitements conformes aux normes de rejet, et pas d'avoir des traitements complémentaires plus onéreux pour des utilisations de REUT ;
  - Il y a un conflit d'intérêt au sein du ME, à la fois tutelle de l'ANPE (contrôleur) et de l'ONAS, ce qui met un doute sur l'impartialité des contrôles ou la persévérance dans les recours.

Les termes de cette équation de confiance pourront servir de points de repères pour s'assurer que la stratégie de REUT contribuera bien de manière transversale à l'amélioration des relations de confiance.

8.4 BENCHMARKING : REGARDS CROISES SUR LA GOUVERNANCE DE LA REUT

METHODE RETENUE

Un benchmarking a été réalisé sur les questions de gouvernance auprès de 4 pays :

- La Palestine et la Jordanie, qui sont des pays du Moyen Orient relativement proches géographiquement de la Tunisie,
- Israël, également proche géographiquement, et référence mondiale dans la REUT,
- la France, dont le cadre institutionnel est relativement bien connu du consultant.

Outre une recherche bibliographique, des entretiens téléphoniques ont été menés pour la Palestine et Israël. En Jordanie, un contact est en cours d'identification au stade de remise du rapport et le résultat des échanges pourra être mis à profit en Phase 2.

Il a été choisi de centrer les retours d'expérience sur les **défis de gouvernance** que rencontre la Tunisie dans le développement du secteur de la REUT, à savoir :

- La fonction de coordination du secteur,
- Les fonctions de régulation et le cadre légal,

- Le processus de portage des projets,
- La participation des acteurs,
- Les procédures à l'œuvre pour le partage des données et informations,
- Une estimation du degré de priorité politique accordée à ce secteur,
- Une vision d'ensemble sur les atouts et contraintes du secteur.

PRINCIPALES CONCLUSIONS

Le benchmarking du cadre de gouvernance des autres pays fait apparaître que le développement de la REUT vient s'insérer dans des cadres institutionnels où la répartition des missions est relativement claire, grâce aux lois sur l'eau :

- Dans les trois Etats enquêtés au Moyen Orient, la REUT s'inscrit dans un **cadre institutionnel de gestion intégrée des ressources en eau** (institutions et politique sectorielle intégrée), avec une **optimisation de l'allocation** entre les différentes ressources et les usages. A cette fin, ces 3 pays ont créé une **autorité de gestion et de régulation des ressources en eau**. En Palestine, cette autorité est placée directement sous le Cabinet des Ministres, ce qui lui confère une importante légitimité et une grande indépendance.
- Les Etats enquêtés disposent d'un **organisme de régulation des services d'eau**, indépendant pour deux d'entre eux (WSRC en Palestine, WAJ en Jordanie) et intégré pour deux autres (à la régulation des ressources en Israël (IWA) et au secteur de la santé en France (ARS). Ces organismes de régulation permettant l'accréditation des différents fournisseurs de services (AEP, assainissement, REU, laboratoires d'analyse), le suivi de la performance des opérateurs, le contrôle de la qualité des services, souvent à partir des données d'autosurveillance des opérateurs vérifiées à partir de contrôles inopinés (Israël, France, en cours de mise en place en Palestine).
- Trois pays sur quatre accordent une grande importance ou une importance croissante à la gestion du risque sanitaire (Israël, France, Palestine), avec une priorité donnée à la fiabilité du cadre de régulation (en cours de développement en Palestine), au risque de freiner le développement du secteur (France).
- En Jordanie en revanche, où il semble que la priorité soit donnée au développement des usages, fait face à d'importants défis en termes de santé publique ;
- Le cadre de gestion/régulation des ressources en eau et des services d'eau est souvent autonome (personnalité légale, budget propre) et dispose d'un fort degré d'indépendance et d'une importante légitimité :
  - placé très haut dans la hiérarchie pour assurer l'indépendance en termes de prise de décision (WSRC / PWA placés directement sous le Cabinet des Ministres en Palestine), ou sous plusieurs tutelles pour limiter les influences (cas des DDT(M) en France),
  - Certains sont alimentés directement par les revenus générés par les licences, redevances (WAJ et WSRC en Palestine, Agences de l'Eau en France), ce qui leur donne une légitimité financière, et un fort levier pour orienter leur politique.
- La plupart des Etats (Palestine, Israël, France) ont choisi **un mode d'émergence et de portage de projet décentralisé**, soit directement porté par les utilisateurs (Palestine, Israël) avec un accompagnement des administrations, soit avec une opportunité étudiée par les collectivités locales qui accompagnent ensuite les porteurs de projets (utilisateurs). Ces trois pays mettent en œuvre l'idée que **le meilleur promoteur de la REUT est le bénéficiaire direct.** En Jordanie, en revanche, l'émergence des projets est pilotée par l'Etat central, via l'autorité d'assainissement. Mais la participation des agriculteurs au développement projet est un aspect important.
- Chaque Etat a choisi sa voie de développement de la REUT :
  - Dans les pays du Moyen Orient, il s'agissait d'une absolue nécessité pour le développement économique, liée à la grande rareté des ressources, avec un soutien politique fort associé,
    - Avec de fortes exigences en termes de gestion du risque sanitaire (Israël), en cours de développement pour la Palestine ;
    - Avec une politique ambitieuse de développement centralisé des usages (Jordanie)

- En France, le contexte de rareté de la ressource hydrique étant moins tendu, la voie choisie est plutôt l'opportunisme en fonction des exigences réglementaires locales (milieux naturels sensibles) ou de l'existence d'un déficit local de ressources en eau, à chaque fois porté au niveau local par les collectivités territoriales. Un accent important est porté sur la cohérence globale du bilan en eau à l'échelle des bassins versants. Ainsi, il est souvent jugé plus pertinent de conserver le rejet des EUT plutôt que de réduire le débit des cours d'eau qui reçoivent cette eau. Les projets sont donc souvent localisés sur les littoral, zone où cette question ne se pose plus du fait que les rejets se « perdent » dans la mer si ils ne sont pas réutilisés.

Le tableau ci-dessous détaille les différents items.

Tableau 8-4 : synthèse des éléments de benchmarking sur le thème de la gouvernance, en France, Palestine, Jordanie et Israël

Caractéristiques	France	Palestine	Jordanie	Israël
Coordination du secteur	Pas d'organe de coordination au niveau national, ni de politique spécifique	La **Palestinian Water Authority** (PWA) a des fonctions de planification, de développement de stratégies & politiques, règlementation dans le domaine de la **gestion des ressources en eau.** Elle est **placée directement sous l'autorité du Cabinet des Ministres**. *Il existe une politique de gestion des ressources en eau et de l'assainissement qui inclut la composante REU.*	Le **Ministère de l'Eau et de l'Irrigation** (Ministry of Water and Irrigation-MoWI) est responsable de la planification, de l'élaboration des stratégies et politiques, du financement, de la supervision de la recherche. La **Water Authority of Jordan** (WAJ) est responsable de la gestion des services d'AEP, d'assainissement et de REUT, du suivi et gestion des ressources en eau, suivi qualité. Sa PMU encadre les services délégués au privé **Jordan Valley Authority** est responsable du développement de la vallée, y compris la gestion des services d'eau potable et d'assainissement et le développement de l'irrigation. *La REUT est considérée comme une ressource non-conventionnelle à part entière, avec un objectif de réutilisation totale.*	L'Israeli **Water Authority (IWA)** est l'organe de gestion des ressources en eau, de planification et autorisation des projets. Elle est souls la tutelle du Ministère de l'Energie et de l'Eau. Elle a**nime un comité de coordination** inter-ministériel pour l'autorisation des projets. Elle **accompagne les porteurs de projet**. A son conseil d'administration siègent l'ensemble des Ministères concernés (Eau, Energie & infrastructures / Agriculture / Environnement / Finances). *Les ressources en eau (toutes ressources confondues) sont gérées de manière intégrée et leur allocation optimisée par rapport aux usages. La WA distribue des quotas d'utilisation -> l'utilisation d'EUT pour l'agriculture permet de libérer des quotas pour l'AEP.*

Caractéristiques	France	Palestine	Jordanie	Israël
Fonction de régulation	Autorisation des projets par le **Préfet** (représentant de l'Etat dans les départements, décisionnaire intégrateur de tous les services de l'Etat), dans un arrêté préfectoral, après avis du CODERST (Conseil de l'Environnement et des Risques Sanitaires et Technologiques). ➢ La **Direction Départementale des Territoires** (DDT) est le service instructeur des dossiers d'assainissement (impact sur l'environnement), et réalise les contrôles inopinés des rejets au milieu naturel. Elle pilote la **Mission Inter-Services de l'Eau et de la Nature** (MISEN) permet la coordination des services de l'Etat d'instruction et de contrôle, (pilotée par la DDT). ➢ Le Préfet décide de la mise en demeure ou de l'arrêt de l'usage aval s'il considère qu'il y a un risque lié à l'incompatibilité entre la qualité de l'eau traitée et l'usage.	➢ **Water Sector Regulatory Council (WSRC)** : régulation des services d'eau et des tarifs, suivi de la performance, communication des non-conformités et recours, traitement des réclamations. **Placée directement sous l'autorité du Cabinet des Ministres.** Pas encore de contrôles (inspecteurs en cours de formation) mais à terme 1 contrôleur interne dans chaque service d'eau, 15 agents WSRC assermentés au niveau du pays + 15 agents privés formés mobilisables en vacations. ➢ **PWA** : allocation des ressources en eau, licences d'utilisation, etc. ➢ **Ministère de l'Agriculture** : vérification des de la conformité des usages agricoles, supervision de la REUT en irrigation, formation/information et mobilisation des agriculteurs ➢ **Associations d'agriculteurs** pour l'autosurveillance de la qualité de l'eau ➢ Palestine Standards Institution pour l'élaboration des normes *En cas de non-conformité, information des réseaux sociaux et appui aux agriculteurs pour trouver une ressource alternative. Les recours ne sont pas encore opérationnels, mais l'information du Cabinet et des réseaux sociaux est une source de pression pour la mise en conformité.*	➢ WAJ : politique tarifaire, ➢ Ministry of Agriculture : qualité de l'eau d'irrigation, ➢ Ministry of Labor, sur l'utilisation des EUT. *La fonction de régulation en Jordanie semblerait avoir une priorité très limitée. La priorité serait donnée au développement des utilisations.*	➢ **IWA :** autorisation des projets, régulation des services d'eau (AEP et assainissement) ➢ **Ministère de la santé :** inspections par personnel assermenté ➢ **Usager :** suivi de la qualité de l'eau (analyses réalisées par des laboratoires accrédités) et transmet les données de suivi 2 fois par semaine ; ➢ L'Université de Ben Gourion plaide pour la mise en place d'un suivi en continu de certains paramètres (turbidité) accessible en ligne. *En cas de non-conformité, l'administration envoie une lettre de mise en demeure, et peut infliger des amendes. Les gestionnaires de STEP réagissent généralement très vite aux non-conformités. Si la remise en conformité ne peut pas être faite rapidement, les autorités aident à trouver une ressource de substitution.*

Caractéristiques	France	Palestine	Jordanie	Israël
Partage des données et informations	Le système se base sur la confiance dans l'auto-surveillance les exploitants de STEP matérialisé par : **Au titre du suivi des STEP :** ➢ L'envoi régulier des données d'auto-surveillance des gestionnaires de STEP (réalisées par des laboratoires agréés) aux Agences de l'Eau sous un mois, et la publication de ces données d'autosurveillance sur Internet (SANDRE) ➢ en cas de non-conformité, l'envoi immédiat des résultats d'auto-surveillance au service de contrôle (DDT), avec explication des causes et des actions correctives mises en œuvre, ➢ la rédaction de rapport d'activités (RAD, publics) ; ➢ le suivi des collectivités par l'élaboration des RPQS (publics), ➢ la diffusion des données d'autosurveillance des STEP sur Internet (SANDRE) A cela s'ajoutent des contrôles régaliens inopinés (DDT) en sortie de STEP communiqués à la collectivité concernée en cas de non-conformité. **Spécifiquement pour la REUT :** ➢ l'exploitant réalise un suivi en routine pendant la saison d'irrigation, communiqué aux Préfets, maires concernées et irrigants avant fin mars de l'année suivante, ainsi qu'un suivi biennal, ➢ l'irrigant suit la qualité des sols tous les 10 ans et tient un registre de traçabilité de chaque parcelle	Les publications du WSRC sont **disponibles en ligne**, y compris les rapports de performance des opérateurs indiquant l'attente des objectifs pour chaque indicateur. Le WSRC informe les utilisateurs en cas de non-conformité via les réseaux sociaux. Le WSRC gère un **système de gestion des plaintes** des agriculteurs (sur les non-conformités). Les réseaux sociaux (associations de protection des consommateurs, radios locales) sont aussi des informateurs.		L'usager transmet les données de suivi 2 fois par semaine

Caractéristiques	France	Palestine	Jordanie	Israël
	➢ En cas de non-conformité, l'exploitant de la STEP informe immédiatement les irrigants, Préfet et maires, et suspend l'utilisation des EUT, jusqu'au retour à la conformité.			
Portage des projets	**Décentralisé, par l'usager** des EUT ou les collectivités locales : ➢ Les collectivités locales (communes, intercommunalités, agglomérations) sont souvent pilotes dans l'identification des possibilités de REUT sur leur territoire, pour répondre à des problématiques particulières (rareté de ressources, milieu récepteur sensible, etc.). Elles portent des études d'opportunité à l'échelle locale, qui sont ensuite validées par la Préfecture (services déconcentrés de l'Etat central). Les porteurs de projet sont locaux et impliquent systématiquement les usagers	➢ Par le niveau local (demande des agriculteurs, accompagnement par la PWA) ➢ Complexité : pour la construction d'une station de traitement, nécessité d'une approbation et licence du Joint Water Committee Israël-Palestine	La gestion de la REUT se fait **au niveau central** mais les projets de REUT sont portés par la même autorité qui est en charge de l'assainissement, ce qui facilite l'émergence des projets de REUT.	➢ Les stations de production des EUT sont établies par le secteur privé ➢ La Water Authority accompagne les porteurs de projet
Participation		➢ L'expérience (palestinienne et, mais aussi Israélienne et Jordanienne) a montré que les projets sans participation sont voués à l'échec. Désormais importante participation des Associations d'Agriculteurs à toutes les étapes (EIES, design des infrastructures d'irrigation, établissement des pratiques sanitaires adéquates), décision des techniques d'irrigation et des assolements, ➢ L'administration ne monte un projet que s'il y a une demande locale. ➢ Le Ministère de l'Agriculture est chargé des relations avec les agriculteurs et leurs associations.	La participation des agriculteurs aux projets semble être un volet important.	

Caractéristiques	France	Palestine	Jordanie	Israël
Cadre légal	Le traitement et la gestion des EU relèvent de la responsabilité de la collectivité, et par délégation de l'opérateur (régie, secteur privé). En cas de non-conformité, c'est l'opérateur qui paye l'amande s'il y a un défaut d'exploitation, ou la collectivité maître d'ouvrage de la STEP s'il y a un défaut de conception.	➢ Droit de propriété des ressources en eau pas clair (Al-Khatib et al. 2017) ➢ Pas de loi spécifique sur la REUT mais il existe un cadre normatif pour les utilisations des EUT en agriculture et recharge. Pour les autres usages qui ne disposent pas de normes, ce sont les normes de l'OMS ou d'Israël qui sont appliquées.	Définition des normes et contrôle de leur application pour les EUT (Ministry of Environment / WAJ) *Normes de l'OMS et de la FAO pour l'irrigation. Pour les autres usages, spécifications à développer.* Le non-respect des normes de qualité est contourné : souvent, les EUT sont rejetées au milieu naturel, puis prélevées plus en aval pour être utilisées, bénéficiant ainsi d'une dilution/auto-épuration variable. Les eaux prélevées dans le milieu naturel ne sont alors plus tenues de respecter les normes de REUT.	Les ressources en eau sont une propriété publique, contrôlées par l'Etat (y compris les EU). Seules les autorités gouvernementales sont autorisées à forer un puits, ou à habiliter un projet de REUT. Le développement du secteur est porté avec une préoccupation majeure de santé publique. Le cadre normatif est ainsi relativement strict (37 paramètres).
Financement du secteur	Politique de financement des investissements à l'échelle des bassins versants par les Agences de l'Eau. Certaines régions ou départements peuvent aussi financer les investissements. Le traitement supplémentaire peut être supporté (au cas par cas) : ➢ Par les habitants (inclus dans la redevance assainissement au m3) ; ➢ Par les agriculteurs (prix à l'hectare) ou plus généralement par l'usager	➢ Large subventionnement de la REUT par le gouvernement ➢ Coût EUT > coût ressources conventionnelles ➢ Décret proposant que les coûts de pompage des EUT ne soit pas payé par les usagers (non mis en œuvre)		Suite à la réforme des tarifs de l'eau, le prix de l'eau a augmenté de 40% pour arriver à un recouvrement des coûts, en appliquant un principe de justice et d'uniformité. Le prix de l'eau est régulé et uniforme à l'échelle du pays, modulé selon les usages, ce qui permet un subventionnement croisé des EUT par les usagers solvables (même s'il y a un objectif de réduire ces subventions croisées)

Caractéristiques	France	Palestine	Jordanie	Israël
Facteurs de confiance	Un système de régulation relativement fiable La transparence dans la diffusion des données d'auto-surveillance, et une coordination correcte des services de l'Etat	➢ Certains fonctionnaires des projets proviennent des communautés où est pratiquée la REUT ; ➢ Démonstration des « success stories » en Palestine, mais aussi en Israël où les fruits sont irrigués par des EUT. ➢ Transparence : Groupes de protection des consommateurs / réseaux sociaux/ radios locales ➢ Mobilisation des leaders d'opinion (y compris religieux) : une information spécifique leur est adressée. La religion n'interdit pas la REUT, du moment que le traitement est fiable. ➢ Irrigation par les EUT autorisée pour les fruits, le fourrage, pas les légumes		Un système de régulation relativement fiable et transparent
Estimation du degré de priorité politique	Limité Opportunité : nouvelle impulsion européenne et nationale autour de l'économie circulaire Les normes pour les EUT sont très strictes, ce qui a tendance à freiner le développement du secteur.	**Très élevé :** ➢ Forte situation de pénurie. Les EUT sont considérées comme une **ressource à part entière**. ➢ Amendes d'Israël pour pollutions rejetée dans les wadis, vente d'eau brute très onéreuse. ➢ La PWA et le WSRC sont des organismes indépendants financièrement placés directement sous le Cabinet des Ministres.		**Très élevé :** ➢ Forte situation de pénurie depuis les années 90, ➢ Populations sensibilisées au manque d'eau ➢ Les EUT sont considérées comme une **ressource à part entière**. ➢ Réflexion émergente sur la valorisation de l'énergie et de l'azote des EU

Caractéristiques	France	Palestine	Jordanie	Israël
Atouts	Le contrôle est relativement bien maîtrisé en France, Les projets sont subventionnés à l'investissement Initiative locale du projet Dialogue Public-privé : s'il y a une possibilité de REUT, cela est pris en compte dès la conception des projets de STEP	Fort support politique Les EUT sont considérées comme faisant partie des ressources nationales, au même titre que les ressources conventionnelles. L'allocation de l'ensemble des ressources est optimisée.	Forts taux de REUT. La participation du secteur privé est un des axes gouvernementaux prioritaires pour améliorer l'efficience du service public.	450 Mm^3 réutilisés, 50% pour l'agriculture, mais aussi des puits d'infiltration (cf. Grand Tel Aviv, 6 puits d'infiltration)
Difficultés	Le développement de projets de REUT reste marginal, limité à quelques situations particulières. Réticence des consommateurs : on ne dit pas qu'il s'agit de produits irrigués avec des EUT.	➢ Le chevauchement sur le terrain des responsabilités de régulation (PWA, WSRC) et de distribution (PWA, municipalité) ➢ Acceptabilité variable des EUT, mais exemple d'Israël (fruits irrigués par les EUT déjà sur les marchés) ➢ Pas de politique publique pour inciter à conserver les ressources conventionnelles pour l'AEP et préférer les EUT pour l'irrigation ➢ Pas de régulation ni contrôle des sources et forages privés	Importants enjeux sanitaires liés au « contournement » du respect des normes de REUT lié au transit via le milieu naturel.	
Sources d'information				
	BRLi, *Arrêté du 25 juin 2014 modifiant l'arrêté du 2 août 2010 relatif à l'utilisation d'eaux issues du traitement d'épuration des eaux résiduaires urbaines pour l'irrigation de cultures ou d'espaces verts* Arrêté du 21 juillet 2015 relatif aux systèmes d'assainissement collectif et aux installations d'assainissement non collectif, à l'exception des installations d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique inférieure ou égale à 1,2 kg/j de DBO5	*Entretien avec Dr Mohammad Said Al Hmaidi, Directeur du Palestine Water Sector Regulatory Council (WSRC)* *Al-Khatib et al. 2017. Governing the reuse of treated wastewater in irrigation: the case study of Jericho, Palestine. Int. J. Global Environmental Issues, Vol. 16, Nos. 1/2/3.* *GWP, 2015. Water governance in Palestine – sector reform to include private sector participation*		*Entretien avec le Pr Amit Gross* *IWRM Model for Water sector in Israel, 2015. Presentation for the 7th World Water Forum.*

8.5 ÉLEMENTS DE CONCLUSIONS SUR L'ANALYSE INSTITUTIONNELLE ET RECOMMANDATIONS

ELEMENTS DE CONCLUSION

En conclusion, le cadre de gouvernance tunisien dispose **d'une structuration institutionnelle relativement complète**, qui **couvre l'ensemble des fonctions nécessaires**, en particulier pour le secteur agricole : production d'EUT (ONAS pour la production de l'effluent généralement jusqu'à un traitement secondaire), pilotage de la politique publique (DGGREE, CRDA), autosurveillance de la qualité des EUT (ONAS, CRDA), contrôle (ANPE, MS), coordination (Comités Nationaux et Régionaux de la REUT), accompagnement des agriculteurs (AVFA, CTV, etc.) pour les principales. La coordination permet depuis les circulaires de 2018 de faire participer l'ensemble des acteurs concernés, et plus seulement l'agriculture.

Certaines fonctions sont néanmoins « orphelines » et restent à attribuer (contrôle de la conformité des usages non agricoles, accompagnement à l'émergence d'usages non agricoles, etc.).

Outre ces fonctions « orphelines », et quelques flous sur la répartition de certaines fonctions entre acteurs (notamment le contrôle), **le cadre institutionnel existant permet de couvrir l'ensemble des missions nécessaires au fonctionnement de la REU**. Aussi, il nous semble pertinent de continuer à fonctionner dans ce cadre, sans créer de nouvelles instances.

C'est plutôt la manière d'opérationnaliser ce cadre institutionnel qui nécessite des évolutions. Aujourd'hui, on observe une approche des projets centralisée et descendante, des fonctions de régulation dotées d'insuffisamment de moyens et de légitimité (instruction, contrôle, sanctions), des difficultés de circulation de l'information et de la coordination des intervenants. Et c'est sur la résolution de ces difficultés que vont se centrer nos propositions.

Objectifs

Le diagnostic institutionnel permet ainsi de formuler un certain nombre de recommandations qui pourront être discutées dans le cadre de la phase 2 de l'étude pour l'évaluation du futur de la REUT. **Ces recommandations ne remettent pas en cause l'architecture institutionnelle actuelle, mais proposent de faire évoluer les pratiques, les moyens et la mise en œuvre.** Elles sont articulées autour des grands objectifs suivants :

- Changer d'approche : pour être efficients, durables et répondre à la demande sociétale post-révolution, **les projets de REUT doivent émaner des utilisateurs, dont l'émergence et la structuration de la demande est à accompagner**.

  L'Etat réalise déjà des consultations des agriculteurs localement, mais il s'agit d'évoluer vers un degré supérieur de participation. Cela implique de **passer d'une approche planificatrice descendante avec consultation** (l'Etat décide au niveau central ou gouvernorat et demande leur avis aux bénéficiaires) **à une approche participative d'accompagnement pour l'émergence de la demande locale et le portage des projets** (ce sont les demandeurs qui vont co-porter l'étude de faisabilité). Il s'agit de passer de l'approche actuelle, où l'on consulte un bénéficiaire pour lui demander si il approuve - ou veut faire évoluer - un projet qu'il n'a pas conçu, à une approche où l'agriculteur co-conçoit le projet avec le CRDA, sur le plan technique, mais aussi en termes de modèle économique. Les agriculteurs éventuellement regroupés en GDA accompagnés par les CRDA (ou plus généralement les utilisateurs concernés accompagnés de référents à déterminer) participent aux décisions à toutes les étapes : décisions sur l'opportunité ou non de développer un projet de REUT, conception du projet : localisation, qualité d'eau, modalités d'exploitation, de maintenance, de financement, répartition des responsabilités, etc.

  Il s'agit de travailler « en mode projet ».

  Cette transition dans la manière de travailler est déjà à l'œuvre dans certains CRDA sous l'impulsion de la DGACTA, avec la mise en œuvre d'approches de développement rural intégrées et participatives, au travers de plans de développement communautaire (PDC), ou de plans de développement rural intégrés (PDRI). Ces méthodes de travail sont en test pour la REUT également dans les 2 projets pilotes faisant l'objet d'une assistance technique par la SCP ;

- **Décentraliser la décision :** il est important que les instances de production, d'accompagnement à l'émergence de la demande, et de contrôle puissent avoir une autonomie au niveau local pour se coordonner et négocier ;
- **Bâtir la confiance et fluidifier les relations** entre acteurs et tout particulièrement entre administrations, aussi bien dans des instances formelles (comités de REUT) qu'en routine (échange de données et d'information). La coordination au niveau des Comités régionaux de REUT est pleinement nécessaire pour réellement opérationnaliser les fonctions de contrôle (coordination entre institutions régaliennes) d'une part et la chaine de production et d'utilisation des EUT d'autre part.

RECOMMANDATIONS

Ces grands objectifs transversaux pourraient être concrétisés par les actions suivantes :

Améliorer la transparence : partager et diffuser les données sur la qualité des eaux

La FAO recommande que les agriculteurs aient un libre accès aux informations sur la qualité des eaux qu'ils utilisent (FAO, 2003). Les pays enquêtés dans le cadre du Benchmarking ont tous amorcé ce processus. Cela inclurait :

- Au niveau des projets :
  - la communication des informations sur la qualité des EUT aux usagers : libre accès aux données d'auto-surveillance en temps réel (affichage papier ou téléchargement), communication via les GDA ou les médias.
  - La mise en place d'une procédure d'alerte des CRDA/GDA en cas de non-conformité de la qualité des eaux est nécessaire ;
- Au niveau des gouvernorats et au niveau central : le partage des données de contrôle entre administrations par des envois en routine ou par la mise en place d'outils informatiques qu'il s'agirait de faire vivre par la suite.

Renforcer la fonction de régulation pour l'application du cadre normatif

Selon le Pr Amit Gross (Water Institute, Israël), il existe deux stratégies pour pouvoir garantir aux utilisateurs la qualité des eaux traitées :

- Développer une **fonction de régulation** réellement opérationnelle, qui permette de vérifier que les objectifs de qualité sont atteints et en cas de défaillance, de réagir (de manière volontaire ou imposée) pour les restaurer. Il s'agit d'une logique **d'obligation de résultats.** C'est la voie choisie par Israël, la France et la Palestine (en cours d'opérationnalisation dans ce dernier cas) ;
- Tendre vers les « **Best Management Practices** » : lorsque la fonction de régulation ne fonctionne pas correctement, il est nécessaire de basculer sur une logique d'**obligation de moyens** :
  - porter une attention particulière à la conception des procédés épuratoires, pour les rendre le plus robustes possibles (cela a bien entendu un surcoût),
  - définir les plages de condition normale de gestion des équipements en routine. Lorsqu'on sort de ces conditions normales, on considère que les EUT sont impropres ;

Nous proposons d'opter pour la première stratégie. Cela concerne le renforcement et la fiabilisation de l'instruction des dossiers pour leur autorisation préalable, du contrôle du respect du cadre normatif, tant pour la qualité des eaux que pour les utilisations et produits, ainsi que des recours en cas de non-conformité. Il s'agit pour cela de :

- Assurer **l'indépendance des organismes de contrôle** envers les organismes qu'ils doivent contrôler. En Palestine, par exemple, les autorités de régulation sont placées directement sous le Cabinet des Ministres, sans ministère de tutelle,
- **Renforcer les effectifs et moyens des agents de contrôle** sur le terrain. En Palestine, par exemple, le WSRC est en train de former des inspecteurs pour que chaque opérateur ait un contrôleur interne au niveau local, et que 15 inspecteurs assermentés soient opérationnels au sein du WSRC à l'échelle du pays (plus 15 autres privés mobilisables en fonction des besoins).

- **Opérationnaliser la coordination des organismes de contrôle**, en définissant un cadre de répartition de leurs interventions, par l'élaboration et la mise en œuvre d'un document de coordination concerté entre tous les organismes impliqués dans le réglementaire. Cette coordination pourrait être mis en œuvre et pilotée au niveau des gouvernorats via les Comités Régionaux de REUT (éventuellement en commission thématique « régalienne ») ;
- Cadrer les **recours administratifs** en cas de non-conformité et les mettre en œuvre. Cela est opérationnel en France et en Israël, et en cours de développement en Palestine ;
- **Respecter les procédures** de sollicitation des avis du MS et du ME/ANPE lors de l'étude de projets de REUT. En France, les avis croisés des administrations sont assurés par les MISEN ;
- Renforcer le système de **gestion des réclamations** : possibilité pour les usagers et riverains de contacter l'administration pour une réclamation, enregistrement des réclamations, procédure de réponse (responsabilité, contenu, délais, actions associées, etc.). C'est une recommandation émanant du WSRC Palestinien, qui l'a mis en place et en observe les effets sur la confiance ;
- Développer **l'accompagnement, le suivi et contrôle des usages autres qu'agricoles,** notamment pour les golfs où les enjeux sanitaires de l'ouverture au public sont particulièrement forts, mais aussi pour l'industrie. Les Ministères de tutelle (MTA, MIT) ou des agences publiques (AFT, AFI) pourraient porter cette mission.
- Systématiser le **contrôle des produits agricoles irrigués** avec les EUT (MARHP-DGPCQPA).

Des activités de renforcement des capacités seront nécessaires en ce sens, qui pourront prendre la forme d'échanges avec des pays où ces missions sont opérationnelles et efficaces.

Clarifier le pilotage de la REUT

Le pilotage de la REUT comprend à notre sens deux composantes, à savoir la coordination des acteurs et le développement des utilisations. Nos propositions contribuent à l'amélioration de ces deux composantes :

- **Désigner clairement le pilote et ses missions.** La transposition de l'analyse benchmarking au dispositif institutionnel de la Tunisie fait apparaitre plusieurs scénarios de portage institutionnel possibles dans l'absolu. Le scénario (a) correspond au portage actuel en Tunisie, le scénario (b) au portage pratiqué au début des années 2000. Le cas de trois pays du Moyen-Orient ont nourri l'idée du scénarios (c), avec le pilotage de la REUT porté par des Autorités portant une gestion intégrée des ressources en eau, y compris la ressource des EUT. La Jordanie et Israël ont inspiré aussi le scénario (b), car, dans ces pays, l'Autorité de GIRE inclut aussi le secteur de l'assainissement. Les scénarios sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Option	Pilote de la REUT	Avantages	Inconvénients
(a)	DGGREE *Représentant de l'usage principal, l'irrigation* (il s'agit du cadre institutionnel actuel)	➢ Le développement des infrastructures est généré par une **approche par la demande** : acteur intrinsèquement motivé car représentant institutionnel bénéficiaire direct	➢ Difficulté d'avoir une approche intégrée inter ressources (allocation), inter-fonctions (coordination), inter usages (planification et coordination) ➢ Un effort particulier sera nécessaire pour avoir une approche intégrée multi-usages et risque sur l'impartialité pour le traitement des enjeux des autres usages
(b)	ONAS *Organisme public responsable de l'assainissement*	➢ Cohérence de service : intégration de toute la chaine de production / traitement des EUT ; ➢ Expérience des années 2000 ; ➢ Institution puissante et regroupant des compétences techniques reconnues ;	➢ Nécessité de faire évoluer le statut de l'ONAS pour que cela soit clairement inscrit dans ses missions et objectifs ➢ Fonctionnement actuel de l'institution en autarcie : manque de transparence, capacités limitées de coopération avec les autres acteurs

Option	Pilote de la REUT	Avantages	Inconvénients
			➢ Risque de déséquilibre des pouvoirs par rapport aux organismes qui sont censés contrôler l'ONAS
(c)	Organisme responsable de la Planification et/ou Gestion Intégrée des Ressources en Eau, toutes ressources confondues (conventionnelles et non conventionnelles) *(cette fonction est pour l'instant répartie entre le BPEH, la DGGREE, la DGBGTH et la DGRE)*	➢ Développement de la REUT avec une vision intégrée des ressources en eau ➢ Moins de risques de conflits d'intérêt et évaluation des enjeux de chaque usage potentiel plus impartiale, augmentation de la confiance des usagers	➢ Risque d'un pilotage centralisé en inadéquation avec l'objectif de pilotage par la demande ; ➢ La politique de GIRE est naissante en Tunisie, avec une dissociation du portage politique (BPEH) et technique (DGBGTH, DGRE, DGGREE), et séparation des ressources par type (DGBGTH : grands barrages, DGGREE : REUT et barrages collinaires, DGACTA : retenues collinaires, DGRE : eaux souterraines.

- **Mettre en place un fonctionnement en mode projet** s'appuyant sur des méthodes de travail participatives :
  - la mise en place d'une stratégie au niveau national a toute sa place, mais il est important que sa mise en œuvre soit faite **de manière participative[52]**. Le rôle des CRDA doit évoluer de la conception et réalisation des périmètres irrigués avec consultation des bénéficiaires, vers l'orchestration des acteurs/administrations locales et l'accompagnement à l'émergence de la demande et au portage des projets directement par les agriculteurs. Schématiquement, le CRDA se met au service des besoins des agriculteurs. Le rôle du CRDA évoluerait ainsi vers l'accompagnement et la coordination, ce qui nécessite, outre les compétences techniques actuelles, pour pouvoir accompagner les choix des agriculteurs, des compétences d'animation. Des activités de renforcement des capacités seront nécessaires en ce sens ; elles pourront s'appuyer sur le savoir-faire dans les démarches participatives qu'a développé la DGACTA[53] par exemple, avec les exemples de Plans de Développement participatif Communautaire (PDC) ou les PDRI (plans de développement ruraux intégrés).
  - Les échanges réalisés avec SCP, qui accompagne la DGGREE en assistance technique sur deux projets pilotes, conduisent à souligner l'importance de « travailler en mode projet ». L'ensemble des acteurs doit travailler de manière coordonnée et être intéressé au bon développement du projet d'une manière ou d'une autre (intérêt de l'accès à l'eau, conformité avec les missions et objectifs de la structure, intérêt économique, etc.). **Les agriculteurs doivent être acteurs de la conception des périmètres. Les mécanismes de gouvernance et de financement doivent être discutés dès la faisabilité ;**
- Allouer un **budget et des effectifs à la hauteur des objectifs** du développement de ce secteur ;
- **Opérationnaliser les Comités Régionaux de REUT** (et renforcer les capacités de ceux qui sont opérationnels). Ces comités doivent *in fine* permettre le bon fonctionnement des deux missions-clefs par la coordination des acteurs associés : d'une part la chaîne de production-utilisation des EUT, et d'autre part les fonctions régaliennes de contrôle. Cela pourrait être organisé via des réunions thématiques, ou la création de commissions thématiques dans chaque Comité. Il s'agira alors de clarifier les modalités d'intervention des Comités de Suivi de la REUT par la **signature d'une charte par les membres** pour bien cadrer leurs missions respectives et définir leurs engagements (notamment en termes de déclinaison opérationnelle de la charte dans les stratégies de chacun des membres) ;
- Mettre **en place des procédures claires** pour les processus-clefs, précisant la responsabilité des acteurs et leurs interactions :

[52] La DGGREE intègre déjà la consultation des bénéficiaires dans ses méthodes de travail. Il s'agit désormais de changer de manière de travailler pour aller plus loin qu'une simple consultation, et de construire avec les agriculteurs de A à Z.

[53] La DGACTA rencontre sur la CES les mêmes enjeux de transition d'une démarche centralisée avec consultation des bénéficiaires, à une démarche participative qui replace l'agriculteur au centre, où l'agriculteur devient partie prenante des décisions dès la conception.

- *création de projets de REUT par une approche participative* ascendante d'accompagnement des agriculteurs : la conception par le CRDA doit répondre à la demande des agriculteurs (et non l'inverse),
- *contrôle de la conformité* (qualité des eaux, conformité des usages, qualité finale des produits, diffusion des informations, etc.) : pour être fonctionnelle, ces procédures doivent être effectuées en routine, sans passer par la validation systématique de la hiérarchie ou de la tutelle,
- *partage d'informations*,
- *procédure d'alerte en cas de non-conformité* ;

Décentraliser les interventions dès que c'est possible

Cette proposition concerne notamment les procédures d'exploitation des STEP, d'autorisations, de contrôle et recours, de partage d'informations…, afin que cela soit réalisé en routine par les services techniques, en minimisant les possibilités d'influence politique :

- Systématiser la mise au point d'une **convention entre l'exploitant des STEP[54], les CRDA et les usagers (notamment GDA)**, comprenant notamment des procédures d'alerte en cas de non-conformité de la qualité.
- **Décentraliser** les procédures d'autorisation de REUT au niveau de chacun des gouvernorats, au moins pour les « petits projets » ;

Renforcer l'accompagnement des utilisateurs des EUT par l'Etat,

- Les évolutions récentes des institutions (en Tunisie, mais également dans bien d'autres pays du monde) ont tendance à transférer l'accompagnement des agriculteurs et activités économiques au privé. Or pour des activités comportant un enjeu d'intérêt public (environnement, santé publique, réduction de la pauvreté, développement rural), l'intervention de l'Etat reste justifiée, car aucun autre acteur ne trouve un intérêt économique à se positionner sur ces créneaux. Il s'agit ainsi pour l'Etat d'accompagner les activités économiques, notamment pour la mise en œuvre de pratiques permettant de mieux gérer le risque sanitaire :
- **Améliorer la formation des agriculteurs** et **sensibiliser les riverains** des périmètres irrigués. Une formation initiale (via les CTV/CRA formés par l'AVFA) doit fournir aux agriculteurs une compréhension des détails techniques et des risques associés ainsi que les précautions à prendre de sorte que les opérations aient lieu avec un niveau acceptable de sûreté et à un coût raisonnable. Les agriculteurs devraient également être formés pour estimer si l'eau a été convenablement traitée (changements de couleur, odeur, développements algaux). Des campagnes de rappel et d'information sont à réaliser régulièrement auprès des agriculteurs, mais aussi des riverains des périmètres irrigués. (FAO, 2003). Pour cela, un renforcement des moyens des CTV/CRA sera probablement nécessaire ;
- Identifier un organisme référent pour **accompagner les gestionnaires d'infrastructures de loisirs et tourisme** (golfs, espaces verts) dans la gestion du risque sanitaire et appuyer sa montée en compétences sur le sujet de la REUT ;
- Clarifier le cadre d'intervention pour les usages de **recharge de nappes**. L'acteur responsable de cet usage est déjà identifié (DGRE). Il s'agit de :
  - Réaliser une évaluation des projets menés, permettant d'identifier les facteurs de succès, mais également de comprendre les dynamiques d'échec ou d'inefficience. Une analyse de cas approfondie pourrait également intéressant pour comprendre les conditions de succès dans d'autres pays (Israël, Californie, etc.).
  - A partir de ces retours d'expérience, mieux planifier le cadre d'intervention pour cet usage (conditions hydrogéologiques et techniques, demande locale, contraintes de conception, modalités d'exploitation, système de gouvernance, …)

Développer la recherche appliquée

Ce point est détaillé dans le chapitre consacré au secteur de la recherche (chapitre 10).

[54] dans le cas où l'exploitant est responsable de la qualité de l'eau, sinon il faut que le contrat soit établi avec le gestionnaire

9. DIAGNOSTIC DES FACTEURS D'ACCEPTABILITE POUR LE DEVELOPPEMENT DE LA FILIERE

Objectifs du chapitre

Un diagnostic a été réalisé concernant l'acceptabilité de la REUT. Cet aspect, primordial, a été cité par de nombreuses parties prenantes comme étant l'un des freins les plus importants à la REUT. En effet, la REUT, quand elle est peu connue par les usagers, peut être mal perçue et des freins sociaux peuvent bloquer son développement.

Ce chapitre propose donc de regarder quels sont les facteurs qui facilitent ou freinent l'acceptabilité de la REUT, pour les différents usages. Trois principaux facteurs sont par la suite décrits :

- Le niveau de risque sanitaire et la perception de ce risque,

- Les retombées économiques liées à la REUT et

- Le manque de confiance dans les services de l'Etat.

9.1 PRESENTATION DES PRINCIPAUX FACTEURS D'ACCEPTABILITE DE LA FILIERE REUT EN TUNISIE

La REUT est un sujet qui peut heurter la sensibilité des populations qui vont les utiliser, surtout dans les pays où elle est encore émergente. La perception négative de ces eaux est parfois un frein important pour les projets de REUT. L'acceptabilité sociale est donc un aspect à ne pas négliger pour assurer la viabilité du projet.

En fonction de l'usage qui est fait des EUT, plusieurs facteurs permettent d'expliquer l'acceptabilité de la REUT. Le tableau ci-dessous (Tableau 9-1) présente des exemples de facteurs d'acceptabilité dans deux contextes différents.

Tableau 9-1 : Exemples de facteurs d'acceptabilité sociale au niveau de projets de REUT et d'EUB diluées réussis dans d'autres pays

Pays	Usage de REUT	Exemples de facteurs d'acceptabilité
Windhoek, Namibie	Eau potable	Contexte de stress hydrique avancé Pas de problèmes de santé reportés depuis le début du projet en 1968
Jordanie	Agriculture	Campagne de sensibilisation active sur de multiples supports et à l'école pour informer et convaincre la population

Source : (Dreschel, Mahjoub, & Keraita, 2014)

Un des facteurs principaux freinant l'acceptabilité de la REUT et sur lequel il est difficile d'agir, est la disponibilité des ressources en eaux conventionnelles. En effet, quand elles existent, ces ressources sont généralement préférées car elles apparaissent moins risquées sur le plan sanitaire et moins contraignantes au niveau technique et des attitudes à adopter (protections individuelles, restrictions des cultures, etc.). Par ailleurs, dans certains cas, économiser les ressources conventionnelles peut être plus efficace que mettre en place une méthode alternative avec des eaux non conventionnelles. Dans les cas où il est possible d'avoir un pompage souterrain qui ne met pas en danger la durabilité de la ressource souterraine, il peut y avoir compétitivité entre les ressources souterraines et superficielles (Condom, Lefebvre, & Vandome, 2012). C'est pourquoi la disponibilité des ressources conventionnelles est un critère déterminant lors du choix de la détermination du projet de REUT. Il faut aussi prendre en compte la perception des potentiels usagers dans cette disponibilité des ressources. En effet, à moyen ou à long terme, ces ressources peuvent être menacées mais si l'usager n'en a pas conscience car il ne voit pas encore les impacts sur son activité, il pourra continuer à préférer les eaux conventionnelles à des ressources alternatives. Dans ce cas, la sensibilisation sur le stress hydrique (notamment dû au changement climatique) et aux économies d'eau est une première phase à effectuer avant la sensibilisation pour l'utilisation des ressources non conventionnelles.

Outre la disponibilité des ressources conventionnelles, les autres facteurs d'acceptabilité sur lesquels il est possible d'agir sont les suivants (Dreschel, Mahjoub, & Keraita, 2014) :

- L'aspect sanitaire : le **niveau de risque** lié à l'utilisation des EUT (qualité des EUT, exposition de l'usager et du consommateur et vulnérabilité des populations) combiné à la **perception de ce risque par la population concernée** (usagers directs, consommateurs, riverains, etc.),
- L'aspect économique : les **retombées économiques visibles pour les usagers**, particulièrement pour les agriculteurs. Cet aspect comprend des facteurs tels que les restrictions des cultures, la qualité fertilisante des EUT, le prix de l'eau, etc.,
- L'aspect gouvernance : **l'implication de tous les acteurs** dès le début du projet et les **liens de confiance** entre ces différents acteurs, notamment entre les usagers de terrain et les institutions.

En Tunisie, le sujet de l'acceptabilité sociale a été particulièrement étudié lors de la stratégie nationale de communication et de sensibilisation à l'utilisation des EUT et des boues de STEP par la DGEQV en 2015. Cette étude s'intéresse aux déficits de connaissance, d'attitude et de pratique des agriculteurs et identifie les canaux de communication opportuns susceptibles d'assurer une meilleure diffusion des messages de sensibilisation. A partir d'enquêtes auprès des agriculteurs, l'étude a mis en évidence le manque d'information sur les mesures d'hygiène à adopter, sur la réglementation existante et sur les avantages à utiliser les EUT. Elle a permis d'interroger les agriculteurs de différentes régions de Tunisie sur les inconvénients (facteurs de refus) et les avantages (facteurs d'acceptation) des EUT selon leur perception avant de les hiérarchiser. Les résultats obtenus dans l'étude sont résumés dans les tableaux ci-après.

Pour les inconvénients, on remarque **d'importantes disparités régionales dans les réponses apportées, notamment par rapport à la qualité des EUT**. Alors que c'est la préoccupation première dans les régions du Nord et du Centre, elle n'apparaît qu'en choix six pour le Sud. Le **niveau de risque sanitaire apparaît comme l'inconvénient principal à l'échelle nationale**. Toutes les régions s'accordent ensuite pour citer la **restriction des cultures** comme un frein important au développement de la REUT. Il est à noter que l'enquête a été menée de manière directive et que les agriculteurs ne pouvaient pas proposer d'autres inconvénients que ceux proposés par le questionnaire.

L'aspect religieux a souvent été mentionné comme pouvant être un facteur de refus de la REUT lors des entretiens avec les administrations centrales. Cependant, il n'y a **pas de données qui existent en Tunisie et à l'échelle internationale pour pouvoir mesurer l'importance de cet aspect pour l'acceptabilité sociale**. De plus, il n'a pas été mentionné par les usagers lors des enquêtes effectuées pour l'étude de la DGEQV en 2015 et celles effectuées au cours de cette première phase d'étude. En Palestine, au contraire, des leaders religieux sont mobilisés pour informer la population de l'autorisation de la REUT si les pratiques sanitaires et le traitement des EUT sont respectés (voir chapitre 8.4). Ils participent donc à la sensibilisation et à la vulgarisation sur la REUT.

Tableau 9-2 : Classement des inconvénients de l'utilisation des EUT

Inconvénients des EUT	**Classement des inconvénients des EUT**			
	Nord	Centre	Sud	Classement général
Niveau de risque sanitaire pour les usagers	3	2	1	1
Mauvaise qualité des EUT	1	1	6	2
Restriction des cultures	3	3	3	3
Salinisation du sol	2	5	4	4
Niveau de risque sanitaire pour les consommateurs	5	4	2	5
Irrégularité d'approvisionnement	6	6	5	6
Ne sait pas	7	7	7	7
Aucun inconvénient	9	7	8	8
Gestion difficile / usure du matériel	8	9	9	9

Source : (DGEQV, 2015)

Dans cette étude, les facteurs d'acceptabilité mis en valeur reposent surtout sur des avantages permettant d'augmenter la productivité agricole, c'est-à-dire des bénéfices financiers.

Tableau 9-3 : Classement des avantages de l'utilisation des EUT

Avantages des EUT	Classement des avantages des EUT			
	Nord	Centre	Sud	Classement général
Rendements plus élevés	2	1	1	1
Substitut au manque d'eau	1	2	2	2
Fertilisation améliorée	5	4	2	3
Coûts avantageux de l'eau	4	3	4	4
Aucun avantage	2	5	4	5
Ne sait pas	5	6	6	6

Source : (DGEQV, 2015)

Les trois principaux facteurs d'acceptabilité indiqués ci-avant sont détaillés dans les paragraphes qui suivent.

9.2 ZOOM SUR TROIS PRINCIPAUX FACTEURS D'ACCEPTABILITE

9.2.1 Le niveau de risque sanitaire et sa perception par les usagers

Comme cela est expliqué dans le diagnostic sur les risques liés à la REUT (chapitre 7), le niveau de risque sanitaire lié aux EUT dépend de plusieurs facteurs :

- **La qualité des EUT** produites. Ce facteur est traité en profondeur dans le diagnostic technique de l'étude.
- **L'exposition** de l'usager et du consommateur (cas d'un usage agricole) ou du client (cas d'un golf par exemple). Cette exposition est différente en fonction des usages (eau potable et agriculture par exemple) et dépend aussi de la méconnaissance des usagers sur les risques sanitaires. Cette méconnaissance peut entraîner un non-respect des mesures de sécurité et d'hygiène. La sensibilisation sur la REUT n'est pas chose aisée car les risques liés aux EUT ne sont pas toujours visibles, sauf en cas d'odeurs ou de couleurs particulières. De plus, dans le cas des exploitations agricoles, les changements réguliers de main d'œuvre (employés saisonniers) ne facilitent pas la transmission des connaissances.
- **La vulnérabilité** de l'usager et du consommateur ou du client. Elle dépend de l'accès aux soins pour les populations concernées par la REUT et de la prophylaxie (campagnes de vaccination).

Ainsi, le niveau de risque peut donc être amoindri par une bonne maîtrise technique des traitements des eaux usées et une stratégie de sensibilisation forte des usagers aux pratiques sanitaires. **Cependant, même si le niveau de risque est bas, pour qu'il y ait acceptabilité de la REUT, il faut aussi que la perception de ce risque par le public concerné ne soit pas négative.** Il est important de reconnaître que même dans les situations où on utilise des procédés de traitement avancés pour traiter les eaux usées et où les risques sanitaires effectifs sont très faibles, une perception négative par la population et les utilisateurs peut impacter des projets même bien planifiés. Cela a été le cas avec le projet d'eau potable à partir d'EUT de la ville de Toowoomba en Australie qui n'a pas été accepté lors d'un référendum lancé en 2006 malgré le haut niveau de sécurité technologique assurée par le traitement prévu. De plus, la population subissait des sévères restrictions d'eau au vu du contexte de stress hydrique avancé de la région (Saad, Byrne, & Drechsel, 2016). La peur des risques pour la santé sont d'autant plus présents que le contact avec les EUT est important. Par exemple, l'acceptabilité sociale au niveau des consommateurs/clients est plus aisée pour l'irrigation des espaces verts que pour le cas de produits alimentaires (irrigation agricole ou eau potable) car la perception du risque est moindre bien qu'en réalité le niveau de risque n'est pas obligatoirement plus faible (Dreschel, Mahjoub, & Keraita, 2014).

Pour agir contre cette perception négative des EUT, il est **important de démontrer aux usagers la maîtrise possible du risque sanitaire**. Des expériences mal contrôlées et qui ont été des échecs peuvent avoir des impacts négatifs sur l'acceptabilité sociale et les *a priori* peuvent ensuite être difficiles à dépasser comme cela a été le cas dans le périmètre irrigué de Mornag. La réussite d'un projet de REUT dès son commencement facilite son extension par la suite. De la même façon, la **mise en valeur de « success stories » auprès d'usagers potentiels a un poids important dans le dépassement des freins psychologiques.**

9.2.2 Les retombées économiques liées à l'irrigation avec des EUT

La sensibilisation et la communication pour rassurer autour des risques liés aux EUT n'est pas toujours suffisante auprès des usagers. **La connaissance des bénéfices liés aux EUT qui vont permettre des retombées économiques est aussi un facteur très important pour l'acceptabilité sociale** (Hachicha, 2015). Cela va de pair avec le choix délibéré des utilisateurs de pratiquer la REUT.

Cet aspect concerne particulièrement l'usage agricole. L'amélioration des rendements et la qualité fertilisante des EUT sont des motivations fortes pour les agriculteurs, particulièrement pour les régions arides[55]. En effet, dans les régions pluvieuses, l'irrigation est un complément aux eaux pluviales pour optimiser les rendements et n'est pas régulière. Au contraire dans les régions sèches, ce sont les eaux pluviales qui viennent compléter l'irrigation qui est alors essentielle à la production. Dans ces cas, la valeur économique liée aux eaux d'irrigation est bien plus importante, ce qui a un rôle important dans la motivation des agriculteurs.

En lien avec cet aspect économique, **la restriction des cultures, bien qu'elle limite les risques sanitaires, peut être un frein à l'acceptabilité sociale**.

L'acceptabilité des consommateurs, qui repose elle plus essentiellement sur la perception du risque sanitaire comme vu précédemment, est aussi une condition importante pour la rentabilité économique de l'exploitation agricole et joue donc sur l'acceptabilité des agriculteurs à utiliser les EUT.

Le prix bas des EUT en comparaison des ressources conventionnelles, quant à lui, peut aussi influer mais ne peut pas être le seul facteur de motivation comme le montre l'expérience tunisienne. La tarification symbolique de 0,020 DT/ m^3 d'EUT n'a pas été suffisante pour motiver les agriculteurs à utiliser cette ressource (DGGREE, 2018). Pour les usages autres qu'agricoles cependant, comme l'irrigation avec les eaux conventionnelles n'est pas subventionnée, le prix de l'eau est un paramètre important dans le choix des ressources utilisées.

9.2.3 Le manque de confiance dans les services de l'Etat

Ce facteur, très lié aux aspects institutionnels de la REUT, a été abordé dans le diagnostic sur le cadre institutionnel. Les points importants à considérer qui vont influer sur l'acceptabilité sociale sont :

- **L'amélioration du cadre institutionnel, des relations entre les institutions et de la communication avec les usagers.** Cela permet une meilleure confiance dans la fiabilité des services (traitement et distribution continue des EUT, qualité des contrôles…). Par exemple, il a été mentionné lors d'un entretien avec l'UTAP que lorsque la communication entre le producteur des EUT et les usagers est faible, il arrive que les usagers ne soient pas prévenus lors de travaux sur la STEP. Cela peut alors interrompre l'alimentation en EUT sans discussion préalable, ce qui va impacter lourdement l'activité agricole, alors que des solutions auraient pu être discutées entre les deux parties. Ce point concerne aussi la transparence des résultats de la qualité des EUT.
- **La décentralisation pour le développement et l'autorisation des projets de REUT en utilisant une démarche concertée avec l'ensemble des acteurs.** Ce type de démarche, en plus de prendre en compte au maximum les attentes des acteurs de terrain, permet une forte implication des usagers dès le départ et une appropriation du projet. Le dialogue ainsi initié permet ensuite de faciliter le dialogue entre les différentes parties prenantes (Dreschel, Mahjoub, & Keraita, 2014). L'objectif n'est pas de simplement faire participer les usagers dans des réunions en amont du projet mais d'initier une véritable animation territoriale pour faire naître le projet avec les usagers, sans leur imposer la REUT. La différence entre consultation et concertation avec les usagers est développé dans le chapitre 8.3.3. Les structures les plus adaptées pour cette animation et la délimitation de leurs compétences seront évaluées dans la phase 2 de l'étude.
- **La notion d'équité entre les gouvernorats** est un aspect sensible dans le contexte tunisien. Un sentiment d'injustice sociale peut émerger entre les habitants des zones urbaines et touristiques du littoral et des zones rurales et agricoles qui sont amenées à réutiliser les rejets des premiers. Il peut être aussi difficile à accepter que certaines zones bénéficient d'un transfert des eaux conventionnelles du Nord tandis que d'autres doivent utiliser les EUT.

[55] La qualité fertilisante des EUT, qui fait diminuer les frais liés aux intrants agricoles, est un bénéfice des EUT à valoriser pour renforcer l'acceptabilité sociale.

9.3 ÉLEMENTS DE CONCLUSION DE L'ANALYSE DES FACTEURS D'ACCEPTABILITE ET RECOMMANDATIONS

ELEMENTS DE CONCLUSION

L'acceptabilité est un sujet essentiel pour garantir le succès d'un projet de REUT. Si l'acceptabilité est plus facile dans les contextes de rareté des ressources en eau dans certaines régions, il existe malgré tout certains facteurs sur lesquels il est possible d'agir :

- La **diminution du risque sanitaire** et l'amélioration de la perception de ce risque. Pour cela, on souligne l'importance de la maîtrise des techniques de traitement des EUT mais aussi le respect des règles sanitaires pour éviter l'exposition au danger potentiel.
- La **valorisation économique de la REUT** et le partage d'expérience permettent de favoriser la compréhension de la REUT et des avantages que présente la filière par rapport aux filières faisant appel aux eaux conventionnelles (amélioration des rendements, eau en quantité suffisante, etc.).
- La **confiance entre les différentes institutions**. Ce dernier point est certainement l'un des points sur lesquels il est le plus difficile d'agir. En effet, pour améliorer cette confiance, c'est au niveau du cadre institutionnel général de le REUT qu'il faut agir, pour permettre de meilleures relations entre les institutions mais aussi la confiance dans les services. En plus de cela, le processus de décentralisation, déjà initié en Tunisie permet une plus forte implication des acteurs locaux et favorise la confiance entre les acteurs.

RECOMMANDATIONS

Pour pallier les freins à l'acceptabilité sociale des usagers, la réalisation d'actions de sensibilisation et de communication sont obligatoires. La stratégie nationale de communication et de sensibilisation pour l'utilisation des EUT et des boues de STEP a permis d'identifier les moyens de communication qui peuvent avoir un impact auprès des agriculteurs :

- Les **structures professionnelles auxquelles ils adhèrent** comme les GDA ou les CTV, permettent de les mettre en réseau et partager les expériences, d'où l'importance de la consolidation de ces structures.
- **La visite de sites de REUT considérés comme des « success stories »** (exemple de Ouardanine) permet à des agriculteurs qui ne connaissent pas ou peu la REUT d'appréhender les avantages (notamment économiques) à utiliser cette ressource. Pour les autres usages qu'agricoles, il est aussi important qu'il y ait des usagers qui soient la vitrine de la REUT dans leur domaine (par exemple le GCT, pionnier en Tunisie, pourrait peut-être le devenir pour la réutilisation industrielle).
- La **communication dans les écoles** pour les enfants d'agriculteurs est aussi un moyen humain non négligeable.
- La **radio et la télévision** sont des moyens de communication de masse qui sont bien suivis par les agriculteurs.
- La **prière du vendredi** est un canal de communication appréciable, notamment dans la région du Sud où entre 70 et 80 % des agriculteurs déclarent y assister. Globalement, au niveau national, les agriculteurs sont une large majorité à se déclarer enclin à suivre les conseils et les recommandations de l'imam.

10. DIAGNOSTIC DU SECTEUR DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE - UN BESOIN DE TRANSFERT DES CONNAISSANCES ACQUISES POUR LEUR APPLICATION

Objectifs du Chapitre

Un diagnostic sur l'importance de la Recherche dans le domaine des EUT a été réalisé. Depuis le premier grand programme de recherche dans les années 1980, plusieurs organismes de recherche tunisiens ont travaillé sur la REUT et les travaux continuent aujourd'hui. Le chapitre 2.1 de ce rapport revient sur l'historique de la REUT en Tunisie et notamment les travaux de recherche.

Le présent chapitre permet, quant à lui, d'aborder les thèmes de recherche actuels sur la REUT des organismes tunisiens et d'analyser les forces et les freins au développement de la recherche tunisienne dans ce domaine.

10.1 LES ORGANISMES DE RECHERCHE TRAVAILLANT SUR LA REUT

La description des missions globales des organismes de recherche est donnée dans le chapitre 8. Les informations ci-dessous décrivent surtout leur rôle au sein de la REUT (thématiques étudiées, travaux effectués, etc.). Ces informations proviennent de la bibliographie et surtout des entretiens effectués avec différents chercheurs au cours de la présente étude (voir annexe 4).

Les axes de recherche en Tunisie autour de la REUT peuvent être regroupés en plusieurs grands thèmes :

- Les **techniques d'amélioration de la qualité des EUT** en amont de leur réutilisation ;
- Les **techniques et les pratiques agricoles** pour optimiser la REUT en agriculture (systèmes d'irrigation, stockage, fertilisation, travail du sol, etc.) ;
- Les **impacts environnementaux**
- Les **impacts sanitaires** pour les utilisateurs et les consommateurs ;
- De manière plus marginale, les aspects liés à la **gouvernance** dont notamment les **aspects socio-économiques, institutionnels et sociaux**.

Pour ces thèmes, les organismes font à la fois de la recherche expérimentale et de la Recherche et Développement, notamment pour ce qui concerne le domaine agricole.

Institut National de Recherche en Génie Rural, Eaux et Forêts (INRGREF)

L'INRGREF a été créé en 1996 avec la fusion du CRGR (Centre de Recherche du Génie Rural) et l'INRF (Institut National de Recherches Forestières). Il est sous la tutelle du MARHP et du MESRS. Les recherches concernant la REUT avaient déjà débuté dans les années 80 et continuent encore aujourd'hui. Depuis 2007, un laboratoire de recherche nommé « Valorisation des eaux non conventionnelles » a même été créé. Globalement, l'INRGREF s'intéresse à la valorisation agricole des EUT et des boues résiduaires dans le contexte agro climatique tunisien. L'objectif est de développer l'irrigation par les EUT tout en minimisant les risques environnementaux. Les principaux thèmes abordés sont :

- la caractérisation des EUT et des boues tunisiennes ;
- l'évaluation de leurs potentialités fertilisantes ;
- le devenir des métaux lourds apporté par les EUT dans le système eau-sol-plante ;
- la gestion des risques de toxicité pour les cultures irriguées avec les EUT ;
- l'évaluation des risques de contamination bactérienne et parasitaire des sols et des cultures irriguées ;
- la proposition de nouvelles alternatives pour la valorisation des EUT.

Depuis 1984, l'INRGREF travaille sur ces thématiques à partir, en autre, de la station expérimentale de l'Oued Souhil à Nabeul. L'Institut a participé au programme de recherche des années 1980 du PNUD qui a permis de définir les conditions d'utilisation des EUT pour l'agriculture et d'étudier les impacts sur le système eau-sol-plante. L'INRGREF a aussi contribué à la mise en place des normes et textes réglementaires encadrant la REUT en Tunisie à partir des résultats de ces recherches.

Aujourd'hui les recherches concernent aussi les effets à long terme de la REUT grâce au périmètre irrigué de la Soukra présent depuis les années 1960 et la station expérimentale de l'Oued Souhil. Outre les stations expérimentales, des études sont aussi réalisées directement chez les agriculteurs pour évaluer la contamination des sols, des plantes et des nappes.

De plus, l'INRGREF est le premier institut de recherche agricole qui a commencé les recherches sur la thématique des polluants émergents (résidus de pesticides, composés oestrogéniques, résidus médicamenteux, etc.) depuis 2004.

Des essais ont lieu aussi sur différents systèmes d'irrigation avec les EUT pour évaluer les techniques les plus efficientes (exemple avec l'encadré ci-dessous).

Le projet ACCBAT (*Adaptation to Climate Change through improved water demand management in irrigated agriculture by introduction of new technologies and best agricultural practices)*

C'est un projet stratégique au sein du programme multilatéral de coopération transfrontalière « Bassin Maritime Méditerranée » (UE IEVP CTMED) qui porte sur la Tunisie, le Liban et la Jordanie. L'objectif est de partager les bonnes pratiques de gestion de l'eau dans le domaine agricole et de former les différents acteurs à l'échelle locale pour améliorer la productivité agricole tout en garantissant la durabilité environnementale. Les thématiques abordées sont notamment l'augmentation de l'efficience de l'utilisation de l'eau, l'utilisation des EUT dans les cultures irriguées, le renforcement des capacités institutionnelles, l'amélioration du savoir-faire dans le pilotage de l'irrigation et la sensibilisation du public sur l'économie d'eau et la REUT en agriculture.

La DGGREE est responsable de la mise en place de ce projet en Tunisie avec une composante dédiée à l'INRGREF pour la recherche expérimentale. Dans le cadre de ce projet en Tunisie, un site pilote a été implanté depuis 2014 à Oued Souhil au sein de la station expérimentale de l'INRGREF. Sur 5 ha, des arbres fruitiers à haute valeur ajoutée comme les bigaradiers sont irrigués avec un système « goutte-à-goutte » et en utilisant les EUT. Le site est équipé d'un système de pompage avec filtration des EUT, d'un injecteur de fertilisant et de deux bassins de stockage et de décantation de 500 m^3 chacun. Outre le site de l'INRGREF, les équipements ont été implantés chez des agriculteurs à titre expérimental.

Plus récemment, un nouveau projet de R&D vient d'être accepté avec la coopération italienne, nommé Traitement des Eaux Usées et des Boues Résiduaires par des filtres plantés et usages agricole durables (TRESOR). Pour les EUT, l'objectif est de fournir un traitement complémentaire permettent d'améliorer leur qualité à faible coût (filtres plantés et végétalisés).

Institut National de Recherche Agronomique de Tunisie (INRAT)

L'INRAT est sous la tutelle du MARHP et rattaché à l'Institut de la Recherche de l'Enseignement Supérieur Agricole (IRESA). Il est le plus ancien institut spécialisé dans la recherche agronomique du pays et touche à toutes les thématiques du secteur (génétique, amélioration de la production animale et végétale, biotechnologies, économie rurale, etc.). La REUT est surtout abordé par le laboratoire Sciences et Techniques Agronomiques formé entre l'INRGREF et l'INRAT depuis 2011. Les aspects traités concernent les aspects économiques, institutionnels et sociaux, ce qui vient compléter le travail de l'INRGREF sur les autres aspects.

Centre de Recherches et Technologies des Eaux (CERTE)

Le CERTE est le centre de recherche du technopôle de Borj Cédria travaillant sur les thématiques liées à l'eau. Il est sous la tutelle du MESRS. Le laboratoire « eaux usées et environnement » est spécialisé dans le traitement et la valorisation des eaux usées, l'étude des interactions entre l'eau usée et l'environnement, la gestion intégrée de l'eau et les approches innovantes dans ces domaines.

De plus, le laboratoire « traitement et valorisation des rejets hydriques » travaille sur des méthodes innovantes de traitement des eaux usées (désinfection, phyto-épuration des eaux usées rurales, valorisation des rejets industriels) et sur l'impact de l'épandage des boues résiduaires. Des technologies poussées sont en cours d'étude comme un traitement par nanofiltration à basse pression qui permet d'obtenir une qualité d'EUT proche de l'eau potable et de traiter tous les micropolluants (antibiotiques, pesticides, métaux lourds, etc.).

Des stations pilotes existent depuis 2007 au niveau d'écoles primaires en milieu rural à Kasserine et Chorfech. L'objectif est de développer une gestion locale de l'eau pour limiter le gaspillage, permettre l'accès à l'eau dans ces écoles à moindre coût et éviter la pollution du milieu naturel via le rejet des eaux usées dans des zones non couvertes par l'ONAS. Le projet permet la collecte des eaux pluviales au niveau du toit des écoles, de les utiliser pour le bloc sanitaire puis de les traiter à l'aide d'une fosse septique et d'une zone humide à macrophytes. Enfin, les eaux usées une fois traitées sont réutilisée pour l'irrigation d'oliviers et d'amandiers à proximité de l'école (Ben Saad, Bousselmi, Fabio, & Ghrabi, 2015). Un guide est en cours d'élaboration pour pouvoir appliquer ce système à d'autres écoles rurales.

Le CERTE est également intervenu sur le site de recharge de nappe à Korba. Jusqu'en 2014, il était chargé par la DGRE des suivis piézométriques et de salinité. La convention n'a pas été reconduite depuis.

Centre International des Technologies de l'Environnement de Tunis (CITET)

Le CITET, sous la tutelle de ME, n'est pas un organisme de recherche à proprement parler mais a pour rôle principal la promotion des nouvelles technologies et le développement de connaissances scientifiques sur l'environnement. Il aborde le traitement et la valorisation des eaux usées, notamment en milieu rural, et le transfert et l'adaptation des technologies de l'environnement.

Pour exemple, le CITET possède une station pilote pour le traitement des eaux usées avec des macrophytes en milieu rural à Jougar (Zaghouan) avec une capacité de 1 000 EH. L'eau est ensuite réutilisée par un agriculteur dont les parcelles sont à proximité de la station. Les résultats de la qualité des EUT seraient prometteurs, notamment pour l'abattement des paramètres parasitologiques (Kouki, M'hiri, Saida, & Belaïd, 2009). Ce système serait adapté à des petites zones rurales non couvertes par l'ONAS.

De plus, le CITET possède un laboratoire d'analyses environnementales afin d'analyser des polluants (analyse physico-chimiques, polluants organiques, métaux lourds, parasitologie, etc.) dans les différentes matrices environnementales (eau, air, sol, sédiments, etc.). Il intervient notamment dans le contrôle de la conformité des rejets hydriques au niveau des STEP et des industriels.

Université de la Manouba (UMA)

L'UMA a un pôle disciplinaire autour des sciences de la vie et de l'environnement dans lequel est compris l'Institut Supérieur des Biotechnologies de Sidi Thabet (ISBST). Cet organisme participe aux recherches sur le traitement des eaux usées depuis récemment. En effet, le laboratoire de recherche « Biotechnologie et Valorisation des Bio-Géo Ressources » (LR11ES31-LBVBGR) de cet institut, qui s'intéresse au développement de procédés biotechnologiques appliqués aux secteurs de la santé et de l'environnement, a été intégré dans le projet MADFORWATER financé par l'UE (voir paragraphe 6.3.3). Dans ce cadre, une convention a été signée en 2019 entre le laboratoire, l'UMA, l'ISBST et l'ONAS. L'objectif du projet est de développer et d'appliquer des solutions technologiques ainsi qu'une gestion cohérente pour le traitement des eaux usées pour une réutilisation adaptée en agriculture. Pour cela, un site pilote de traitement des eaux usées urbaines sera implémenté à la STEP Choutrana 2 à Tunis. Les résultats ce petit projet expérimental ne sont donc pas encore évalués.

Ecole Nationale d'Ingenieurs de Sfax (ENIS)

L'ENIS, sous la tutelle de l'Université de Sfax, participe aux recherches sur le traitement des eaux non conventionnelles et à l'évaluation du risque environnemental et sanitaire. Des travaux ont notamment porté sur le périmètre irrigué El Hajeb, comme la thèse soutenue en 2010 sur l'impact de l'irrigation avec des EUT sur le système sol – plante. Les paramètres étudiés ont été la salinisation ainsi que l'accumulation et la phytoabsorption des éléments métalliques (Belaid N. , 2010). Cette étude est mentionnée dans le paragraphe 7.1.4 sur les impacts environnementaux de la REUT. Il existe toujours une convention entre le CRDA de Sfax et l'ENIS pour analyser les paramètres physico-chimiques une fois par mois des EUT réutilisées dans ce périmètre.

D'autres centres de recherches peuvent travailler ponctuellement sur des thématiques liées à la REUT comme l'Institut National d'Agronomie de Tunis (INAT) qui produit des thèses et projets de fins d'études sur ce sujet en partenariat avec les autres organismes précédemment cités.

10.2 ÉLEMENTS DE CONCLUSION DE L'ANALYSE DE LA RECHERCHE ET RECOMMANDATIONS

ELEMENTS DE CONCLUSION

La consultation des différents travaux sur la REUT ainsi que les entretiens avec des chercheurs des différents organismes et des institutions partenaires ont permis de mettre en avant des points forts de la recherche tunisienne en matière de REUT.

En effet, l'expérience ancienne de la Tunisie avec des périmètres irrigués depuis les années 80 ou encore le site de recharge artificielle des nappes par les EUT à Oued Souhil permet aujourd'hui d'étudier les effets à long terme de la REUT sur l'environnement. Grâce à des équipes de chercheurs spécialisés sur différents aspects (salinité, ETM, microbiologie, polluants émergents, etc.), des travaux de recherche continuent de voir le jour actuellement pour actualiser les connaissances dans le domaine. Cette expérience a aussi permis de décrire les bonnes pratiques de REUT qu'il faudrait appliquer pour éviter les impacts négatifs sur l'environnement et réduire les risques sanitaires, que ce soit au niveau de l'irrigation agricole ou pour les procédés de recharge de nappe.

Outre l'étude des impacts de la REUT, des études sont aussi en cours pour l'amélioration des traitements des eaux usées via différentes techniques pouvant s'adapter à plusieurs contextes (petits projets pilotes comme MADFORWATER, projet ACCBAT, TRESOR, etc.). Cela comprend une approche de plus en plus intégrée comme les exemples de sites expérimentaux du CERTE et du CITET pour l'assainissement en milieu rural.

Cependant, il existe aussi des freins au développement des nouveaux travaux de recherche mais aussi et surtout au transfert des connaissances et des compétences acquises sur les sites pilotes vers des applications à plus grande échelle.

Manque de transfert des technologies et des connaissances

Les résultats obtenus lors de certains travaux de recherche sont riches mais ne sont pas bien exploités ou valorisés. Les projets R&D, que ce soit concernant de nouvelles méthodes pour le traitement des eaux usées, les systèmes d'irrigation ou encore la recharge de nappe, ne doivent pas rester à l'échelle pilote puis abandonnés. Les résultats doivent être mieux évalués pour servir à valoriser l'expérience à plus grande échelle. Les freins à ce transfert d'échelle se situent souvent au niveau institutionnel et économique :

- Il y a souvent des financements pour lancer des projets de recherche mais ces financements ne continuent pas par la suite. Certains **suivis ne sont pas respectés** sur des sites pilotes par **manque de moyens** ce qui rend les résultats difficilement interprétables ou bien il n'y a **pas assez de personnes compétentes** pour assurer le suivi du projet. Une réflexion doit être menée en amont du projet pour savoir s'il y aura des financements suffisants pour assurer la mise en place du projet mais aussi son suivi ainsi que le transfert et la valorisation des résultats en aval.
- Outre le financement, le manque de **stabilité des institutions** ralentit la prise de décision. Il manque des personnes vraiment impliquées sur toute la durée des projets.
- La **collaboration entre les organismes de recherche et les administrations** est à développer pour permettre la valorisation des résultats. Le cas de la recharge de nappe à Korba est un bon exemple de ce manque de coopération : les résultats acquis au niveau de la station de l'Oued Souhil n'ont pas été appliqués à ce nouveau site. Les résultats enregistrés n'ont donc pas beaucoup enrichis ceux déjà observés sur le premier site de recharge. De plus, le partenariat établi entre le CERTE et la DGRE s'est révélé non concluant et la convention n'a donc pas été renouvelée. Ni le CRDA de Nabeul, ni la DGRE ne disposent des données complètes de suivi. Il n'y a donc plus depuis 2014 de suivis physico-chimiques et microbiologiques sur le site de Korba, malgré les investissements importants entrepris pour ce site.
- Il n'existe pas de **capitalisation exhaustive de tous les travaux de recherche sur la REUT** en Tunisie effectués par l'ensemble des organismes de recherche. Une base de données facile d'accès pour les administrations pourrait permettre un meilleur échange d'informations entre la recherche et les décideurs. L'objectif serait de synthétiser les résultats des recherches pouvant aider à la prise de décision en des termes simples et **identifier les connaissances à consolider.**

PROPOSITION DE RECOMMANDATIONS

La proposition consiste à renforcer les partenariats entre administration et recherche autour des problèmes rencontrés par les gestionnaires et les usagers. Il s'agira de mettre au point des mécanismes qui satisfont à la fois l'administration (questions de recherche, transparence et transmission des résultats) et les laboratoires de recherche (financements et visibilité) :

- Des modalités d'identification conjointe de questions de recherche, autour d'enjeux opérationnels émanant des retours de terrain,
- Des modalités assurant la transmission des résultats,
- Des modalités de prise de décision conjointe sur les sites pilotes,
- Des modalités de financement, avec visibilité sur le moyen terme

Quelques domaines de recherche pourraient être encore approfondis pour répondre à des questionnements sur la REUT en Tunisie :

- Les impacts de la REUT ont surtout été étudiés par le prisme de l'irrigation agricole et de la recharge de nappe, il serait intéressant de se pencher aussi sur les autres usages (golfs, espaces verts, usage industriel, etc.).
- Au niveau de la recharge de nappe avec des EUT, il manque un consensus scientifique sur les résultats obtenus notamment pour les suivis microbiologiques. Les phénomènes évoluant au sein des nappes souterraines sont complexes et demandent une approche pluridisciplinaire (hydrogéologie, géochimie, microbiologie, etc.) afin d'interpréter et de valoriser correctement les résultats. L'expérience doit maintenant être menée à plus grande échelle que les sites pilotes et les modalités à respecter pour la recharge doivent être clairement définis (ce point est détaillé dans le chapitre 11.4.5 consacré à la recharge des nappes avec des EUT).
- A plus long terme, les effets « cocktails » et les risques sanitaires et environnementaux référents pourront aussi être envisagés.
- La recherche s'est surtout intéressée jusque-là aux aspects techniques et les impacts environnementaux. D'autres aspects pourraient être plus approfondis via plus d'études sociologiques, épidémiologiques, économiques (Analyses du Cycle de Vie) pour apporter une **vision plus écosystémique** au sujet. Ces aspects induisent un renforcement des compétences au niveau des équipes de recherche.

Partie C. APPROCHE A L'ECHELLE DE L'USAGE

11. DIAGNOSTIC TRANSVERSAL DE LA FILIERE REUT POUR LES DIFFERENTS USAGES

Objectifs du Chapitre

Le diagnostic transversal présenté dans le présent chapitre utilise les résultats d'une vingtaine d'enquêtes de cas de réutilisation d'eaux usées traitées réalisées dans le cadre de l'étude.

Le chapitre présente les résultats factuels des enquêtes. Il intègre également des éléments plus généraux recensés lors des entretiens d'acteurs conduits pour l'étude ou dans des documents.

Le chapitre débute par la présentation de la méthodologie retenue pour réaliser les 20 enquêtes.

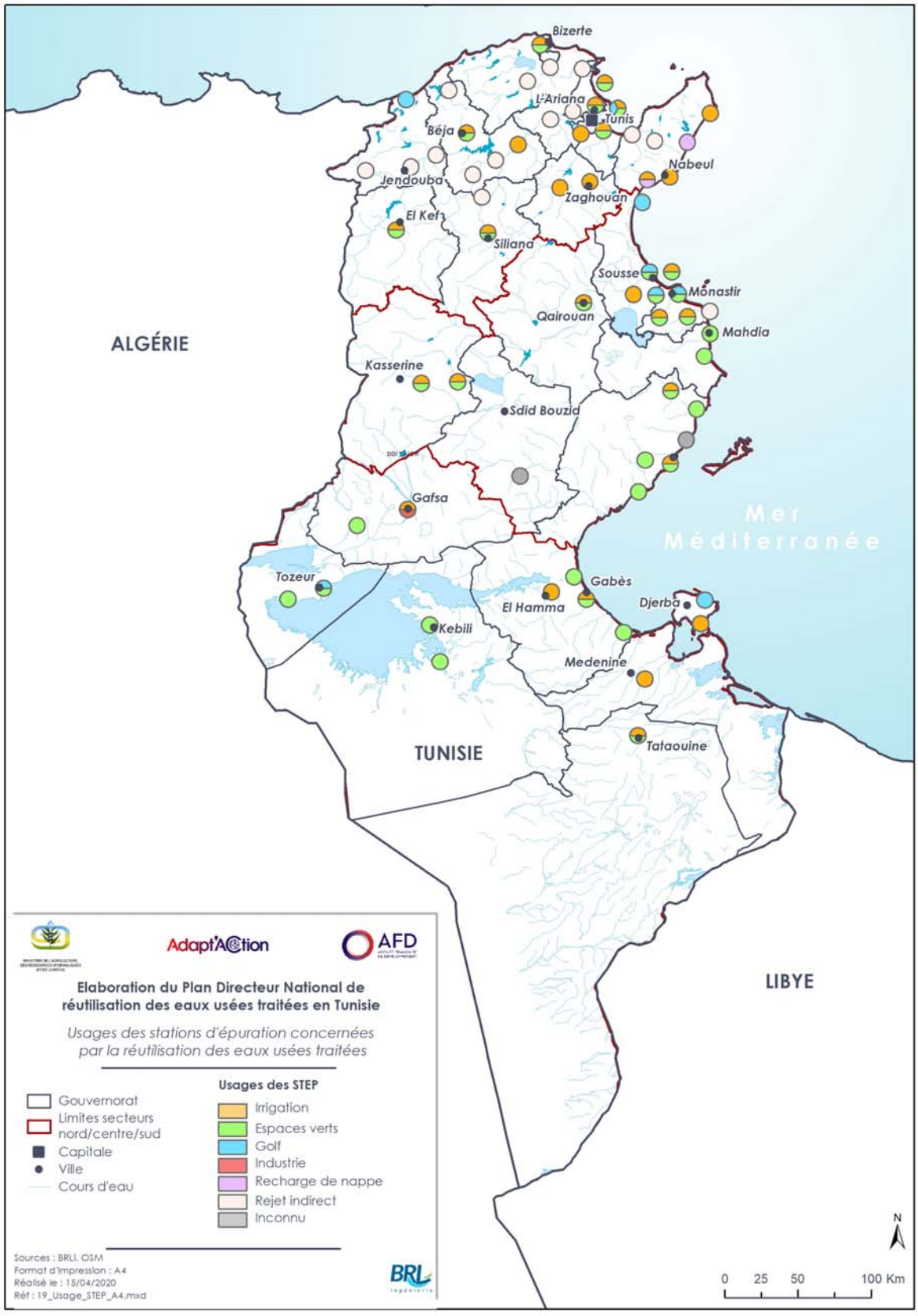
Il comprend ensuite un sous-chapitre pour chacun des usages suivants :

- irrigation agricole,
- irrigation des golfs et des espaces verts,
- recharge des nappes,
- valorisation écologique,
- utilisation par les industriels.

Pour chacun de ces usages, sont présentés successivement :

- la **description générale de l'usage** et la place de la REUT pour cet usage,
- les **éléments factuels issus des enquêtes** concernant cet usage,
- des éléments permettant de **mettre en regard la REUT pour cet usage en Tunisie avec le cas d'autres pays**,
- une **analyse transversale de la REUT** et une synthèse des freins et des atouts au développement pour l'usage considéré.

Carte 11-1 : Répartition des usages de réutilisation pour les différentes STEP



11.1 METHODE RETENUE POUR REALISER LES ENQUETES DE 20 OPERATIONS DE REUT

11.1.1 Objectifs des enquêtes

Dans le cadre du diagnostic de la filière REUT, 20 enquêtes de terrain ont été réalisées à l'échelle d'opération de réutilisation. Les objectifs de ces enquêtes sont les suivants :

- **Réaliser une analyse transversale de la filière** en s'intéressant à tous les aspects : techniques, institutionnels, réglementaires, économiques et financiers, sociaux, environnementaux, sanitaires et énergétiques. Pour chacun des sites, **l'ensemble des étapes de la filière REUT a ainsi été enquêté** :
  - Collecte des EUB,
  - Traitement de l'effluent au niveau de la STEP,
  - Transfert et distribution des EUT,
  - Réutilisation des EUT.

  Cette analyse inclut une **évaluation qualitative des risques sanitaires et environnementaux** pour les différents usages, afin d'évaluer les contraintes associées à chaque type d'usage.
- **Approfondir le diagnostic en réalisant des Analyses Coûts Avantages (ACA)** pour 10 sites parmi les 20 enquêtés. Cela permet d'évaluer la valorisation économique, sociale et environnementale de la REUT. Les ACA sont présentées dans le chapitre suivant.

Les résultats issus des enquêtes sont présentés par usage et sont organisés, pour chaque usage, dans deux parties :

- Présentation générale de chacun des sites et éléments factuels,
- Analyse transversale de la filière.

11.1.2 Choix des sites

Parmi les 66 opérations de REUT existantes en Tunisie, 20 sites de réutilisation ont été sélectionnés selon les trois critères suivants :

- **Le type d'usage** afin de représenter l'ensemble des types de réutilisations : le cahier des charges demandait ainsi d'enquêter 10 sites avec des périmètres irrigués, 3 sites avec des golfs, 2 sites avec des recharges de nappe, 2 sites avec une valorisation écologique, 2 sites avec de l'irrigation des espaces verts et 1 site avec une réutilisation industrielle.
- **La répartition parmi les 3 grandes zones géographiques de la Tunisie** (Nord, Centre et Sud) afin de représenter les différents contextes dans lesquels peuvent s'inscrire les REUT (disponibilité des ressources en eau, climat, contexte économique…).
- **L'opérationnalité de la réutilisation.** L'idée est de figurer la variété des situations, en considérant des sites de REUT pleinement opérationnels et d'autres sites qui présentent plus de difficultés. Cela permet d'étudier les points de blocage et facteurs de réussite pour les différents usages.

Outres ces 3 critères, d'autres paramètres ont permis d'affiner la sélection au cas par cas tels que la qualité des EUT en sortie de STEP (conformité ou non à la NT 106.03), le type de traitement utilisé, le volume d'EUT réutilisé, la disponibilité en eaux conventionnelles, l'activité agricole (type de cultures, surface des périmètres irrigués, etc.), l'intensification des périmètres irrigués, l'acceptabilité sociale ou encore les impacts environnementaux.

Sur la base de ces critères, une première liste de sites a été proposée et discutée lors du COPIL de démarrage de l'étude en janvier 2019. Les échanges durant le COPIL ont permis d'affiner les critères et de valider une liste définitive de sites à enquêter.

Le Tableau 11-1 présente les 20 sites de réutilisation qui ont été sélectionnés et ont fait l'objet d'enquêtes. La dernière colonne précise si ces sites ont fait l'objet d'une ACA (développée dans le chapitre 12.

Tableau 11-1 : Liste des 20 sites choisis pour les enquêtes de terrain[56]

Usages	Gouvernorat	Nom du site	STEP	ACA
Périmètres irrigués	Monastir	Ouardanine	Ouardanine	X
	Kairouan	Dhraa Tammar	Kairouan 2	X
	Zaghouan	El Fahs	El Fahs	X
	Nabeul	Oued Souhil	SE3 et SE4	
	Médenine	Talbet et Meghzel	Djerba Aghir	
	Médenine	Ouljet El Khoder	Médenine	
	Gabes	El Hamma	Gabes	
	Kasserine	Oued Essid	Kasserine	X
	Gafsa	Aguila	Gafsa	X
	Siliana	Mediouna	Siliana	
Golfs	Tunis	Golf de Carthage	Charguia	
	Nabeul	Golf Yasmine	SE1	X
	Monastir	Golf Flamingo	El Frina	
Espaces verts	Tunis	Route de l'aéroport de Tunis	Charguia	X
Recharges de nappes	Nabeul	Korba	Korba	X
	Nabeul	Souhil	SE4	
Valorisation écologique	Nabeul	Lagune de Korba	Korba	X
	Bizerte	Lagune de Bizerte	Menzel Bourguiba	
Usage industriel	Gabes	GCT Gabes	Gabes	
	Gafsa	GCT Gafsa	Gafsa	X

56 Les périmètres irrigués de Borj Touil à l'Ariana et de El Hajeb à Sfax n'ont pas été choisis car ils ont déjà été enquêtés lors de l'étude préliminaire réalisée par SCP (2017).

Carte 11-2 : localisation des sites enquêtés pendant la phase de diagnostic



11.1.3 Méthode d'enquête

Pour chaque site de réutilisation, les visites se sont faites de l'amont vers l'aval de la filière :

- Production des EUT au niveau de la STEP,
- Station de pompage,
- Réutilisation (parcelles agricoles irriguées, golf, site de recharge de nappe, etc.).

Les acteurs rencontrés lors des enquêtes ont été les suivants :

- Pour la partie assainissement : **producteurs des EUT pour chacun des sites de réutilisation**, c'est-à-dire des **représentants de l'ONAS** au niveau de la STEP enquêtée (chef de station, ingénieurs ou techniciens, responsables régionaux de de l'ONAS) ou des **exploitants privés**.
- Pour les périmètres irrigués : les **CRDA**, les **GDA** et une partie des **agriculteurs** exploitants le périmètre irrigué,
- Pour les golfs : les responsables des golfs et les experts irrigation,
- Pour les espaces verts : la direction de l'environnement de l'OACA et de l'expert irrigation,
- Pour la recharge de nappe : le **CRDA de Nabeul** pour les 2 sites (arrondissement ressources en eau),
- Pour la réutilisation industrielle : les **responsables du GCT** au niveau régional,
- Pour la valorisation écologique : une association environnementale pour le site de Korba.

Un support d'entretien de type semi-directif a été élaboré et complété lors du premier COPIL de l'étude. Ce support souple, à destination de l'enquêteur, permet de s'assurer que les différents aspects de la filière ont été couverts : **aspects techniques** (de la collecte des EUB à la réutilisation des EUT, jusqu'à la valorisation des produits agricoles), **institutionnels, réglementaires, économiques et financiers, sociaux, environnementaux et sanitaires**.

Pour chaque site de réutilisation, une planche photo a été préparée et présente les principales caractéristiques de chacun des sites. Le compte-rendu complet des enquêtes est présenté en annexe.

11.2 IRRIGATION AGRICOLE : DES QUALITES D'EFFLUENTS A AMELIORER POUR RENFORCER LA CONFIANCE DES AGRICULTEURS

11.2.1 Description générale du secteur et place de la REUT

D'après les données de la campagne 2017 – 2018 de la DGGREE, **32 périmètres irrigués sont actuellement aménagés pour être irrigués avec des EUT**. **Sur ces 32 périmètres irrigués, 8 ne sont pas fonctionnels**. Les 32 périmètres irrigués sont situés dans 17 gouvernorats et totalisent une **superficie totale de 8 500 ha aménagés**. Le Nord du pays concentre 73 % de la superficie totale irrigable dont 55% se trouve au niveau du Grand Tunis. En effet, le plus important des périmètres irrigués est celui de Borj Touil à l'Ariana avec une superficie aménagée de 3 150 ha, ce qui est bien supérieur à la superficie moyenne des autres périmètres irrigués qui est d'environ 430 ha.

Le Tableau 11-2 résume les principaux indicateurs de l'exploitation des périmètres irrigués avec des EUT en Tunisie.

Il est important de noter qu'il y a une certaine ambigüité au niveau des indicateurs, par exemple pour le taux d'exploitation (surface irrigable / surface aménagée) et le taux d'intensification (surface irriguée / surface aménagée). L'imprécision des chiffres concerne essentiellement les superficies réellement irriguées (et les superficies des différentes cultures pratiquées) ainsi que les volumes consommés (absence de compteurs sur certains périmètres irrigués et à la sortie des STEP).

Tableau 11-2 : Liste des périmètres irrigués avec des EUT, campagne 2017 - 2018

Gouvernorat	Périmètre irrigué	Station d'épuration	Année de mise en service	Superficie aménagée (1) (ha)	Superficie irrigable (2) (ha)	Superficie irriguée (3) (ha)	Intensification (4) (%)	Volume distribué d'EUT (m3/an)
Ariana	Soukra	Charguia	1962	409	409	162	40 %	831 000
	Borj Touil	Choutrana I et II, Côtière Nord et Charguia	1989	3 145	3 145	340	11 %	3 547 000
Ben Arous	Mornag	B.Arous	1989	1 087	-	-	-	-
Bizerte	Sidi Ahmed	S, Ahmed	2005	174	-	-	-	-
Nabeul	Souhil	SE3 et SE4	1989 - 2003	280	280	165	59 %	2 139 000
	Haouaria	SE3 et SE4		83	83	14	17 %	
	Bir romana	SE4		50	50	54	108 %	
	Messaadi	SE4		70	70	25	36 %	
	Charki (Bni Khiar)	SE4		75	75	44	59 %	
	Kélibia	Kélibia	2002	45	45	33	73 %	165 000
Zaghouan	Zaghouan	Zaghouan	2015	60	60	50	83 %	838 000
	El Kdhirat	El Fahs	2015	40	40	30	75 %	513 000
Beja	Bouteffaha	B.sud	2004	354	-	-	-	-
	M.Elbeb	Medjez.Elbeb	2003	100	-	-	-	-
Kef	Semmana	Kef	2004	180	-	-	-	-
Siliana	Mediouna	Mediouna	2006	87	87	89	102 %	65 000
Sousse	Zaouiet Sousse	Sousse sud	1987	205	257	257	125 %	419 000
	M'SAKEN	Msaken	2003	185	185	185	100 %	183 000

Gouvernorat	Périmètre irrigué	Station d'épuration	Année de mise en service	Superficie aménagée (1) (ha)	Superficie irrigable (2) (ha)	Superficie irriguée (3) (ha)	Intensification (4) (%)	Volume distribué d'EUT (m3/an)
Monastir	Ouardanine	Ouardanine	1997	50	50	70	140 %	174 000
	Sayada Lamta Bouhjar	S,L,Bouhjar	1999	50	-	-	-	-
Kairouan	Dhraa Tammar	Dhraa Tammar	1989	380	380	330	87 %	1 260 000
Kasserine	Oued Essid	Kasserine	1998	131	131	131	100 %	499 000
	Sbitla	Sbitla	2009	80	80	-	-	-
Sfax	El Hajeb	Sfax sud	1987	452	452	233	52%	786 000
	El hancha	El hancha	2010	50	50	-	-	-
Gafsa	Aguila	Aguila	1994	117	117	137	117 %	836 000
Gabes	El Hamma	El Hamma	2007	100	100	50	50 %	217 000
	Dissa	Gabes	1999 - 2007	300	300	140	47 %	1 000 000
Médenine	Ouljet El Khoder	Ouljet El Khoder	2004	30	30	34	113 %	75 000
	Talbet	Jerba	2005	19	19	19	100 %	90 000
	Meghzel			32	32	32	100 %	
Tataouine	Elbhira	Tataouine	2017	60	60	60	100 %	30 000
TOTAL				**8 480**	**6 477**	**2 685**	**32 %**	**13 667 000**

Source DGGREE, informations sur les périmètres irrigués à partir des EUT, campagne 2017-

[1] Superficie aménagée : superficie des exploitations agricoles du périmètre irrigué dépendant des infrastructures d'alimentation en EUT (bornes d'irrigation).

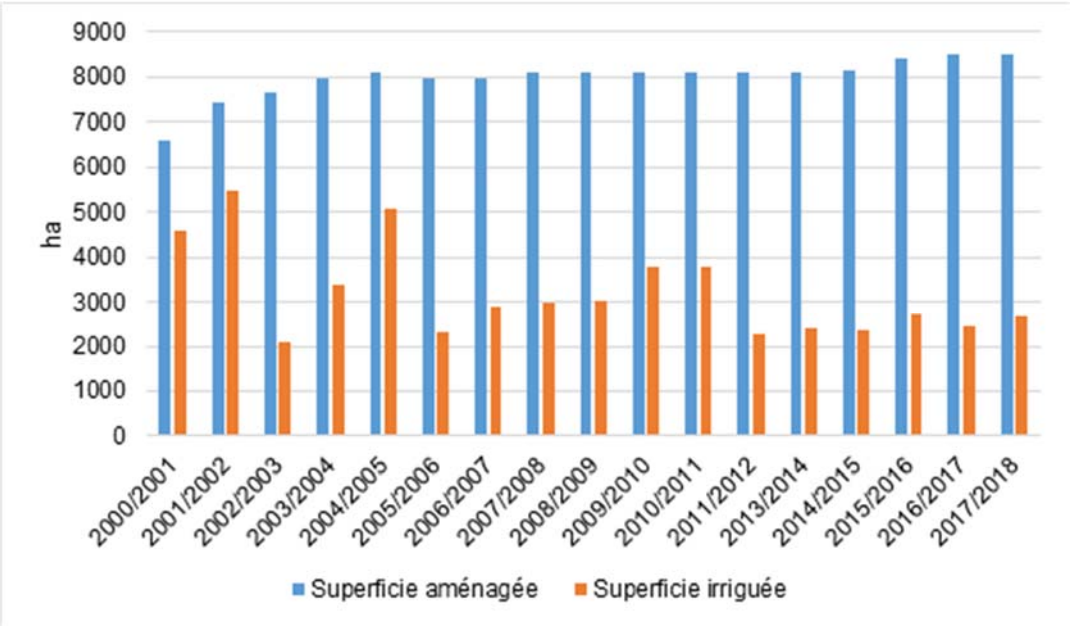
[2] Superficie irrigable : superficie pouvant être irriguée selon le débit de la source d'eau et le plan cultural

[3] Superficie irriguée : superficie réellement mise en culture en utilisant les ressources en eau des bornes d'irrigation. Elle peut être supérieure à la superficie irrigable quand le périmètre s'oriente de plus en plus vers l'extensif ou l'irrigation d'appoint.

[4] Taux d'intensification : superficie irriguée / superficie aménagée

La figure ci-dessous présente l'évolution des superficies aménagées et irriguées avec les EUT en Tunisie. On peut voir que la superficie aménagée n'a pas beaucoup augmenté depuis 2003 comme le montre la Figure 11-1 et la superficie irriguée a été très variable en fonction des années. Cette variation est due en partie à l'arrêt de fonctionnement de certains périmètres irrigués certaines années lorsque la qualité des EUT distribuées ne permet pas la réutilisation. Certains périmètres irrigués ont aussi fonctionné les premières années après leur aménagement mais ils ont été ensuite abandonnés par les agriculteurs face aux diverses difficultés rencontrées.

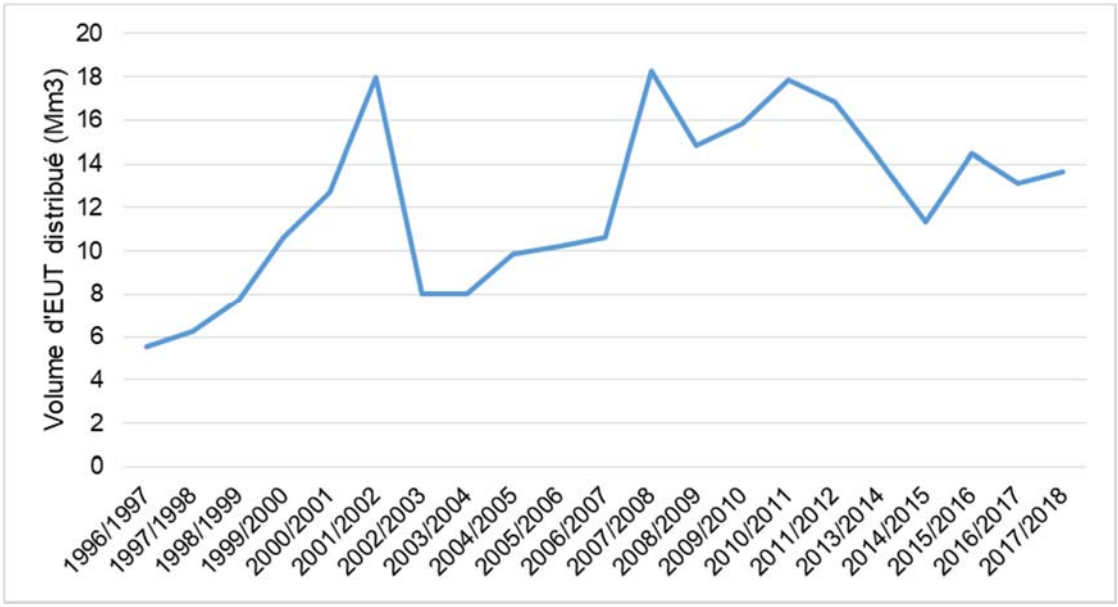
Figure 11-1 : Evolution des superficies aménagées et irriguées des périmètres irrigués avec des EUT depuis 2000



Source : DGGREE, 2018

L'évolution des consommations des périmètres irrigués en EUT est représentée sur la Figure 11-2. **Les volumes réutilisés sont passés de 5,5 Mm^3 en 1996 à 13,66 Mm^3 en 2018**. Cependant, on note une **diminution des volumes réutilisés depuis les années 2010 avec un maximum de réutilisation lors de la campagne 2007/2008 avec 18 Mm^3**.

Figure 11-2 : Evolution du volume d'EUT distribué aux périmètres irrigués depuis 1996



Source : DGGREE, 2018

Le Tableau 11-3 résume les données générales pour la REUT en Tunisie au niveau agricole pour les campagnes 2016/2017 et 2017/2018.

Tableau 11-3 : Données générales sur la REUT en agriculture pour la campagne 2016/2017 et 2017/2018

	Campagne 2016/2017	Campagne 2017/2018
Nombre de périmètres utilisant des EUT	32	32
Nombre de STEP concernées	30	30
Superficie aménagée (ha)	8 500	8 500
Superficie irrigable (ha)	6 500	6 500
Superficie irriguée (ha)	2 400	2 700
Assolement	Arboriculture : 49 % Fourrages : 46 % Grandes cultures : 2 % Cultures industrielles : 3 %	Arboriculture : 41,5 % Fourrages : 40 % Grandes cultures : 9 % Agrumes : 6 % Autres : 3 % Cultures industrielles : 0,5 %
Taux d'intensification (%)	29%	32 %
Volume d'EUT distribué (Mm^3)	13 100 000	13 700 000

Source : DGGREE, 2018

11.2.2 Les éléments factuels issus des enquêtes

11.2.2.1 Déroulement des enquêtes et description des sites visités

Les périmètres irrigués qui ont été enquêtés sont répartis de la manière suivante : 3 au Nord, 3 au centre et 4 au Sud.

Il est à noter que les périmètres irrigués de Borj Touil et El Hajeb avaient déjà été enquêtés lors de l'étude préliminaire à ce diagnostic (DGGREE, 2017). La description de ces deux périmètres irrigués est synthétisée dans la partie 11.2.2.4.

Le Tableau 11-4 décrit sommairement le déroulement des enquêtes pour les 10 périmètres enquêtés. Les résultats complets sont présentés en annexe.

Tableau 11-4 : Déroulement des enquêtes des périmètres irrigués

Périmètre irrigué	Souhil	El Kdhirat	Mediouna	Dhraâ Tammar	Ouardanine
Localisation	Gouvernorat de Nabeul	Gouvernorat de Zaghouan	Gouvernorat de Siliana	Gouvernorat de Kairouan	Gouvernorat de Monastir
Lieux visités	STEP SE3 et SE4 Stations de pompage et bassins de stockage de SE3, SE4 et SE3 + SE4 Parcelles du périmètre avec irrigation localisée	STEP El Fahs Station de pompage et bassin de stockage Différentes parcelles du périmètre	STEP Siliana Station de pompage et bassin de stockage Différentes parcelles du périmètre	STEP Kairouan 2 Station de pompage et bassin de stockage Différentes parcelles du périmètre	STEP Ouardanine Station de pompage et bassin de stockage Différentes parcelles du périmètre
Dates de visite	6 mars 2019	28 février 2019	3 avril 2019	21 février 2019	18 et 19 février 2019
Personnes rencontrées	STEP : Chef division régionale ONAS Nabeul Périmètre irrigué : CRDA Nabeul arrondissement périmètre irrigué et GDA Souhil, agriculteurs	STEP : Chef de station ONAS Périmètre irrigué : CRDA Zaghouan arrondissement périmètre irrigué et GDA El Kdhirat, agriculteurs	STEP : Chef de station ONAS Périmètre irrigué : CRDA Siliana arrondissement PI, GDA Mediouna	STEP : Chef de station ONAS Périmètre irrigué : CRDA Kairouan arrondissement périmètre irrigué et GDA Dhraa Tammar, agriculteurs	STEP : Chef de station ONAS Périmètre irrigué : CRDA Monastir arrondissement périmètre irrigué et GDA Ouardanine
					
	Vue sur des parcelles du périmètre irrigué Souhil (BRLi, mars 2019)	*Oliveraie irriguée du périmètre irrigué El Fahs (BRLi, février 2019)*	*Fourrages irrigués du périmètre irrigué Mediouna (BRLi, avril 2019)*	*Bassin de stockage des EUT du périmètre irrigué Dhraa Tammar (BRLi, février 2019)*	*Figuiers irrigués du périmètre irrigué Ouardanine (BRLi, février 2019)*

Périmètre irrigué	El Hamma	Meghzel/Talbet	Ouljet El Khodr	Oued Essid	Aguila
Localisation	Gouvernorat de Gabès	Gouvernorat de Medenine	Gouvernorat de Medenine	Gouvernorat de Kasserine	Gouvernorat de Gafsa
Lieux visités	STEP El Hamma Station de pompage et bassin de stockage Différentes parcelles du Périmètre irrigué	STEP Djerba Aghir Station de pompage et bassin de stockage des deux Périmètre irrigué, châteaux d'eau Différentes parcelles des deux Périmètre irrigué	STEP Medenine Station de pompage et bassin de stockage, château d'eau Différentes parcelles du Périmètre irrigué	STEP Kasserine Station de pompage et bassin de stockage Différentes parcelles du Périmètre irrigué	STEP Gafsa dont la nouvelle en construction Station de pompage et bassin de stockage
Dates de visite	13 mars 2019	11 mars 2019	12 mars 2019	26 mars 2019	27 mars 2019
Personnes rencontrées	STEP : Chef service épuration ONAS Gabès Périmètre irrigué : CRDA Gabès arrondissement Périmètre irrigué, GDA El Hamma	STEP : Chef exploitant privé Périmètre irrigué : CRDA Medenine arrondissement Périmètre irrigué, GDA Meghzel et Talbet	STEP : Chef de station ONAs Périmètre irrigué : CRDA Medenine arrondissement Périmètre irrigué, GDA Ouljet El Khodr, agriculteurs	STEP : Chef de station ONAS Périmètre irrigué : CRDA Kasserine arrondissement Périmètre irrigué, GDA Oued Essid	STEP : Chef division régionale ONAS Gafsa Périmètre irrigué : CRDA Gafsa arrondissement Périmètre irrigué, GDA Aguila, agriculteurs



Fourrages irrigués du périmètre irrigué El Hamma (BRLi, mars 2019)



Oliveraie irriguée du périmètre irrigué Talbet (BRLi, mars 2019)



Vue sur des parcelles du périmètre irrigué Ouljet El Khoder (BRLi, mars 2019)



Oliveraie irriguée du périmètre irrigué Oued Essid (BRLi, mars 2019)



Oliveraie irriguée du périmètre irrigué Aguila (BRLi, mars 2019)

11.2.2.2 Caractéristiques des stations d'épuration alimentant les sites enquêtés

Pour l'usage agricole, 11 STEP ont été enquêtées car le périmètre de Souhil récupère les EUT des STEP SE3 et SE4. Les EUT de SE4 étaient aussi utilisées pour la recharge de nappe à Oued Souhil, les caractéristiques de cette STEP sont donc décrites dans la partie recharge de nappe.

Les traitements effectués au niveau de ces STEP sont très majoritairement de type boues activées, à faible ou moyenne charge. Deux périmètres utilisent des EUT provenant de lagunage, aéré pour Oued Essid (Kasserine) et non aéré pour Aguila (Gafsa). Quelques stations sont pourvues des équipements pour des traitements tertiaires : traitement à UV à Kairouan 2, bassins de maturation à Djerba Aghir. Le traitement à UV à El Fahs n'est pas fonctionnel, de même que le biofiltre à sable à Médenine en aval de la STEP. A Gafsa, une nouvelle STEP est en construction pour remplacer les bassins de lagunage. Elle sera de type boues activées et devrait être opérationnelle sous peu. Les bassins actuels serviront de traitement tertiaire en sortie de la nouvelle STEP.

Certaines d'entre elles ont des capacités importantes de traitement comme Kairouan 2 avec une capacité nominale de 15 000 m^3/j tandis que d'autres sont plus modestes comme Ouardanine qui a une capacité de 1 500 m^3/j.

Les STEP SE3, SE4 et Djerba Aghir sont situées dans des zones touristiques, leur rejet s'effectue dans un milieu sensible puisqu'il est en mer à proximité de zones de baignade. Elles reçoivent des eaux domestiques provenant majoritairement d'hôtels et de restaurants, tandis que les autres STEP reçoivent en partie des eaux industrielles pouvant avoir un impact sur la qualité des EUB. Il est à noter le cas particulier de la STEP El Hamma qui reçoit les eaux grises des hammams. Ces eaux ne sont pas très chargées en matières organiques mais elles sont riches en déchets solides (filasses…), ce qui ne facilite pas leur traitement au niveau de la STEP. Des bassins de stockage sont en train d'être mis en place pour traiter ces eaux en parallèle des eaux domestiques.

Pour les STEP de El Hamma et de Djerba Aghir, ce n'est pas l'ONAS qui est responsable de l'exploitation de la STEP, l'exploitation a été déléguée à une société privée. Cette société s'occupe de l'entretien et du bon fonctionnement du traitement de la STEP mais n'a pas d'objectifs de performance à respecter.

Le Tableau 11-5 reprend les principales caractéristiques des 11 STEP visitées pour l'usage agricole.

Tableau 11-5 : Description des STEP alimentant les périmètres enquêtés

Caractéristiques des STEP	STEP SE3	STEP El Fahs	STEP Siliana	STEP Kairouan 2	STEP Ouardanine
Date de création	1979	2006	2000	2008	1993
	 *Chenal d'oxydation de SE3 (BRLi, mars 2019)*	 *Traitement III à UV non fonctionnel d'El Fahs (BRLi, février 2019)*	 *Chenal d'oxydation avec aérateurs de Siliana (BRLi, avril 2019)*	 *Traitement III à UV de Kairouan 2 (BRLi, février 2019)*	 *Chenal d'oxydation de Ouardanine (BRLi, février 2019)*
Origine des EUB – industriels raccordés	Eaux domestiques de la zone touristique de Hammamet nord et du sud de la ville de Nabeul	Eaux domestiques de la ville de El Fahs et eaux industrielles (câblage électrique, abattoir…)	Eaux domestiques de la ville de Siliana et eaux d'un abattoir	Eaux domestiques de la ville de Kairouan et eaux industrielles	Eaux domestiques de la ville de Ouardanine et eaux industrielles (lavage de voitures, abattoir…)
Gestion du trop plein	By pass en entrée de STEP		By pass au niveau de la station de pompage de la ville de Siliana	By pass en entrée de STEP	By pass en entrée de STEP
Population raccordée	23 146 EH	45 000 EH	51 000 EH	236 000 EH	17 500 EH
Type de traitement	Boues activées à faible charge (aération prolongée)	Boues activées à faible charge, (aération prolongée) Traitement tertiaire à UV non fonctionnel	Boues activées à faible charge (aération prolongée)	Boues activées à faible charge (aération prolongée) Traitement tertiaire à UV	Boues activées à moyenne charge
Capacité nominale	3 500 m^3/j	4 200 m^3/j	4 500 m^3/j	15 000 m^3/j	1 500 m^3/j
Débit journalier moyen et maximum (2017)	4 000 m^3/j – 6 500 m^3/j	1 300 m^3/j - ?	2 300 m^3/j- 6 000 m^3/j	15 700 m^3/j – 22 500 m^3/j	1 600 m^3/j - 2 800 m^3/j
Volume d'EUT produit (2017)	1 500 000 m^3	470 000 m^3	840 000 m^3	5 800 000 m^3	600 000 m^3

Caractéristiques des STEP	STEP SE3	STEP El Fahs	STEP Siliana	STEP Kairouan 2	STEP Ouardanine
Valorisation des sous produits	Pas de valorisation des boues	Valorisation des boues en agriculture	Pas de valorisation des boues	Pas de valorisation des boues	Valorisation des boues en agriculture
Réhabilitations / Extensions	Pas de réhabilitation depuis longtemps. Mise en place en 2018 de panneaux solaire	Pas de travaux prévus prochainement	Réhabilitation et extension (7 000 m^3/) prévues, pas de date précisée.	Pas de réhabilitation de prévue	Réhabilitation de la STEP en cours (depuis 2017), extension prévue
Milieu de rejet	Emissaire en mer de 300 - 400 m	Oued	Oued	Oued	Oued
Type de gestion	ONAS	ONAS	ONAS	ONAS	ONAS
Usages REUT et volume réutilisé en 2017	Périmètre irrigué Souhil et Haouaria : 710 000 m^3 Pour SE4 : voir partie recharge de nappe	Espaces verts de la STEP : 20 000 m^3 Périmètre irrigué El Fahs : 90 000 m^3	Espaces verts de la STEP : 26 000 m^3 Périmètre irrigué Mediouna : 61 000 m^3	Périmètre irrigué Dhraa Tammar : 1 260 000 m^3	Périmètre irrigué Ouardanine : 420 000 m^3

Caractéristiques des STEP	STEP El Hamma	STEP Djerba Aghir	STEP Médenine	STEP Kasserine	STEP Gafsa
Date de création	2004	1999	2000	1993	1985
Illustration	 *Bassins de maturation des eaux de hammams d'El Hamma (BRLi, mars 2019)*	 *Bassins de maturation en aval de Djerba Aghir (BRLi, mars 2019)*	 *Biofiltre à sable non fonctionnel de Médenine (BRLi, mars 2019)*	 *Lagune aérée de Kasserine (BRLi, mars 2019)*	 *Système lagunaire de la STEP de Gafsa (BRLi, mars 2019)*
Origine des EUB – industriels raccordés	Eaux domestiques de la ville d'El Hamma et eaux de deux hammams	Eaux domestiques de la zone touristique de la ville de Midoune	Eaux domestiques de la ville de Médenine et eaux industrielles (lavage de voiture, abattoir…)	Eaux domestique de la ville de Kasserine et eaux industrielles (textile, tannerie, abattoir…)	Eaux domestiques de la ville de Gafsa
Gestion du trop plein	By pass en entrée de station	By pass en entrée de station		By pass en entrée de station	Gestion du débit avec les bassins de lagunage
Population raccordée	42 000 EH	35 000 EH	81 000 EH	125 000 EH	91 000 EH
Type de traitement	Boues activées à moyenne charge Bassin de maturation pour les eaux de hammams	Boues activées à faible charge Traitement complémentaire avec bassin de maturation	Boues activées à faible charge (aération prolongée) Biofiltre à sable complémentaire non fonctionnel	Lagunage aéré	Actuellement : lagunage prolongé En travaux : boues activées à moyenne charge, traitement III avec les lagunes, cogénération
Capacité nominale	4 000 m^3/j	13 000 m^3/j	8 900 m^3/j	15 000 m^3/j	6 000 m^3/j
Débit journalier moyen et maximum (2017)	5400 m^3/j – 6 900 $m^3/$	7 000 m^3/j – 20 200 $m^3/$	5 000 m^3/j – 6 600 $m^3/$	8 400 $m^3/$ - 8 900 $m^3/$	1 500 m^3/j - ?
Volume d'EUT produit (2017)	3 900 000 m^3	2 600 000 m^3	1 800 000 m^3	3 100 000 m^3	3 000 000 m^3
Valorisation des sous produits	Pas de valorisation des boues	100 % des boues sont revalorisées pour l'agriculture	Pas de valorisation des boues	Pas de valorisation des boues	Utilisation des boues prévue en partie pour la cogénération

Caractéristiques des STEP	STEP El Hamma	STEP Djerba Aghir	STEP Médenine	STEP Kasserine	STEP Gafsa
Réhabilitations / Extensions	Travaux de réhabilitation en cours (3e clarificateur, système fines bulles, prétraitement…)	Réhabilitation en cours (chenal d'oxydation, ouvrage de dégazage, dessableur…)	Pas de grosse réhabilitation de prévue	Réhabilitation débutée en 2019	Construction en cours de la nouvelle STEP avec boues activées, fin prévue en 2019
Milieu de rejet	Oued	Mer	Oued	Oued	Oued
Type de gestion	Exploitation privée	Exploitation privée depuis 2006	ONAS	ONAS	ONAS
Usages REUT et volume réutilisé en 2017	Périmètre irrigué El Hamma : 76 000 m^3	Périmètre irrigué Talbet et Meghzel : 110 064m^3	Périmètre irrigué Ouljet El Khodr : 60 000 m^3	Périmètre irrigué Oued Essid : 436 127 m^3	Périmètre irrigué Aguila : 1 945 000 m^3

Source : (ONAS, 2017)

11.2.2.3 Caractéristiques de la REUT au niveau des périmètres enquêtés

ORIGINE DU PROJET DE PERIMETRES IRRIGUES AVEC LES EUT

Originellement, les projets de REUT agricole étaient initiés après la construction des STEP. De façon générale, c'est l'Etat qui soutenait la réutilisation et initiait les projets, via les CRDA. Il était plus rare que la demande émane des agriculteurs ou du producteur des eaux usées épurées.

Concernant les périmètres irrigués enquêtés, l'origine des projets est la suivante :

- **7 projets lancés par le CRDA** : Aguila, Oued Essid, El Kdhirat, Mediouna, Ouljet Khoder, El Hamma et Dhraa Tammar (motivation d'un petit groupe d'agriculteur par le CRDA pour ensuite étendre le périmètre)
- **2 projets lancés par les agriculteurs** : Souhil (nappe phréatique menacée par l'intrusion marine), Ouardanine (remontée de la nappe salée à cause des rejets de la STEP ce qui menace l'agriculture de la zone)
- **2 projets lancés par l'ONAS** : Souhil et Djerba Aghir (éviter les rejets dans la mer)

SYSTEME DE TRANSFERT DE LA STEP AUX BORNES D'IRRIGATION

Les équipements mis en place en sortie de STEP pour la REUT sont en général un bassin de collecte des EUT pour pouvoir les stocker et les faire décanter, un réservoir de mise en charge et une station de pompage. Pour certains périmètres, il peut y avoir un système de filtration complémentaire, avant ou après la station de pompage.

En général, les frais liés à la station de pompage (maintenance, entretien, énergie) sont pris en charge par le CRDA. Parmi les périmètres enquêtés, il y a cependant quelques exceptions comme à Kairouan où c'est l'ONAS qui prend en charge la station de pompage ou à Gafsa où c'est le GDA. Pour El Hamma, les coûts sont partagés entre le GDA et le GCT (compensation environnementale versée par le GCT).

Le Tableau 11-6 présente les systèmes de transfert observés pour chacun des périmètres irrigués.

Tableau 11-6 : Système de transfert par périmètre irrigué enquêté

Périmètre irrigué	Station de pompage	Réservoir de mise en charge	Filtration	Prise en charge de l'énergie
Souhil	SE3 : Bassin sortie ONAS de 1000 m^3 - (3 pompes de 50 l/s – Hauteur Manométrique Totale = 55 m) SE4 : Bassin sortie ONAS de 4 500 m^3 - (3 pompes de 90 l/s – HMT = 68 m)	Bassin Souhil de 2 000 m^3 – bassin Haouaria de 2 000 m^3	2 filtres à sable et 2 filtres à disque – 2 pompes 10 l/s et 2 citernes en métal galvanisé de 400 m^3 (projet pilote ACCBAT de 8 ha) pour irrigation localisée)	CRDA, sauf pour les 8 ha pilote reprise sur la charge des agriculteurs
El Kdhirat	Bassin sortie ONAS de 750 m^3 - 2 pompes de 18 l/S (1+1) – HMT 75 m	700 m^3	Filtre à gravier + filtre à tamis	CRDA
Mediouna	Bassin sortie ONAS de 1 000 m^3 - 3 pompes de 50 l/s (2+1) – HMT = 71 m	200 m^3	Filtre à tamis	CRDA
Dhraâ Tammar	3 pompes de 80 l/s (2+1) – HMT = 24 m	Ancien réservoir de 1 700 m^3 (PI de 240 ha) et nouveau réservoir de 5 000 m^3 (PI de 140 ha)	Non	ONAS en passation au CRDA

Périmètre irrigué	Station de pompage	Réservoir de mise en charge	Filtration	Prise en charge de l'énergie
Ouardanine	Bassin sortie ONAS de 1 000 m^3 - 3 pompes de 17 l/s – HMT = 300 m	Réservoir de 500 m^3	Filtre à sable et filtre à disques	CRDA
El Hamma	Bassin sortie 1 200 m^3 - 3 pompes de 17 l/s – HMT = 27 m	Réservoir de 100 m^3	Filtre à sable (projet GIZ)	Groupe chimique + GDA
Meghzel	2 pompes de 25 l/s – HMT de 63 m	Réservoir de 50 m^3	Filtre avant pompage (souvent enlevé pour ne pas réduire le débit)	CRDA
Talbet	2 pompes de 18 l/s – HMT = 45 m	Réservoir de 50 m^3		CRDA
Ouljet El Khoder	Bassin sortie ONAS 1 000 m^3 HMT = 50 m, 2 pompes de 25 L/s	Réservoir de 50 m^3	Biofiltre à sable non fonctionnel en sortie de STEP	CRDA
Oued Essid	Bassin sortie ONAS de 2 500 m^3 – 2 pompes de 30 l/s chacune – HMT = 50 m	Réservoir de 25 m^3	Non	CRDA
Aguila	Bassin sortie ONAS de 2 500 m^3 – 2 pompes de 30 l/s + 2 pompes de secours	Réservoir	4 filtres à sable et 4 filtres à disques (projet GIZ)	GDA

CONTEXTE PHYSIQUE DU PERIMETRE IRRIGUE

Il est important de considérer le contexte physique qui influence la prédisposition de l'aménagement à une meilleure mise en valeur. Parmi les paramètres à considérer, il est à citer : l'étage bioclimatique ; le relief (géomorphologie) ; la pédologie et l'aptitude culturale ; l'existence ou non d'une ressource conventionnelle fiable en concurrence avec les EUT.

Tableau 11-7 : Contexte physique par périmètre irrigué enquêté

Périmètre irrigué	Etage bioclimatique	Relief	Pédologie	Ressource conventionnelle
Souhil	Semi-aride supérieur	accidenté	Bonne aptitude (texture légère)	Nappe de plus en plus salée
El Kdhirat	Semi-aride moyen	accidenté	Bonne aptitude (texture moyenne)	Non
Mediouna	Semi-aride moyen	accidenté	légère	Non
Dhraâ Tammar	Aride sipérieur	plaine	Argileux	Oui (nappe)
Ouardanine	Semi-aride inférieur	accidenté	Bonne aptitude (texture légère)	Non (nappe salée)
El Hamma	Aride inférieur	plaine	Bonne aptitude (texture légère)	Oui (eaux des hammams)
Meghzel	Aride inférieur	plaine	Texture légère	Non
Talbet	Aride inférieur	plaine	Texture légère	Non
Oued Essid	Aride supérieur	accidenté	Bonne aptitude (texture moyenne)	Oui - Nappe phréatique
Aguila	Aride inférieur	plaine	Texture moyenne	Non (nappe surexploitée)

SYSTEME D'IRRIGATION DU PERIMETRE IRRIGUE

Selon les caractéristiques physiques et de mise en valeur du périmètre, un type d'équipement est préconisé. Les principaux équipements sont les suivants :

- **Irrigation gravitaire classique** (à la raie, bassin, planche) ou améliorée (séguias bétonnés, réseau enterré) : les irrigations de surface recouvrent l'ensemble des techniques d'irrigation où l'eau disponible en tête de parcelle est répartie sur le terrain à irriguer par un écoulement gravitaire de surface nécessitant un aménagement adéquat de sol. Les coûts pour ces systèmes sont faibles mais les ouvriers agricoles doivent être bien protégés pour éviter le contact avec les EUT.
- **Irrigation par micro-aspersion** : L'irrigation par aspersion est la technique d'arrosage par laquelle, l'eau est fournie aux plantes sous forme de pluie artificielle, grâce à l'utilisation d'appareils d'aspersion alimentés en eau sous pression. L'efficacité d'utilisation de l'eau pour ce système est moyenne et il ne devrait pas être employé pour l'arboriculture pour éviter le contact des EUT avec les fruits.
- **Irrigation goutte à goutte** avec les différentes techniques disponibles (goutteurs, ajutages, diffuseurs, gaines) : les systèmes "d'irrigation localisée" consistent à répartir l'eau d'irrigation sur la parcelle par un réseau de conduites fixes sous faible pression et à localiser l'apport d'eau par goutteurs ou par rampes perforées au voisinage des plantes cultivées ; seule une fraction du volume de sol exploitable par les racines sera humidifié. Le coût de ce système d'irrigation est plus élevé et une filtration poussée des EUT doit être faite pour éviter le colmatage des distributeurs. Cependant, bien maîtrisé, ce système permet une efficacité d'utilisation de l'eau élevée et une augmentation des rendements.

Tableau 11-8 : Système d'irrigation par périmètre enquêté

Périmètre irrigué	Irrigation gravitaire classique (ha)	Irrigation gravitaire améliorée (ha)	Irrigation par aspersion (ha)	Irrigation localisée (ha)
Souhil	0	131	0	34
El Kdhirat	0	30	0	0
Mediouna	9	0	80	0
Dhraâ Tammar	380	0	0	0
Ouardanine	0	5	0	43
El Hamma	30	16	0	4
Meghzel	4	47	0	0
Talbet				
Oued Essid	131	0	0	0
Aguila	47	75	0	15

CONTEXTE SOCIO-ECONOMIQUE DU PERIMETRE IRRIGUE

Le contexte socio-économique est un aspect décisif dans la réussite d'un projet de REUT agricole. Parmi les paramètres à considérer, on peut citer : type d'exploitant (Agriculteurs, SMVDA, OTD), taille des exploitations (petite, moyenne, grande), mode de mise en valeur (directe ou indirecte), type d'activité (principale ou secondaire), modèle d'exploitation (arboriculture, arboriculture + fourrage + élevage, céréales, fourrage + élevage, industrielle).

Il est important d'étudier les performances des différents modèles d'exploitation. L'étude de tarification des PPI EUT a présenté des estimations de performance en fonction des modèles d'exploitation (DGGREE, 2018) et le présent rapport présente les résultats d'ACA pour 5 périmètres irrigués, ce qui permet de discuter de la performance des différents modèles.

Dans le cadre du développement de la REUT agricole, ces analyses restent à consolider, notamment en renseignant précisément les fiches technico-économiques des cultures à partir des EUT et d'une façon général en développant le savoir-faire (manuels de vulgarisation) spécifique à l'agriculture irriguée à partir des EUT.

Tableau 11-9 : Contexte socio-économique par périmètre irrigué enquêté

Périmètre irrigué	Type d'exploitant	Taille des exploitations	Mode de mise en valeur	Type d'activité	Modèle d'exploitation
Souhil	Agriculteurs	Petite (590 agriculteurs Pour 302 ha)	Directe	Principale	146 ha arbo (dont bigaradier) + 15 ha fourrages + 4 ha tabac
El Kdhirat	Agriculteurs	Petite (21 pour 40 ha)	Directe	Principale / secondaire	Oliviers (30 ha) + fourrages (8 ha)
Mediouna	Agriculteurs	Moyenne (22 pour 89 ha)	Directe	Principale / secondaire	39 ha d'arbo + 17 ha grandes cultures (+ 33 ha fourrages
Dhraâ Tammar	Agriculteurs	Moyenne (37 pour 380 ha)	Indirecte	Principale / secondaire	30 ha d'arbo + 230 ha grandes cultures + 70 ha fourrages
Ouardanine	Agriculteurs	Petite (42 pour 70 ha)	Directe	Principale	66 ha arbo + 2 ha grandes cultures + 2 ha fourrages
El Hamma	Agriculteurs	Petite (20 pour 50 ha)	Directe	Principale	Oliviers (21 ha) + fourrage (37 ha)
Meghzel	Agriculteurs	Petite (103 pour 51 ha)	Directe	Principale / secondaire	32 ha Oliviers
Talbet	Agriculteurs		Directe	Principale / secondaire	19 ha Oliviers
Oued Essid	Agriculteurs (131 ha) + OTD (10 ha)	Petite (80 pour 131 ha)	Directe	Principale	131 ha oliviers + 60 ha fourrage (intercalaire)
Aguila	Agriculteurs	Petite (37 pour 117 ha)	Directe	Principale	210 ha Oliviers + 30 ha grandes cultures + 100 ha fourrages en intercalaire

Source : DGGREE, 2018

ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES DU PERIMETRE IRRIGUE

Les enjeux environnementaux doivent être intégrés aux enjeux financiers liés à la création d'un périmètre irrigué à partir des EUT. En effet, au-delà de l'application des procédures (EIES à valider par l'ANPE et un PGES à exécuter), un certain nombre de paramètres doivent être considérés dès l'amont du projet pour évaluer sa pertinence d'un point de vue environnemental. Cela inclut l'étude des impacts sur le milieu récepteur (mer dans des zones touristiques, barrage, nappe valorisée, zone écologique, etc.), impacts sur le sol (salinité, MES, composés toxiques), impacts sur la santé (digestion, inhalation, contact direct).

Les enquêtes sur le terrain ont souligné la nécessité de développer la prise en compte de l'environnement et des aspects sanitaires lors du développement de la REUT agricole car un certain nombre d'aspects ne sont pas considérés aujourd'hui.

- D'une façon générale, on note le **manque d'analyses des impacts potentiels liés à l'utilisation des EUT sur les sols dans les périmètres irrigués**. En effet, si des analyses sont généralement effectuées en amont de la création du périmètre, il n'y a généralement pas de suivi de la qualité des sols pour étudier l'impact de la REUT sur la qualité des sols. L'état zéro (état de départ) est absent pour évaluer les impacts.
- De la même façon, pour les enjeux sanitaires, il n'y a pour l'heure **pas assez d'études épidémiologiques permettant de dresser le bilan de l'impact de la REUT sur la santé humaine** (pour les usagers des ressources et les consommateurs finaux). Le contrôle et le suivi sont assez diffus.
- Concernant le milieu récepteur, l'irrigation avec les eaux usées traitées permet aussi la recharge des nappes. La campagne d'analyse réalisée en septembre 2017 au niveau de la nappe d'eau souterraine de Sfax fournit quelques éléments sur l'impact potentiel des EUT utilisées pour l'irrigation (DGRREE, 2017) sur les nappes sous-jacentes. **Les résultats ont mis en évidence la vulnérabilité de la nappe à la charge microbienne et à un élément métallique, le zinc**. Il est de plus à noter que les données disponibles actuellement ne rendent pas compte du fait que les nappes réalimentées par les EUT utilisées pour l'agriculture peuvent ensuite être utilisées pour l'alimentation en eau potable sur l'ensemble du pays.

GROUPEMENT DES AGRICULTEURS (GDA) ET TARIFICATION DE L'EAU

La performance de la gestion du périmètre est très liée au fonctionnement du GDA. La totalité des périmètres irrigués enquêtés sont gérés par le GDA. Dans le système classique, l'ONAS livre l'eau gratuitement à la sortie de la STEP et ensuite le pompage est pris en charge par le CRDA qui livre l'eau au GDA.

C'est le GDA qui facture l'eau à l'exploitant et l'état de fonctionnement du GDA (sur la base de critères objectifs comme le taux de recouvrement, la réparation des casses, la tenue de la comptabilité, la tenue des Assemblées générales, etc.) peut être lié, dans une certaine mesure à la tarification.

Tableau 11-10 : Etat du GDA et tarification par périmètre irrigué enquêté

Périmètre irrigué	Etat du GDA	Tarification
Souhil	bon	60 millimes/m^3 (défaillance des compteurs donc facturation forfait à l'heure)
El Kdhirat	moyen	20 millimes/m^3
Mediouna	faible	20 millimes/m^3 (faible recouvrement)
Dhraâ Tammar	faible	20 millimes/m^3 (faible recouvrement)
Ouardanine	bon	200 DT/ha/an équivalent à 100 millimes/m^3
El Hamma	moyen	30 millimes / heure
Meghzel	moyen	50 millimes/m^3
Talbet	moyen	
O. Essid	bon	1 DT 500 par heure (15l/s par heure) ce qui revient à 30 millimes/m^3
Aguila	bon	31 millimes/m^3

11.2.2.4 Complément aux périmètres irrigués enquêtés : enseignements des enquêtes des périmètres irrigués de Borj Touil et El Hajeb

CARACTERISTIQUES DES STEP ALIMENTANT LES PERIMETRES IRRIGUES DE BORJ TOUIL ET EL HAJEB

L'alimentation en EUT du périmètre irrigué de Borj Touil se fait à partir d'un bassin de régulation collectant les EUT du canal Khelij. C'est dans ce canal que sont rejetées les EUT de 4 STEP de Tunis, Charguia, Choutrana 1 et 2 et Côtière nord, avant d'être rejetées à la mer si elles ne sont pas réutilisées pour le périmètre irrigué. Le débit d'entrée des STEP de Charguia, Choutrana 2 et Côtière nord est régulé car les suppléments sont envoyés vers Choutrana 1 afin d'optimiser le rendement des trois premières stations.

Charguia est la plus ancienne STEP de Tunis, elle a été construite en 1958. Les EUT produites sont réutilisées pour de nombreux usages différents : le PPI de Borj Touil, les deux golfs de Tunis (Carthage et Gammarth), les espaces verts de l'aéroport de Tunis ainsi que les espaces verts de la banque de gènes et du CITET. Au total, environ un dixième des EUT produites sont réutilisées.

Choutrana 1 fait partie des STEP les plus importantes de Tunisie avec une capacité de nominale de 78 000 m^3/j. Elle jouxte Choutrana 2 qui a été construite récemment (2016) pour traiter le volume d'EUB croissant des trois autres STEP.

Pour le périmètre irrigué de El Hajeb, c'est la STEP de Sfax Sud qui produit les EUT. Elle a été réhabilitée et étendue en 2006 pour passer de 24 000 m^3/j à 49 500 m^3/j actuellement. Une nouvelle réhabilitation de cette STEP est actuellement en cours pour changer des équipements. En effet, l'enjeu de qualité des EUT pour cette STEP est important car elle rejette les EUT qui ne sont pas utilisées pour l'irrigation dans la mer par un canal de rejet.

Tableau 11-11 : Caractéristiques des STEP alimentant les périmètres irrigués de Borj Touil et El Hajeb

Caractéristiques des STEPs	STEP Charguia	STEP Choutrana 1	STEP Choutrana 2	STEP Côtière Nord	STEP Sfax Sud
Date de création	1958	1986	2016		1983
Origine des EUB – industriels raccordés	Eaux domestiques de la ville de Tunis + ZI de Charguia (textile, agro-alimentaire, composants électroniques…)	Eaux domestiques de la ville de Tunis + eaux industrielles (textile…)	Eaux domestiques de la ville de Tunis	Eaux domestiques de la ville de Tunis + eaux industrielles (textile…)	Eaux domestiques de la ville de Sfax + pressoir oléicole (margines)
Gestion du trop plein	Transfert vers la STEP de Choutrana 1		Transfert vers la STEP de Choutrana 1	Transfert vers la STEP de Choutrana 1	
Population raccordée	400 000 EH	1 000 000 EH	400 000 EH	120 000 EH	530 000 EH
Type de traitement	Boues activées à moyenne charge	Boues activées à moyenne charge	Boues activées à faible charge (aération prolongée)	Lagunage aéré	Boues activées à faible charge (aération prolongée)
Capacité nominale	60 000 m^3/j	78 000 m^3/j	40 000 m^3/j	15 750 m^3/j	49 500 m^3/j
Débit journalier moyen et maximum (2017)	35 000 m^3/j - 44 000 m^3/j	114 000 m^3/j – 133 000 m^3/j	41 000 m^3/j- 46 000 m^3/j	21 000 m^3/j – 42 000 m^3/j	40 500 m^3/j - 64 000 m^3/j
Volume d'EUT produit (2017)	10 720 000 m^3	41 790 000 m^3	15 000 000 m^3	7 620 000 m^3	14 770 000 m^3
Valorisation des sous produits	Boues envoyées à la STEP de Choutrana	Pas de valorisation des boues	Boues envoyées à la STEP de Choutrana 1	Boues envoyées à la STEP de Choutrana 1	Pas de valorisation des boues
Réhabilitations / Extensions	Pas de travaux prévus prochainement	Pas de réhabilitation de prévue prochainement	Pas de réhabilitation de prévue prochainement	Pas de réhabilitation de prévue prochainement	Réhabilitation et extension en 2006, nouvelle réhabilitation en cours
Milieu de rejet	Canal El Khalij puis mer	Canal El Khalij puis mer	Canal El Khalij puis mer	Canal El Khalij puis mer	Canal de rejet puis mer
Type de gestion	ONAS	ONAS	ONAS	ONAS	ONAS
Usages REUT et volume réutilisé en 2017	Golfs de Carthage et Gammarth, périmètres irrigués de Borj Touil et de la Soukra, espaces verts : 1 568 000 m3	Périmètre irrigué de Borj Touil	Périmètre irrigué de Borj Touil	Périmètre irrigué de Borj Touil	Périmètre irrigué El Hajeb : 1 300 000 m3

Sources : (ONAS, 2017), (DGGREE, 2017)

CARACTERISTIQUES DE LA REUT AU NIVEAU DES PERIMETRES IRRIGUES DE BORJ TOUIL ET DE EL HAJEB

Le périmètre irrigué de Borj Touil est aujourd'hui le plus grand périmètre irrigué avec des EUT de Tunisie avec une surface aménagée de 3 145 ha, mais un taux d'intensification très faible de seulement 11 %. Sa création à l'origine a permis de maîtriser la pression urbaine de la zone et de diminuer les rejets en mer des effluents des STEP de Tunis.

Il est à noter sur ce périmètre irrigué le cas particulier du GDA de Sidi Amor. Le GDA a lancé en 2015 un projet pilote de traitement III en partenariat avec l'ONAS. L'idée est venue après un conflit avec le CRDA de l'Ariana qui est advenu quand le réservoir des EUT de Borj Touil a débordé sur une parcelle d'oliviers appartenant au GDA. Le projet pilote comprend des ouvrages de traitement III avec lits végétalisés et des parcelles de démonstration.

Le périmètre irrigué d'El Hajeb, quant à lui, a été créé en 1988 à l'origine pour les parcelles de l'Office des Terres Domaniales (OTD). Il a été étendu en 1995 et des privés ont pu alors commencer à en bénéficier. Aujourd'hui, 452 sont aménagés et le taux d'intensification est de 52 %.

Le Tableau 11-12 résume les principales caractéristiques de périmètre irrigué de Borj Touil et El Hajeb.

Tableau 11-12 : Caractéristiques des périmètres irrigués de Borj Touil et El Hajeb

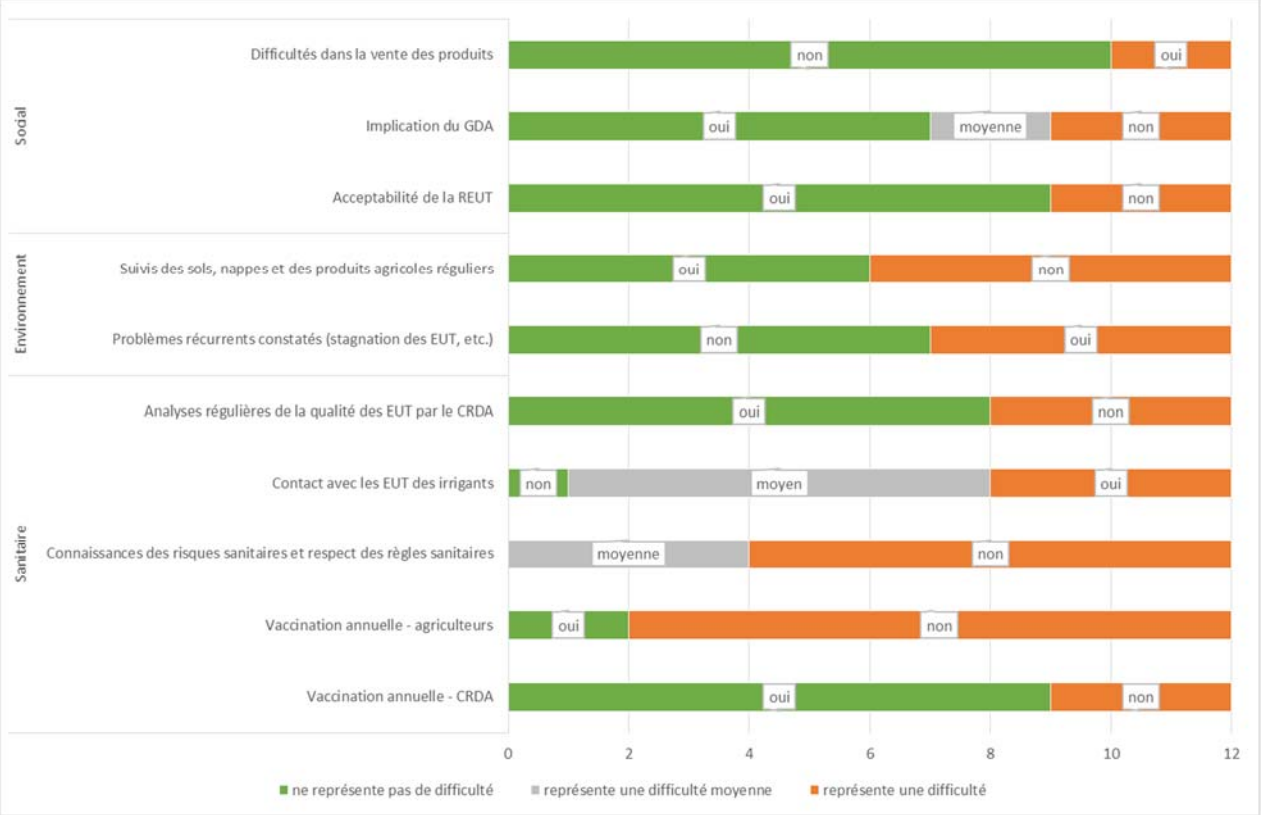
Caractéristiques		**Borj Touil**	**El Hajeb**
Origine du projet		CRDA	CRDA, à l'origine que pour l'OTD
Système de transfert	Station de pompage	6 pompes de 420 L/s, HMT = 125 m	4 pompes de 240 L/s
	Réservoir de mise en charge	3 800 m3	Réservoir de régulation sur tour de 250 m3
	Station de filtration	Non	Non
	Prise en charge	CRDA	CRDA sauf pour l'entretien (GDA) + 1 pompiste de l'OTD
Contexte physique		Ressource conventionnelle : nappe très salée à cause des intrusions marines (2 à 6 g/L) et peu profonde	Ressource conventionnelle : nappe de plus en plus salée (2,8 à 4 g/L)
Contexte socio-économique	Type d'exploitants	Privés	OTD (266 ha) + privés
	Taille des exploitations	Petite : superficie moyenne de 15 ha	2 grandes de plus de 50 ha, le reste petites exploitations entre 8 et 22 ha
	Modèle d'exploitation	302 ha fourrages + 12 ha arboriculture	190 ha fourrages + 43 ha oliviers
	Système d'irrigation	100 % gravitaire amélioré	100 % gravitaire amélioré
Tarification		Vente CRDA au GDA : 16 millimes/m3 Vente GDA aux agriculteurs : 20 millimes/m3	Vente CRDA au GDA : 16 millimes/m3 Vente GDA aux agriculteurs : 20 millimes/m3

11.2.3 Analyse transversale de la REUT pour l'usage agricole

ENSEIGNEMENTS DES ENQUETES SUR LES ASPECTS SOCIAUX, ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES

Afin d'étudier les points forts et les manques de la REUT pour l'usage agricole en Tunisie, des indicateurs sanitaires, environnementaux et sociaux ont été définis et renseignés pour chacun des sites étudiés, ainsi que pour les sites de Borj Touil et El Hajeb. Ces résultats sont présentés dans la Figure 11-3 ci-dessous.

Figure 11-3 : Analyse d'indicateurs sociaux, environnementaux et sanitaires pour les périmètres irrigués enquêtés



De façon globale, à l'échelle des périmètres irrigués, les éléments à retenir sont les suivants :

- **Au niveau social**, il est intéressant de noter que l'acceptabilité de la REUT n'est un problème au niveau des exploitants agricoles que pour 3 des 12 périmètres irrigués considérés. Cela montre que, malgré les réticences avant la mise en œuvre des périmètres irrigués avec les eaux usées traitées, ces réticences disparaissent bien souvent avec le développement du projet. Cela a souvent été souligné par les agriculteurs rencontrés : la meilleure façon pour diminuer la réticence est de se rendre compte des bienfaits de l'irrigation avec les EUT (accès à une ressource garantie, peu chère et qui permet d'augmenter les rendements, etc.).

  Par ailleurs, on note que les trois périmètres irrigués ayant fait part de problèmes de réticences pour la REUT ont aussi noté des problèmes au niveau de l'implication du GDA. Ainsi **la sensibilisation des agriculteurs semble facilitée par un GDA actif qui soutient l'initiative de REUT.**

  Enfin, au niveau social, on note que la vente des produits a rarement été citée comme étant problématique. La garantie pour un agriculteur de vendre facilement ses produits est un facteur essentiels pour qu'il accepte d'utiliser les EUT. Pour cela, le choix des cultures irriguées et le modèle d'exploitation sont déterminants. Ces aspects sont détaillés dans le paragraphe ci-dessous sur les aspects relatifs à l'écoulement des produits agricoles et à leur valorisation.

- **Au niveau environnemental**, on note qu'il n'y a pas de suivi régulier pour les sols et les eaux souterraines. Il y a eu la campagne de l'ANSCEP en 2015, mais on ne peut pas parler de suivi régulier. Ainsi, bien qu'il n'y ait pas de problèmes environnementaux récurrents constatés par les agriculteurs, on note un manque de connaissance général qui ne permet pas d'avoir une vision complète des problèmes environnementaux potentiels.

  En effet, la constatation de problèmes environnementaux par les agriculteurs se fait souvent sur la base d'observations directes : couleur de l'eau, odeur, développement d'algues, etc. En revanche, tous les problèmes environnementaux n'ayant pas d'incidence visibles ne peuvent pas être appréciés par les agriculteurs.

  Outre les problèmes de qualité de l'eau, il est aussi important pour l'agriculteur d'avoir une meilleure connaissance de la composition des EUT qu'il utilise afin d'adapter sa stratégie de fertilisation et éviter les risques de pollution azotée et phosphatée dus à un excès d'apports nutritifs.

- **Au niveau sanitaire**, on note, globalement, un manque de connaissance des risques sanitaires qui se traduit bien souvent en un manque d'application des principes de précaution et en une exposition aux EUT. Cela est à mettre en lien avec l'invisibilité d'une grande partie des problèmes liés à la qualité de l'eau : le problème n'est pas visible et sans sensibilisation adéquate, les agriculteurs ne se protègent pas correctement. Un autre problème soulevé concerne la rotation fréquente des effectifs et la difficulté de valoriser sur le long terme les campagnes de sensibilisation. Ainsi, ce manque de connaissances augmente l'exposition des agriculteurs aux EUT.

  Concernant la vaccination, on note globalement une insuffisance de vaccination au niveau des agriculteurs, ce qui augmente leur vulnérabilité aux problèmes potentiels de qualité de l'eau.

ENSEIGNEMENTS DES ENQUETES SUR LES ASPECTS RELATIFS A L'ECOULEMENT DES PRODUITS AGRICOLES ET A LEUR VALORISATION

Les enquêtes ont permis d'illustrer la variété des profils d'exploitants et des systèmes culturaux mis en place dans les périmètres irrigués avec des EUT. On peut souligner plusieurs cas avec des problématiques différentes :

- **Les périmètres arboricoles diversifiés** (cas de Ouardanine, Souhil, Aguila) : les produits de ces périmètres présentent comme avantages d'avoir une bonne valeur ajoutée, d'être variés et de s'écouler facilement sur le marché local et national (oranges, amandes, figues etc.) mais aussi à l'export (essence de Néroli utilisée dans la parfumerie, provenant des fleurs de bigaradiers). Ces types de productions demandent néanmoins une bonne technicité de la part des agriculteurs. De plus, ces périmètres se trouvent au niveau de régions maraîchères (Cap Bon, Monastir). Les agriculteurs sont donc fortement demandeurs pour pouvoir irriguer des produits maraîchers avec les EUT et vendre des produits à plus haute valeur ajoutée. Dans le cas de Aguila à Gafsa, les agriculteurs ont aussi exprimé leur volonté de produire des piments et des fèves avec les EUT.
- **Les périmètres oléicoles dans des zones n'ayant pas accès à d'autres ressources en eau** (cas de El Kdhirat, El Hamma, Talbet/Meghzel, Oued Essid) : pour ces périmètres, les oliviers sont souvent cultivés avec des fourrages d'hiver en intercalaire quand la quantité d'EUT fournie le permet. C'est plutôt une agriculture semi-intensive qui est pratiquée avec irrigation d'appoint des oliviers, moins rentable que les périmètres énoncés précédemment et qui demande des gros investissements. Cependant, les agriculteurs demandent à étendre ces périmètres qui permettent d'augmenter les rendements des oliviers et de développer l'élevage localement grâce à une production de fourrages qui ne serait pas envisageable dans ces régions sans irrigation. Ils n'ont pas exprimé de difficultés pour écouler leurs produits car les olives sont utilisées, soit pour de la consommation familiale, soit pour la transformation en huile d'olive au niveau local. Il y a pu avoir quelques réticences des consommateurs au début de l'irrigation par les EUT mais la confiance dans les produits arrive avec le temps, lorsqu'il n'y a pas de problème sanitaire noté à la suite de leur consommation. Pour les fourrages, ils sont consommés sur l'exploitation et le surplus est vendu. Dans ce dernier cas, les fourrages manquent dans ces régions et il n'y a donc pas de réticence particulière de la part des acheteurs.

- **Les périmètres céréaliers et fourragers, voire oléicoles, dans des régions plus humides** (cas de Dhraa Thamar, Mediouna, Borj Touil) : ces périmètres sont ceux qui rencontrent le plus de difficultés à écouler leurs produits sur les marchés locaux et à être rentables financièrement. L'assolement associant cultures céréalières et fourragères n'est pas celui valorisant le mieux l'eau d'irrigation. Celle-ci est alors un complément à l'eau pluviale, contrairement aux régions plus sèches où c'est la pluie qui vient compléter l'irrigation. L'intensification au niveau de ces périmètres est faible et les cultures ont peu de valeur ajoutée. Les exploitants sont pour beaucoup des petits agriculteurs ne pouvant pas investir pour mettre en place des oliviers ou d'autres espèces arboricoles, et cela malgré les aides de l'Etat. Les consommateurs, quant à eux, ont le choix dans ces régions avec des produits irrigués avec des eaux conventionnelles. Quand ils connaissent les périmètres irrigués avec des EUT, les réticences sont plus grandes pour acheter leurs produits.

Il y a donc un travail important à réaliser sur les modèles d'exploitation, qui sont à adapter en fonction de la situation socio-économique et le contexte physique de la zone du projet de périmètre irrigué. Plusieurs pistes sont à creuser dans la suite de ce plan directeur pour assurer un modèle d'exploitation agricole durable et un écoulement des produits :

- **Diversifier les cultures arboricoles** (orangers, grenadiers, amandiers, figuiers, pistachiers, bigaradiers, etc.) quand le contexte pédologique de la région et le type d'exploitation (agriculture comme activité principale) sont adéquats, est une bonne stratégie pour vendre des produits à haute valeur ajoutée. Des fourrages peuvent aussi être cultivés en intercalaire pour valoriser l'eau pendant l'hiver. Dans ce cas-là, les structures encadrant les agriculteurs doivent être dynamiques pour pouvoir les former. De plus, l'approvisionnement en EUT doit être sécurisé pour ne pas que ces cultures, plus sensibles au manque d'eau que des oliviers, pâtissent des problèmes techniques pouvant être rencontrés.
- **Un système fourrager pour intensifier l'élevage** peut aussi être envisagé vue la disponibilité des EUT tout au long de l'année. Ce système demande moins d'investissements que la plantation d'arbres et peut être plus adapté à des petits agriculteurs. Des transformations au niveau des exploitations pourraient aussi être envisagées pour encore mieux valoriser les produits (transformation fromagère par exemple).
- Il est intéressant de s'orienter vers une **agriculture semi-intensive (avec irrigation d'appoint des oliviers)**, sur des grandes superficies dans des zones où l'accès aux eaux conventionnelles est limité. La culture du fourrage en intercalaire peut être envisagée. A priori, la rentabilité serait plus faible au niveau du périmètre (investissement important pour une intensification moyenne), mais le projet permet de faire profiter de l'irrigation à un grand nombre d'agriculteurs et de sauvegarder l'activité agricole dans ces zones. Cela est aussi adapté pour des exploitants dont l'agriculture n'est pas l'activité principale.
- Sur le long terme, avec l'amélioration des techniques de traitement et l'emploi de techniques d'irrigation adaptée, la **liste des cultures pouvant être irriguées avec des EUT pourrait être moins restrictive, au cas par cas**. Cela permettrait de substituer les eaux conventionnelles de certains périmètres irrigués dans les zones maraîchères par des EUT et ainsi améliorer le bilan en eau global du pays tout en permettant aux agriculteurs de cultiver des produits à plus haute valeur ajoutée. La recharge de nappe avec des EUT serait aussi une piste pour permettre la valorisation de ces eaux dans des cultures maraîchères en limitant les risques sanitaires.

Les décisions sur les modèles d'exploitation à adopter devront être réfléchies en lien direct avec les agriculteurs concernés. Il sera aussi nécessaire d'aligner les propositions avec les orientations nationales pour l'agriculture. Ainsi, les choix qui devront être pris en termes de production agricole concerneront le plan de cultures à encourager par rapport à la stratégie adoptée. Est-ce que le choix sera d'aller vers les cultures exportatrices (oliviers, agrumes, arboriculture diverse) ? Vers des cultures contribuant à l'autosuffisance (céréales, huiles végétales, fourrages) ? Vers des cultures répondant à des besoins particuliers (cultures industrielles comme le coton, production de bois) ? Ou vers le potentiel réel de chaque territoire pour valoriser ses atouts ?

11.2.4 Regard sur la REUT pour l'irrigation agricole dans d'autres pays

En préalable, il est important de noter qu'au niveau des pays méditerranéens, les expériences récentes mettent en évidence les constatations suivantes :

- Les pays réutilisant le plus les EUT (eaux usées traitées réutilisées /eaux usées traitées) sont Israël (environ 350 Mm^3 sur 450 Mm^3) et la Jordanie (150 Mm^3 sur 160 Mm^3).
- Certaines régions de l'Espagne ont aussi des performances élevées en taux de réutilisation.
- Il est important de noter l'expérience de l'Egypte en pleine expansion, notamment avec une expérience intéressante de reboisement et de lutte contre la désertification.
- Enfin, certains pays en dehors de la zone méditerranéenne ont une expérience intéressante et originale au niveau international (en termes de GIRE et de réutilisation indirecte en eau potable). Cette expérience a été traitée au niveau du rapport 2 de l'étude « Ministère de l'agriculture, des ressources hydrauliques et de la pêche, ONAS, Ministère de la santé. Etude préalable à un plan national « REUT pour la Tunisie » - 7 livrables – Février 2018 » et a concerné trois cas : Singapour, Sidney (Australie) et l'état de Californie.

Concernant la réutilisation agricole, il est intéressant d'exposer les expériences de la Jordanie, d'Israël et de certaines régions d'Espagne.

EXPERIENCE DE LA JORDANIE

En Jordanie, pays avec de forts déficits hydriques, la REUT est depuis longtemps intégrée comme un levier pour la gestion des ressources en eaux sur le long terme. La REUT est une alternative à la désalinisation et aux transferts d'eau très couteux. La Jordanie réutilise jusqu'à 80% de ses EUT. Toutes les EUT collectées dans les deux villes majeures (Amman et Zarqa) sont mélangées avec de l'eau douce (King Talal réservoir) et utilisées pour l'irrigation sans restriction dans la vallée du Jourdan.

Les normes appliquées en Jordanie sont adaptées en fonction de l'usage et tiennent compte des recommandations formulées par l'OMS. Il y a ainsi quatre domaines avec des seuils déterminés, ainsi que des efforts importants réalisés pour améliorer la qualité des EUT. Le tableau ci-dessous présente les différentes normes pour quelques paramètres en fonction des quatre groupes d'usage déterminés.

Tableau 11-13 : normes de réutilisation agricole appliquées en Jordanie

Paramètre	Unité	Groupe A- végétaux cuits, terrains de jeux, bas cotés des routes en villes	Groupe B- Arbres fruitiers, aménagement paysager des autoroutes	Groupe C- Cultures industrielles, arbres forestiers	Groupe D- fleurs coupées
DCO	Mg/l	50	200	300	15
DBO5	Mg/l	30	200	300	30
Escherichia coli	MPN/100 cm3	100	1000	-	<1.1
helminthes	Œuf/l	<1	<1	<1	<1
Mercure	Mg/l	0.02	0.02	0.02	0.02

Les expériences en Jordanie révèlent que des actions menées dans un cadre légal doivent être supportées par des campagnes de sensibilisation. Le public doit aussi être impliqué dans le processus de REUT pour assurer son adhésion et pour réduire l'utilisation d'eaux usées non contrôlée. (Condom et al. 2017).

Les points forts de la réutilisation des EUT en Jordanie sont les suivants :

- Gestion intégrée des eaux usées et des STEP,
- Stations d'épuration nouvellement mises à niveau pour garantir la qualité des eaux produites (Kherba As Samra, Shallala, Amman Sud, etc.) et **stations presque complètement énergiquement autonomes,**
- Contrôle rigoureux de la qualité des eaux (auto contrôle, contrôle par les services sanitaires),
- Différents usages des eaux de STEP (usage agricole, usage industriel, aménagement paysager, recharge des nappes),
- **Contractualisation avec les bénéficiaires** (contrats avec les associations d'irrigants, paiement à l'avance),

- Demande importante des agriculteurs pour les eaux épurées,
- **Réseau dense de distribution** des eaux épurées (barrage, canal, conduites, pompes, etc.),
- **Coût très avantageux** de vente des eaux épurées,
- **Suivi scientifique régulier** au profit des bénéficiaires,
- **Pays exportateur de différents produits agricoles**,
- **Rendements élevés de production** des fourrages qui étaient importés.

EXPERIENCE D'ISRAEL

Dans les années 1950, le pays souffre d'un manque d'eau croissant du fait d'un bilan hydrique défavorable entre une ressource en eau limitée et essentiellement localisée au Nord et une demande croissante (localisée au centre et au Sud du pays). Ainsi, sous l'effet de la croissance démographique et des besoins en irrigation du coton, les autorités israéliennes ont mis en œuvre un double programme de modernisation de l'irrigation et de recherche de nouvelles ressources (eau dessalée et eaux usées traitées).

Concernant le dessalement, les études pilotes ont porté sur le dessalement d'eaux saumâtres, puis d'eau de mer à partir des années 1980. Les fortes sécheresses de 1998/99 ont fait prendre conscience de l'importance stratégique du dessalement pour sécuriser une ressource de qualité.

Sur le volet de la réutilisation des eaux, dans les années 1970, la compétition sur la ressource entre les usages domestiques grandissant et les besoins d'irrigation ainsi que le développement d'une épidémie de choléra provoquée par la consommation de légumes irrigués avec des eaux usées brutes ont conduit à :

- l'**élaboration de programmes d'assainissement combinant traitement et réutilisation** comme ce fût le cas pour le projet de Shafdan consistant en un système de traitement (boue activée combinée à une infiltration des eaux dans l'aquifère) et le projet de Kishon (voir encadré ci-dessous) ;
- la mise en place d'une législation ad hoc.

Dans les années 1990, les exigences de qualité se sont accrues et la perception de la réutilisation a évolué :

- du fait de la **modernisation de l'irrigation** et de la crise touchant le coton, l'agriculture, réorientée vers des productions à haute valeur ajoutée, est devenue plus exigeante en termes de qualité de la ressource ;
- les **restrictions d'irrigation** résultant d'épisodes de sécheresse ont fait évoluer les mentalités des agriculteurs voyant dans la REUT la possibilité de sécuriser leur approvisionnement en eau ;
- les **pratiques d'irrigation** par des eaux usées brutes n'ont plus été acceptées.

Les acteurs ont ainsi élaboré des stratégies de généralisation de l'assainissement et de la REUT en intégrant leurs dimensions techniques, réglementaires (nouvelles réglementations) et sociales.

Utilisation du sol comme traitement pour la réutilisation indirecte

Le projet de la région de Dan en Israël intègre :

- La collecte et le traitement des eaux usées de la région métropolitaine de Tel-Aviv et de plusieurs autres municipalités voisines (population totale d'environ 1,3 million d'habitants avec un débit moyen d'eaux usées municipales de 270 000 m^3/jour),
- La recharge des eaux souterraines et,
- Le pompage des eaux souterraines pour une REUT indirecte.

100% des eaux usées de la région métropolitaine de Tel-Aviv sont traitées et réutilisées pour l'agriculture et les travaux publics. La méthode spécifique de recharge-pompage pour la REUT indirecte inclut un traitement par l'aquifère du sol (TAS). Cette méthode consiste en une alimentation séquentielle des bassins d'infiltration (bassins d'étalement) et en un passage contrôlé d'effluent à travers la zone insaturée et l'aquifère, principalement à des fins d'épuration, ainsi que pour le stockage saisonnier et pluriannuel. L'opération de recharge s'effectue au moyen de bassins d'étalement qui entourent des puits de récupération adéquatement espacés (pompage d'eau pour réutilisation indirecte) permettant de séparer la zone rechargée du reste de l'aquifère.

Le suivi de la qualité de l'eau dans la zone de recharge est exhaustif et permet d'assurer une grande variété d'utilisations, en particulier pour l'irrigation agricole sans restriction (y compris l'irrigation des légumes à manger crus et l'abreuvement du bétail) (Kanarek Et al., 1996). La qualité est également appropriée pour les utilisations industrielles, les utilisations municipales et les utilisations récréatives.

EXPERIENCE DE LA REGION DE MURCIE EN ESPAGNE

La « *Junta Central de Usuarios regantes del Segura* » est une Communauté d'irrigants qui, en collaboration avec l'Administration publique de l'eau, gère l'eau d'irrigation sur 88 000 hectares répartis sur les régions espagnoles de Murcie, Albacete, l'Andalousie et Valence. Elle défend les droits d'utilisation de l'eau d'irrigation pour plus de 100 000 agriculteurs.

Dans la région de Murcie, 110 Mm^3 d'eau sont recyclés et réutilisés chaque année, représentant ainsi 20% du volume d'eau utilisé sur le territoire. Le nombre d'installations REUT est estimé à environ 100 pour un investissement de 635 millions € ; la moitié d'entre elles sont petites pour atteindre toute la population régionale. On considère qu'une installation de REUT est composée de l'ensemble : système STEP, traitement tertiaire, réseau, usage(s).

Il est important de noter que **tous les citoyens financent le secteur des eaux non conventionnelles pour prendre en charge les coûts d'exploitation (40 M €/an) avec une taxe spéciale qui est payée sur la facture d'eau.**

11.2.5 Synthèse des contraintes au développement de l'irrigation agricole avec des EUT et recommandations

SYNTHESE DES POINTS FORTS ET DES CONTRAINTES

A partir des enquêtes de terrain, il est possible de proposer une hiérarchisation des contraintes liées à la REUT pour l'usage agricole :

- **Contraintes majeures** : ce sont des défaillances insurmontables qui causent systématiquement l'échec du projet,
- **Contraintes importantes** : ces contraintes représentent un grand risque qui nécessite soit des moyens importants pour minimiser les risques d'échec, soit de fortes concertations entre les acteurs,
- **Contraintes mineures** : elles représentent un faible risque qui peut être maîtrisé si certaines précautions sont prises.

Le tableau suivant synthétise et hiérarchise ces différentes contraintes en citant les périmètres irrigués enquêtés où elles ont été citées par les agriculteurs et les CRDA. Outre les contraintes, le tableau indique aussi les atouts de la REUT agricole en Tunisie qui ont permis un bon développement de certains projets d'irrigation.

Tableau 11-14 : Hiérarchisation des contraintes au développement des périmètres irrigués avec des EUT

Niveau de contrainte	Type de contraintes par aspects	Exemple de périmètres irrigués concernés
Contraintes majeures	Aspects environnementaux :	
	• Présence d'une eau conventionnelle fiable en concurrence.	Borj Touil
	• Conditions physiques et climatiques peu valorisantes pour l'irrigation avec les EUT	Dhraa Tammar
	Aspects socio-économiques :	
	• Contexte socio-économique et modèle d'exploitation : faible valeur ajoutée de l'utilisation des EUT (système fourrager par exemple)	Mediouna, Borj Touil, Dhraa Tammar
	• Caractéristiques de l'exploitant : les petits agriculteurs traditionnels avec une production familiale ou les propriétaires terriens ayant une autre activité ne sont pas toujours intéressés par une intensification de leur production par l'irrigation (investissements nécessaires trop importants même avec les subventions)	Mediouna, Dhraa Tammar
	Aspects techniques :	Ouljet El Khoder, Borj Touil
	• Qualité des EUT très médiocre (salinité très élevée, métaux lourds, risques parasitologiques élevés, arrêt de l'irrigation par les autorités)	
Contraintes modérées	Aspects techniques :	
	• Qualité des EUT médiocre (risques ponctuels au niveau parasitologique, MES élevées et colmatage des équipements) et visible pour les agriculteurs (couleur, odeur)	Aguila, Oued Essid, Talbet/Meghzel, El Hajeb, Ouardanine, Mediouna
	• Manque de continuité dans l'approvisionnement en EUT quand problèmes techniques au niveau de la STEP ou de la distribution	Dhraa Tammar, Talbet/Meghzel, El Kdhirat, Oued Essid
	• Manque de gestion de l'offre en EUT par rapport aux besoins car pas assez de stockage (en période estivale notamment)	Borj Touil, El Kdhirat
	Aspects économiques :	
	• Tarification des EUT trop faible qui ne permet pas de prendre en charge les différents frais, frais d'énergie pour les stations de pompage et la maintenance des filtres trop élevés, faillite de certains GDA	Tous les périmètres irrigués sauf Ouardanine
	Aspects institutionnels :	
	• Absence de garantie du fournisseur en quantité et en qualité, manque de confiance et de communication entre ONAS et CRDA	Tous les périmètres irrigués, surtout Ouljet El Khoder

Niveau de contrainte		Type de contraintes par aspects	Exemple de périmètres irrigués concernés
		• Faibles structures de certains GDA, peu de connaissances concernant la REUT	Dhraa Tammar, Mediouna
		• Temps de réaction trop long entre analyses et communication des résultats pour arrêt de l'irrigation, pas de procédures fiables en cas de pollution accidentelle	Tous les périmètres irrigués
	Aspects sociaux :		
		• Craintes fortes vis-à-vis de l'utilisation des EUT après une mauvaise expérience (qualité très médiocre, gros problèmes techniques donc perte de production sur plusieurs années, investissements non rentabilisés, etc.)	Mornag
Contraintes mineures	Aspects sanitaires :		
		• Peu de sensibilisation au niveau sanitaire, peu de conscience des agriculteurs des risques, donc manque d'application du cahier des charges car jugé trop contraignant (port des bottes, gants en été, irrigation de produits maraîchers à partir de puits de surface présents dans le périmètre irrigué avec des EUT, etc.). Difficulté de former et sensibiliser toute la main d'œuvre agricole, notamment les saisonniers ou les aides familiales	Tous les périmètres irrigués
	Aspects réglementaires :		
		• Restriction des cultures à haute valeur ajoutée (maraîchage) dans les zones où l'arboriculture n'est pas envisageable (investissements trop importants, contexte physique non favorable, etc.)	Borj Touil, Mediouna, Souhil
	Aspects fonciers :		
		• Difficultés pour l'extension de certains périmètres irrigués car concurrence avec l'urbanisation ou problèmes fonciers à acquérir les terrains voisins	Borj Touil, El Kdhirat
	Aspects institutionnels :		
		• Manque d'indicateurs pour le suivi annuel des périmètres irrigués afin de bien évaluer leur performance (valeur ajoutée par m^3, consommation par ha, performance du GDA, continuité du service, etc.) et variabilité des données pour les indicateurs existants en fonction des sources (superficie irriguée/irrigable, taux d'intensification, volume consommé en m^3, etc.)	Tous les périmètres irrigués
		• Fréquence des contrôles pas toujours respectée au niveau des CRDA car manque de moyens et manque d'homogénéité une année sur l'autre dans les résultats (lieux de prélèvements, etc.)	El Hamma, Mediouna
		• Manque d'organisation claire et juste dans les tours d'eau entre agriculteurs	El Hajeb, Oued Essid
	Aspects techniques :		
		• Problèmes de qualité des EUT mineurs et ponctuels (DCO, DBO5, MES, etc.)	Souhil, El Hamma

Niveau de contrainte		Type de contraintes par aspects	Exemple de périmètres irrigués concernés
		• Dégradation de la qualité des EUT dans les zones de stockage et pendant le transport	Tous les périmètres irrigués
		• Choix du système d'irrigation pas toujours adapté pour une irrigation avec des EUT, problèmes d'entretien et de maintenance des équipements (colmatage) ou des risques sur la santé (stagnation, aérosols)	Talbet/Meghzel, Oued Essid, Mediouna
		• Manque de gestion des intrants (contrôle de la quantité d'azote dans les EUT) et de la salinité, pas de stratégie de fertilisation	Tous les périmètres irrigués
		• Filtres pour le traitement III parfois évités par les agriculteurs car les filtres perturbent le fonctionnement hydraulique et diminuent le débit	Aguila, El Kdhirat
		• Compteurs d'eau pas assez précis, décalage entre volume facturé et volume réellement consommé	Oued Essid, El Kdhirat
		• Installation d'équipements (filtres à sable, etc.) mais manque de compétences pour l'utilisation	Mediouna
	Aspects environnementaux :		
		• Peu de suivis des impacts sur les nappes, les sols (notamment salinisation, accumulation des ETM) et les produits agricoles	Tous les périmètres irrigués
	Aspects économiques :		
		• Quelques difficultés dans la commercialisation des produits, manque de confiance des consommateurs quand ils connaissent la provenance	El Hamma, Mediouna
Atouts au développement	Aspects sociaux :		
		• Volonté forte de beaucoup d'agriculteurs d'utiliser les EUT malgré les contraintes existantes, demandes d'extension de certains périmètres irrigués à d'autres bénéficiaires	El Kdhirat, El Hamma, Aguila, Ouljet El Khoder
		• Importance des petits sites pilotes bien gérés pour convaincre les agriculteurs riverains, sensibilisation efficace via des visites de sites	Ouardanine, Borj Touil (GDA Sidi Amor)
	Aspects environnementaux :		
		• Dans certaines régions, pas d'autres ressources en eau disponibles	Aguila, Talbet/Meghzel, El Hamma, Ouljet El Khoder
		• Potentiel fertilisant des EUT	Tous les périmètres irrigués
	Aspects économiques :		
		• Augmentation importante des rendements avec l'irrigation avec des EUT (au moins le double et, selon les agriculteurs, rendements jusqu' à 6 fois supérieurs par rapport à l'agriculture pluviale)	Tous les périmètres irrigués

Niveau de contrainte	Type de contraintes par aspects	Exemple de périmètres irrigués concernés
Aspects techniques :	• Diversification des cultures, développement d'une arboriculture à haute valeur ajoutée quand le contexte physique le permet. Certains modèles d'exploitation sont bien adaptés au système : arboriculture + fourrages.	Ouardanine, Souhil, Aguila
	• EUT produites en quantités suffisantes pour alimenter le périmètre irrigué tout au long de l'année	Ouardanine, El Hamma, Aguila
	• Irrigation localisée efficace quand bonne maîtrise du système (moins de risques sanitaires et économies d'eau)	Ouardanine, Meghzel, Souhil

Les périmètres irrigués concernés par les contraintes majeures sont les projets enquêtés les plus en échec, avec des taux d'intensification faibles voire avec des arrêts de l'irrigation lors de l'enquête (Ouljet El Khoder, Mediouna, Dhraa Tammar, Borj Touil). **Il est intéressant de noter que la qualité de l'eau est un facteur important mais pas forcément le plus limitant**. En effet, quand les EUT sont la seule ressource en eau disponible, les agriculteurs sont prêts à l'utiliser malgré la qualité très médiocre (exemple du périmètre irrigué d'Aguila à Gafsa). De plus, si le contexte socio-économique n'est pas favorable et que les agriculteurs n'expriment pas le besoin d'irriguer au vu du modèle de leur exploitation et de leurs compétences, la qualité des EUT peut être bonne, cela ne suffira pas à promettre la réussite du projet. C'est l'exemple du périmètre irrigué de Dhraa Tammar à Kairouan où un traitement III poussé existe au niveau de la STEP mais le taux d'intensification reste faible. Cependant, la qualité très médiocre des EUT peut être un facteur limitant dans le cas où il existe une autre ressource conventionnelle disponible, même si celle-ci est plus chère que les EUT (cas du périmètre irrigué de Borj Touil).

RECOMMANDATIONS

La diversité des situations des périmètres irrigués sur l'ensemble du territoire montre la nécessité d'une **approche intégrée prenant en compte tous les aspects de la REUT** (techniques, économiques, institutionnels, réglementaires, sanitaires, sociaux, environnementaux, etc.). La **planification du projet impliquant directement les agriculteurs** est aussi essentielle.

Les aspects ne pouvant être négligés lors de la conception des projets afin de garantir leur réussite sont particulièrement :

- la balance entre l'offre en eau conventionnelle et la demande en eau agricole du territoire concerné ;
- les aspects quantitatifs et qualitatifs de la ressource en EUT disponible et la compatibilité avec les besoins pour l'agriculture ;
- le contexte socio-économique des exploitations agricoles qui vont être concernées par le périmètre irrigué (caractéristiques des exploitants, modèle d'exploitation…).

Par ailleurs, l'expérience internationale permet d'apporter quelques compléments à ces recommandations :

- La nécessité de **développer une réglementation adaptée** aux différents usages visés,
- **L'amélioration de l'évaluation des risques**, en cherchant à réduire le risque à faible coût,
- Le renforcement des capacités des intervenants à tous les niveaux,
- Le renforcement des campagnes de sensibilisation et de communication,
- **L'amélioration des performances techniques sur le long terme**, notamment en termes de technologies complémentaires de traitement, du stockage, de la gestion de l'eau dans des grands réservoirs, du mélange des eaux,
- Sur le plan économique et financier, la **nécessité de s'approcher des coûts réels** et surtout de monter des modèles équitables et justes, tout en restant incitatifs.

11.3 IRRIGATION DES GOLFS ET DES ESPACES VERTS : DES QUALITES D'EFFLUENTS ET DES PRATIQUES A AMELIORER POUR RENFORCER LA SECURITE DU PUBLIC ET LA FILIERE

11.3.1 Description générale du secteur et place de la REUT

Après l'agriculture, le secteur réutilisant le plus les EUT est le secteur touristique pour l'irrigation des golfs mais aussi des espaces verts.

11.3.1.1 Irrigation des golfs

Le premier golf créé en Tunisie est le Golf de Carthage, à la Soukra, en 1927. A sa création, ce golf n'était pas irrigué et ne possédait pas d'espaces engazonnés. L'irrigation des golfs avec les EUT a commencé avec le golf d'El Kantaoui à Sousse, qui a été ouvert au public en 1979. Tous les golfs réalisés par la suite ont été conçus pour être irrigués avec des EUT.

Depuis les années 1990, il y a eu une volonté de développer le tourisme golfique en Tunisie à travers l'Agence Foncière Touristique (AFT) qui est chargée de la maîtrise foncière des terrains nécessaires aux nouveaux parcours de golf. L'AFT a réalisé deux parcours (Flamingo à Monastir en 1988 et Yasmine à Hammamet en 1990) et a rénové le Golf de Carthage en 1993 pour mettre en place le système d'irrigation avec les EUT. Ces trois golfs sont aujourd'hui gérés par des sociétés publiques sous tutelle du Ministère du Tourisme et de l'Artisanat.

Aujourd'hui (2019), **la Tunisie compte 10 golfs à travers le pays** listés dans le Tableau 11-15 et présentés au début de ce chapitre. Ils sont tous à proximité du littoral, sauf le golf de Tozeur. La stratégie du Ministère du Tourisme et de l'Artisanat est de continuer le développement du golf en Tunisie en créant **17 nouveaux parcours d'ici 2050**. L'objectif est de diversifier l'offre touristique du pays notamment en hiver quand le tourisme balnéaire est faible. Les golfs permettent aussi de rendre une zone touristique plus attractive et donc d'avoir un impact économique indirect sur les hôtels et les autres structures touristiques riveraines.

Tableau 11-15 : Liste des golfs en Tunisie

Gouvernorat	Nom du golf	Date de construction	Superficie totale (ha)	Superficie irriguée (ha)	Gestion
Tunis	Golf de Carthage	1927	30	18	Publique
	Golf de Gammarth	2008	130	60	Privée
Sousse	Sousse El Kantaoui	1979	130	110	Privée
Monastir	Golf de Flamingo	1988	80	60	Publique
	Golf Palm Lynks	1994	80	50	Privée
Nabeul	Golf de Yasmine	1990	80	45	Publique
	Golf Citrus	1992	170	90	Privée
Tabarka	Golf de Tabarka	1992	110	45	Privée
Médenine	Djerba Midoune	1995	120	44	Privée
Tozeur	Golf de Tozeur	2006	150	90	Privée

Source : (DGGREE, 2017)

En ce qui concerne la REUT, 8 STEP alimentent les 10 golfs. En 2017, le volume d'EUT réutilisé était de **6,5 Mm^3 pour l'irrigation d'environ 1 000 ha de parcours.** Le Tableau 11-16 donne les volumes réutilisés pour chaque golf.

Tableau 11-16 : Volumes d'EUT réutilisés par golf

Gouvernorat	Nom du Golf	Nom de la STEP	Volume d'EUT réutilisé (m^3/an)
Tunis	Golf de Carthage	Charguia	640 000
	Golf de Gammarth		
Sousse	Sousse El Kantaoui	Sousse Nord	2 200 000
Monastir	Golf de Flamingo	El Frina	370 000
	Golf Palm Lynks	Sahline	1 280 000
Nabeul	Golf de Yasmine	SE1	590 000
	Golf Citrus		
Tabarka	Golf de Tabarka	Tabarka	1 000 000
Médenine	Djerba Midoune	Sidi Mehraz	440 000
Tozeur	Golf de Tozeur	Tozeur	0[57]
Volume total			6 500 000
Pourcentage par rapport au volume d'EUT réutilisé			29 %
Pourcentage par rapport à la totalité du volume d'EUT produit			2,5 %

Source : (ONAS, 2017)

Il n'y a **pas de cadre réglementaire élaboré spécialement pour l'irrigation des golfs avec les EUT**, ni de cadre institutionnel clairement défini. En pratique, concernant les normes, les **valeurs utilisées aujourd'hui sont celles de la norme NT 106.03**. Par ailleurs, on l'a vu, il existe un **cahier des charges relatif à la production et à l'utilisation de l'eau provenant des ressources hydrauliques non conventionnelles** (approuvé par décret N°2006-2112 du 31 juillet 2006). Ce décret donne quelques indications sur les modalités de mise en œuvre de la REUT mais donne peu de précisions sur les mesures que doit mettre en place le producteur/utilisateur pour limiter les risques sanitaires et environnementaux.

Malgré ces manques, lors de la création des golfs, quelques mesures ont été prévues pour éviter les risques sanitaires. Ces mesures concernaient (source : *APS Flamingo*) :

- La mise en place d'une **désinfection à l'aide de bassins de maturation** pour améliorer la qualité microbiologique des EUT. Pour tous les golfs, des lacs se stockage ont donc été créés sur les sites pour effectuer ce traitement complémentaire et stocker les EUT avant leur utilisation. La capacité de stockage varie entre 25 000 et 40 000 m^3 ce qui assure un temps de séjour entre 10 et 20 jours.
- **L'irrigation se faisant par aspersion, elle doit se faire pendant la nuit** avec des asperseurs à faible portée lorsqu'il n'y a pas de clients sur le parcours pour éviter au maximum le contact avec les EUT.

11.3.1.2 Irrigation des espaces verts

L'irrigation des espaces verts par les EUT est encore réalisée à la marge en Tunisie. Cette réutilisation représente en effet **0,7 Mm^3 pour 450 ha irrigués**, soit 3 % par rapport au volume global d'EUT réutilisé. Les espaces irrigués concernent souvent des petites surfaces, il en existe de plusieurs types :

- Les **espaces verts des STEP** : de nombreuses STEP utilisent les EUT pour entretenir les espaces verts à proximité. Cet usage ne représente pas un gros potentiel de réutilisation et est géré par l'exploitant de la STEP.

[57] Il est à noter que le Golf de Tozeur est en arrêt depuis 2014 pour des raisons économiques.

- Les **espaces verts des zones touristiques et des hôtels** : malgré la forte demande des structures touristiques, cet usage reste très limité et il n'y a *a priori* pas d'hôtel qui réutilise actuellement les EUT. Plusieurs projets sont en cours, notamment dans la zone touristique de Sousse et de Monastir. Cet usage concerne donc essentiellement le Ministère du Tourisme et de l'Artisanat. Il permettrait d'utiliser des EUT là où elles sont le plus produites (zones balnéaires en période estivale) et de diminuer le volume d'EUT rejeté dans des milieux sensibles comme la mer.
- D'autres essais ont eu lieu pour l'irrigation des espaces verts routiers avec des EUT, comme sur la zone touristique de Monastir à partir de la STEP El Frina. Mais **le cas le plus abouti est celui des espaces verts de l'aéroport de Tunis, gérés par l'Office de l'Aviation Civile et des Aéroports (OACA).** Le piquage est effectué au niveau du réseau de la STEP de Charguia et est utilisé aussi pour les espaces verts de la banque de gènes et du CITET situés à proximité de l'aéroport.

Un autre usage possible serait pour l'irrigation des parcs et des jardins. La municipalité de Sousse avait fait un essai en s'approvisionnant à l'aide de citernes, mais il n'y a pour l'instant pas eu d'autre développement de cet usage en Tunisie.

11.3.2 Les éléments factuels issus des enquêtes

11.3.2.1 Déroulement des enquêtes et description des sites visités

Pendant la phase de diagnostic, trois golfs et un site d'espaces verts irrigués avec des EUT ont été enquêtés.

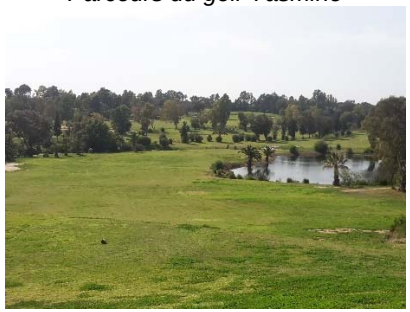
Les golfs sélectionnés sont localisés dans les zones touristiques de Sousse/Monastir et Hammamet et font partie des golfs les plus anciens. Le golf de Carthage présente par ailleurs la particularité de payer les EUT qu'il utilise. Ces trois golfs sont gérés par la Société Tunisienne de Développement des Golfs (STDG) qui est une société publique responsable de la gestion des golfs dont l'Etat tunisien est propriétaire[58].

Pour les espaces verts, le projet sélectionné est celui de de l'OACA, qui est très intéressant de par son ancienneté (l'irrigation avec les EUT s'y fait depuis 1998). Ces espaces verts ont un rôle essentiellement esthétique pour l'aéroport et l'initiative du projet est venue de la direction de l'environnement de l'OACA. Cette dernière est chargée de la promotion de la politique de développement durable des aéroports de Tunisie (installation de panneaux solaires, mise en place de plateformes de compostage, etc.). La REUT permet en effet la préservation des ressources en eau, en plus de permettre l'accès à une ressource beaucoup moins onéreuse que les eaux de la SONEDE. Ce projet reste pionnier jusqu'à aujourd'hui en Tunisie.

Le Tableau 11-17 donne des détails sur le déroulement des enquêtes pour les trois golfs visités ainsi que les espaces verts de l'aéroport de Tunis.

[58] Cela a facilité l'accès aux golfs pour les enquêtes, par rapport aux golfs privés.

Tableau 11-17 : Déroulement des enquêtes des golfs et espaces verts

	Golf Flamingo	Golf Yasmine	Golf de Carthage	Espaces verts de l'aéroport de Tunis
Localisation	Gouvernorat de Monastir	Gouvernorat de Nabeul	Gouvernorat de Tunis	Gouvernorat de Tunis
Lieux visités	STEP El Frina Station de pompage Parcours du golf	STEP SE1 Station de pompage Parcours du golf	STEP Charguia Station de pompage Parcours du golf	STEP Charguia Station de pompage Espaces verts et réseau d'irrigation
Dates de visite	21 et 22 février 2019	7 mars 2019	26 mars et 4 avril 2019	26 mars et 4 avril 2019
Personnes rencontrées	STEP : Chef de station ONAS Golf : Directeur adjoint et responsable irrigation	STEP : Chef de station ONAS Golf : Manager et responsable irrigation	STEP : Chef de station ONAS Golf : gestionnaire et responsable irrigation	STEP : Chef de station ONAS OACA : Directeur et chef de division de la direction de l'environnement, responsable irrigation
	Parcours du golf  *BRLi, mars 2019*	*Parcours du golf Yasmine*  *BRLi, mars 2019*	*Parcours du golf de Carthage*  *BRLi, avril 2019*	*Espaces verts irrigués avec des EUT de l'aéroport de Tunis*  *BRLi, avril 2019*

11.3.2.2 Caractéristiques des STEP alimentant les sites enquêtés

La **STEP d'El Frina alimentant le golf de Flamingo** a été construite en 1995. Une importante réhabilitation a eu lieu en 2018 avec notamment la modernisation du système d'aération du chenal d'oxydation : les aérateurs ont été entièrement remplacés par un système fines bulles automatisé. Cette réhabilitation a permis l'amélioration de la qualité de l'eau mais il reste encore certains équipements à changer comme les dégrilleurs et certains turbocompresseurs qui ne sont pas encore en état de fonctionnement. Les enjeux autour de cette STEP sont importants car les EUT sont rejetées via un émissaire dans la lagune maritime de Khniss qui est en contact avec la mer. Des activités de pêche traditionnelle ont lieu dans cette lagune.

Pour **le golf Yasmine, c'est la STEP SE1 qui l'alimente en EUT**. Créée en 1979, cette STEP a la particularité de traiter exclusivement la quantité d'eau nécessaire pour la REUT du golf, le reste étant transféré à la STEP de Bouficha. En effet, La STEP SE1 se situe à proximité de la zone touristique de Hammamet et les rejets en mer sont interdits pour protéger les zones de baignade. Afin de réguler les quantités d'eau, un système d'alerte en aval de la STEP prévient l'exploitant quand il y a un trop plein en sortie. Cela signifie que les EUT ne sont pas utilisées par le golf et l'exploitant dévie les EUB en bloquant manuellement le dégrilleur à l'entrée de la STEP pour que ces eaux brutes soient transférées vers la STEP de Bouficha.

La **STEP de Charguia, quant à elle, fait partie des STEP les plus importantes de Tunisie avec une capacité nominale de 60 000 m^3/j.** Les EUT produites sont réutilisées pour de nombreux usages différents : le périmètre irrigué de Borj Touil, les deux golfs de Tunis (Carthage et Gammarth), les espaces verts de l'aéroport de Tunis ainsi que les espaces verts de la banque de gènes et du CITET. Au total, environ un dixième des EUT produites sont réutilisées.

Le Tableau 11-18 résume les principales caractéristiques des STEP de El Frina, SE1 et Charguia.

Tableau 11-18 : Description des STEP alimentant les golfs et les espaces verts enquêtés

Caractéristiques des STEP	STEP El Frina	STEP SE1	STEP Charguia
Date de création	1995	1979	1958
	 *Chenal d'oxydation d'El Frina (BRLi, mars 2019)*	 *Entrée de SE1 et réseau de transfert des EUB vers Bouficha (BRLi, mars 2019)*	 *Chenal d'oxydation de Charguia (BRLi, avril 2019)*
Origine des EUB – industriels raccordés	Eaux domestiques de la ville de Monastir et de Khniss + eaux industrielles (textile, teinturerie, lavage de voitures…)	Eaux domestiques (hôtels/restaurants de la zone touristique de Hammamet)	Eaux domestiques de la ville de Tunis + ZI de Charguia (textile, agro-alimentaire, composants électroniques…)
Gestion du trop plein	-	Transfert vers la STEP de Bouficha	Transfert vers la STEP de Choutrana
Population raccordée	150 000 EH	44 000 EH	400 000 EH
Type de traitement	Boues activées aération prolongée à faible charge	Boues activées à moyenne charge	Boues activées à moyenne charge
Capacité nominale	13 500 m^3/j	4 200 m^3/j	60 000 m^3/j
Débit journalier moyen	10 700 m^3/j	1 600 m^3/j	35 000 m^3/j
Volume d'EUT produit (2017)	3 900 000 m^3	585 000 m^3	10 700 000 m^3
Valorisation des sous-produits	Pas de valorisation des boues		Boues envoyées à la STEP de Choutrana

Caractéristiques des STEP	STEP El Frina	STEP SE1	STEP Charguia
Réhabilitations / Extensions	Réhabilitation du système d'aération du chenal d'oxydation et de la centrifugeuse en 2018	Pas de travaux prévus prochainement	Pas de travaux prévus prochainement
Milieu de rejet	Lagune de Khniss (émissaire en mer)	Aucun rejet en mer : interdiction car zone de baignade	Canal El Khalij
Type de gestion	ONAS	ONAS	ONAS
Usages REUT et volume réutilisé en 2017	Golf Flamingo : 370 000 m^3	Golfs Yasmine et Citrus : 590 000 m^3	Golfs de Carthage et Gammarth, périmètre irrigué de Borj Touil, espaces verts : 1 570 000 m^3

Source : (ONAS, 2017)

11.3.2.3 Caractéristiques de la REUT au niveau des golfs et des espaces verts enquêtés

Les besoins en eau des golfs varient au cours de l'année**, la période la plus demandeuse se situant entre les mois de mai et août**. L'irrigation se fait systématiquement par **aspersion** et les quantités d'eau apportée varient en fonction du type de gazon irrigué (green, fairway, etc.). Pour les trois golfs enquêtés, afin d'éviter le contact avec les clients, **l'irrigation se fait essentiellement la nuit**. Il arrive toutefois qu'il y ait une irrigation de complément la journée, quand les besoins sont importants et il a été rapporté que dans quelques cas, l'irrigation a pu se faire même lorsqu'il y a des clients sur le parcours.

Les golfs comportent deux à trois lacs de stockage communiquant entre eux pour améliorer la qualité des EUT et les stocker (l'entretien des lacs étant à la charge des golfs). Ces lacs sont alimentés par une station de pompage présente en aval des STEP et appartenant aussi aux golfs, sauf pour le golf de Carthage. Pour ce dernier, c'est le CRDA de l'Ariana qui s'occupe des charges liées à la station de pompage en aval de la STEP de Charguia car celle-ci alimente aussi le PPI de Borj Touil. En retour, le golf verse au CRDA une redevance de 20 millimes/m^3.

Le Tableau 11-19 présente les principales caractéristiques des sites enquêtés.

Tableau 11-19 : Eléments factuels issus des enquêtes auprès des golfs et espaces verts

Caractéristiques des usages	Golf de Flamingo	Golf de Yasmine	Golf de Carthage	Espaces verts de l'aéroport de Tunis
				
	Lac de stockage du golf Flamingo (BRLi, mars 2019)	*Lac de stockage du golf Yasmine (BRLi, mars 2019)*	*Lac de stockage du golf de Carthage (BRLi, mars 2019)*	*réseau d'irrigation avec des EUT des espaces verts (BRLi, mars 2019)*
Volume d'EUT réutilisé	2500 à 3000 m^3/j	1 000 m^3/j en moyenne, jusqu'à 3200 m^3/j en été + forage de 3,5 L/s si besoin	1 000 à 1 500 m^3/j en moyenne, jusqu'à 2 000 m^3/j en été, souvent pas d'utilisation en décembre - janvier	560 m^3/j en moyenne
Stockage des EUT	3 lacs de stockage en série (9 000, 12 000 et 10 000 m^3) et un filtre à tamis (au niveau de la STEP)	2 lacs de stockage (20 000 m^3 et 40 000 m^3)	2 lacs de stockage (5 000 m^3 et 7 000 m^3) 1 station de pompage en plus de celle de la STEP	Pas de traitement complémentaire
Surface irriguée avec des EUT	60 ha	45 ha	18 ha	17 ha (soit 65 % de la surface irriguée)
Type d'irrigation	Irrigation par aspersion : 1700 asperseurs, gestion manuelle	Irrigation par aspersion : 1 200 asperseurs, gestion automatisée	Irrigation par aspersion 450 asperseurs, gestion automatisée Quand vent, irrigation manuelle en complément.	Irrigation par aspersion : 210 asperseurs, gestion manuelle Et irrigation manuelle avec 95 clapets

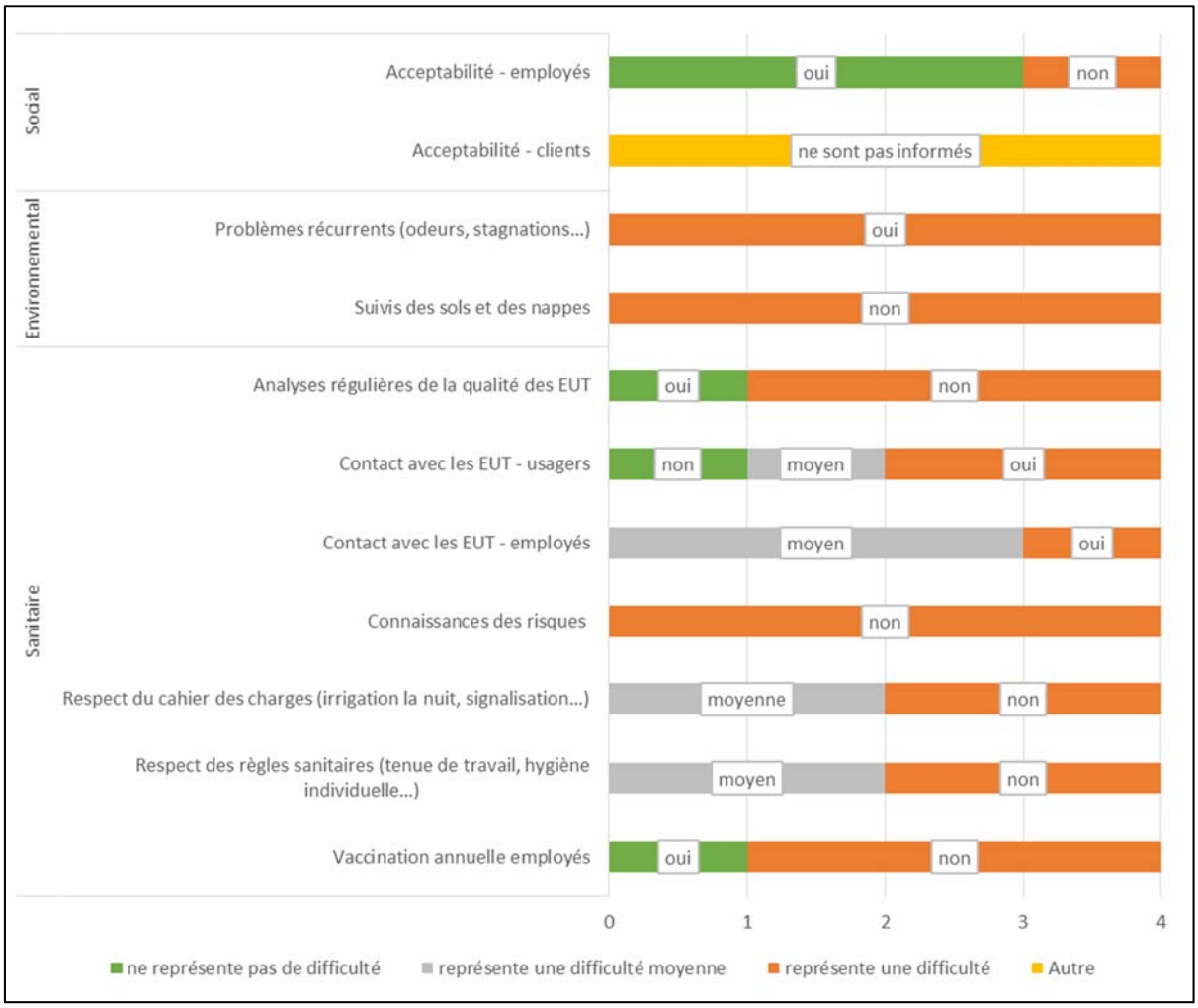
Caractéristiques des usages	Golf de Flamingo	Golf de Yasmine	Golf de Carthage	Espaces verts de l'aéroport de Tunis
Périodes d'irrigation	Irrigation le matin Mois de pointe : mai à août	Irrigation la nuit Mois de pointe mai à août.	Irrigation la nuit et irrigation complémentaire l'été pendant la journée	Irrigation pendant la journée, surtout d'avril à octobre
Analyses de la qualité des EUT	Analyses effectuées régulièrement	Pas d'analyses par le golf depuis 2011	Analyses effectuées par le CRDA	Pas d'analyses effectuées par l'OACA pas de contact avec le CRDA
Réhabilitations / Extensions	Extension de 9 trous et hôtel prévu si la fréquentation reprend	Projet d'extension avec un lac de 75 000 m^3 et doublement de la superficie du golf. Arrêt depuis 2011 du projet	Travaux de réhabilitation depuis 2014 : nouvelles pompes, renouvellement de 70 % du gazon, réhabilitation du premier lac de stockage, deuxième en prévision	Travaux en cours pour réhabiliter le réseau d'irrigation, mise en place d'asperseurs plutôt que de clapets manuels
Tarification des EUT	EUT fournies gratuitement par l'ONAS	EUT fournies gratuitement par l'ONAS	Redevance de 0,020 DT/m^3 des EUT au CRDA	EUT fournies gratuitement par l'ONAS
Autres coûts supportés par le golf	Coûts liés à la station de pompage, de refoulement, au réseau d'irrigation et aux lacs de stockage	Coûts liés à la station de pompage, au réseau d'irrigation et aux lacs de stockage	Station de pompage au niveau de la STEP gérée par le CRDA Coûts pour le golf liés à la station de pompage sur site, au réseau d'irrigation et aux lacs de stockage	Coûts liés à la station de pompage et au réseau d'irrigation
Autres ressources en eau disponibles	Avant le recours aux EUT, utilisation des eaux du lac à 1 DT/m^3	Quand problème de qualité des EUT, dilution avec des eaux de forage (150 DT par nuit d'irrigation)	Récupération des eaux pluviales pour diluer les EUT. Environ 1/4 de l'eau utilisée, surtout l'hiver	Utilisation des eaux de la SONEDE sur 8,8 ha, 180 m^3/j, au tarif pratiqué par la SONEDE

11.3.3 Analyse transversale de la REUT pour les golfs et les espaces verts

ENSEIGNEMENTS DES ENQUETES SUR LES ASPECTS SOCIAUX, ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES

Afin d'étudier les points forts et les manques de la REUT pour l'arrosage des golfs et des espaces verts, des indicateurs sanitaires, environnementaux et sociaux ont été définis et renseignés pour chacun des sites étudiés. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Figure 11-4 : Analyse d'indicateurs sociaux, environnementaux et sanitaires pour les golfs et espaces verts enquêtés



Autre (acceptabilité - clients) : les clients ne sont pas informés de la REUT pour l'arrosage des golfs

Les risques sanitaires pour le golf se situent au niveau de la **qualité des eaux usées traitées arrivant au golf** mais aussi au niveau de **l'exposition du personnel du golf et des usagers.** Cette exposition est accentuée par :

- Le non-respect de la période nécessaire à l'élimination de la charge bactérienne avant utilisation du terrain de golf.
- La **stagnation des EUT** qui génère des insectes vecteurs de nuisance et de maladies.
- Le **mode d'irrigation par aspersion** : source de propagation de germes à travers la diffusion des fines gouttelettes d'eau dans le milieu voisinant.
- L'entretien du gazon des golfs et des espaces verts peut faciliter une dispersion des germes dans l'atmosphère lors de la coupe.

Les enquêtes ont montré, de façon globale, la méconnaissance des risques au niveau des employés des golfs, qui se traduit par un **non-respect ou respect partiel du cahier des charges et des règles sanitaires et augmente le risque d'exposition aux EUT des employés mais aussi des usagers du golf**.

Par ailleurs, on note aussi un **manque global de suivi de la qualité des eaux mais aussi des sols** et des nappes qui peuvent être rechargées suite à l'arrosage des golfs.

Ainsi, l'enquête a montré la nécessité de développer un référentiel partagé pour diminuer les risques liés à l'irrigation avec les EUT. Parmi les **recommandations**, on peut noter les suivantes :

- Respect des horaires d'arrosage,
- Vaccination et équipements du personnel,
- Signalisation pour les clients et mise en place de barrières de protection autour des lacs de stockage,
- Analyses régulières de la qualité des EUT après un temps de séjour dans les lacs de stockage.

Lors des discussions pendant les enquêtes et comme appuyé dans le rapport de Drechsel et al de 2015, la prise de conscience des risques sanitaires quand ceux-ci sont dit non « visibles » est difficile (risques parasitologiques par exemple). A l'inverse, la prise de conscience est facilitée quand la mauvaise qualité de l'eau se manifeste par des changements de couleurs ou d'odeurs. Ceci explique le peu d'application des mesures de sécurité jugées contraignantes comme le port d'équipements de protection car le risque pour la santé n'est pas perçu. Enfin, il n'y a **pas de sensibilisation** effectuée par un organisme compétent extérieur au golf (il n'y a pas de structure comme les GDA ou les CTV en agriculture).

11.3.4 Regard sur la REUT pour l'irrigation pour les golfs et les espaces verts dans d'autres pays

Dans la majorité des pays qui utilisent les EUT pour l'irrigation des golfs et des espaces verts, les exigences de qualité sont strictes. Cela se vérifie en France et en Espagne, où, parmi les différentes classes de qualité existantes, l'arrosage des espaces verts ouverts au public fait partie des classes de qualité les plus exigeantes. Le tableau ci-dessous présente les exigences de qualité en France, en Espagne et dans les directives de l'OMS. Il compare aussi avec ce qui est inscrit dans la NT 106.03, qui est considérée, de façon non formelle, pour l'usage golf. Le principal point notable concerne les exigences au niveau de la microbiologie qui sont plus élevées dans le cas de la France et l'Espagne.

Par ailleurs, en plus de la qualité des EUT, d'autres règles doivent être appliquées au niveau des pratiques d'utilisation, notamment :

- L'arrosage en dehors des heures d'ouverture au public,
- La fermeture aux usagers pendant l'arrosage et pendant 2 heures suivant l'arrosage.

Tableau 11-20: Qualité des EUT exigées pour les golfs et les espaces verts ouverts au public au niveau de différents pays

Pays	MES (mg/L)	DCO (mg/)	Escherichia coli (UFC/100 mL)	Œufs d'helminthes (NPP/mL)	Coliformes fécaux et thermotolérants (NPP/100 mL)	Nématodes (œufs/10L)	Légionnelles (UFC/L)
OMS (qualité A)	< 150	< 125	< 10 000	< 1	< 1000	< 1	-
France (qualité A)	< 15	< 60	< 250	-	> 4 (abattement en log)	-	-
Espagne	< 20	-	< 200	-	-	< 1	< 100
NT 106.02	<30	<90	-	<1	-	<1	-

Source : (BRLi, 2017)

11.3.5 Synthèse des contraintes au développement de l'irrigation des golfs et espaces verts avec des EUT et recommandations

SYNTHESE DES POINTS FORTS ET DES CONTRAINTES

L'irrigation des golfs avec des EUT en Tunisie est perçue par beaucoup comme étant une réussite et tous les golfs fonctionnent ainsi actuellement. Les enquêtes ont cependant montré que les gestionnaires rencontrent encore des contraintes importantes, notamment sur les aspects institutionnels, réglementaires et sanitaires. Ces contraintes sont souvent semblables à celles retrouvées pour l'irrigation des espaces verts de manières générale. Le tableau suivant synthétise l'ensemble de ces contraintes mais aussi les atouts au développement de ces types d'usages.

Tableau 11-21 : Hiérarchisation des contraintes au développement des espaces irrigués avec des EUT

Niveau de contrainte	Type de contraintes par aspects	Exemple de sites concernés
Contraintes majeures	Pas de contraintes majeures, tous les golfs arrivent à irriguer avec des EUT	Tous
Contraintes modérées	Aspects réglementaires :	
	• Pas de réglementation spécifique existante ; notamment pas de norme de qualité des EUT à respecter adaptée à l'usage des golfs et des espaces verts	Tous
	• Peu d'analyses sur la qualité des EUT effectuées par les usagers par manque de moyens et de compétences pour interpréter les résultats, notamment pour les paramètres parasitologiques. Aucun contrôle pour savoir si les analyses ont été effectuées ou non.	
	Aspects institutionnels :	
	• Manque de communication avec l'ONAS, parfois absence de contact, pas d'alerte en cas de panne ponctuelle au niveau des STEP	
	• Manque d'appuis institutionnels, pas de structure adaptée pour ce type de réutilisation et pour conseiller les usagers	OACA
	Aspects techniques :	
	• Qualité de l'eau souvent problématique au niveau des MES : colmatage des équipements d'irrigation, besoin d'un entretien important	Tous
	• Développement algal dans les lacs de stockage l'été et mauvaises odeurs car les EUT sont riches en éléments nutritifs et peu d'aération dans les bassins. Problèmes de colmatage avec les algues au niveau des asperseurs	
	Aspects sanitaires :	
	• Peu de conscience des usagers des risques sanitaires liés aux EUT et parfois, non-respect des mesures de sécurité (équipement de protection pour l'irrigation, pas d'irrigation pendant la journée, temps d'attente à respecter entre irrigation et utilisation de l'espace vert…). Pas de campagne de sensibilisation	
	• Pas de traitement tertiaire poussé	Tous
	• Contact direct des irrigants ou des clients avec les espaces irrigués	Tous
Contraintes mineures	Aspects techniques :	
	• Qualité de l'eau pas toujours adéquate pour l'irrigation du gazon, difficultés dans la gestion de l'irrigation	Golf de Carthage, OACA
	Aspects environnementaux	

Niveau de contrainte		Type de contraintes par aspects	Exemple de sites concernés
		• Irrigation par aspersion : source de propagation de germes à travers la diffusion des fines gouttelettes. Pas d'étude pour connaître l'impact sur le milieu voisinant.	Tous
		• Peu de vigilance au niveau des lacs de stockage des EUT : pas de barrière de protection, problèmes d'étanchéité… Pas de suivi de l'impact sur les nappes ou les sols	Tous les golfs
	Aspects économiques		
		• Coût énergétique important lié au pompage	Tous
	Aspects sociaux		
		• Réticence des irrigants par crainte de problèmes de santé	OACA
Atouts au développement	Aspects techniques		
		• Longue expérience des golfs dans l'irrigation avec les EUT (depuis les années 1980) : adaptation aux contraintes liées aux EUT	Tous les golfs
		• Quantité d'EUT disponible suffisante pour les besoins	Tous
		• Si problèmes au niveau de la STEP, possibilité de stockage des EUT dans les lacs	Tous les golfs
	Aspects environnementaux		
		• Réutilisation qui permet de limiter les rejets des STEP dans des milieux naturel sensibles (zones de baignade) car souvent pratiquée dans les zones touristiques littorales	Tous
	Aspects économiques		
		• Gratuité des EUT fournies par l'ONAS	Tous
	Aspects sociaux		
		• Pas de plaintes des clients par rapport à d'éventuelles odeurs ou autres désagréments liés aux EUT	Tous les golfs

RECOMMANDATIONS

La réalisation des enquêtes, ainsi que l'étude des pratiques dans les autres pays permet de formuler les recommandations suivantes :

- Il est nécessaire de définir des **normes spécifiques** pour la REUT pour les golfs et les espaces verts. Ces normes doivent **prendre en compte les risques liés à l'usage**, et notamment les risques d'exposition des visiteurs dans le cas des golfs. En regardant ce qui est pratiqué dans d'autres pays, il est possible que les normes soient renforcées par rapport à la législation existante, et que des traitements additionnels soient nécessaires pour que la qualité des eaux soit en adéquation avec les risques définis pour ces deux secteurs.
- Il est également nécessaire de créer un cadre pour le suivi de la REUT et de renforcer les analyses de qualité de l'eau et les contrôles.
- **L'amélioration de la communication avec l'ONAS est essentielle**, notamment, en cas de problèmes de qualité. Ce point rejoint le point précédent sur le renforcement des analyses et de contrôle. **L'amélioration de la communication avec les services de l'Etat** en charge de la REUT est aussi très importante pour garantir un appui institutionnel aux professionnels en charge de l'irrigation des golfs, et espaces verts.
- La **rédaction d'un cahier des charges** spécifique permettrait de garantir les bonnes pratiques pour la REUT des golfs et espaces verts (règles de sécurité et sensibilisation des professionnels, règles relatives au suivi, etc.).

11.4 RECHARGE DES NAPPES : DE TRES FORTS ENJEUX SANITAIRES ET UN CADRE INSTITUTIONNEL QUI FREINENT LE DEVELOPPEMENT DE CET USAGE

11.4.1 Description générale du secteur et place de la REUT

L'expérience de la Tunisie en matière de recharge artificielle des aquifères par les eaux conventionnelles remonte aux années 1970. Cette technique a démarré à titre expérimental et a concerné de nombreuses nappes dispersées à travers le pays. Il a fallu attendre à peu près 30 ans pour prendre conscience des bienfaits de cette pratique et pour que cette dernière soit généralisée là où se réunissent les conditions favorables pour sa mise en œuvre.

La mobilisation avancée des eaux de surface à travers la construction des grands barrages, barrages et lacs collinaires a favorisé la généralisation de cette action. La recharge artificielle est devenue une pratique courante à travers une trentaine de sites dispersés dans une douzaine de gouvernorats. Cette approche dans la gestion des ressources en eau conventionnelles a été imposée aussi à la suite de la dégradation, surtout quantitative, de certaines nappes en raison du déséquilibre de leur bilan, la baisse de leur piézométrie et par conséquent leur salinisation notamment dans les zones aval en contact avec leur exutoire (mer ou sebkha).

C'est ainsi, que la DGRE publie, depuis 1992, tous les ans, un annuaire propre à la « Recharge Artificielle des Nappes en Tunisie ». On y développe pour chacune des nappes aquifères concernées, les techniques adoptées, les volumes appliqués et l'impact quantitatif et qualitatif enregistré à travers le réseau de contrôle existant. A travers cette composante de gestion des ressources en eaux conventionnelles, la Tunisie a développé un savoir-faire dans ce domaine se traduisant par la diversification des techniques adoptées en fonction des contextes locaux. A titre indicatif, **le volume cumulé d'eau conventionnelle (eaux de surface) rechargée artificiellement, depuis 1992, a atteint environ 1 milliard de m^3**.

Dans ce panorama, on relève que l**a recharge artificielle à partir des EUT marque sa première apparition en 1986 au site de l'Oued Souhil à Nabeul**. Dans la plus récente édition de la DGRE concernant « La Recharge Artificielle des Nappes en Tunisie (Edition 2016) », on relève que les nappes concernées par la recharge à partir des eaux non conventionnelles sont au nombre de cinq. En prenant en compte que l'ancien site de l'Oued Souhil est momentanément suspendu, les **4 nappes concernées par la recharge par des eaux non conventionnelles** sont les suivantes :

- La nappe de la Côte Orientale (Site de Korba au gouvernorat de Nabeul),
- La nappe de Boumerdès et la nappe de Mahdia-Ksour Essef (gouvernorat de Mahdia),
- La nappe d'El Hajeb – sidi Abid-Agareb (gouvernorat de Sfax),
- La nappe de l'Oued Es- Smar (gouvernorat de Médenine),

Pour les gouvernorats de Mahdia et Médenine, la recharge se fait à partir des EUT des STEP dans les oueds. Les oueds concernés constituent des axes préférentiels d'alimentation des nappes souterraines, une grande proportion des eaux lâchées s'infiltrant dans les nappes. Il faut signaler que cette pratique n'est pas limitée à ces deux cas de figures, plusieurs cas similaires se rencontrent un peu partout dans le pays. Les oueds constituent le milieu récepteur par excellence des EUT à défaut de leur stockage ou de leur réutilisation et constituent par conséquent des lieux de recharge non planifiée et non cadrée.

A Sfax, la nappe est rechargée en faible quantité par les EUT provenant de l'irrigation du périmètre irrigué d'El Hajeb. C'est le cas pour de nombreux périmètres irrigués où l'irrigation participe aussi à la recharge des nappes. Le coût de l'eau étant dérisoire, cette région est réputée par ses excès en termes d'usage de l'eau d'irrigation car le périmètre est situé dans un endroit où le sol et sous-sol sont très légers et sableux.

Seul le site de Korba, à l'image du site de l'Oued Souhil, est un site de recharge artificielle planifié, reconnu, où la recharge à partir des EUT est pratiquée suivant un protocole technique dans un site bien étudié et bien aménagé en bassins d'infiltration construits dans cette optique. Des lâchers d'EUT provenant de barrages collinaires alimentent aussi la nappe. Le Tableau 11-22 indique les volumes d'EUT qui ont participé à la recharge de ces nappes pour l'année 2016.

Tableau 11-22 : Volumes de recharge des nappes à partir d'EUT (DGRE, 2016)

Gouvernorat	Nappe rechargée	Type de recharge	Volume de la recharge avec des EUT en 2016
Nabeul	Nappe de la Côte Orientale (Site de Korba)	Bassins d'infiltration	1 150 000 m^3
Mahdia	Nappe de Boumerdès	Lâchers dans l'Oued	185 000 m^3
	Nappe de Mahdia-Ksour Essef	Lâchers dans l'Oued	700 000 m^3
Sfax	Nappe d'El Hajeb - sidi Abid-Agareb	Infiltration des EUT utilisées dans le périmètre irrigué d'El Hajeb	20 000 m^3
Medenine	Nappe de l'Oued Es- Smar	Lâchers dans l'Oued	1 210 000 m^3
Volume total rechargé avec des EUT en 2016			3 265 000 m^3

Source : (DGRE, 2017), le volume est du même ordre de grandeur que le total indiqué dans l'annuaire de recharge qui mentionne une recharge totale de 3,23 Mm3.

11.4.2 Les éléments factuels issus des enquêtes

11.4.2.1 Déroulement des enquêtes et description des sites visités

Deux sites de recharge de nappe avec des EUT ont été enquêtés : ceux de l'Oued Souhil et de Korba dans le gouvernorat de Nabeul. Il s'agit des deux seuls sites où la recharge de nappe est réalisée à l'aide de bassins d'infiltration.

C'est lors d'un projet financé par le PNUD en 1983 que la recharge artificielle des nappes par les EUT a été envisagée. L'INRGREF étant le chef de file de ce programme et la DGRE ayant comme responsabilité la recharge artificielle des nappes avec les eaux conventionnelles, cette composante a été conduite dans le cadre d'un partenariat entre les deux institutions, toutes les deux sous tutelle du Ministère de l'Agriculture.

Le choix du site de **l'Oued Souhil a été fait suite à la compilation de plusieurs paramètres et conditions nécessaires pour faire du site de recharge un modèle pilote qui pourrait être multiplié**. Comme il s'agissait du premier projet pilote dans cette filière à mettre en application, les objectifs étaient multiples et visaient les points suivants :

- Un **stockage souterrain d'une ressource qui est sinon déversée dans la mer ;** notamment en période hivernale. On projetait d'augmenter, à court terme, dans les endroits où la nappe est très sollicitée, par la recharge, le potentiel en eau des eaux souterraines.
- **Limiter la baisse de la piézométrie**, pour les nappes surexploitées, et la redresser à moyen et long termes.
- Evaluer l'effet auto-épurateur de la zone non saturée sur la qualité des eaux rechargées.
- **Réduire la dégradation chimique** causée par l'utilisation abusive des engrais chimiques.
- **Limiter la dégradation de la qualité chimique causée par l'intrusion des eaux salées** (marines) en liaison avec l'état de surexploitation de la nappe.
- **Déterminer des paramètres physiques et hydrauliques**, pouvant servir au dimensionnement d'autres projets similaires.
- **Tester un dispositif et des techniques assurant une meilleure valorisation de cette ressource potentielle**, sûre, non influencée par les effets de variabilité climatique et de plus en plus importante, au fil des années, en termes quantitatifs.

La **nappe phréatique de Korba**, quant à elle, fait partie de la grande nappe côtière de la côte orientale du Cap-Bon. C'est **une des grandes nappes les plus surexploitées en Tunisie**. Le suivi spatio-temporel quantitatif et qualitatif de cette nappe remonte aux années 1970. L'élaboration de la piézométrie de cette nappe en 1996 a montré l'intrusion marine entre Korba et Lebna localisée plus au nord.

Dans le cadre de la stratégie décennale de la Tunisie dans le domaine de la REUT, afin de lutter contre l'invasion marine de la nappe, un site de recharge par les EUT a été mis en place depuis décembre 2008[59]. Ce site a été sélectionné suite à une étude exhaustive menée par le groupement STUDI-BURGEAP en 2004 pour le compte du CRDA de Nabeul. Cette étude, intitulée "*projet de recharge des nappes du cap bon à partir des eaux usées traitées*", portait sur quatre sites proposés à savoir : Menzel Bou Zelfa, El Haouaria, Hammamet et Korba en se basant sur des critères techniques, économiques et socio-économiques.

[59] Dans le cas de la nappe de Korba, et même sans le traitement tertiaire par lagunage au niveau de la STEP de Korba, la qualité de l'eau de la nappe est conforme à un usage agricole sans restriction. Toutefois, la salinité élevée de la nappe phréatique (3.5 à 10 g/l) dans la région est incompatible avec tout usage d'eau potable.

Parmi ces quatre sites, celui de Korba a été retenu pour les raisons suivantes :

- La proximité étroite de la station de traitement de Korba (300 m),
- La proximité à la côte (1,5 km),
- L'existence d'un terrain domanial de 4,46 ha,
- Un état de la nappe dégradé en termes de niveau piézométrique (côte piézométrique négative) et de salinité en raison d'une intrusion des eaux marines (salinité variant de 7 à 8 g/l dans des puits de surface qui avaient, auparavant, une salinité ne dépassant pas 2 g/l),
- Un contexte hydrogéologique favorable, compte tenu des caractéristiques hydrodynamiques de la nappe (transmissive et emmagasinement),
- Une zone non saturée bien filtrante en raison de sa nature sablo-gréseuse et de son épaisseur d'une vingtaine de mètres.

Comme il s'agissait du second projet pilote dans cette filière, après celui de l'Oued Souhil, les objectifs de cette recharge étaient sensiblement les mêmes que dans le cas de l'Oued Souhil.

Le Tableau 11-23 résume les principales caractéristiques de ces sites.

Tableau 11-23 : Déroulement des enquêtes des sites de recharge artificielle avec des EUT

	Site de recharge de l'Oued Souhil	Site de recharge de Korba
Localisation	Gouvernorat de Nabeul	Gouvernorat de Nabeul
Lieux visités	STEP SE4 Station de pompage Station expérimentale de l'INRGREF Les 2 sites d'infiltration	STEP de Korba Station de pompage Site d'infiltration, piézomètres et puits de surface
Dates de visite	5 mars 2019	26 février 2019
Personnes rencontrées	STEP : Chef de division régionale et Chef de station ONAS CRDA : chef arrondissement ressources en eau	STEP : Chef de division régionale et ingénieur chimiste ONAS CRDA : chef arrondissement ressources en eau
Illustration	 *Bassin d'infiltration du site de recharge de l'Oued Souhil (BRLi, mars 2019)*	 *Bassin d'infiltration du site de recharge de Korba (BRLi, mars 2019)*

11.4.2.2 Caractéristiques des STEP alimentant les sites enquêtés

La STEP SE4 qui alimentait le site de recharge de l'Oued Souhil a été construite en 1979 avec une capacité de 14 000 m³/j. Depuis 2016, cette station est en réhabilitation pour atteindre une capacité de 25 000 m³/j. Compte tenu de la vocation touristique de la ville de Nabeul, durant les mois de pointe (juillet et aout), la moyenne des volumes traités à l'échelle journalière dépasse les 20 000 m³/j à cette période. La station devient surchargée, ce qui entraine une incidence négative sur la qualité du traitement des eaux. Cet état de fait a entrainé une pollution du littoral, milieu récepteur, et la plage de Dar Chaabane est déclarée impropre à la baignade depuis l'été 2018. Dans le but d'améliorer son degré de traitement, la station a été dotée de nouveaux équipements (filtre de sable et installations UV non encore opérationnels). Une fois que ces derniers entreront en service, cette station sera la plus grande station ayant un traitement tertiaire dans le gouvernorat de Nabeul.

Par ailleurs, deux nouveaux digesteurs ont été mis en place et permettront de générer 40% des besoins énergétiques de la station. Enfin, les nouveaux équipements à base de charbon actif ont permis de traiter efficacement les odeurs.

La STEP de Korba a été mise en service en juillet 2002 avec une capacité de 7 500 m³/j. Le traitement fait appel à des boues activées à faible charge et est complété par les procédés suivants :

- Un filtre à sable pour 60% du volume traité par la station
- Un procédé de traitement tertiaire se basant sur le lagunage à travers trois bassins de maturation pour 100% du volume des eaux traitées par la station. Deux bassins parmi les trois ont bénéficié de l'installation de cloisonnements permettant de prolonger le temps de maturation des eaux et contribuent ainsi à améliorer la qualité des EUT. Les trois bassins couvrent une superficie de 36 000 m² et leur capacité s'élèvent à 45 000 m³. Le temps de séjour varie de 6 à 9 jours.

Initialement, cette station recevait uniquement les eaux domestiques de la ville de Korba mais actuellement, les effluents de la ville de Mida sont connectés. Il arrive qu'en période estivale la station soit en surcharge et que la qualité des eaux traitées se dégrade. Au cours de ces deux mois, le volume journalier peut dépasser 11 000 m³/j.

Par ailleurs, la station de Korba recevait, au début, les rejets de quatre usines de transformation de tomates. Ces rejets ont engendré de nombreux problèmes au niveau du traitement et en 2016, ces usines ont été totalement déconnectées. Enfin, un programme de réhabilitation de la station est à l'étude afin de faire face à des problèmes au niveau des dégrilleurs et des déshuileurs qui ne fonctionnent pas de façon optimale.

Le Tableau 11-24 résume les principales caractéristiques des STEP de Korba et SE4.

Tableau 11-24 : Description des STEP alimentant les sites de recharge de nappe avec des EUT enquêtés

Caractéristiques des STEP	STEP SE4	STEP de Korba
Date de création	1979	2002
	 *Chenal d'oxydation de la STEP SE4 (BRLi, mars 2019)*	 *Traitement III par lagunage de la STEP de Korba (BRLi, mars 2019)*
Origine des EUB – industriels raccordés	Eaux domestiques des villes de Nabeul, Dar Chaabane et Beni Khiar et quelques industries (détergents, broyage de plastique, abattoirs…)	Eaux domestiques de la ville de Korba et village de Mida et eaux industrielles (teinturerie…)
Gestion du trop plein	By pass au niveau des stations de pompage et à l'entrée de la STEP	Gestion du débit avec les bassins de maturation ou déversement dans l'oued en aval de la STEP
Population raccordée	81 400 EH	75 000 EH
Type de traitement	Boues activées à moyenne charge Traitement III filtre à sable + UV pas encore fonctionnel	Boues activées à faible charge (aération prolongée) Traitement complémentaire avec filtre à sable + bassins de maturation
Capacité nominale	14 600 m^3/j, 25 000 m3/j prévu en 2021	7 574 m3/j
Débit journalier moyen et maximum (2017)	17 700 m^3/j	7 300 m^3/j

Caractéristiques des STEP	STEP SE4	STEP de Korba
Volume d'EUT produit (2017)	6 400 000 m^3	2 700 000 m^3
Valorisation des sous-produits	50 % de valorisation des boues pour l'agriculture	100 % de valorisation des boues pour l'agriculture
Réhabilitations / Extensions	Réhabilitation totale des équipements et extension en cours depuis 2016	Réhabilitation des chenaux d'oxydation avec mise en place d'un système fines bulles et extension pour atteindre 20 000 m3/j prévues
Milieu de rejet	Mer (zone de baignade)	Oued et lagune de Korba
Type de gestion	ONAS	ONAS
Usages REUT et volume réutilisé en 2017	Périmètre irrigué Souhil, Chergui, Romana, Haouaria et Messaadi : 1 140 000 m^3	Recharge de nappe : 288 000 m^3 Alimentation de la lagune de Korba : 4 000 m^3/j

Source : (ONAS, 2017)

11.4.2.3 Caractéristiques de la REUT au niveau des sites de recharge de nappes enquêtés

SITE DE L'OUED SOUHIL

Le site de l'Oued Souhil se trouve au niveau de la nappe phréatique côtière de Nabeul-Hammamet. Il s'agit d'une nappe phréatique de faible épaisseur cantonnée dans les sables quaternaires. Elle repose sur un substratum imperméable qui la sépare des structures sous-jacentes, mio-pliocènes. Le réservoir est quasiment sableux et la zone non saturée aussi. La profondeur du plan d'eau est voisine de 12 à 15 m. La majorité des exploitations agricoles de la région de l'Oued Souhil sont agrumicoles et disposent, à la fois, de leur propre puits de surface et d'une vanne d'irrigation.

Le site fait partie intégrante du PPI et aussi d'un foncier domanial. Il est placé dans l'enceinte d'une ferme expérimentale de 25 ha, régie par l'INRGREF. Le champ d'expérimentation est principalement axé sur la REUT et des boues en agriculture en adoptant différentes techniques et modes d'irrigation à différentes espèces végétales. Sur le plan état de connaissance du milieu, on dispose de toutes les données et paramètres hydrogéologiques et géochimiques de la nappe qui ont justifié ce site pour la recharge artificielle.

Le site de recharge, datant de 1984, a été dans sa première phase composé de quatre bassins d'infiltration de 20 m de côté et de 1,8 m de profondeur. Ensuite, cinq autres bassins, de mêmes caractéristiques, ont été aménagés et sont distants des premiers de 200 m environ. Leur localisation est indiquée sur la figure ci-dessous. Ces bassins ont été connectés au réseau d'irrigation par les EUT et sont dotés de vannes et compteurs. L'approvisionnement en eau du site de recharge se fait de façon gravitaire à partir d'un bassin réservoir tampon de 4 000 m^3. Ce dernier reçoit les EUT pompées à partir d'une station de pompage lointaine de 7 km appartenant au CRDA de Nabeul.

Figure 11-5 : Localisation des deux sites de recharge par bassins d'infiltration de l'Oued Souhil et de la STEP SE4



Source : google earth

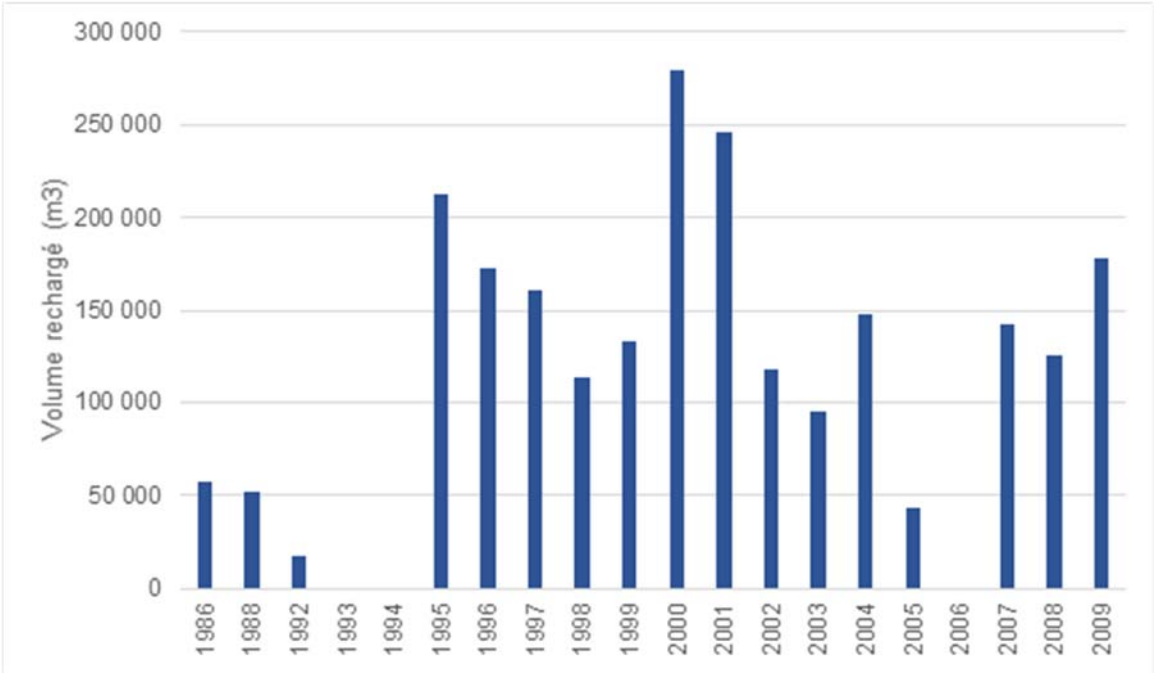
Le réseau de contrôle de la nappe se fait à partir de 18 piézomètres crépinés à des horizons très variés. Ces piézomètres sont de faibles diamètres (10 cm), disposés tout autour des bassins d'infiltration et suivent l'axe d'écoulement préférentiel de la nappe, dans un rayon de 300 m environ. La variabilité appliquée aux horizons de crépinage avait pour objectif de démontrer le rôle que pourrait jouer l'épaisseur de la zone non saturée sur le degré d'épuration et de traitement complémentaire de l'effluent rechargé. Au-delà, le réseau de contrôle est complété par une vingtaine de puits de surface.

La recharge est réalisée par alternance entre couples de bassins d'infiltration. Ainsi, lors de la mise en eau dans un couple de bassins, le couple à proximité est hors service (phase de chômage). Après une quinzaine de jours environ, l'accumulation des MES au fond des bassins entraine une réduction notable de la capacité d'infiltration à cause de ce film colmatant. On arrête alors la mise en eau dans le premier couple de bassins et on fait fonctionner le second à proximité. C'est un procédé d'infiltration par alternance. Il vise, d'un côté, à entretenir le fond des bassins de façon mécanique par décapage du film colmatant notamment en période hivernale ; et par effet de l'ensoleillement en période estivale. D'un autre côté, il vise à maintenir un niveau élevé d'aérobie dans la zone d'infiltration en dessous de chacun des bassins afin de favoriser une meilleure oxydation et une élimination maximale des agents pathogènes. Cela permet de valoriser au mieux le pouvoir épurateur de la zone non saturée. Ce procédé permet aussi de réduire le développement indésirable au cours du temps, des bactéries filamenteuses au fond des bassins d'infiltration qui contribuent avec l'accumulation de la MES à réduire la capacité d'infiltration.

La première mise en eau date du 4 décembre 1985 et a été prolongée jusqu'à la fin de l'année 1987. Durant cette phase, la recharge n'était pas continue surtout en période estivale où la demande en eau, de la part des irrigants devient accrue. Dans sa première phase de mise en œuvre, l'administration a bénéficié d'un support technique total, financé par le projet PNUD, dans l'usage des techniques nucléaires (isotopiques) pour le traçage des eaux rechargées et leur propagation à travers la nappe aquifère. Lors de la phase de démarrage de la recharge, les résultats ont fait l'objet de publications multiples à l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA). Puis, les rapports sont devenus internes, concernant essentiellement les volumes annuels mobilisés pour la recharge. Ces volumes sont indiqués sur la Figure 11-6.

La station est hors d'usage depuis 2010. Les justifications avancées sont relatives au manque de moyens en personnel et en sources de financement. Le volume maximal appliqué a atteint 279 000 m^3 en 2000 et la moyenne du volume appliqué à la recharge est proche de 1 500 m^3/j. Un total de 2 300 000 m^3 a été rechargé depuis le démarrage du site en 1985.

Figure 11-6 : Volumes annuels rechargés au site de l'Oued Souhil entre 1986 et 2009



Source : CRDA Nabeul

SITE DE KORBA

Au niveau de Korba, la nappe phréatique a une épaisseur supérieure à 100 m, cantonnée dans les sables gréseux et argileux du Plio-quaternaire. Elle repose sur un substratum marneux miocène imperméable qui la sépare des structures sous-jacentes. Le réservoir est quasiment sablo-gréseux et la zone non saturée aussi. La profondeur du plan d'eau est voisine de 20 m. Tout autour de l'emplacement du site, on relève l'existence de puits de surface. Les paramètres hydrogéologiques et géochimiques de la nappe au droit du site sont bien connus. En effet, lors de l'étude du site, 17 forages géotechniques de profondeurs variées y ont été exécutés afin de déterminer les caractéristiques lithologiques et hydrauliques de la zone non saturée et de l'aquifère phréatique même.

Figure 11-7 : Localisation du site de recharge et de la STEP de Korba



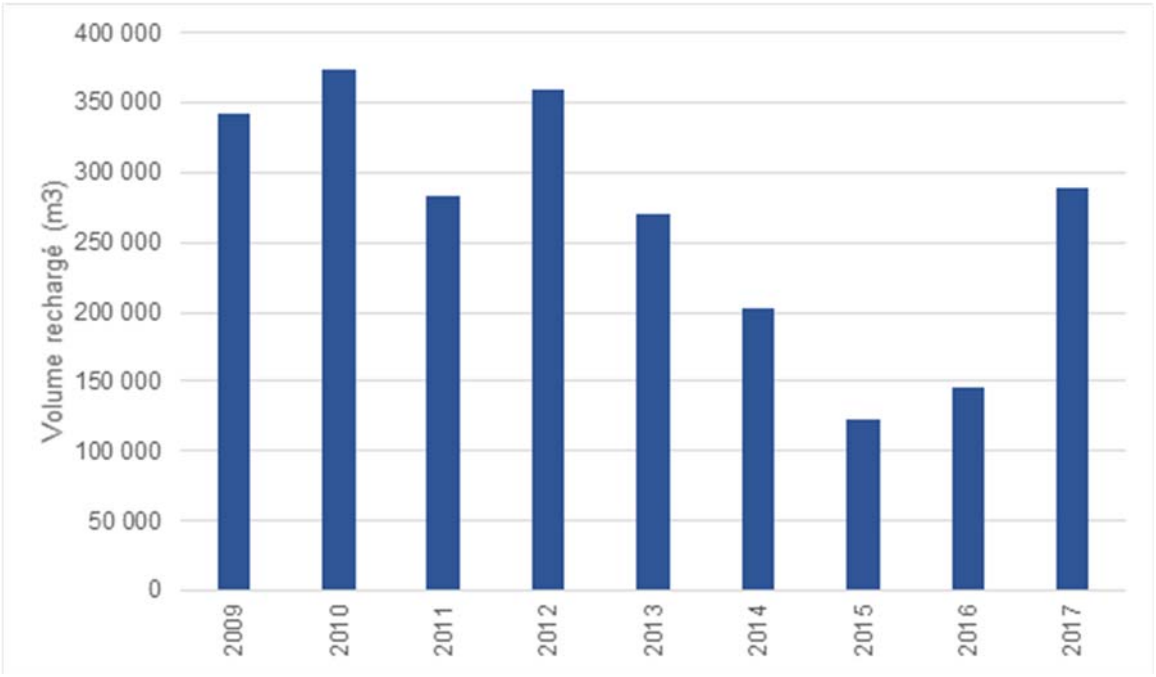
La station, datant de fin 2008, se compose de trois bassins d'infiltration de forme rectangulaire et de 1 500 m^2 chacun, avec une profondeur de 1,5 m et leur fond recouvert d'une couche de sable de 0,25 m. Ces bassins sont connectés à un réservoir de 300 m^3 doté de vannes et compteurs. A proximité de la sortie des eaux de la STEP de Korba, il y a une station de pompage appartenant au CRDA de Nabeul. La pompe, d'une capacité de 20 l/s, refoule les EUT vers le bassin tampon de 300 m^3, à partir duquel l'eau est desservie de façon gravitaire vers les bassins d'infiltration.

Le réseau de contrôle de la nappe se fait à partir de 12 piézomètres, de 30 m de profondeur et de 6 autres piézomètres de profondeur voisine aux précédents et équipés d'enregistreurs automatiques de niveaux et de conductivité électrique des eaux souterraines et de 3 autres piézomètres de 7 m de profondeur intéressant la zone non saturée. Au-delà, le réseau est complété par des puits de surface dont le nombre est de 12 et leur profondeur voisine de 25 m.

Le protocole de mise en œuvre de la recharge prévoit la mise en eau simultanée de deux bassins et le troisième en chômage (hors service). La capacité d'infiltration, dans les bassins, évaluée à 0,5 m/j, donc un volume journalier de 1 500 m^3/j pour une surface utile de 3 000 m^2. Le procédé par intermittence permet le renouvellement de l'oxygène dans la zone non saturée et l'intervention pour le traitement du film colmatant au fond des bassins.

La première mise en eau date du 25 décembre 2008. Le suivi a été confié, conjointement à l'INRGREF et au CERTE jusqu'en 2014. Seuls deux ouvriers, le gardien et le pompiste, assurent le suivi des volumes pompés et rechargés dans les bassins. Depuis 2015, l'Arrondissement des ressources en eau du CRDA de Nabeul fait le suivi de la piézométrie (à l'échelle semestrielle) et de la conductivité électrique des eaux souterraines (à l'échelle annuelle). Les enregistreurs automatiques mis en place dans les piézomètres en vue de suivre le niveau de la nappe et la conductivité électrique des eaux souterraines ont été complètement démantelés et la station est quasiment à l'état d'abandon. Les raisons d'une telle situation semblent être justifiées par le manque de moyens en personnel et en ressources financières. Les volumes annuels d'EUT qui ont été rechargés dans la nappe sont indiqués sur la Figure 11-8. Le volume maximal a atteint 374 000 m^3 en 2010, soit une moyenne de 1 000 m^3/j. La recharge ne s'applique pas durant toute l'année. Un total de 2 400 000 m^3 a été rechargé depuis le lancement du site en 2009.

Figure 11-8 : Volumes annuels rechargés au site de Korba entre 2009 et 2017



Source : CRDA Nabeul

Le Tableau 11-25 résume les principales caractéristiques des sites de recharge avec des EUT de l'Oued Souhil et de Korba.

Tableau 11-25 : Eléments factuels issus des enquêtes auprès des sites de recharge de nappe avec des EUT

	Site de recharge de l'Oued Souhil	Site de recharge de Korba
Date de démarrage de la recharge	Décembre 1987, arrêt de la recharge en 2010	Décembre 2008
Volume d'EUT réutilisé	En moyenne 1 500 m^3/j Maximum en 2000 : 279 000 m^3 2009 : 178 000 m^3	En moyenne 1 000 m3/j Maximum en 2010 : 374 000 m3 2017 : 289 000 m3
Stockage des EUT	Bassin réservoir de 4 000 m^3	Bassin tampon de 300 m^3
Procédé de recharge	9 bassins d'infiltration de 720 m^3	3 bassins d'infiltration de 2 250 m^3
Périodes de recharge	Toute l'année sauf en période estivale	Toute l'année sauf en période estivale
Réseau de contrôle	18 piézomètres et une vingtaine de puits de surface	25 piézomètres et 12 puits de surface
Gestion	CRDA de Nabeul, arrondissement des ressources en eau	CRDA de Nabeul, arrondissement des ressources en eau
Tarification des EUT	EUT fournies gratuitement par l'ONAS/CRDA	EUT fournies gratuitement par l'ONAS
Autres coûts supportés par le CRDA	Coûts liés à la station de pompage et à l'entretien des bassins d'infiltration	Coûts liés à la station de pompage et à l'entretien des bassins d'infiltration
Autres ressources en eau disponibles	Pas d'autres ressources en eau	Pas d'autres ressources en eau

11.4.3 Analyse transversale de la REUT pour la recharge de nappes

RESULTATS DES SUIVIS DE L'OUED SOUHIL ET DE KORBA

Oued Souhil

Le suivi de l'impact de la recharge artificielle par les EUT au site de l'Oued Souhil a été assuré conjointement par la DGRE et l'INRGREF. Ces deux institutions sont sous tutelle du MARHP. Les publications de la DGRE à ce sujet ont concerné surtout les aspects :

- Hydrodynamiques (capacité et vitesse d'infiltration, porosité et coefficient d'emmagasinement, piézométrie et propagation des écoulements souterrains, mécanisme de la recharge, etc.)
- Géochimiques en mettant l'accent sur l'importance du taux de mélange entre les eaux natives et les eaux de recharge et ce par le recours des techniques de traçage isotopiques.

Les principaux résultats sont donnés dans le tableau ci-dessous.

ASPECTS	PARAMETRES
HYDRO DYNAMIQUE	• Capacité d'infiltration dans les bassins (0.5 à 1.5 m3/m2/jour) • Porosité des horizons affectés par la recharge : 27% • Manifestation d'un dôme piézométrique sous les bassins de recharge et individualisation d'un cheminement préférentiel de l'écoulement souterrain en direction de l'exutoire naturel de la nappe qui est la mer. • Mécanisme de la recharge : mode de piston flow. • Remontée de la piézométrie de 4 m sous les bassins d'infiltration et moins de1 m à 300 m de distance.
GEOCHIMIQUE	• Adsorption des phosphates dans la ZNS • Réduction dans les teneurs des : phosphates, de l'ammonium, l'azote total, l'alcalinité et le pH. • Légère élévation dans les teneurs en calcium et la dureté • Stabilisation dans les concentrations en chlorures et en sulfates. • Détermination de la perméabilité, par application des traceurs (k varie de 0.07 à 0.30 m/j).

L'INRGREF, de son côté, a procédé à un suivi de l'aspect microbiologique. Ce suivi n'a pas été prolongé durant toute la durée du projet et les résultats sont partiels. L'analyse microbiologique consistait en un dénombrement des coliformes, des coliformes fécaux et des streptocoques fécaux. La méthode appliquée était celle du nombre le plus probable (N.P.P) en milieu de cultures liquides conformément aux Normes Tunisiennes 16.21 et 16.24.

La principale conclusion a été que **les teneurs en DCO dans la nappe varient de10 à 48 mg/l, donc bien inférieures à celles des EUT (60 à 100 mg/l).** Bien qu'il y ait un abattement de la DCO, il reste une présence significative de charge polluante (matière organique dissoute). Par conséquent, **l'abattement microbiologique n'est pas total**. Ces résultats indiquent que les eaux rechargées ne sont pas bien oxydées lors du processus de recharge comme en témoignent les concentrations en azote. Ainsi, la ZNS n'est pas assez oxygénée pour permettre la dégradation aérobie des effluents lors de leur percolation à travers la ZNS. Pour surmonter ce problème, il faudrait veiller à une oxygénation élevée de la ZNS en procédant au raccourcissement du temps d'alternance entre bassins d'infiltration (3 à 4 j au lieu de 15 j).

Pour un certain nombre de paramètres physico-chimiques et microbiologiques, l'analyse rétrospective des impacts de la recharge à l'Oued Souhil a permis de tirer les conclusions suivantes (DGEQV, 2009) :

- La capacité d'infiltration du massif filtrant diminue par effet de colmatage quand il n'y a pas d'entretien de la plage d'infiltration,
- Les phosphates sont piégés dans la zone non saturée,
- L'ammoniaque subit une nitrification,
- Les sulfates, les chlorures et la conductivité restent à des valeurs identiques
- Il y a la présence de germes témoins de contamination fécale.

Concernant la recharge indirecte, une campagne d'analyse réalisée en septembre 2017 a permis l'étude de qualité microbiologique et physicochimique de la nappe d'eau souterraine de Sfax pour avoir une indication sur l'impact potentiel des EUT de la STEP de Sfax Sud utilisées pour l'irrigation (DGGREE, 2017). Les résultats ont mis en évidence la **vulnérabilité de la nappe à la charge microbienne et à un élément métallique, le zinc**[60].

Ces deux études montrent que la filtration des EUT lors de la recharge de nappe ne permet pas l'épuration complète de l'eau, notamment au niveau microbiologiques. Ainsi, l'utilisation des eaux des nappes rechargées par les EUT doit faire l'objet de mesures particulières et de restrictions en fonction des usages. Cependant, à l'heure actuelle, les opérations de recharge ont eu lieu dans des nappes surexploitées pour l'irrigation agricole et il n'y a, pour l'heure, **pas de réglementation pour l'irrigation des cultures maraîchères avec l'eau des nappes rechargées avec des EUT.**

Korba

Pour ce qui est du cas du site de Korba, le suivi a été réalisé par le CERTE. L'information n'est pas complètement accessible car elle fait l'objet de sujets de thèse. Toutefois, les quelques publications traitant de ce sujet sont résumées dans le tableau ci-dessous.

ASPECTS	PARAMETRES
HYDRO DYNAMIQUE	• Capacité d'infiltration dans les bassins (< 1 m3/m2/jour) • Remontée de la piézométrie de 1à 4 m sous les bassins d'infiltration et moins de1m à 200 m de distance.
GEOCHIMIQUE	• Adsorption des phosphates dans la ZNS • Réduction dans les teneurs des : phosphates, de l'ammonium, l'azote total. • Stabilisation dans les concentrations en chlorures et en sulfates. • Légère diminution dans les teneurs en résidu sec dans les piézomètres proches aux bassins de recharge.

L'aspect microbiologique constitue le point faible en matière de suivi. En effet, l'état de la nappe avant le démarrage de l'opération de la recharge n'a pas été relevé. Par ailleurs, tout près de la station, du côté sud, l'Oued Sidi Othmane est en permanence submergé avec des eaux usées, parfois traitées, parfois brutes, en provenance de la STEP de Korba à proximité. Ainsi, le site de recharge de Korba se trouve soumis à une double influence des eaux provenant de la recharge à partir des bassins d'infiltration et de la recharge à partir de l'infiltration dans le lit de l'oued. Seul un travail de recherche approfondi permettrait de distinguer la part des choses.

En ce qui concerne l'aspect environnemental, la recharge n'a pas induit des nuisances, notamment olfactives, sur l'environnement immédiat ou lointain (en dépit de la qualité des effluents arrivant à la station en cas de dysfonctionnement au niveau des stations de traitement). Aucun dégagement de mauvaises odeurs ni de développement de gîtes larvaires n'a été relevé pendant la durée de l'opération. Seul un développement algal à la surface des eaux a pu être constaté ; mais ce phénomène accidentel n'a pas duré.

[60] La vulnérabilité de la nappe est peut-être exacerbée par l'utilisation de fumier en agriculture.

Sur le plan de gestion des bassins, Il a été montré que le procédé de rotation par bassin ou par couple de bassin devrait varier en fonction des conditions climatiques. Lors des jours d'ensoleillement, il serait intéressant d'exposer le fond des bassins aux rayonnements solaires car l'impact sur le traitement au niveau de la MES accumulée est plus pertinent (assèchement, balayage, décapage, etc.). En revanche, quelles que soient les conditions climatiques, la durée de rotation doit être raccourcie (3 à 4 jours) pour permettre une meilleure oxygénation de la ZNS sous les bassins d'infiltration, afin d'assurer un degré d'oxydation assez élevé.

Sur le plan partenariat, bien qu'il n'y ait pas de conventions de partenariat établies entre le CRDA et les autres institutions pouvant être intéressées par le projet, on a constaté que la structure régionale et même locale de l'Union Tunisienne de l'Agriculture et de la pèche (UTAP) était un acteur clé dans ce cas de figure. Il a joué un rôle positif auprès de ses adhérents au niveau de la sensibilisation et de l'encouragement à la réussite du projet tout en demandant à l'ONAS de livrer une meilleure qualité des EUT. Il a même joué un rôle positif dans la médiatisation. Les paysans qui ont perçu l'effet positif de la recharge, en voyant la productivité de leur puits s'améliorer, ont insisté pour que l'action soit maintenue de façon durable.

Sur le plan hygiénique, le ministère de la santé publique a été impliqué dans le projet. Le personnel opérant à la station de recharge a subi au démarrage du projet une vaccination. La direction régionale de la santé procède à un échantillonnage et analyses périodiques dans son propre réseau de puits.

Cependant, que ce soit dans le cas de Korba ou de l'Oued Souhil, un certain nombre de défaillances ont été relevées en termes de prévention, de contrôles et de suivi épidémiologique. Ces défaillances sont présentées dans le paragraphe suivant.

ENSEIGNEMENTS DES ENQUETES SUR LES ASPECTS SOCIAUX, ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES

La méconnaissance des risques et le non-respect des normes sanitaires propres à la REUT ont été notées lors des enquêtes au niveau de l'Oued Souhil et de Korba (voir Tableau 11-26). Ce problème est en partie dû à la déconnexion qu'il existe entre la recharge de nappe et l'utilisation des nappes qui est faite par la suite. En effet, si les usagers perçoivent l'intérêt de la recharge de la nappe avec les EUT, ils ne perçoivent pas toujours les risques associés. L'épuration des EUT après leur passage dans le sol, ainsi que la dilution des EUT avec des eaux conventionnelles ne permet pas l'abattement total des problèmes de qualité. **Il est ainsi nécessaire que la recharge de nappe fasse partie d'un projet plus large, englobant les prélèvements qui sont réalisés par la suite.**

Tableau 11-26 : Analyse d'indicateurs sociaux, environnementaux et sanitaires pour la recharge de nappes

Aspects	Indicateurs		Oued Souhil/Korba	Korba
Sanitaire	Production de culture maraîchères avec les eaux de la nappe		Oui	oui
	Connaissance des risques par les agriculteurs		Non	non
	respect des normes sanitaires propres à la REUT		Non	non
	Analyses régulières de la qualité des EUT		Non	Non
Environnemental	Suivi de la piezométrie		Oui	Oui
	Suivi régulier de la qualité des eaux de la nappe		Non	Non
Social	Acceptabilité	Des employés	Oui	Oui
		Des agriculteurs	Oui	Oui

N.B : l'acceptabilité sociale des agriculteurs concerne les agriculteurs qui savent qu'ils utilisent des EUT.

11.4.4 Regard sur la REUT pour la recharge de nappes dans d'autres pays

La recharge artificielle de nappes dans le monde est réalisée essentiellement à partir des eaux de surface. Il existe malgré tout des sites de recharge à partir d'eaux issues du dessalement, (Arabie Saoudite, Emirat Arabes Unis, etc.) et d'EUT (Etats Unis, Australie, Israël, Turquie, Chypre, Chine, Espagne et Italie).

Le tableau ci-dessous compare les normes en Espagne avec la NT 106.03. L'une des principales différences concerne la microbiologie qui est un élément important dans la réglementation en Espagne.

Tableau 11-27 : Normes de qualité pour la recharge de nappe avec des EUT en Espagne

Pays	MES (mg/L)	Nématodes (œufs/10L)	Escherichia coli (UFC/100mL)	Turbidité (NTU)
Espagne : recharge par percolation	< 35	-	< 1 000	-
Espagne : recharge par injection directe	< 10	< 1	0	< 2
NT 106.03	< 30	< 1	-	-

Source : (BRLi, 2017)

Dans la majorité des cas, la recharge avec des EUT est combinée avec d'autres eaux de recharge comme à Phoenix aux Etats Unis où les eaux de la rivière Colorado sont additionnées aux EUT. Les apports en eau de surface de la rivière varie au cours de l'année car son débit est très dépendant des conditions climatiques. Les EUT permettent donc de continuer la recharge quand les eaux de surface se font rares (Casanova & al., 2013).

11.4.5 Synthèse des contraintes au développement de la recharge de nappe avec des EUT et recommandations

SYNTHESE DES POINTS FORTS ET DES CONTRAINTES

Les enquêtes et les entretiens effectués auprès des acteurs participant à la recharge de nappe avec des EUT en Tunisie au niveau des sites de l'Oued Souhil et Korba ont permis de dresser la liste des contraintes et des atouts au développement de cet usage. Ils sont indiqués dans le tableau suivant.

Tableau 11-28 : Hiérarchisation des contraintes au développement de la recharge de nappe avec des EUT

Niveau de contrainte	Type de contraintes par aspects
Contraintes majeures	**Aspects institutionnels** • Pas d'organisme dédié à la recharge de nappe avec des moyens suffisants pour porter les projets dans leur mise en place et surtout pour leur suivi dans le temps, manque d'une vision claire et d'une stratégie avec des objectifs bien définis • Gestion des sites de recharge déléguée au CRDA de Nabeul mais pas de budget ou compétences associés : difficultés pour exploiter convenablement les sites, arrêt de la recharge **Aspects techniques** • Problèmes de qualité des EUT à cause de la surcharge de la STEP, présence d'huiles et colmatage des bassins d'infiltration

Niveau de contrainte	Type de contraintes par aspects
	Aspects économiques • Investissement importants réalisés pour la mise en place des sites mais pas de moyens pour le suivi que ce soit au niveau de la recherche ou de l'exploitation et de l'entretien des sites. Pas de participation des usagers au coût de la recharge.
Contraintes modérées	**Aspects institutionnels** • Manque de collaboration entre la recherche chargée des suivis des nappes et des administrations : - Manque de communication des résultats de la recherche vers les administrations. Ex : la DGRE ne possède pas les suivis complets des nappes (géochimie, piézométrie, microbiologie) - Peu de valorisation des résultats obtenus quand ils sont communiqués. Ex : peu de prise en compte des résultats du site d'Oued Souhil pour celui de Korba donc ce dernier n'a pas apporté les résultats supplémentaires attendu - Conflits dans les partenariats établis. Ex : pas de renouvellement de la convention entre la DGRE et le CERTE pour le suivi microbiologique de la nappe de Korba donc plus de suivis actuellement sur ces paramètres • Déconnexion entre la recharge de nappe et l'utilisation de l'eau en aval, pas de vision d'ensemble du projet de REUT **Aspects réglementaires** • Pas de normes de qualité des EUT spécifiques à la recharge de nappe alors que besoins différents que l'usage agricole direct (notamment pour N et P) • Pas de réglementation pour l'irrigation des cultures maraîchères avec l'eau des nappes rechargées avec des EUT **Aspects techniques** • Manque de suivi de la qualité des EUT au niveau parasitologique alors que vulnérabilité possible des nappes à la charge microbienne
Contraintes mineures	**Aspects environnementaux et sanitaires** • Piézomètres non protégés par un cadenas • Résultats non satisfaisants sur l'impact de la recharge sur l'intrusion du biseau salé, pas de conclusions possibles • Pas d'état initial effectué sur la qualité des nappes avant la recharge • Manque de respect des règles de recharge établies à l'origine des projets comme le débit injecté par année • Certains effets à long termes non étudiés sur la nappe et les usages en aval : ETM, polluants émergents, etc. Risques de contamination irréversible des nappes **Aspects institutionnels** • Manque d'une équipe de recherche pluridisciplinaire établie avec une maîtrise des connaissances et des techniques à adopter afin d'interpréter correctement les résultats de suivis des nappes malgré leur complexité
Atouts au développement	**Aspects techniques** • Expérience ancienne de la recharge en Tunisie avec le site d'Oued Souhil (années 70)

Niveau de contrainte	Type de contraintes par aspects
	• Choix pertinents de localisation des sites de recharge : caractéristiques de la ZNS, contexte hydrogéologique, proximité de la STEP, terrain domanial, état de dégradation des nappes, etc. • Amélioration de la qualité physico-chimique des eaux rechargées notamment pour les MES, N, P, etc. Bon potentiel de traitement complémentaire des EUT. • Résultats acquis sur le plan hydrodynamique, géochimique et sur le protocole de mise en œuvre de la recharge (rotation des bassins, entretien, etc.) qui peuvent être réutilisés pour d'autres sites **Aspects environnementaux** • Remontées piézométriques des nappes observées **Aspects sociaux** • Bonne acceptabilité des agriculteurs car utilisation indirecte et permet un apport complémentaire en eau d'irrigation dans des zones où les nappes sont surexploitées et dégradées. Possibilité d'irriguer plus de cultures et avec moins de risques sanitaires qu'avec une utilisation directe des EUT si la recharge est bien effectuée

Au vu de de ce diagnostic, on s'aperçoit que malgré la mise en œuvre de la recharge artificielle à partir des eaux usées traitées depuis plus de trois décades, les résultats atteints demeurent encore inachevés, par rapport aux objectifs fixés. L'évaluation des résultats montre que les résultats quantitatifs sont les plus satisfaisants (au niveau qualitatif, les résultats ne sont pas encore pleinement satisfaisants, notamment pour les aspects parasitologiques).

Les sites de Korba et Nabeul ne sont plus en activité et des mesures urgentes sont à entreprendre pour les réhabiliter et les garder comme sites de référence.

RECOMMANDATIONS

Les EUT constituent une ressource potentielle dont la disponibilité est régulière tout au long de l'année. Cependant, la demande en eau est rarement régulière, notamment pour l'irrigation, où la demande varie au rythme des saisons. Ainsi, le recours au stockage souterrain, au moins partiel, permet :

- De stocker l'eau lorsque la demande est insuffisante par rapport à l'offre et, inversement, de fournir l'eau en quantité suffisante lors des pics de demande ;
- De limiter les baisses piézométriques et d'améliorer la qualité de l'eau.

Afin de développer la REUT pour la recharge de nappes, les éléments présentés ci-avant permettent de formuler les recommandations suivantes :

- Compte tenu de la complexité du processus de recharge de nappes, **l'élaboration d'un guide pratique décrivant les différentes actions à entreprendre au niveau d'un site de recharge** est essentielle pour les opérateurs de la recharge. Parmi les points que le guide doit contenir, on peut noter les suivants : éléments concernant les bassins d'infiltration, rotations de mise en eau, réseau de contrôle, maintenance, échantillonnage et rythmicité de certaines de ces actions, etc.
- La qualité des EUT et le mode de gestion de la recharge des nappes sont deux éléments clés pour garantir la maîtrise des risques sanitaires liés à la recharge artificielle avec les EUT. Afin de garantir la qualité des EUT, il est nécessaire **de définir les normes de qualité à respecter pour la recharge de nappe et de développer les traitements nécessaires pour atteindre cette qualité**. A cet effet**, la filtration sur sable permettrait d'éviter les problèmes de colmatage de la plage d'infiltration. Ensuite, un traitement tertiaire semble essentiel pour sécuriser la recharge du point de vue de la qualité microbiologique des EUT.**

- Il est essentiel d'avoir un suivi de la qualité de l'eau de la nappe régulier permettant l'utilisation en toute connaissance des risques. On note **l'absence de suivi dans les deux nappes de Korba et de l'Oued Souhil**, qui n'est pas compatible avec les usages qui sont faits de la nappe par la suite.

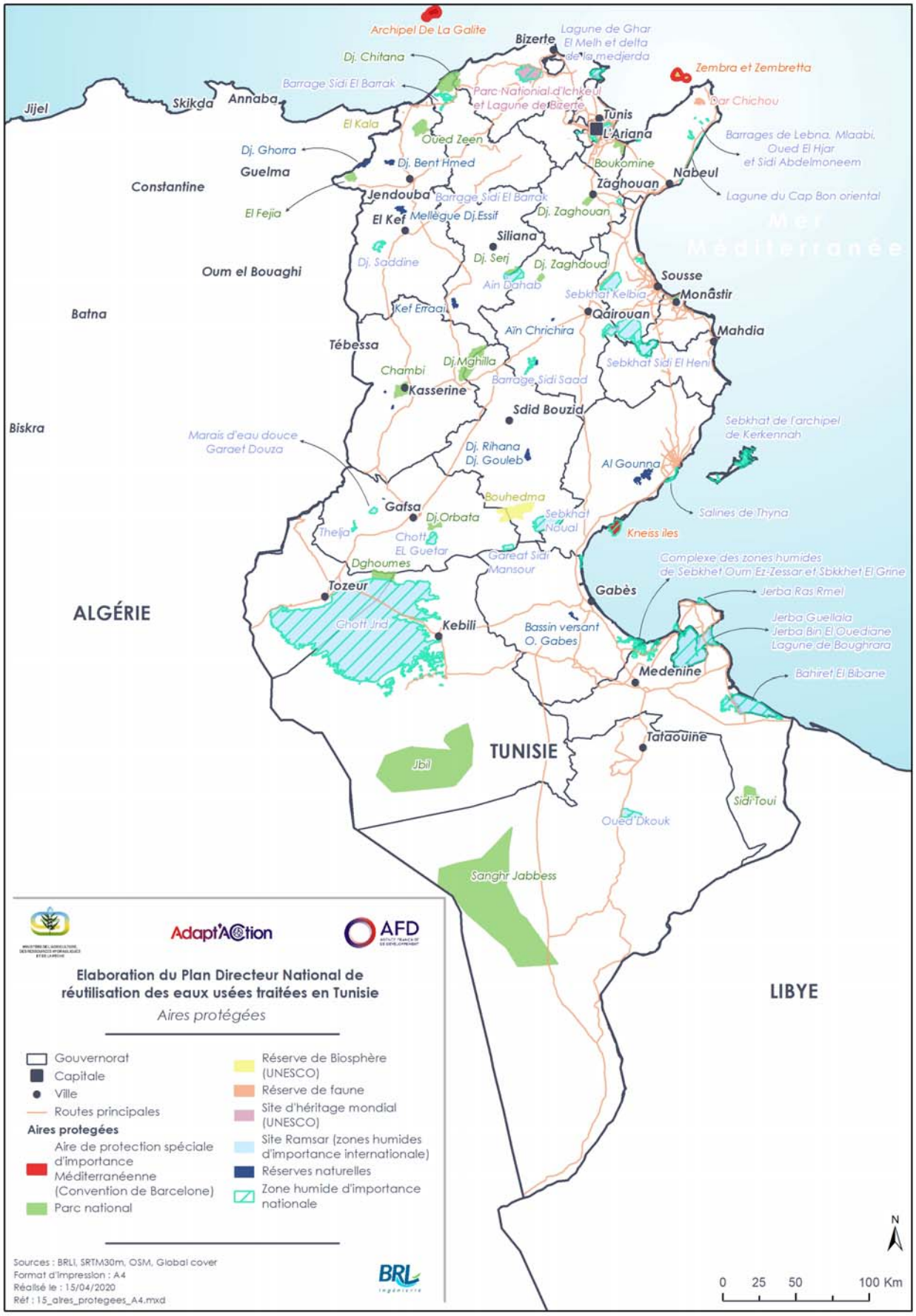
11.5 VALORISATION ECOLOGIQUE : UN FLOU ENTRE LA VALORISATION ECOLOGIQUE ET LE REJET DANS LE MILIEU NATUREL

11.5.1 Description générale du secteur et place de la REUT

Les zones humides s'étendent sur 5 % du territoire tunisien (DGEQV, 2012) et **le maintien de ces zones, surtout durant la période estivale, est essentiel pour la conservation de la biodiversité.** L'abondance de l'eau et des matières nutritives permet une production biologique intense et constitue une attraction pour les oiseaux.

La carte ci-après présente les aires protégées en Tunisie, y compris les zones humides d'importance nationale et internationale.

Carte 11-3 : aires protégées localisées en Tunisie



Pour certaines STEP, il a été choisi de **rejeter les EUT dans un milieu aquatique superficiel dégradé** (sebkha ou oued) afin :

- **D'améliorer la qualité de l'eau du milieu** en y rejetant des EUT de bonne qualité ou,
- **De maintenir une zone humide** en évitant qu'elle s'assèche.

L'alimentation des zones humides avec les EUT permet aussi de stabiliser et de protéger les sols. En effet, la végétation, adaptée à ce type de milieu maintient les berges et les rivages (cas de la lagune de Korba). Les EUT qui alimentent les zones humides apportent souvent de la matière nutritive permettant une certaine stabilité des écosystèmes et peuvent constituer des espaces pour l'autoépuration de l'eau. C'est ce processus qui est exploité et amélioré dans les stations de lagunage.

33,5 Mm³ d'EUT auraient été réutilisés pour la valorisation écologique en 2017 (BPEH, 2017). Cependant, cet usage est peu régulé et on note un **manque global de suivi pour cette réutilisation**. **Il est donc difficile de savoir si les 33,5 Mm³ correspondent réellement à un soutien aux écosystèmes aquatiques ou s'apparentent plus à un simple rejet dans le milieu**.

11.5.2 Les éléments factuels issus des enquêtes

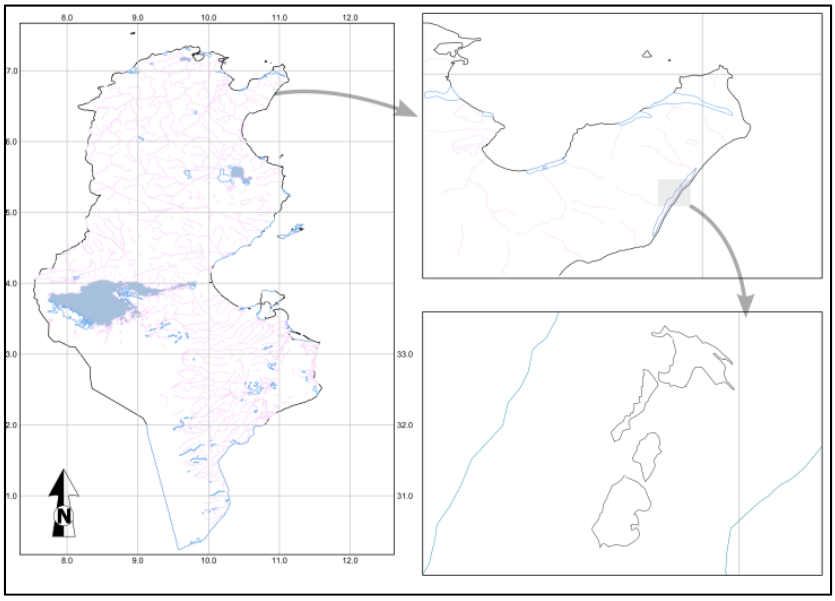
11.5.2.1 Déroulement des enquêtes et description des sites visités

Deux sites de « valorisation écologique » ont été enquêtés lors de l'étude : la lagune de Korba à Nabeul et la lagune de Bizerte. Ces sites ont été sélectionnés lors du premier COPIL de l'étude en janvier 2019, en concertation avec les participants au COPIL.

HYDROLOGIE ET ECOLOGIE DE LA LAGUNE DE KORBA

La lagune de Korba est un site Ramsar et une ZICO (Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux) située dans le Nord-Est de la Tunisie (voir la localisation sur la Figure 11-9). La lagune de Korba accueille chaque année une importante faune ornithologique représentée par environ une cinquantaine d'espèces. Par ailleurs, il est à noter que parmi les espèces végétales recensées au niveau de ce plan d'eau, il y a l'*A. Barrondoni* qui est une phanérogame signalée pour la première fois en Tunisie. Cette dernière représente une vraie originalité biologique dans cet écosystème.

Figure 11-9: Localisation de la lagune de Korba



Ce plan d'eau est localisé dans une zone de climat semi-aride à hiver chaud. Il s'agit d'une dépression allongée, positionnée parallèlement à la ligne du rivage sur environ 8,5 km mais relativement étroite (350 m de largeur au maximum). Elle se caractérise par un fond plat et une profondeur maximale ne dépassant guère un mètre dans sa partie orientale. Elle représente le seul plan d'eau permanent le long de la côte orientale du Cap Bon et fait partie d'un système lagunaire côtier s'étendant entre Maamoura et Kélibia.

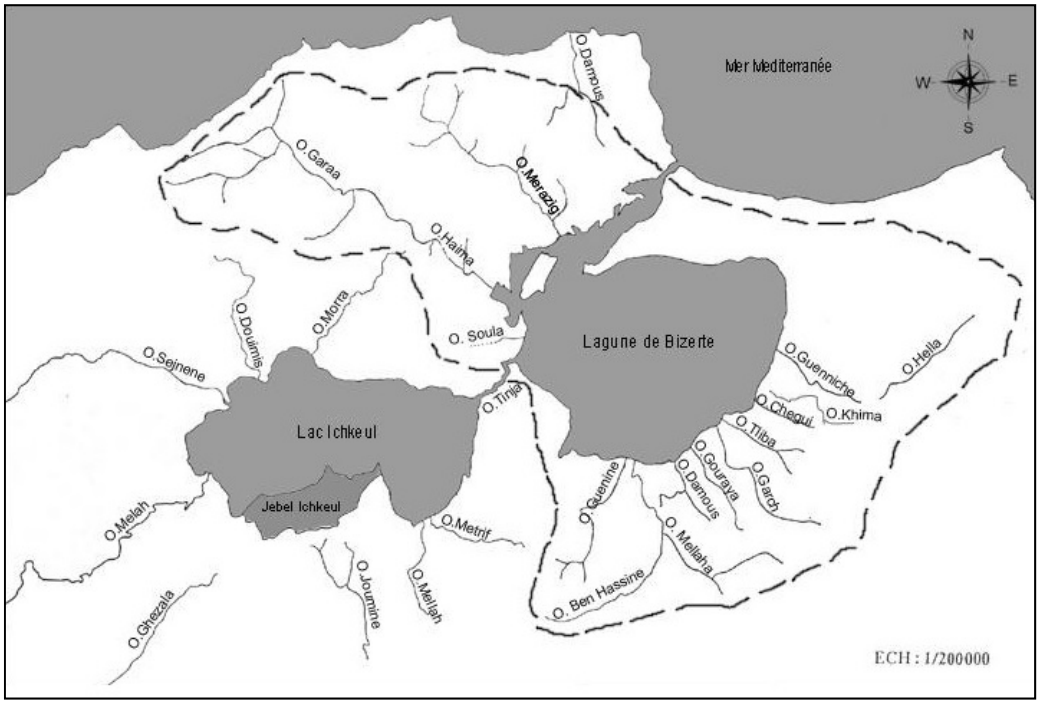
La lagune de Korba (dite Sebkha Charquia) est séparée de la mer par un cordon sableux entrecoupé par quatre passes ouvertes qui permettent sa communication avec cette dernière. Son bassin couvre une partie du bassin versant de l'oued Chiba et une partie de l'oued Korba. La superficie totale de ce bassin est de l'ordre de 27,1 km^2. **Cette lagune est alimentée par les eaux pluviales directes ou ruisselées par le bassin versant de la lagune, par l'Oued Chiba au moment des crues et par la mer au cours des tempêtes.** Etant donnée la complexité de l'alimentation de la lagune en eau (différentes origines et différentes qualités), la **qualité des eaux de la lagune est soumise à une variabilité saisonnière fortement influencée par toutes ces contraintes**.

En plus de ces apports en eau, **la lagune de Korba reçoit les EUT de la ville et les rejets saisonniers des eaux usées industrielles correspondant aux eaux de lavage des conserveries de tomate** (en Juillet, Août, Septembre).

HYDROLOGIE ET ECOLOGIE DE LA LAGUNE DE BIZERTE

La lagune de Bizerte est située à l'extrême Nord de la Tunisie. Elle s'étend sur une superficie de l'ordre de 128 km^2, avec une largeur maximale de 11 km et une longueur maximale de 13 km, et communique avec la mer par un canal de 6 km de longueur. La largeur et la profondeur maximales du canal sont de 0,8 km et 12 m, respectivement. La lagune est reliée dans sa partie ouest à un second plan d'eau, le lac Ichkeul, par le canal Tinja d'environ 5 km de long et de quelques mètres de profondeur (3 mètres en période de crue). La lagune de Bizerte et sa localisation par rapport au lac d'Ichkeul et à la mer est représentée sur la Figure 11-10.

Figure 11-10 : Situation géographique et délimitation du bassin versant de la lagune de Bizerte



Le réseau hydrographique de la lagune est composé de plusieurs cours d'eaux qui débouchent principalement au niveau des bordures Sud et Ouest de la lagune. Ces cours d'eau sont représentés par les oueds El Merdj et Abbés au Nord, les oueds Merazig et Halima au Nord-Ouest, les oueds Soula et Tinja à l'Ouest, les oueds Guenniche, El Hella, Djedara et El Khima, à l'Est et les oueds Guennine, Ben Hassine, Douamis, El Gouraya, Garek, Tliba et Chegui au Sud. La lagune draine un bassin versant de l'ordre de 380 km^2. **La quantité d'eau qui arrive dans la lagune est estimée à 125 Mm^3/an en moyenne.**

La surface de la lagune varie de **80 à 110 km²** en été et sa salinité fluctue en fonction du bilan hydrique. A ceci, s'ajoute l'impact lié à l'installation de trois barrages au niveau du bassin versant de l'Ichkeul. Ces derniers ont diminué les apports d'eau douce alimentant l'écosystème lagunaire, ont perturbé ses caractéristiques hydrologiques et augmenté sa salinité. La salinité élevée a engendré la disparition des espèces d'eau douce, particulièrement, le poisson *Barbus callensis* et la *Magnoliophyte Potamogeton pectinatus*, principale source trophique des oiseaux aquatiques hivernant à l'Ichkeul.

Tableau 11-29 : Déroulement des enquêtes des sites de valorisation écologique avec des EUT

	Lagune de Korba	Lagune de Bizerte
Localisation	Gouvernorat de Nabeul	Gouvernorat de Bizerte
Lieux visités	STEP de Korba et rejet, lagune et alentours	STEP de Menzel Bourguiba et rejet, lac et activités alentours, canal de Tinja
Dates de visite	26 et 27 février 2019	1er mars 2019
Personnes rencontrées	STEP : Chef de division régional et Chef de station ONAS Présidente de l'ANTPE et président de l'association écotourisme et environnement	STEP : Chef de station ONAS et chef exploitant privé
Illustration	 *Lagune de Korba*	 *Lagune de Bizerte*

11.5.2.2 Caractéristiques des STEP alimentant les sites enquêtés

Pour la STEP de Korba, les différentes caractéristiques sont détaillées dans la section précédente dédiée à la recharge de nappe car cette station est aussi utilisée pour la recharge artificielle de la nappe de Korba avec les EUT. Quant à la STEP de Menzel Bourguiba, elle rejette ses effluents au niveau de la lagune de Bizerte.

Dans le cadre du "*Programme de dépollution intégrée du lac de Bizerte - Volet assainissement*", l'ONAS a prévu l'assainissement de la ville de Menzel Bourguiba et ce à travers différentes actions :

- la mise à niveau de la STEP,
- la réhabilitation des réseaux vétustes et l'extension de certaines conduites,
- l'acquisition d'équipements d'exploitation des réseaux et
- la réutilisation des eaux traitées et des boues pour les activités agricoles.

Il est à mentionner que les EUT de la station de Menzel Bourguiba n'ont subi aucune activité de réutilisation jusqu'à présent.

Le Tableau 11-30 reprend les principales caractéristiques des STEP de Korba et de Menzel Bourguiba.

Tableau 11-30 : Description des STEP alimentant les sites de valorisation écologique enquêtés

Caractéristiques des STEP	STEP de Korba	STEP de Menzel Bourguiba
Date de création	2002	1997
	 *Clarificateur de la STEP de Korba Source (BRLi, mars 2019)*	 *Chenal d'oxydation de la STEP de Menzel Bourguiba (BRLi, mars 2019)*
Origine des EUB – industriels raccordés	Eaux domestiques de la ville de Korba et village de Mida + eaux industrielles (teinturerie…)	Eaux domestiques de la ville de Tinjah et de Menzel Bourguiba + eaux industrielles
Gestion du trop plein	Gestion du débit avec les bassins de maturation ou déversement dans l'oued en aval de la STEP	By pass vers l'oued puis la lagune en cas de fortes pluies
Population raccordée	75 000 EH	91 000 EH
Type de traitement	Boues activées à faible charge (aération prolongée) Traitement complémentaire avec filtre à sable + bassins de maturation	Boues activées à faible charge
Capacité nominale	7 600 m3/j	11 000 m^3/j
Débit journalier moyen et maximum (2017)	7 300 m^3/j	8 200 m^3/j

Caractéristiques des STEP	STEP de Korba	STEP de Menzel Bourguiba
Volume d'EUT produit (2017)	2 700 000 m^3	3 000 000 m^3
Valorisation des sous-produits	100 % de valorisation des boues pour l'agriculture	Pas de valorisation des boues
Réhabilitations / Extensions	Réhabilitation des chenaux d'oxydation avec mise en place d'un système fines bulles et extension pour atteindre 20 000 m3/j prévues	Réhabilitation il y a 6 mois de la plupart des équipements (dégrilleurs, agitateurs, station de pompage des boues…)
Milieu de rejet	Oued et lagune de Korba	Oued puis lagune de Bizerte
Type de gestion	ONAS	Exploitation privée sous gestion de l'ONAS
Usages REUT et volume réutilisé en 2017	Recharge de nappe : 288 000 m^3 Alimentation de la lagune de Korba : 4 000 m^3/j	Alimentation de la lagune de Bizerte : 8 200 m^3/j (total des EUT rejeté dans la lagune)

Source : (ONAS, 2017)

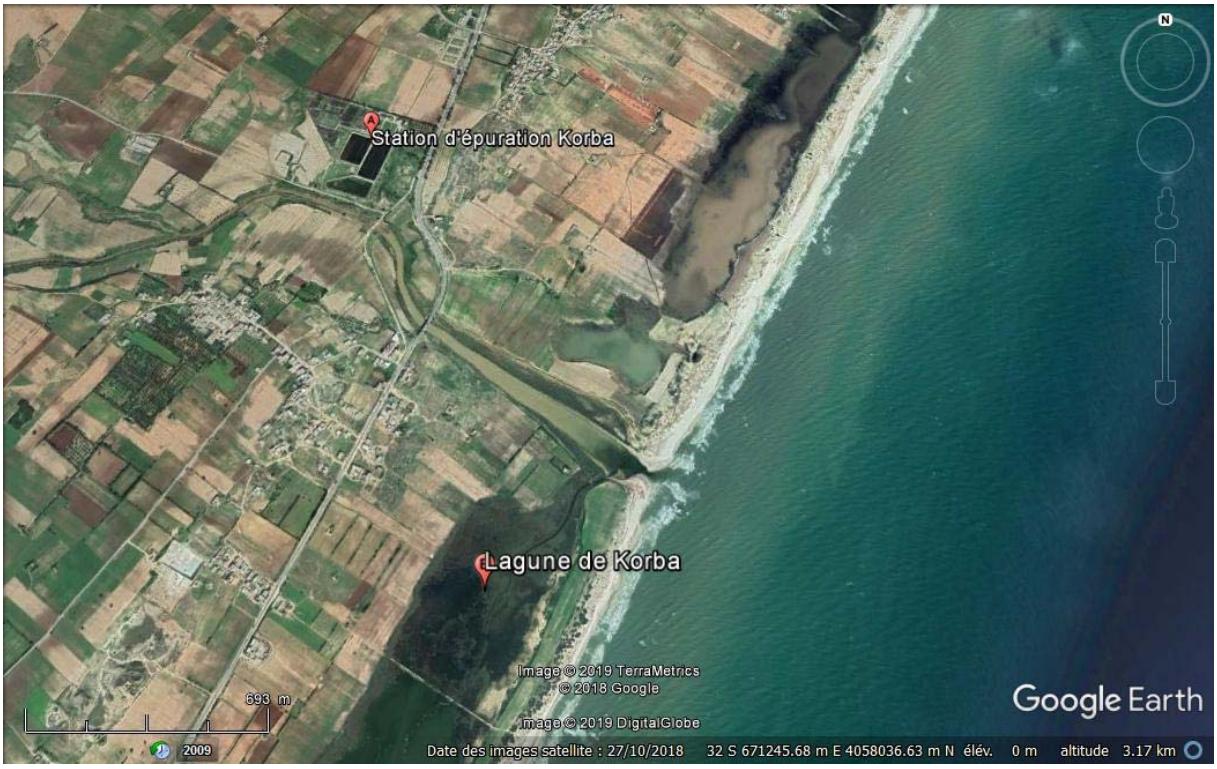
11.5.2.3 Caractéristiques de la REUT au niveau des sites de valorisation écologique enquêtés

LAGUNE DE KORBA

La lagune de Korba a fait l'objet d'une attention très particulière dans le cadre des programmes nationaux de préservation de la biodiversité et du développement durable, dont notamment le projet MedWetCoast qui a démarré en 1999 sur les zones humides du Cap Bon.

En effet, ces zones renferment environ 35% des espèces menacées des côtes tunisiennes et de nombreuses espèces caractéristiques de la biodiversité méditerranéenne. Parmi les objectifs de ce projet figurait la protection du site de Korba contre différentes formes d'agressions dont notamment : avancement des terres agricoles et urbanisation de la ville de Korba, déversement des eaux usées domestiques et industrielles de quatre conserveries de tomates, pollution par les ordures ménagères et les déchets solides, trafic routier reliant la ville de Korba à Menzel Temime qui perturbe la relative quiétude des oiseaux

Figure 11-11 : Localisation de la lagune de Korba par rapport à la STEP



Des mesures urgentes entreprises dans le cadre du projet ont permis de rétablir l'équilibre des écosystèmes lagunaires au niveau de la zone humide de Korba. Depuis le démarrage du projet, plusieurs améliorations sont à noter, dont (APAL, 2003) :

- La fermeture de l'abattoir de la ville qui a, durant longtemps, pollué la lagune et empoisonné sa faune et sa flore ;
- L'amélioration de la propreté du site ;
- Le développement de divers aménagements tels que l'installation de parcours écologiques et des passerelles en bois pour protéger le site et permettre l'accès à la plage ;
- L'alimentation de la lagune par des eaux usées traitées depuis la STEP de Korba depuis 2002
- La mise en place de prétraitements au niveau des conserveries de tomates ;
- La création d'un écomusée et d'un observatoire pour le suivi de l'hydrologie et de l'avifaune de la lagune.

Un **plan de gestion a été développé en 2004** et devait être mis en œuvre par l'Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral (APAL). Ce plan de gestion a permis le balisage de la zone protégée de la lagune pour éviter que l'urbanisation et les terres agricoles gagnent encore du terrain sur la lagune. De plus, un Comité Local d'Appui à la Gestion (CLAG) a été créé rassemblant l'APAL, l'ONAS, le CRDA de Nabeul, la municipalité de Korba et la société civile via l'Association Tunisienne de Protection de la Nature et de l'Environnement de Korba (ATPNE). Cette dernière a pour rôle la sensibilisation à l'environnement de la population locale, la contribution à la protection des écosystèmes et de la biodiversité de la région et le développement de l'écotourisme au niveau de la lagune de Korba.

Aujourd'hui cependant, par faute de moyens, l'APAL n'est plus présente sur le site et les suivis de la qualité de l'eau et de l'avifaune ne sont plus effectués.

Afin d'éviter l'assèchement de la lagune en été, une convention a été signée entre l'ONAS et le ministère de l'environnement en 2005 pour que 4 000 m^3/j d'EUT provenant de la STEP de Korba soient rejetées dans la lagune plutôt que dans l'oued. Une conduite gravitaire a donc été mise en place de la sortie des bassins de lagunage de la STEP jusqu'à la lagune. L'assèchement de la lagune a ralenti et un débit minimal est maintenu lors de la période estivale. Cependant, l'APAL n'étant plus présente sur le site, il n'y a **pas de contrôles du rejet de l'ONAS dans la lagune, que ce soit en termes quantitatifs ou qualitatifs**. Par ailleurs, il n'y a **pas de contrôle de l'utilisation des eaux de la lagune** et il est possible que l'eau de la lagune soit réutilisée pour le maraîchage d'après l'ATPNE.

LAGUNE DE BIZERTE

La dépression de la lagune de Bizerte est soumise à un ensemble de nuisances dont les causes sont les suivantes (EUROMED, 2011) :

- Les rejets hydriques provenant des zones urbaines ;
- Les rejets industriels divers chargés en métaux lourds et hydrocarbures (cimenterie El Fouledh, unité de fabrication de circuits imprimés Fuba, raffineries Stir et Sotolub, industrie Socomena pour l'entretien des bateaux…) ;
- Les rejets de déchets solides divers provenant des zones urbaines et des activités industrielles ;
- Les rejets provenant des activités agricoles sur le bassin versant : En effet, la superficie agricole totale autour de la lagune de Bizerte est de 12 700 hectares et comprend des grandes cultures (7 800 ha), de l'arboriculture (500 ha) et des cultures maraîchères (3 400 ha).

Par ailleurs, comme cela est expliqué plus haut, l'installation des barrages à l'amont du lac Ichkeul a aussi affecté fortement l'équilibre naturel de la lagune faisant varier son bilan hydrique et augmentant fortement sa salinité.

Figure 11-12 : Localisation de la lagune de Bizerte par rapport à la STEP de Menzel Bourguiba



De par les nombreuses pressions exercées sur la lagune, il existe de forts enjeux au niveau de la qualité de l'eau pour préserver l'intérêt environnemental du site et sécuriser les activités de pêche et d'aquaculture.

Au vu de cette situation, un projet de dépollution intégrale du lac de Bizerte financé par l'UE dans le cadre du Mediterranean Hot Spot Investment Program a été lancé en 2011. Un diagnostic de la lagune a d'abord été effectué puis un plan d'action à l'horizon 2020 a été élaboré. Les rejets en EUT dans la lagune sont suivis dans le cadre de ce programme, pour les 3 STEP concernées : Bizerte, Mateur et Menzel Bourguiba. L'objectif du suivi est de prévenir l'impact des rejets sur la lagune notamment pour les paramètres azote et phosphore. **Ainsi, concernant la lagune de Bizerte, il semblerait que le rejet dans la lagune s'apparente plus à un rejet qu'à une réutilisation environnementale.**

Tableau 11-31 : Eléments factuels issus des enquêtes auprès des sites de valorisation écologique

Aspects enquêtés	Lagune de Korba	Lagune de Bizerte
Illustration	 *Pastoralisme à proximité de la lagune de Korba (BRLi, mars 2019)*	 *Activités de pêche et aquaculture dans la lagune de Bizerte (BRLi, mars 2019)*
Démarrage de l'alimentation de la lagune avec les EUT	2005	1997
Volume d'EUT réutilisé	4 000 m^3/j	8 200 m^3/j
Réseau de distribution	Conduite gravitaire jusqu'à la lagune	Conduite gravitaire jusqu'à la lagune
Protections réglementaires	Zone Ramsar et ZICO	Pas de protections
Suivis de la qualité de l'eau	Non	Oui (ANPE, APAL)
Gestion	APAL	APAL

11.5.3 Analyse transversale de la REUT pour la valorisation écologique

ENSEIGNEMENTS DES ENQUETES SUR LES ASPECTS SOCIAUX, ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES

Les enquêtes ont montré des situations relativement différentes entre les lagunes de Korba et de Bizerte. Le tableau ci-dessous renseigne plusieurs indicateurs sanitaires, sociaux et environnementaux.

Parmi les points importants, on relève que **les services écosystémiques fournis par la lagune ne font pas l'objet d'un suivi particulier** (maraîchage, pâturage, baignade, pêche, etc.). Cette situation est semblable à celle de la recharge de nappe. On est en effet dans une situation où l'utilisation secondaire des EUT ne fait pas l'objet de mesures particulières, étant déconnectée de l'utilisation première qu'est la valorisation écologique.

On note aussi que **le suivi environnemental et de la qualité de l'eau est différent entre la lagune de Korba où il n'y a plus de suivi et la lagune de Bizerte où il y a un suivi régulier**. Enfin, dans le cas de la lagune de Korba, il y a eu des campagnes de sensibilisation autour la REUT et l'acceptabilité des riverains ne semble pas problématique. Dans le cas de la lagune de Bizerte, il n'y a pas eu de campagne de sensibilisation et les riverains n'ont à priori pas connaissance du projet de valorisation écologique des EUT.

Tableau 11-32 : Analyse d'indicateurs sociaux, environnementaux et sanitaires pour la valorisation écologique des EUT

Aspect	Indicateur	Lagune de Korba	Lagune de Bizerte
Sanitaire	Utilisation probable des eaux de la lagune pour le maraîchage	Oui	Oui
	Pâturage à proximité de la lagune	Oui	Oui
	Baignade en sortie de lagune	Oui	Oui
	Pêche et aquaculture	Non	Oui
	Contrôle de l'accès au site	Non	Non
Environnemental	Essentiel au maintien de la biodiversité du site	Oui	Non
	Rejets clandestins d'eau brute	En amélioration (fermeture de l'abattoir, prétraitement au niveau des conserveries de tomates)	Oui
	Contrôles de la qualité de l'eau	Non	Oui
	Suivi environnemental	Non	Oui
Social	Acceptabilité des riverains	Oui	les riverains n'ont pas connaissance de la REUT
	Communication sur le site à destination des touristes	Oui	Non

11.5.4 Regard sur la REUT pour la valorisation écologique dans d'autres pays

L'usage environnemental des EUT pour valoriser des services écosystémiques est relativement récent dans le monde. On peut citer l'exemple au Mexique du lac Texcoco où la REUT a permis la restauration des zones humides et de réservoirs d'eau douce. Le traitement des EUT utilisé est de type boues activées, complété par une filtration sur sable et un traitement avancé avec processus d'élimination des nutriments (N et P) (UN WATER, 2017). Les exemples de ce type de réutilisation utilisent souvent les normes relatives aux rejets dans les milieux naturels. La mise en œuvre de « normes de qualité de l'eau ambiante » permettrait de prendre en compte la capacité de l'écosystème concerné par la réutilisation à absorber ou assimiler la pollution provenant des EUT. Elle se mesure par le volume maximum admissible d'une substance dans un plan d'eau. Ces normes existent dans plusieurs pays dans la législation nationale mais elles n'existent pas encore pour toutes les substances et tous les sites.

11.5.5 Synthèse des contraintes de la valorisation écologique avec des EUT et recommandations

RECOMMANDATIONS

En fonction des projets, la valorisation écologique répond à des objectifs très différents. Il est donc difficile de dresser une synthèse des forces et des faiblesses communes à ces types de réutilisation qui sont plutôt à considérer au cas par cas. On peut cependant proposer quelques recommandations sur la base des enquêtes réalisées au niveau de la lagune de Korba et de Bizerte :

- En amont du projet de valorisation écologique, il est important **d'établir un état initial du milieu considéré**. Sans cela, il est difficile d'étudier, par la suite, les impacts du rejet de l'ONAS. De plus, il faut fixer des objectifs liés à cette réutilisation et **établir des indicateurs qui permettront d'évaluer si les objectifs sont atteints ou non** (qualité de l'eau de la lagune, hauteurs d'eau, espèces d'oiseaux présentes, etc.). L'ensemble des parties prenantes liées à la lagune doivent se concerter pour définir les règles à respecter liées au rejet de l'ONAS (débit journalier, qualité de l'eau en fonction de la sensibilité du milieu récepteur, notamment pour les paramètres N et P, et des usages du milieu comme la pêche, l'irrigation agricole, etc.).
- Au cours du projet, un **contrôle régulier à la fois quantitatif et qualitatif** du rejet de l'ONAS doit être effectué ainsi qu'une évaluation des impacts sur le milieu grâce à des suivis hydrologiques, de qualité de l'eau, et écologiques (faune, flore, etc.). Ces suivis doivent être confiés à une structure stable ayant les moyens et les compétences suffisantes pour les faire sur le long terme (APAL, une association locale, etc.).
- Pour la réussite du projet, il faut que **l'approche soit intégrée** : l'ensemble des décisions liées au milieu qui doit être valorisé doivent être prises en concertation avec toutes les parties prenantes. Ces dernières peuvent être l'ONAS, la municipalité, le ministère de l'environnement, la société civile (associations locales de protection de l'environnement, etc.), des usagers (agriculteurs, pêcheurs, industriels, etc.). Le projet doit aussi être en cohérence avec tout autre plan de gestion du milieu déjà mis en place (exemple du programme de dépollution de la lagune de Bizerte ou du plan de gestion de la lagune de Korba).

11.6 UTILISATION PAR LES INDUSTRIELS : UN FORT POTENTIEL DE DEVELOPPEMENT

11.6.1 Description générale du secteur et place de la REUT

Chaque année, environ 130 Mm^3 d'eau sont prélevés pour l'usage industriel, ce qui représente 5% des consommations annuelles d'eau en Tunisie (MARHP, 2015). Dans les zones où le stress hydrique est important, les industriels recherchent des alternatives aux eaux conventionnelles afin d'assurer la pérennité de leur entreprise. C'est pourquoi la demande de REUT pour l'usage industriel existe, bien qu'elle ne soit pas développée pour l'heure. Les entreprises consommant de grandes quantités d'eau et intéressées par la REUT sont surtout le secteur du textile, du cuir, de la cimenterie, des carrières et des industries chimiques. Pour les industries agro-alimentaires, les exigences de qualité de l'eau demandées sont très élevées.

Le Tableau 11-33 donne une vision d'ensemble de tissu industriel tunisien actuel et précise les secteurs potentiels pour la REUT d'après les retours du ministère de l'industrie sur les entreprises demandeuses d'utiliser les EUT.

Tableau 11-33 : Secteurs d'activités des industries tunisiennes

Secteurs d'activités	Nombre d'entreprises	Part dans le tissu industriel	Centres techniques	Secteurs potentiels pour la REUT
Industries textiles et de l'habillement	1 605	30 %	Centre Technique de Textile (CETTEX)	x
Industries agricoles et alimentaires	1 093	20 %	Centre Technique de l'Agro-Alimentaire (CTAA)	
Industries mécaniques et métalliques	639	12 %	Centre Technique des Industries Mécaniques et Electriques (CETIME)	
Industries chimiques	566	11 %	Centre Technique de Chimie (CTC)	x
Industries des matériaux de construction, de la céramique et du verre	414	8 %	Centre Technique des Matériaux de Construction, de la Céramique et du Verre (CTMCCV)	x
Industries électriques, électroniques et de l'électroménager	339	6 %	Centre Technique des Industries Mécaniques et Electriques (CETIME)	
Industries diverses (vannerie, papier, transformation de matières plastiques…)	288	5 %	Centre Technique de Conditionnement et d'Emballage (PAKTEC)	
Industries du cuir et de la chaussure	235	4 %	Centre National du Cuir et de la Chaussure (CNCC)	
Industries du bois, du liège et de l'ameublement	193	4 %	Centre Technique de l'Industrie du Bois et de l'Ameublement (CETIBA)	
Total	**5 372**	100 %		

Source : (APII, 2019)

Bien qu'il n'y ait pas de REUT actuellement, des essais ont déjà eu lieu, notamment avec le Groupe Chimique Tunisien (GCT) à partir de la STEP de Gabès. Il existerait aussi des cas d'industries qui font le traitement de leurs propres eaux usées et qui les réemploient à la sortie. Ce type d'usage s'apparenterait plutôt à un recyclage des EUT.

Il est à noter que les grandes industries s'intéressent beaucoup à la solution du dessalement qui est perçue comme plus fiable que la REUT au niveau de la qualité de l'eau par les industriels, malgré son coût de mise en œuvre plus élevé.

11.6.2 Les éléments factuels issus des enquêtes

11.6.2.1 Déroulement des enquêtes et description des sites visités

Pour les enquêtes, le site du GCT de Gabès a été choisi ainsi que le site de Gafsa car ce dernier prévoit de réutiliser les EUT prochainement en s'inspirant de l'essai ayant eu lieu à Gabès.

Le GCT valorise le phosphate extrait par la Compagnie des Phosphates de Gafsa (CPG) pour en faire de l'acide phosphorique et des engrais pour l'agriculture. Le GCT traite près de 6,5 millions de tonnes de phosphate naturel chaque année dans ses 4 sites de production : Gabès (la plus grande plateforme de production), Sfax, Skhira et M'dhilla (mise en service souhaitée pour juin 2019), les deux derniers se trouvant dans la région de Gafsa. Le secteur phosphatier occupe une place importante dans l'économie tunisienne. En effet, le GCT emploie plus de 6 500 personnes, la Tunisie est le 5^{e} producteur mondial et le GCT exporte dans une cinquantaine de pays répartis sur les 5 continents.

L'acide phosphorique est produit en utilisant le procédé suivant : le minerai phosphaté est attaqué par l'acide sulfurique et hydraté. Lors de cette phase, du phosphogypse est aussi produit qui sera par la suite repulpé. **Ces deux étapes demandent beaucoup d'eau, en continu et durant toute l'année**. Bien que le circuit soit fermé et que l'eau soit réutilisée, il y a **beaucoup de pertes par évaporation**, notamment au moment du repulpage du phosphogypse. De plus, les unités de production se trouvent dans le sud tunisien, région aride où les nappes sont surexploitées, particulièrement pour l'agriculture.

Dans le cadre de sa stratégie environnementale, la préservation des ressources en eau est une des thématiques abordées par le GCT. Les actions prévues concernent notamment la REUT après traitement tertiaire, ainsi que le dessalement de l'eau de mer.

Le Tableau 11-34 reprend le déroulement des enquêtes sur le terrain pour les sites du GCT de Gabès et Gafsa.

Tableau 11-34 : Déroulement des enquêtes des sites de réusitilisation industrielle des EUT

	GCT de Gabès	GCT de Gafsa
Localisation	Gouvernorat de Gabès	Gouvernorat de Gafsa
Lieux visités	STEP de Gabès	STEP de Gafsa
Dates de visite	14 mars 2019	27 mars 2019
Personnes rencontrées	STEP : Chef de service épuration ONAS régional et chef de station GCT Gabès : Directeur régional	STEP : Chef de service épuration ONAS régional GCT Gafsa : Directeur régional et 3 ingénieurs chefs de division
	 *Réseau de distribution des EUT vers le site de production du GCT de Gabès (BRLi, mars 2019)*	 *Ancienne STEP de Gafsa vue depuis la future STEP de Gafsa (en chantier). Au fond l'usine de la GCT (BRLi, mars 2019*

11.6.2.2 Caractéristiques des STEP alimentant les sites enquêtés

Gabès est une ville industrielle considérée comme l'une des plus polluée en Tunisie et les enjeux pour garantir la qualité des EUT sont forts, particulièrement car le rejet s'effectue en mer. En 2012, les lits de séchage des boues ont été interdits à cause des désagréments causés par les odeurs. Avant la mise en place d'une centrifugeuse en 2017, il n'y avait pas d'autre solution pour traiter les boues, elles ont donc été accumulées dans les bassins du chenal d'oxydation, ce qui a impacté très fortement la qualité des EUT.

Outre la centrifugeuse, des investissements lourds ont été faits depuis 2017 pour changer les équipements, notamment au niveau du prétraitement, du chenal d'oxydation et du clarificateur qui a été remplacé par des laminaires. Cependant, ce nouveau système mis en place n'est pas bien calibré et seuls 4,5 compartiments sur 8 fonctionnent actuellement. Cette situation crée une surcharge hydraulique au niveau de la STEP, c'est pourquoi des problèmes de MES subsistent malgré la réhabilitation. A part la réutilisation prévue pour le GCT, les EUT produites sont actuellement réutilisées par le périmètre irrigué de Dissa.

La STEP de Gafsa, quant à elle, est une STEP avec un procédé de traitement par lagunage. 5 bassins, en série, permettent la décantation des EUB. Cependant, on note actuellement un problème d'aération au niveau des bassins et un manque de curage régulier. **Une nouvelle station, de type boues activées, est en cours de construction et devrait être opérationnelle sous peu**. Des moyens importants ont été mis en place pour cette station : systèmes fines bulles pour le chenal d'oxydation, 2 décanteurs primaires, traitement de l'azote et du phosphore, 2 digesteurs pour la cogénération, etc.

Le Tableau 11-35 reprend les principales caractéristiques des STEP de Gabès et de Gafsa.

Tableau 11-35 : Description des STEP prévues pour alimenter les sites de réutilisation industrielle des EUT du GCT de Gabès et Gafsa

Caractéristiques des STEP	STEP de Gabès	STEP de Gafsa
Date de création	1994	1985
Illustration	 *Chenal d'oxydation de la STEP de Gabès (BRLi, mars 2019)*	 *Système lagunaire de la STEP de Gafsa (BRLi, mars 2019)*
Origine des EUB – industriels raccordés	Eaux domestiques de la ville de Gabès + eaux industrielles (lavage de voiture…)	Eaux domestiques de la ville de Gafsa
Gestion du trop plein		Gestion du débit avec les bassins de lagunage
Population raccordée	180 000 EH	91 000 EH
Type de traitement	Boues activées à faible charge (aération prolongée)	Actuellement : lagunage prolongé En travaux : boues activées à moyenne charge, traitement III avec les lagunes, cogénération
Capacité nominale	17 300 m^3/j	6 000 m^3/j
Débit journalier moyen et maximum (2017)	10 000 m^3/j	1 500 m^3/j - ?
Volume d'EUT produit (2017)	3 700 000 m^3	3 000 000 m^3

Caractéristiques des STEP	STEP de Gabès	STEP de Gafsa
Valorisation des sous-produits	Pas de valorisation des boues	Utilisation des boues prévue en partie pour la cogénération
Réhabilitations / Extensions	Réhabilitation à partir de 2017 de nombreux équipements (prétraitement, aérateurs, clarificateur, centrifugeuse…)	Construction en cours de la nouvelle STEP avec boues activées, fin prévue en 2019
Milieu de rejet	Mer	Oued
Type de gestion	ONAS	ONAS
Usages REUT et volume réutilisé en 2017	Périmètre irrigué Dissa : 916 000 m^3	Périmètre irrigué Aguila : 1 945 000 m^3

Source : (ONAS, 2017)

11.6.2.3 Caractéristiques de la REUT au niveau des sites de réutilisation industrielle enquêtés

Le site de production du GCT de Gabès a été novateur dans le domaine de la REUT pour l'usage industriel. Un essai a été mis en place à l'échelle expérimentale pendant 2 ans, entre 2014 et 2016. **Le volume réutilisé à partir de la STEP de Gabès a été de 3 000 m³/j.** un piquage a été fait au niveau du bassin de stockage des EUT du CRDA en aval de la STEP utilisée pour l'alimentation du périmètre irrigué de Dissa.

Actuellement, les ressources en eau utilisées par le GCT proviennent de forages des nappes souterraines à hauteur de 24 000 m^3/j. Ces nappes sont surexploitées et les ressources disponibles diminuent de plus en plus. A la suite de l'essai arrêté en 2016, un autre projet est prévu à hauteur de 10 000 m^3/j.

Concernant le site de Gafsa, la consommation en eau est actuellement de 400 m3/h pour l'usine de Skhira et 400 à 450 m3/h sont prévus pour l'usine de M'dhilla. Les ressources en eau actuelles proviennent des eaux de forages des nappes de Zaroug (saumâtre à 12 g/L, utilisée que pour l'industrie) et Aguila (douce à 3 g/L, usage aussi pour l'agriculture). Le projet de REUT actuellement en cours prévoit l'utilisation de 4 000 m^3/j au total pour les deux usines, sachant que les EUT de la STEP de Gafsa sont déjà en partie réutilisées pour le périmètre irrigué de Aguila. Pour trouver des nouvelles ressources en eau, le GCT de Gafsa réfléchit aussi à des projets de nouveaux forages ainsi qu'au transfert des eaux de dessalement qui seront produites à Gabès, malgré le coût très élevé que va représenter cette alternative.

Les projets de REUT pour les deux sites du GCT sont similaires :

- A l'aval des STEP, un **réservoir de stockage des EUT** sera construit pour permettre, de façon continue, l'utilisation des EUT. Une station de pompage permettra ensuite le transfert des EUT jusqu'aux sites de production. Ces équipements appartiendront au GCT.
- A la charge du GCT, il est aussi prévu de mettre en place des **unités de traitement tertiaire** par ultrafiltration à l'aval des STEP pour assurer la qualité des EUT.
- Des **conventions entre l'ONAS et le GCT sont en cours de signature**. Ces conventions comprendront la quantité d'EUT fournie par l'ONAS au GCT, les seuils de qualité exigés par le GCT pour chaque paramètre des EUT ainsi que la tarification. En effet, le GCT achètera les EUT à l'ONAS directement et **la tarification, en cours de négociation, devrait être autour de 245 millimes/m³** (information orale donnée lors de l'entretien avec le GCT)**.**

11.6.3 Analyse transversale de la REUT pour l'utilisation par les industriels

ENSEIGNEMENTS DES ENQUETES SUR LES ASPECTS SOCIAUX, ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES

Bien qu'il y ait un fort potentiel de développement de la REUT par les industries, ce secteur n'est actuellement pas développé. Les enquêtes sont ainsi essentiellement basées sur les ambitions du GCT puisqu'il n'y a pour l'heure pas d'usage effectif.

On note au **niveau sanitaire que des mesures très strictes sont prévues**. Cela va dans le sens des **traitements additionnels** prévus par le GCT pour avoir une eau d'une qualité répondant aux exigences de l'usage industriel. Par ailleurs, le niveau de traitement ainsi que les conditions sanitaires prévues doivent **faciliter l'acceptabilité des employés du GCT qui sont pour l'instant réticents à la REUT**. Cette réticence est normale puisqu'il n'y a jamais eu de REUT industrielle en Tunisie, il faut donc que la filière gagne la confiance des usagers, ce qui prend du temps.

Le tableau ci-après présente l'analyse de quelques indicateurs sociaux et sanitaires. Concernant les indicateurs sanitaires, il s'agit des ambitions du GCT, puisque la REUT n'est pas effective.

Tableau 11-36 : Analyse d'indicateurs sociaux et sanitaires pour l'utilisation des EUT par les industriels

Aspects	Indicateurs	GCT Gabès/Gafsa
Sanitaire	Vaccination annuelle employés	Oui
	Respect des règles sanitaires (tenue de travail, hygiène individuelle, etc.)	Oui
	Connaissances des risques	Oui
	Contact avec les EUT des employés	Très faible
	Analyses régulières de la qualité des EUT par le GCT	Oui
Social	Acceptabilité des employés	Non

11.6.4 Regard sur la REUT au niveau industriel dans d'autres pays

Un exemple intéressant de **réutilisation des EUT à des fins industrielles se situe au Maroc pour le lavage des phosphates par le groupe OCP (Office Chérifien des phosphates).**

Le groupe OCP est un grand consommateur d'eau qui prélevait historiquement environ 160 millions de m^3 d'eau par an dans les nappes. La REUT a été incluse dans le programme « eau » pour la préservation des ressources hydriques, en complément de mesures d'optimisation de l'utilisation de l'eau. Pour cela, trois STEP ont été réalisées par l'OCP et l'utilisation des EUT a permis de réduire la consommation en eaux souterraines de plus de 40 %. Les objectifs affichés de l'OCP sont d'utiliser 100 % de ressources en eau non conventionnelles d'ici 2028 avec la réutilisation des EUT et le dessalement de l'eau de mer.

La valorisation du biogaz au niveau des STEP permet de réduire les coûts liés à leur fonctionnement. Par ailleurs, 20% des EUT issues de ces STEP sont utilisées pour les espaces verts de la ville Mohammed VI. Le traitement des eaux usées est avancé, il s'agit d'un traitement de type boues activées avec décantation primaire, un traitement sur des filtres à bandes puis sur des filtres à charbon actifs et finalement une désinfection au chlore (Ettazy, 2019).

11.6.5 Synthèse des contraintes de la réutilisation industrielle des EUT et recommandations

SYNTHESE DES POINTS FORT ET DES CONTRAINTES

Les expériences tunisiennes sont encore peu nombreuses sur la réutilisation industrielle des EUT. L'exemple du GCT permet cependant de mettre en évidence quelques freins rencontrés, la plus grande contrainte étant la réticence des employés, mais aussi les atouts possibles de ce type d'usage comme le montre le tableau suivant.

Tableau 11-37 : Hiérarchisation des contraintes au développement de la réutilisation industrielle avec des EUT

Niveau de contrainte	Type de contraintes par aspects
Contraintes majeures	Pas de contraintes majeures identifiées à ce jour
Contraintes modérées	Aspects sociaux • Craintes des employés d'utiliser les EUT, peur pour l'aspect sanitaire
Contraintes mineures	Aspects techniques • Usage qui a besoin d'une très bonne qualité d'eau, les paramètres variant en fonction du type d'industrie Aspects réglementaires • Pas de normes adaptées à l'usage industriel (qualité des EUT, cahier des charges spécifique d'utilisation des EUT, etc.) Aspects institutionnels • Pas de cadre institutionnel existant pour l'usage industriel • Partage des ressources en EUT entre agriculteurs et industriels provenant d'une même STEP peut créer des conflits • Besoin d'une stratégie de communication entre l'ONAS et les industriels en cas de problème au niveau de la STEP, que ce soit au niveau de la distribution ou de la qualité des EUT.
Atouts au développement	Aspects environnementaux • Nouvelle ressource en eau à long terme pour les industriels dans les zones où les eaux conventionnelles sont surexploitées • REUT peut être un élément important de la politique environnementale de l'entreprise Aspects économiques • Possibilité de mettre en place les moyens nécessaires pour un traitement tertiaire performant accompagnés des analyses de qualité des EUT • Prix avantageux au m3 à la fois pour l'ONAS et pour les industriels

Niveau de contrainte	Type de contraintes par aspects
	Aspects institutionnels
	• Etablissement d'une convention entre les industriels et l'ONAS pour se mettre d'accord sur les quantités, la qualité et le prix d'achat des EU. Permet l'établissement d'un lien de confiance entre les deux acteurs. L'ONAS est alors responsabilisé dans le projet de REUT et tient un rôle de producteur et de vendeur des EUT.

PROPOSITION DE RECOMMANDATIONS

Les éléments présentés ci-avant permettent de proposer les quelques recommandations suivantes :

- Tout comme pour les autres usages, il est nécessaire de **définir des normes adaptées à l'usage industriel**, ce qui permettra d'adapter le traitement des eaux usées en conséquence. Cela permettra par ailleurs de limiter les craintes des employés d'utiliser des EUT.
- **De bonnes interactions avec les services de l'Etat** en charge de la REUT sont nécessaires, pour garantir l'appui institutionnel adéquat aux professionnels des Industries.
- Enfin, de bonnes interactions avec l'ONAS sont aussi essentielles, notamment, en cas de problèmes de qualité.

12. ANALYSES COUTS AVANTAGES DE LA REUT POUR DIFFERENTS USAGES

12.1 OBJECTIFS

De façon générale, l'approche « Analyse Coûts Avantage » (ACA) permet d'évaluer la rentabilité économique d'un projet donné. **Dans le cas présent, il s'agit de projets de REUT qui sont comparés avec des situations de référence sans REUT, situations de référence dans lesquelles on procède tout de même à un traitement des eaux au niveau requis réglementairement pour leur rejet dans un milieu.**

L'approche ACA considère, du point de vue de la collectivité (au sens large), les coûts et les bénéfices du projet, présents et futurs, supportés par l'ensemble des acteurs du système considéré. L'approche intègre ainsi les porteurs du projet, ses usagers, ses financeurs, mais aussi tous les autres acteurs concernés : l'Etat, en tant que représentant de l'intérêt général en terme d'environnement, de santé, de bonne gestion des ressources en eau etc. mais aussi, par exemple, les « usagers » indirects du projet (les promeneurs qui vont bénéficier d'un espace vert, les touristes qui vont profiter d'une plage plus propre, etc.).

L'analyse peut être conduite pour des projets déjà mis en place, ou pour des projets à venir.

Dans cette phase de Diagnostic, l'approche porte essentiellement sur des projets déjà en place.

Précisément, les termes de référence indiquent : « une dizaine d'opérations de REUT [fera] l'objet (…) d'une analyse détaillée coûts-avantage. » Il est mentionné que ces analyses permettront « d'évaluer la valorisation économique, sociale et environnementale de l'eau usée traitée. » et que « les différents types de valeur économique seront pris en considération : directe, indirecte, monétaire et non monétaire ».

Les dix projets étudiés ont été choisis parmi la vingtaine de cas ayant fait l'objet d'enquêtes dans le cadre de la présente phase d'étude et décrits au Chapitre précédent. Il s'agit des cas suivants :

- **Périmètres irrigués** : Cinq périmètres irrigués, parmi les dix périmètres enquêtés, ont été étudiés :
  - **Aguila** (gouvernorat de Gafsa) : il s'agit d'un périmètre de 137 ha, où on pratique l'arboriculture (oliviers, palmiers, figuiers), la culture du fourrage et où on élève du bétail. Le périmètre est irrigué à partir des eaux de la STEP de Gafsa.
  - **Ouardanine** (gouvernorat de Monastir) : il s'agit d'un périmètre de 70 ha, sur lequel est pratiquée essentiellement de l'arboriculture (oliviers, pêchers, grenadiers, néfliers, figuiers) et sur lequel on trouve aussi du bétail. Le périmètre est irrigué à partir des EUT de la STEP de Ouardanine.
  - **El Fahs** (gouvernorat de Zaghouan) : il s'agit d'un périmètre de 30 ha où sont cultivés des oliviers et un peu de fourrage pour le bétail. Le périmètre est irrigué à partir des EUT de la STEP de d'El Fahs.
  - **Dhraa Tammar** (gouvernorat de Kairouan) : il s'agit d'un périmètre de 330 ha où la culture majoritaire est le fourrage pour le bétail. Il y a aussi 30 ha d'oliviers. Le périmètre est irrigué à partir des EUT de la STEP de Kairouan.
  - **Oued Essid** (gouvernorat de Kasserine) : il s'agit d'un périmètre irrigué de 191 ha où sont cultivés essentiellement des oliviers mais aussi du fourrage pour du bétail. Le périmètre est irrigué à partir des EUT de la STEP de Kasserine.
- **Golf de Yasmine** (gouvernorat de Nabeul) : La réutilisation concerne un parcours de 70 ha dont 45 ha sont irrigués à partir des EUT de la STEP SE1 de Hammamet.
- **Espaces verts de l'aéroport de Tunis Carthage** : il s'agit de 25 ha d'espaces verts qui sont irrigués à la fois avec les EUT de la STEP de Charguia, et les eaux de la SONEDE.

- **Recharge de nappe de Korba** (gouvernorat de Nabeul) : il s'agit d'un site de recharge artificielle de nappe à partir des eaux de la STEP de Korba. Le site n'est plus en activité depuis novembre 2018.
- **Lagune de Korba** (gouvernorat de Nabeul) : la lagune de Korba est réalimentée à partir des eaux de la STEP de Korba pour éviter son assèchement et préserver son potentiel ornithologique.
- **Groupe Chimique Tunisien (Site de Gafsa)** : cette réutilisation n'est pas encore opérationnelle mais va permettre, à terme, d'utiliser une partie des EUT de la STEP de Gafsa en plus et/ou à la place des eaux souterraines, dans le procédé industriel utilisé pour produire de l'acide phosphorique et des engrais phosphatés.

Des informations complémentaires sur les projets étudiés sont présentées dans les résultats des enquêtes de terrain (chapitre précédent).

12.2 APPROCHE METHODOLOGIQUE

Avant de présenter en détails la méthode, des éléments de bibliographie sur des ACA appliquées à des projets de REUT sont indiqués.

ELEMENTS DE BIBLIOGRAPHIE (NON EXHAUSTIVE) SUR DES ACA APPLIQUEES A DES CAS DE REUT

Plusieurs documents traitant des ACA dans le domaine de la REUT ont été consultés. Dans l'ensemble des références considérées :

- On retrouve l'approche globale sur laquelle repose une ACA : l'estimation du différentiel entre les coûts et les bénéfices, pour un projet donné.
- Dans l'évaluation des coûts directs, ce sont, à chaque fois, les coûts spécifiques à la REUT (coûts additionnels par rapport à une filière d'assainissement sans REUT) qui sont considérés, et non l'ensemble des coûts de la filière assainissement.

  Le principe est que, l'assainissement des eaux usées doit de toute façon être réalisé, qu'il y ait REUT ou non, afin de respecter les normes de rejet dans le milieu.

On peut mentionner les exemples suivants.

- L'analyse réalisée par Arborea S., Giannoccaro G., de Gennaro B. C. et Iacobellis V. en 2016 (*Cost Benefit Analysis of Wasterwater reuse in Puglia, Southern Italy*). Dans cette analyse, les auteurs comparent plusieurs types de traitements complémentaires, nécessaires pour la réutilisation des EUT, avec les bénéfices tirés de la réutilisation à des fins agricoles.
  - Les principaux coûts estimés dans l'article concernent le traitement tertiaire mis en œuvre pour la réutilisation : "*The evaluation of costs for the Future Scenario (i.e., technological upgrading of current plants) took into account the "additional" processes of tertiary treatments necessary for reusing the effluent in agriculture. In other words, we did not count the capital and management costs of building new plants, only the cost of upgrading the existing treatment plants to enhance the required effluent quality*"[61]. Ainsi, les auteurs déterminent, pour différents scenarios de traitement et différents scénarios de taille de stations, les coûts associés aux traitements tertiaires.
  - Les bénéfices liés à la réutilisation sont estimés à partir de la valeur de l'eau d'irrigation. Cette valeur est estimée à partir de la méthode des prix hédoniques. Dans le cas présent, cette méthode repose sur le fait que le prix des terres agricoles dépend notamment de la possibilité d'irriguer. Les terres agricoles équipées pour l'irrigation ont une valeur à l'hectare supérieure aux autres terres. Rapportée au volume d'eau d'irrigation pour 1 hectare, les auteurs déterminent une valeur de l'eau d'irrigation (€/m^3).

[61] *« l'évaluation des coûts du scénario futur (i.e l'amélioration technologique des STEP existantes) a pris en compte le process de traitement tertiaire 'additionnel', nécessaire pour réutiliser l'effluent en agriculture. En d'autres mots, nous n'avons pas pris en compte les coûts d'investissement et de gestion pour la construction de nouvelles stations, mais seulement les coûts pour améliorer les stations de traitement existantes, pour atteindre la qualité requise pour l'effluent ».*

- Le document « Analyse Coûts-bénéfices sur la mise en œuvre de projets de réutilisation des eaux usées traitées (REUSE). Application à trois cas d'études français » (Loubier S. (Irstea) et Declercq R. (Ecofilae), 2014). Dans cette analyse, l'ensemble des coûts et bénéfices directs supportés par les acteurs concernés ou impactés par le projet sont évalués. Trois cas sont étudiés :
  - L'irrigation d'un périmètre de 700 ha à partir des EUT d'une sucrerie et d'une STEP.
  - L'irrigation d'un golf à partir des EUT d'une STEP qui avait comme projet alternatif de réaliser un émissaire en mer pour respecter les normes de rejets.
  - Un cas de REUT multi-usages pour l'arrosage d'espaces verts et d'un golf pour limiter les prélèvements d'eau potable qui compromettaient le développement urbain.

  Les ACA concernent des projets déjà réalisés. Les auteurs ont identifié les coûts et bénéfices indirects mais il est intéressant de noter que, dans l'analyse, seuls les coûts et bénéfices directs sont pris en compte ; les externalités environnementales ne sont par exemple pas monétarisées car d'après les auteurs elles sont difficilement quantifiables.
- Le document « *Etudes de faisabilité pour les projets de réutilisation des EUT : valorisation économique des bénéfices environnementaux* » (Molinos-Senante M., Hernadez-Sancho F., Sala-Garrido R., 2014) propose une méthodologie pour estimer certains bénéfices environnementaux obtenus lors d'un projet de REUT. Cette méthodologie repose sur l'évaluation des coûts évités (coûts liés à la pollution de l'environnement par les rejets des EUT). A cet effet, l'article propose la monétarisation de la pollution par certains éléments. Les éléments suivants sont étudiés : éléments en suspension, nitrates, phosphates et composés organiques. Le gain lié à la réutilisation est ensuite évalué comme étant le coût évité de pollution par ces éléments.

Indiquons par ailleurs que :

- Dans le document « *Vers la durabilité du recyclage de l'eau*" (Sala L., Serra M. (2004) dans Water Science & Technology, Vol. 50 n°2, pp.1-7), les coûts marginaux de traitement nécessaire pour la réutilisation des EUT sont comparés aux coûts associés à la mobilisation de ressources alternatives et sont identifiés comme étant compétitifs.
- Une évaluation de plusieurs types de coûts et bénéfices environnementaux liés à la réutilisation des EUT a été réalisée en Tunisie, dans le document de *Formulation du Programme de Gestion des Ressources Naturelles dans les Territoires Ruraux Vulnérables de Tunisie* (H.Daly, IRAM, 2015). Cette évaluation a été réalisée, notamment pour les éléments suivants :
  - Assèchement de la nappe,
  - Lutte contre l'érosion,
  - Séquestration de carbone.

PRESENTATION DE LA METHODE D'ANALYSE COUT-AVANTAGES (ACA)

Comme indiqué plus haut, l'approche ACA considère, du point de vue de la collectivité (au sens large), les coûts et les bénéfices du projet, présents et futurs, supportés par l'ensemble des acteurs du système considéré.

Coûts et bénéfices pris en considération

L'analyse intègre ainsi des **coûts et bénéfices directs** :

- Les sommes à dépenser pour mettre en place le projet. Par exemple, le traitement tertiaire, le stockage, l'adduction, le réseau d'irrigation, les analyses d'eau, les vaccinations, l'exploitation, l'entretien et la maintenance, etc.
- Et les bénéfices générés pour les usagers de l'eau traitée réutilisée. Par exemple, pour un projet d'irrigation, les bénéfices en lien avec la culture qui a été irriguée avec les eaux usées traitées, mais aussi le bétail qui est nourri avec le fourrage produit.

L'analyse intègre aussi des **coûts et bénéfices indirects** :

- (a) La réduction de pollution dans le milieu récepteur (oued ou mer) du fait de la suppression ou de la diminution du flux rejeté dans ce milieu. Ce bénéfice représente en fait une réduction de l'externalité négative des effluents de STEP. Une valeur économique peut lui être attribuée en se basant sur la méthode des coûts de réparation.
- (b) La diminution du volume d'effluent évacué dans le milieu (oued ou mer). Le projet de REUT conduit en effet à supprimer ou réduire la quantité d'eau rejetée dans le milieu. Cette suppression ou réduction peut être positive sur plan de la qualité (moindre pollution), comme considéré dans le point précédent (a), mais peut cependant être négative d'un point de vue quantitatif : diminution du débit disponible pour les milieux aquatiques, les nappes et/ou pour des usages situés à l'aval (sauf rejet en mer).
- (c) L'augmentation des risques de pollution d'un sol ou d'une nappe.
- (d) les risques sanitaires sont également considérés et évaluées de manière qualitative dans l'analyse.

Sources et méthodes utilisées pour l'évaluation des Coûts indirects

Pour l'évaluation des coûts indirects, nous avons principalement utilisé des éléments issus de Molinos-Senante M., Hernadez-Sancho F., Sala-Garrido R., 2014 cité plus haut et de « *Formulation du Programme de Gestion des Ressources Naturelles dans les Territoires Ruraux Vulnérables de Tunisie - Note sur l'évaluation économique des bénéfices de l'action GRN du programme* » établie pour le Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche de Tunisie, par Hamed DALY et l'IRAM, en 2015. Cette note propose des estimations de la valeur économique fournie par des écosystèmes. La note fait elle-même référence à de nombreuses publications sur ce sujet.

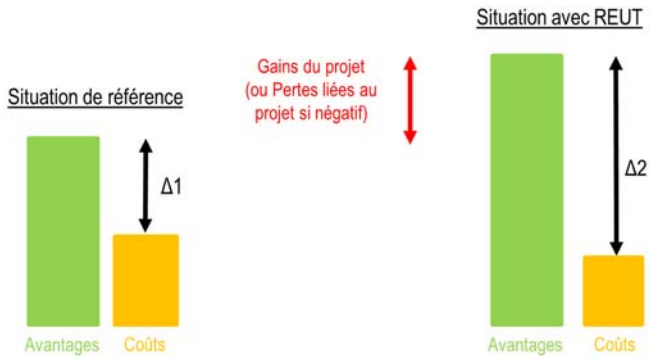
Approche par différence avec une situation de référence

Pour conduire l'analyse coûts- avantages, il est nécessaire de déterminer au minimum deux situations :

- une situation de référence, « sans réutilisation des eaux usées traitées »,
- une situation de projet, « avec réutilisation des eaux usées traitées ».

Les gains ou pertes du projet sont évalués comme suit (illustré dans la figure ci-dessous) :

- calcul, dans un premier temps, pour chacune des deux situations :
  - des avantages et des coûts,
  - de la différence entre les avantages et les coûts pour la situation sans projet (Δ1) et pour la situation avec projet (Δ2),
- calcul de la « différence des différences » (Δ2 – Δ1). Ce calcul peut conduire à une valeur positive (projet présentant un gain économique par rapport à la situation de référence) ou à une valeur négative (projet présentant une perte économique par rapport à la situation de référence).



Une approche économique mais aussi financière

Ce qui a été décrit ci-avant correspond à une analyse économique. Comme indiqué, elle permet de se placer du point de vue de la collectivité.

Il est également possible de conduire une autre analyse, dite financière, en prenant en compte les seuls coûts et bénéfices directs des projets de REUT considérés du point de vue de l'usager direct (par exemple le groupe d'agriculteurs qui va utiliser des EUT pour irriguer, le gestionnaire d'un golf irrigué avec des EUT, etc.). Cette seconde analyse prend en compte les seuls coûts supportés par l'usager ainsi que les seuls bénéfices directs liés à l'usage et permet d'analyser la rentabilité du projet du point de vue de l'usager.

Avec cette double analyse, plusieurs cas de figure peuvent se présenter :

- Le projet est rentable pour la collectivité et pour l'usager et peut être réalisé sans intervention particulière.
- *Le projet est rentable pour la collectivité, mais pas du point de vue de l'usager*. Dans ces conditions, il est possible de subventionner le projet pour créer une incitation positive à sa mise en œuvre.
- *Le projet est rentable pour l'usager, mais pas pour la collectivité*. Dans ces conditions, il est souvent préférable de dissuader la mise en œuvre du projet qui ne bénéficie pas à la collectivité dans son ensemble ou de mettre en œuvre des taxes et/ou des redevances qui rétablissent la rentabilité économique.
- *Le projet n'est rentable ni pour l'usager, ni pour la collectivité*. Dans ces conditions, il est préférable de ne pas réaliser le projet.

Ces quatre situations sont illustrées dans le tableau ci-après.

		Rentabilité financière	
		OUI	NON
Rentabilité économique	OUI	Réalisable sans intervention	Projet à aider
	NON	Projet à dissuader	Non réalisable

Source : Irstea, ONEMA, Ecofilae (2014) Analyses coûts-bénéfices sur la mise en œuvre de projets de réutilisation des eaux usées traitées (REUSE). Application à trois cas d'études français

LES PRINCIPAUX CONCEPTS ECONOMIQUES UTILISES

Un certain nombre de concepts sont utilisés dans les ACA. Ces concepts sont présentés dans l'encadré ci-dessous.

Externalité :

Une externalité est un effet, positif ou négatif, produit par une activité économique sur des tiers ou sur l'environnement sans qu'il y ait de contrepartie monétaire. Cet effet procure :

- Soit une utilité ou un avantage, on parle d'externalité positive *(ex. réduction d'un rejet polluant dans un cours d'eau)*
- Soit une nuisance ou un dommage, on parle d'externalité négative (par ex. hausse de la prévalence des maladies hydriques dans une population)

Dans les deux cas, il n'y a pas d'échange marchand. Ainsi, les bénéfices pour les autres agents économiques et/ou l'environnement en cas d'externalité positive, sont fournis gratuitement. De la même manière, les gênes ou dommages occasionnés sont produits sans compensation financière.

Service écosystémique :

Le concept de « service écosystémique » se situe à la jonction entre nature et sociétés humaines. Ainsi, les structures ou processus biologiques naturels (par ex. les habitats forestiers) remplissent des fonctions écologiques (par ex. filtration de l'eau), qui rendent des services à l'homme (par ex. épuration de l'eau). Ces services possèdent donc une valeur économique pour les agents économiques qui ont alors un consentement à payer pour leur préservation (via des politiques environnementales). Le Millenium Ecosystem Assessment (MEA) propose une typologie de services écosystémiques qui distingue 4 grands types de services :

- Les services d'approvisionnement : nourriture, combustible, plantes médicinales, matériaux de construction.
- Les services de régulation : maintien de la qualité de l'air, régulation du climat, cycle de l'eau, contrôle de l'érosion, purification de l'eau, pollinisation,
- Les services culturels : activités récréatives, valeurs esthétiques, scientifiques, valeur patrimoniale,
- Les services support : nécessaires pour la production de tous les autres services (long terme) : formation du sol, production d'oxygène atmosphérique, production primaire.

NB : Ces deux concepts (externalités et services écosystémiques) constituent les coûts et bénéfices indirects des ACA. Ils sont non-marchands, c'est-à-dire qu'il n'existe pas de marché pour échanger ces biens et services et qu'il n'y a donc pas de prix qui pourrait servir à leur évaluation en tant que coûts ou bénéfices. Des méthodes existent pour leur donner une valeur économique. Elles sont présentées ci-dessous.

Méthode des coûts de remplacement ou de substitution :

La méthode des coûts de remplacement propose de donner une valeur monétaire à des biens ou services non marchands en utilisant le coût de remplacement du bien ou service rendu par des artefacts assurant la même fonction.

Par exemple : le service écosystémique de purification de l'eau par les zones humides peut être évaluée en prenant en compte le coût d'investissement et de l'exploitation d'une usine de traitement de l'eau.

Méthode des coûts de réparation :

Une externalité négative (dommage ou nuisance sur l'environnement ou sur des tiers) peut être évaluée économiquement en se basant sur les coûts de réparation nécessaires pour neutraliser le dommage ou la nuisance.

Par exemple : la nuisance sonore et/ou olfactive d'une station d'épuration peut être évaluée économiquement par la somme des coûts nécessaires à annuler ces nuisances (ou à les réduire au maximum) : système anti-odeurs, isolation phonique, etc.

Méthode des coûts évités :

Cette méthode évalue les bénéfices générés par un service écosystémique ou une externalité à partir des coûts évités, c'est-à-dire des coûts qu'aurait à supporter la société si ce service n'était plus rendu.

Par exemple : en cas de déforestation, les phénomènes d'érosion peuvent entrainer des pertes de revenus pour le secteur agricole. En maintenant la forêt, les « non-pertes » de revenus constituent des bénéfices environnementaux générés par la forêt. Autre exemple : si on augmente les prélèvements en eau dans une nappe souterraine, on peut abaisser le niveau piézométrique global et augmenter les coûts de pompage pour les prélèvements existants. En n'augmentant pas les prélèvements, la non-augmentation des frais de pompage constitue un bénéfice.

Méthode des prix hédoniques :

Cette méthode consiste à évaluer la valeur d'un service écosystémique ou d'une externalité en comparant le prix de marché de deux biens identiques mais dont l'un possède une caractéristique environnementale que l'autre ne possède pas ou dont l'un bénéficie/subit une externalité et l'autre non.

Par exemple : la valeur d'un paysage peut être estimée en comparant le prix d'un logement avec vue sur le paysage en question et le prix d'un logement de même type (par exemple dans la même résidence) mais sans vue sur ce paysage. Le différentiel de prix représente le consentement à payer pour bénéficier d'une vue sur le paysage et peut être assimilable à la valeur du paysage.

LES PRINCIPALES HYPOTHESES DE CALCUL

Les principales hypothèses retenues pour les ACA sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 12-1: Principales hypothèses retenues pour les ACA

Variable	Valeur
Taux d'actualisation – analyse financière	6%
Taux d'actualisation – analyse économique	3%
Taux d'inflation (index travaux)	5%
Période d'analyse	30 ans

12.3 PRESENTATION DES RESULTATS PAR TYPES D'USAGES

Les résultats des ACA sont présentés dans les paragraphes suivants, par type d'usage. Ces résultats sont présentés pour chaque cas en trois temps :

- Présentation des situations de référence et détail des coûts et des avantages considérés,
- Présentation des données de base,
- Présentation des résultats.

PRESENTATION DES SITUATIONS DE REFERENCE ET DETAIL DES COUTS ET DES AVANTAGES CONSIDERES

Pour chacun des usages, des tableaux récapitulent, la ou les situations de référence proposées.

Il est à noter que, pour les périmètres irrigués, pour le cas du golf et du GCT, nous avons considéré **plusieurs situations de référence** pour enrichir la vision de l'intérêt de la REUT :

- Dans le cas des périmètres irrigués, nous comparons l'utilisation des EUT qui est faite, avec, dans un premier temps, une situation où aucune irrigation n'est pratiquée.

  La question associée à une telle approche est : « Est ce qu'il est plus intéressant (i) de rejeter les eaux usées traitées dans le milieu naturel et de ne pas irriguer ou (ii) de ne plus (ou moins) rejeter les eaux usées traitées dans le milieu naturel et d'irriguer ? »

  Cela permet de mettre en évidence l'intérêt de la REUT, mais le calcul est en partie biaisé : on « mélange » en effet, dans une telle approche, l'intérêt de la REUT et l'intérêt de l'irrigation (par rapport à une agriculture sans irrigation).

  Afin d'isoler l'intérêt de la REUT, il nous a ainsi paru pertinent d'intégrer une deuxième situation de référence où la comparaison se fait, cette fois, avec une situation où l'on irrigue aussi (comme c'est le cas dans la situation avec projet), mais avec une autre ressource en eau. Nous avons fait pour cela l'hypothèse d'une irrigation à partir d'eaux souterraines. Dans une telle approche, l'effet « irrigation » est annulé par soustraction et la comparaison se focalise sur l'origine de l'eau.

  La question devient : « Est ce qu'il est plus intéressant (i) d'irriguer avec des eaux souterraines ou (ii) d'irriguer avec des eaux usées traitées ? »

- Dans le cas du golf (situé près du littoral), nous comparons l'utilisation qui est faite des EUT avec, dans un premier temps, une alimentation par le réseau d'eau potable, et dans un second temps avec le dessalement.

  La première situation de référence est la plus intuitive sur un plan pratique.

  Mais, si il est admis que l'irrigation des golfs ne doit pas concurrencer un usage prioritaire comme l'eau potable, il devient, dans ce cas, plus naturel de comparer l'utilisation des EUT avec le dessalement.

- Dans le cas de la réutilisation industrielle par le GCT à Gafsa, on considère deux situations de référence : l'utilisation des eaux souterraines (situation actuelle) mais aussi le recours au dessalement qui pourrait devenir une alternative plausible si les nappes utilisées aujourd'hui s'assèchent.

Les tableaux présentent également les coûts et les bénéfices (à la fois directs et indirects) pris en compte dans l'ACA, pour la situation sans projet, et pour la ou les situations avec projet.

Comme explicité plus haut, seuls les coûts et bénéfices directs sont intégrés à l'analyse financière. L'analyse économique tient compte de l'ensemble des coûts et bénéfices, et considère donc les externalités positives et négatives générées pour les situations avec et sans projet.

PRESENTATION DES DONNEES DE BASE

Pour chaque usage, les données de base qui ont permis de réaliser les ACA sont présentées (superficie irriguée, volume d'eau consommé, etc.).

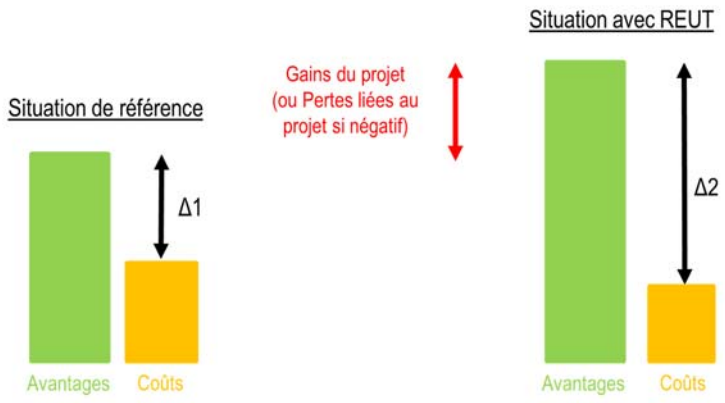
Les informations complémentaires, ainsi que les sources des différentes données sont fournies en annexe.

PRESENTATION DES RESULTATS

Les résultats des ACA sont présentés, pour chacun des projets de REUT analysés, à la fois du point de vue de l'usager (analyse financière), et du point de vue de la société dans son ensemble (analyse économique).

Sont présentés, pour chaque usage :

- **La VAN (Valeur Actuelle Nette) des projets (en DT).** La VAN représente la somme, sur 30 ans, des avantages moins les coûts, pour chacune des situations comparées.
- **Les gains/pertes du projet.** Ils représentent la différence entre la VAN $\Delta 2$ avec projet (c'est-à-dire avec REUT) et la VAN $\Delta 1$ d'une situation de référence (sans REUT). Ils permettent de mesurer la plus-value (ou non) de la REUT par rapport aux situations de référence. Ces gains/pertes nets correspondent à l'écart ($\Delta 2$ - $\Delta 1$) indiqué par la flèche rouge dans le graphique ci-dessous
  - Une valeur positive de ($\Delta 2$ - $\Delta 1$) indique que la situation avec la REUT est plus souhaitable (financièrement ou économiquement) que la situation de référence.
  - A l'inverse, une valeur négative de ($\Delta 2$ - $\Delta 1$) indique que la situation de référence est préférable à la REUT.



Ces indicateurs sont présentés sur la période d'étude (30 ans) et également ramené à une valeur par m^3 afin de comparer plus aisément les différents cas étudiés.

12.4 IRRIGATION AGRICOLE DANS 5 PERIMETRES IRRIGUES

12.4.1 Situations de référence et détail des coûts et des avantages considérés

Pour les périmètres irrigués, comme expliqué plus haut, deux situations de référence ont été considérées : une situation sans irrigation et une situation avec irrigation avec les eaux souterraines.

Le tableau ci-après présente les différents bénéfices et coûts (directs et indirects) qui ont été pris en compte dans l'ACA, pour les différentes situations.

Tableau 12-2 : Coûts et bénéfices (directs et indirects) pris en compte dans les ACA pour l'usage agricole

	Situation avec projet de REUT	**Situation de référence n°1 « sans irrigation »**	**Situation de référence n°2 « irrigation avec les eaux souterraines »**
Bénéfices directs	Rendement (supérieur à la situation de référence) x surface x prix de vente Elevage	Rendement (inférieur à la situation avec projet) x surface x prix de vente Elevage (dans le cas où il y a production de fourrage)	Rendement (inférieur à la situation avec projet) x surface x prix de vente Elevage
Bénéfices indirects	- Moindre prélèvement dans les ressources en eau locales - Moindre rejet d'EUT dans le milieu naturel : bénéfice environnemental sur le plan qualitatif - Recharge de nappe : i. à partir des EUT utilisées pour l'irrigation et ii. à partir des rejets des STEP dans les oueds - Lutte contre l'érosion - Séquestration de carbone	- Recharge de nappe : à partir des rejets des STEP dans les oueds - Lutte contre l'érosion - Séquestration de carbone	- Recharge de nappe : i. à partir des eaux souterraines prélevées et ii. à partir des rejets des STEP dans les oueds - Lutte contre l'érosion - Séquestration de carbone
Coûts directs	- Investissement pour compléter le traitement à un niveau compatible avec l'usage (traitement tertiaire) - Investissement pour l'adduction et le stockage des EUT - Fonctionnement du traitement, de l'adduction et du stockage des EUT, dont énergie - Réalisation d'analyses de qualité de l'eau - Formation, sensibilisation - Coût d'investissement supporté par l'agriculteur (réseau d'irrigation, acquisition du bétail et des plants) et de fonctionnement - Coût lié à l'itinéraire technique : intrants, etc.	- Coût d'investissement supporté par l'agriculteur (acquisition du bétail et des plants) et de fonctionnement - Coût lié à l'itinéraire technique : intrants, etc.	- Investissement pour prélèvement d'une ressource locale - Investissement pour adduction et stockage - Fonctionnement prélèvement et adduction, dont énergie - Coût d'investissement supporté par l'agriculteur (réseau d'irrigation, acquisition du bétail et des plants) et de fonctionnement - Coût lié à l'itinéraire technique : intrants, etc.
Coûts indirects	- Diffusion potentielle de polluants dans les sols et vers la nappe - Risque sanitaire	- Rejet de la totalité des EUT dans le milieu naturel (Coût environnemental)	- Prélèvement dans une ressource surexploitée (assèchement de la nappe) - Rejet de la totalité des EUT dans le milieu naturel (Coût environnemental)

12.4.2 Données de base

Les données de base qui ont servi aux calculs pour les différents périmètres irrigués sont présentées dans les tableaux ci-dessous. Les données complètes, ainsi que les sources, sont exposées en annexe.

D'une façon générale, parmi les cinq périmètres étudiés :

- des périmètres pratiquent l'arboriculture, en plus des oliviers, et produisent seulement un peu de fourrage pour le bétail : il s'agit des périmètres d'Aguila et de Ouardanine.
- des périmètres où on ne trouve pas d'arboriculture en dehors des oliviers et où du fourrage est produit pour le bétail : il s'agit des périmètres d'El Fahs, Dhraa Tammar et Oued Essid.

Tableau 12-3 : Présentation des données de base qui ont servi aux ACA pour l'irrigation agricole

PERIMETRE D'AGUILA	**Situation sans projet n°1** *Pas d'irrigation*	**Situation sans projet n°2** *Irrigation eau souterrain*	**Situation avec projet** *Irrigation EUT*
Volume d'effluent rejeté dans l'oued (sortie de STEP) (m^3/an)	3 065 000	3 065 000	2 031 700
Apport en eau (m^3/an)		1 033 300	1 033 300
Surface cultivée (total - ha)	137	137	137
Oliviers à huile	125	120	120
Palmiers	0	5	5
Figuier	10	10	10
Blé dur	0	10	10
Orge en vert	0	5	5
Vesce avoine	0	25	25
Luzerne	0	70	70
Sorgho en vert	0	20	20
Elevage - Nombre de têtes de bétail			
Nombre de têtes - Ovins		750	750
Nombre de têtes - Bovins		135	135

PERIMETRE DE OUARDANINE	**Situation sans projet n°1** *Pas d'irrigation*	**Situation sans projet n°2** *Irrigation eau souterrain*	**Situation avec projet** *Irrigation EUT*
Volume d'effluent rejeté dans l'oued (sortie de STEP) (m^3/an)	594 000	594 000	454 000
Apport en eau (m^3/an)		140 000	140 000
Surface cultivée (total - ha)	70	70	70
Oliviers à huile	70	27	27
Pêcher		35	35
Grenadier - néflier - figuier		7	7
Luzerne		1	1
Elevage - Nombre de têtes de bétail			
Nombre de têtes - Ovins		500	500
Nombre de têtes - Bovins		6	6

PERIMETRE D'EL FAHS	Situation sans projet n°1 *Pas d'irrigation*	Situation sans projet n°2 *Irrigation eau souterrain*	Situation avec projet *Irrigation EUT*
Volume d'effluent rejeté dans l'oued (sortie de STEP) (m^3/an)	473 450	473 450	273 450
Apport en eau (m^3/an)		200 000	200 000
Surface cultivée (total - ha)	38	38	38
Olivier à huile	30	30	30
Vesce avoine	8	8	8
Elevage - Nombre de têtes de bétail			
Nombre de têtes - Ovins	100	100	100
Nombre de têtes - Bovins	4	4	4

PERIMETRE DE DHRAA TAMMAR	Situation sans projet n°1 *Pas d'irrigation*	Situation sans projet n°2 *Irrigation eau souterraine*	Situation avec projet *Irrigation EUT*
Volume d'effluent rejeté dans l'oued (sortie de STEP) (m^3/an)	5 723 000	5 723 000	4 473 000
Apport en eau (m^3/an)		1 250 000	1 250 000
Surface cultivée (total - ha)	330	330	330
Oliviers	30	30	30
Orge Grain	130	130	130
Blé dur	170	100	100
Avoine - fourrage	0	70	70
Elevage - Nombre de têtes de bétail			
Nombre de têtes - Ovins		650	650
Nombre de têtes - Bovins		60	60

PERIMETRE DE L'OUED ESSID	Situation sans projet n°1 *Pas d'irrigation*	Situation sans projet n°2 *Irrigation eau souterraine*	Situation avec projet *Irrigation EUT*
Volume d'effluent rejeté dans l'oued (sortie de STEP) (m^3/an)	3 054 000	3 054 000	2 554 000
Apport en eau (m^3/an)		500 000	500 000
Surface cultivée (total - ha)	191	191	191
Olivier	131	131	131
Vesce avoine	60	60	60
Elevage - Nombre de têtes de bétail			
Nombre de têtes - Ovins	0	0	0
Nombre de têtes - Bovins	15	15	15

12.4.3 Résultats

PRESENTATION DES VAN ET DES GAINS DES DIFFERENTS PROJETS D'IRRIGATION

Les tableaux et graphiques suivants présentent les principaux résultats pour les cinq périmètres irrigués étudiés. Les résultats complets des calculs sont présentés en annexe.

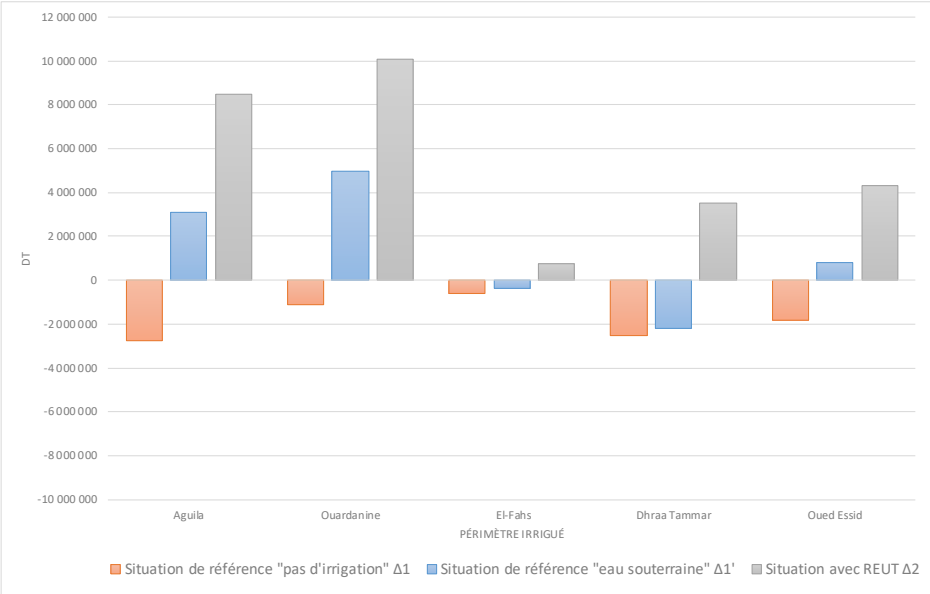
On présente essentiellement les valeurs suivantes :

- **La VAN (Valeur Actuelle Nette) des projets (en DT).** Comme indiqué plus haut, la VAN représente la somme, sur 30 ans, des avantages moins les coûts, pour chacune des situations.
  - $\Delta 1$ représente la VAN de la situation de référence « pas d'irrigation »,
  - $\Delta 1$' représente la VAN de la situation de référence « eau souterraine »,
  - $\Delta 2$ représente la VAN de la situation avec REUT.
- **Le gain du projet** représente comme indiqué plus haut la différence entre les VAN avec REUT et les VAN des situations de référence. Le gain du projet permet de mesurer la plus-value de la REUT par rapport aux situations de référence.
  - $(\Delta 2 - \Delta 1)$ (DT) représente le gain de la REUT par rapport à une situation sans irrigation,
  - $(\Delta 2 - \Delta 1')$ (DT) représente le gain de la REUT par rapport à une situation irrigation avec les eaux souterraines.
- Le gain du projet est ensuite décliné en gain/m^3 réutilisé (sur 30 ans) et en gain/ha cultivé.

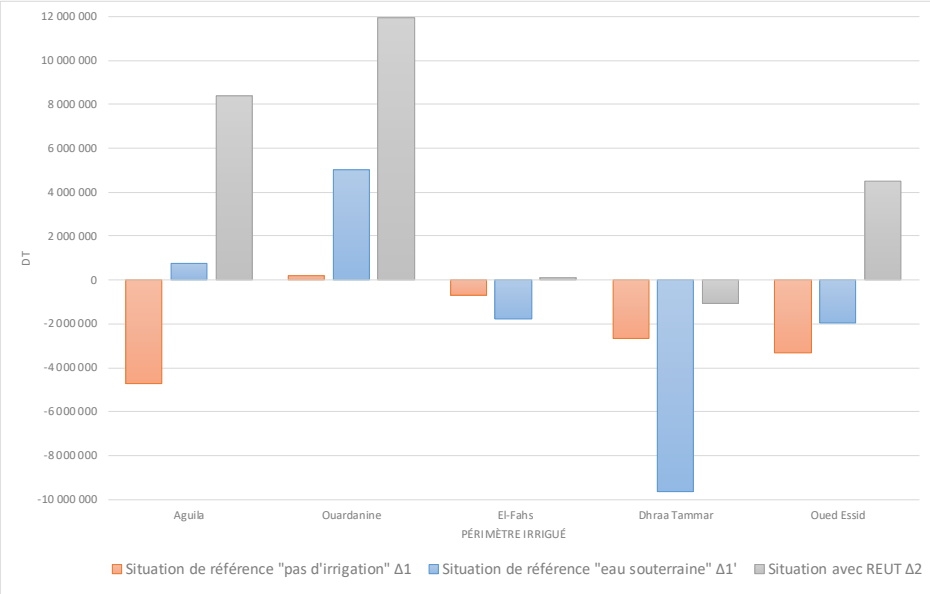
Les principaux résultats sont présentés dans les figures des deux pages suivantes.

Figure 12-1 : VAN financières et économiques des situations sans projet et de la situation avec projet de REUT sur la période d'étude (30 ans) en DT

VAN financière des différents périmètres irrigués - dans les situations de référence et avec REUT **(DT sur 30 ans)**



VAN économique des différents périmètres irrigués - dans les situations de référence et avec REUT **(DT sur 30 ans)**

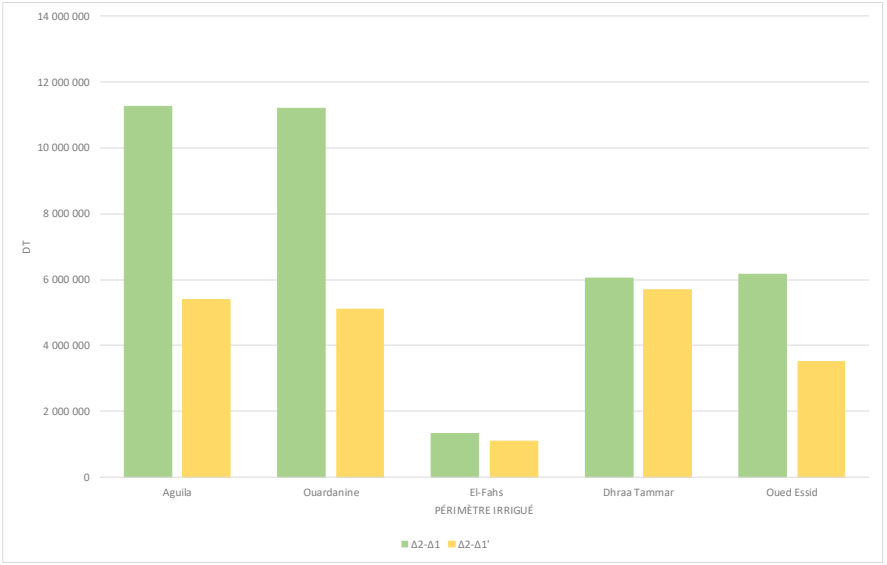


Périmètre irrigué	VAN financières sur 30 ans (DT)		
	Situation de référence "pas d'irrigation" Δ1	Situation de référence "eau souterraine" Δ1'	Situation avec REUT Δ2
Aguila	-2 766 000	3 109 000	8 493 000
Ouardanine	-1 135 000	4 981 000	10 078 000
El-Fahs	-582 000	-363 000	736 000
Dhraa Tammar	-2 531 000	-2 190 000	3 512 000
Oued Essid	-1 829 000	822 000	4 330 000

Périmètre irrigué	VAN économiques sur 30 ans (DT)		
	Situation de référence "pas d'irrigation" Δ1	Situation de référence "eau souterraine" Δ1'	Situation avec REUT Δ2
Aguila	-4 726 000	756 000	8 416 000
Ouardanine	190 000	5 029 000	11 952 000
El-Fahs	-706 000	-1 794 000	110 000
Dhraa Tammar	-2 662 000	-9 656 000	-1 073 000
Oued Essid	-3 312 000	-1 948 000	4 522 000

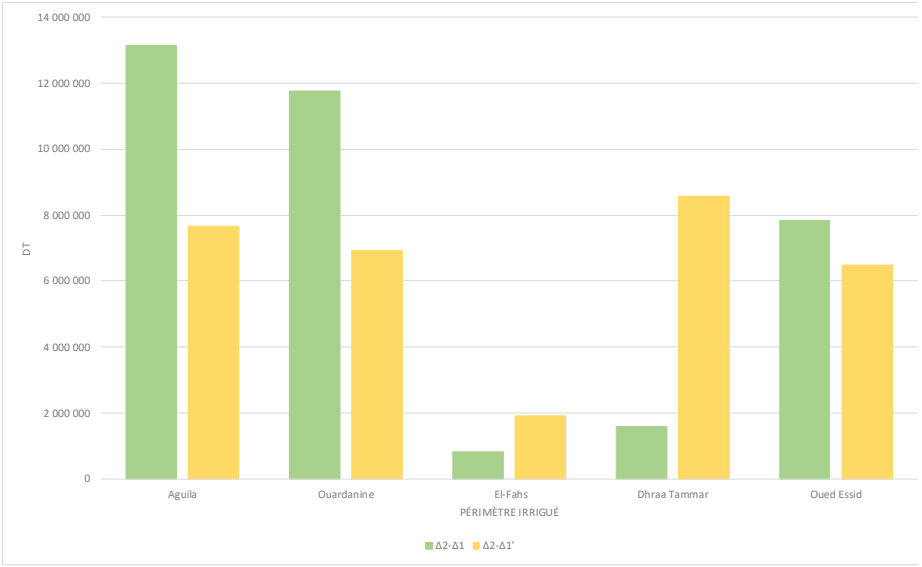
Figure 12-2 : Gains nets financiers et économiques des situations avec projet de REUT par rapport aux situations de référence sur la période d'étude (30 ans) en DT

Gain net financier de la REUT par rapport aux cultures en pluvial (Δ2-Δ1) et Gain net financier de la REUT par rapport à l'utilisation des eaux souterraines (Δ2-Δ1'), dans les différents périmètres irrigués (DT sur 30 ans)



Périmètre irrigué	Gain net entre la situation avec projet et la situation de référence (DT sur 30 ans)	
	Δ2-Δ1	Δ2-Δ1'
Aguila	11 259 000	5 384 000
Ouardanine	11 213 000	5 097 000
El-Fahs	1 318 000	1 099 000
Dhraa Tammar	6 043 000	5 702 000
Oued Essid	6 159 000	3 508 000

Gain net économique de la REUT par rapport aux cultures en pluvial (Δ2-Δ1) et Gain net économique de la REUT par rapport à l'utilisation des eaux souterraines (Δ2-Δ1'), dans les différents périmètres irrigués (DT sur 30 ans)



Périmètre irrigué	Gain net entre la situation avec projet et la situation de référence (DT sur 30 ans)	
	Δ2-Δ1	Δ2-Δ1'
Aguila	13 142 000	7 660 000
Ouardanine	11 762 000	6 923 000
El-Fahs	816 000	1 904 000
Dhraa Tammar	1 589 000	8 583 000
Oued Essid	7 834 000	6 470 000

On peut formuler les commentaires suivants à la lecture des graphiques :

- Lorsque l'on regarde le gain ($\Delta 2 - \Delta 1$) retiré de la situation « avec projet » par rapport à la situation « sans irrigation » (cas où se mêlent intérêt de l'irrigation et intérêt de la REUT), on constate, pour l'ensemble des périmètres irrigués, que les gains, économiques et financiers, sont positifs, c'est-à-dire que la VAN de la situation avec projet est supérieure à la VAN de la situation sans irrigation ($(\Delta 2 - \Delta 1) > 0$).
- Pour isoler l'intérêt de la REUT par rapport à une irrigation avec une eau dite conventionnelle, il faut s'intéresser plus particulièrement au gain ($\Delta 2 - \Delta 1'$) généré par la REUT, par rapport à la situation irrigation avec une autre ressource en eau (des eaux souterraines dans le cas modélisé).

  De façon générale, les gains nets financiers et économiques sont tous positifs, ce qui démontre l'intérêt de la REUT par rapport à l'irrigation avec les eaux souterraines pour l'ensemble des périmètres.

ELEMENTS D'EXPLICATION DES GAINS FINANCIERS ET ECONOMIQUES

Concernant le *gain financier,* prenons l'exemple du périmètre d'Aguila. On note que le gain s'élève à 5.4 M DT sur 30 ans (gain par rapport à la situation d'irrigation avec les eaux souterraines). Cet intérêt financier mis en évidence par le modèle peut s'expliquer pour deux raisons essentielles (que l'on va retrouver également pour les autres périmètres) :

- Les rendements avec les EUT sont supérieurs à ceux observés avec les eaux souterraines. On a ainsi supposé par exemple pour l'olivier que le rendement avec les eaux souterraines était de 2.5 T/ha avec les eaux souterraines et de 3.5 T/ha avec les eaux usées traitées (soit un ratio de 1.4).
- Les frais d'exploitation pour les cultures avec les EUT sont inférieurs dans le cas de l'utilisation des EUT, pour deux raisons :
  - Ceci est essentiellement dû à l'utilisation plus réduite d'engrais du fait que les EUT apportent de l'azote et du phosphore. On prend aussi en compte qu'avec de meilleurs rendements, on produit plus de fourrage pour nourrir le bétail et que l'on a donc moins besoin d'en acheter.
  - Le reste du gain s'explique par la différence de frais d'exploitation lié à l'irrigation, avec en particulier des frais en énergie plus élevés dans le cas des forages.

Concernant le *gain économique*, qui est lui aussi positif dans tous les cas, il est également intéressant d'analyser l'intérêt des EUT. Considérons toujours l'exemple du périmètre d'Aguila. On considère dans un premier temps le référentiel « irrigation avec eaux souterraines ». Il ressort que le gain économique est de 7.7 M DT sur 30 ans. Cet intérêt économique peut s'expliquer pour trois raisons essentielles :

- Le gain financier présenté dans le paragraphe précédent. Dans le cas du périmètre d'Aguila, le gain financier explique environ 60% du gain économique.
- Les externalités positives qui sont plus importantes dans la situation avec REUT que dans la situation avec recharge de nappe. Avec les hypothèses retenues dans le modèle, les externalités positives considérées sont :
  - La séquestration de carbone et la lutte contre l'érosion qui dépendent des superficies cultivées et ont donc le même poids que l'on soit en irrigation avec les EUT ou les eaux souterraines.
  - La recharge de la nappe. Cette valeur dépend de :
    - L'eau prélevée dans la nappe (pour l'irrigation avec les eaux souterraines)
    - L'infiltration des eaux d'irrigation (pour les deux types d'irrigation),
    - L'infiltration de tout ou partie des rejets de la STEP qui sont déversées dans l'oued (pour les deux types d'irrigation).

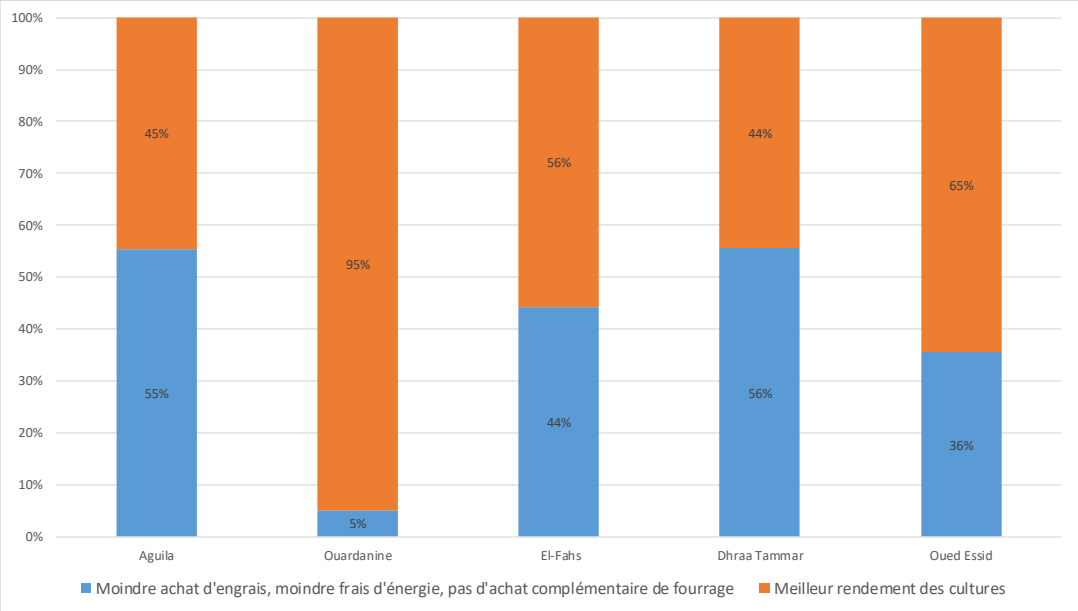
    Cette valeur est au final souvent positive dans le cas de la REUT et négative dans le cas de l'irrigation avec les eaux souterraines. Dans le cas où la valeur est négative, il ne s'agit plus d'une externalité positive mais d'une externalité négative : l'assèchement de la nappe.
- Les externalités négatives qui sont moins importantes dans la situation avec REUT que dans la situation avec recharge de nappe. Avec les hypothèses retenues dans le modèle, les externalités négatives considérées sont :
  - La pollution du milieu de rejet (l'oued). La pollution de l'oued est en effet limitée lorsque les EUT sont réutilisées car le volume réutilisé n'est plus rejeté dans l'oued.

- L'assèchement de la nappe est plus important lorsque l'irrigation se fait à partir des eaux souterraines.

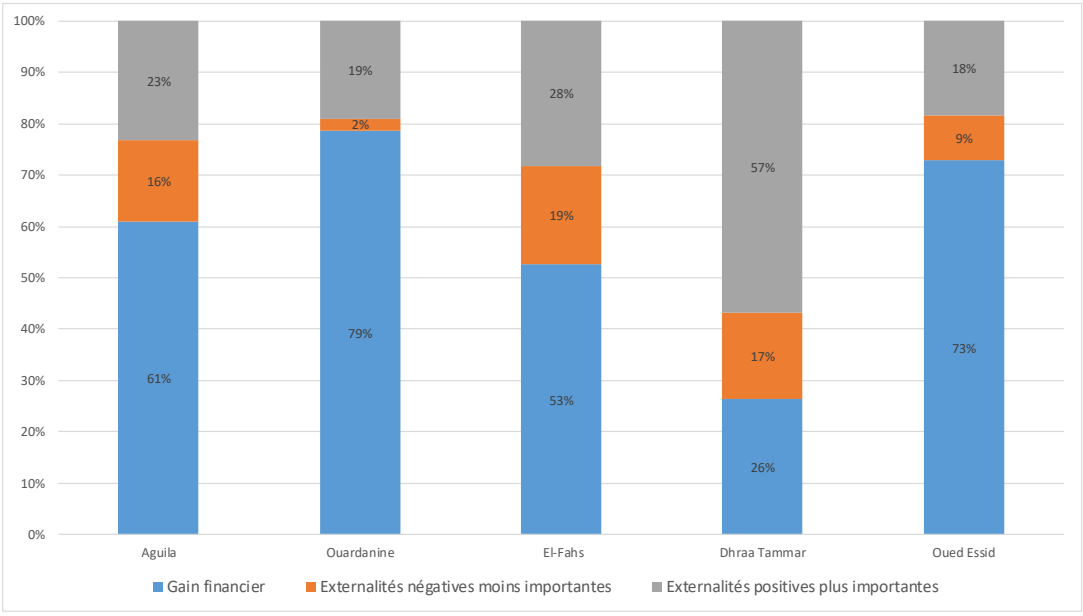
Les figures suivantes présentent ces éléments pour les différents périmètres irrigués. Elles montrent le poids relatif des facteurs expliquant les gains financiers et économiques de la REUT par rapport à l'utilisation des eaux souterraines.

Figure 12-3 : poids relatif des facteurs expliquant les gains financiers et économiques de la REUT par rapport à l'utilisation des eaux souterraines.

Part du gain financier de la REUT attribuable aux frais d'exploitation plus faibles et aux rendements plus élevés (en % du gain net financier)



Part du gain économique de la REUT attribuable au gain financier, à la moindre pollution du milieu de rejet et à la recharge des nappes (en % du gain net économique)



Concernant le gain financier, on remarque que pour 5 des 6 périmètres irrigués, le gain s'explique à peu près pour moitié par la baisse des frais d'exploitation et pour moitié par la hausse des rendements avec la REUT. Dans le cas du périmètre de Ouardanine, c'est le meilleur rendement qui explique presqu'en totalité le gain de la REUT par rapport à l'utilisation des eaux souterraines. Cela s'explique avec les cultures à haute valeur ajoutée cultivées sur ce périmètre : l'amélioration du rendement a un effet très important sur les bénéfices générés.

Concernant le gain économique, on note une tendance similaire pour les périmètres d'Aguila, de Ouardanine, El Fahs et Oued Essid. Pour ces périmètres, c'est le gain financier qui explique pour plus de la moitié, le gain économique. Le deuxième facteur concerne les externalités positives qui sont plus importantes avec REUT, particulièrement la recharge de nappe. Enfin, une partie du gain s'explique avec les externalités négatives qui sont moins importantes dans le cas de la REUT (pas d'assèchement de la nappe à cause de l'irrigation avec les EUT, et la pollution de l'oued est moins importante).

Pour le périmètre de Dhraa Tammar, ce sont essentiellement les externalités positives avec REUT qui expliquent le gain économique. Cela peut s'expliquer par les volumes en eau importants utilisés dans ce périmètre irrigué et qui participent à la recharge de nappe.

VALORISATION DE L'EAU D'IRRIGATION EN FONCTION DE L'ASSOLEMENT

Les tableaux ci-dessous présentent :

- Les gains nets financiers et économiques de la situation avec REUT par rapport aux situations de référence, en DT/m^3 ;
- Les gains nets financiers et économiques de la situation avec REUT par rapport aux situations de référence, en DT/ha

Cela permet ainsi d'étudier la valorisation d'un hectare de terre et d'un m^3 d'eau dans la situation avec REUT, par rapport aux autres situations.

Tableau 12-4 : Gains nets financiers et économiques des périmètres irrigués : en DT/m3 et DT/ha

Périmètre irrigué	Gain net financier entre la situation avec projet et la situation de référence (DT/m3)	
	Δ2-Δ1	Δ2-Δ1'
Aguila	0,38	0,18
Ouardanine	2,76	1,26
El-Fahs	0,23	0,19
Dhraa Tammar	0,17	0,16
Oued Essid	0,42	0,24

Périmètre irrigué	Gain net économique entre la situation avec projet et la situation de référence (DT/m3)	
	Δ2-Δ1	Δ2-Δ1'
Aguila	0,44	0,26
Ouardanine	2,90	1,71
El-Fahs	0,14	0,33
Dhraa Tammar	0,04	0,24
Oued Essid	0,54	0,45

Périmètre irrigué	Gain net financier entre la situation avec projet et la situation de référence (DT/ha)	
	Δ2-Δ1	Δ2-Δ1'
Aguila	82 200	39 300
Ouardanine	160 200	72 800
El-Fahs	34 700	28 900
Dhraa Tammar	18 300	17 300
Oued Essid	32 200	18 400

Périmètre irrigué	Gain net entre la situation avec projet et la situation de référence (DT/ha)	
	Δ2-Δ1	Δ2-Δ1'
Aguila	95 900	55 900
Ouardanine	168 000	98 900
El-Fahs	27 200	63 500
Dhraa Tammar	4 800	26 000
Oued Essid	41 000	33 900

La lecture de ces tableaux met en évidence les points suivants :

- la valorisation est meilleure pour les deux périmètres irrigués qui ont développé de façon importante l'arboriculture. La production de fourrage pour le bétail ne valorise pas au mieux l'utilisation de l'eau, le fourrage n'ayant pas une haute valeur ajoutée et les coûts associés à la production du fourrage et de bétail étant importants. La valorisation de la REUT est maximale dans les périmètres où sont produites des cultures à haute valeur ajoutée et qui consomment peu d'eau.
- En regardant les deux tableaux du haut, dans le cas du périmètre de Ouardanine, où il n'y a pratiquement pas de fourrage (plus consommateur d'eau), le gain net/m^3 prélevé est bien supérieur au gain des autres périmètres. Le gain net par m^3 est ensuite relativement similaire dans les autres périmètres irrigués.
- Les deux tableaux du bas confirment cette tendance puisque la valorisation de l'hectare cultivé est maximale dans le cas de Ouardanine où il n'y a que de l'arboriculture, puis Aguila, El Fahs et Oued Essid où l'arboriculture et le fourrage sont pratiqués de façons conjointes. Enfin, dans le cas de Dhraa Tammar, où la culture de l'olivier est très minoritaire par rapport au fourrage, on observe un gain/ha cultivé plus faible.

Ces commentaires n'ont pas vocation à montrer que tous les projets de REUT doivent cibler des périmètres d'arboriculture, avec uniquement des cultures à haute valeur ajoutée. En effet, il n'est pas possible de faire de l'arboriculture partout en Tunisie et il est important de considérer aussi les besoins de production. Ainsi, lors de l'élaboration des projets de REUT agricole, il sera important de prendre en compte les aspects socio-économiques et environnementaux que l'on peut obtenir à partir des ACA, mais il faudra avant tout considérer les potentialités de la terre et considérer les besoins globaux du territoire en optant pour des projets qui incluent la production de fourrage si nécessaire. Le cas d'Aguila illustre bien le potentiel associé à un mix des productions pour, à la fois, produire du fourrage, mais aussi garantir des revenus satisfaisants pour l'exploitation, via les productions à forte valeur ajoutée.

12.5 ARROSAGE DU GOLF DE YASMINE

12.5.1 Situation de référence et détail des coûts et des avantages considérés

Pour le golf de Yasmine, deux situations de référence ont été considérées :

- Une situation où le golf est irrigué avec l'eau de la SONEDE.
- Une autre situation où le golf est irrigué à partir d'une usine de dessalement.

Le choix de ces deux situations de référence est explicité plus haut.

Le tableau ci-après présente les différents coûts et bénéfices (directs et indirects) qui ont été pris en compte dans l'ACA, pour l'arrosage du golf avec les EUT et pour les deux situations de référence.

Tableau 12-5 : coûts et bénéfices (directs et indirects) pris en compte dans l'ACA du golf de Yasmine

	Situation avec projet de REUT	**Situation de référence n°1 « eau potable »**	**Situation de référence n°2 « dessalement »**
Bénéfices directs	Non considérés dans le modèle car supposés identiques entre les situations.		
Bénéfices indirects	- Moindre prélèvement dans les ressources en eau locales - Moindre rejet d'EUT dans le milieu naturel qui conduit à une préservation de la qualité de l'eau (bénéfice environnemental), la préservation d'une attractivité touristique (bénéfice pour l'économie touristique)		
Coûts directs	- Investissement pour compléter le traitement à un niveau compatible avec l'usage (traitement tertiaire) - Investissement pour adduction et stockage des EUT - Fonctionnement du traitement, de l'adduction et du stockage des EUT, dont énergie - Réalisation d'analyses d'eau et de sols - Formation, sensibilisation - Vaccination - Signalétique - Coût additionnel pour entretien asperseurs	- Achat AEP - Investissement pour adduction et stockage - Achat engrais	- Investissement et fonctionnement pour usine dessalement - Investissement pour adduction et stockage - Achat engrais
Coûts indirects	- Diffusion potentielle de polluants dans les sols et vers la nappe (non quantifié) - Risque sanitaire pour les employés et les usagers du golf (non quantifié)	- Prélèvement dans une ressource surexploitée et concurrence avec un usage prioritaire - Rejet des EUT en mer	- Pollution liée aux saumures du dessalement : conséquences sur environnement et pêche (non quantifié) - Rejet des EUT en mer

12.5.2 Données de base

Les données de base utilisées dans l'ACA pour le golf de Yasmine sont données dans le tableau ci-dessous. Les données complètes sont présentées en annexe.

Tableau 12-6 : Données de base utilisées dans l'ACA pour le golf de Yasmine

	Situation sans projet de REUT n°1 *Eau de la SONEDE*	**Situation sans projet de REUT n°2** *Dessalement*	**Situation avec projet de REUT** *REUT*
Volumes d'EUT rejetés dans la mer (m^3/an)	365 000	365 000	0
Apport en eau au golf (m^3/an)	365 000	365 000	365 000
Surface irriguée sur le golf (ha)	45	45	45

12.5.3 Résultats

L'ACA pour le golf de Yasmine montre que la REUT génère des gains nets, tant d'un point financier qu'économique, et ce quelle que soit la situation de référence retenue, achat d'eau potable ou dessalement.

Tableau 12-7 : Gains nets financiers et économiques de la REUT sur 30 ans et par m^3 par rapport aux deux situations de référence

	Gain net entre la situation avec projet (REUT) et la situation de référence (Δ2-Δ1)		
	situation de référence n°1 *Eau SONEDE*	**situation de référence n°2** *Dessalement*	**Unité**
Gains financiers nets de la REUT - DT 30 ans	5 820 000	9 720 000	DT
Gains économiques nets de la REUT - DT 30 ans	15 680 000	15 660 000	DT
Gains financiers nets de la REUT sur 30 ans (DT/m3)	0,55	0,92	DT/m3
Gains économiques nets de la REUT sur 30 ans (DT/m3)	1,48	1,48	DT/m3

Du point de vue du golf (analyse financière), il apparait en effet qu'il est plus intéressant d'utiliser les EUT que l'eau de la SONEDE. Le gain net actualisé sur 30 ans est de près de 6 M DT, soit 0.55 DT par m^3. Les frais liés à la REUT (essentiellement station de pompage pour refouler les eaux jusqu'au golf et frais d'analyse d'eau) sont en effet limités par rapport à la différence de coût entre l'eau de la SONEDE (environ 1.3 DT / m^3) et les EUT (ces eaux sont mises à disposition gratuitement).

Comparativement à une situation où le golf serait obligé d'utiliser des eaux issues du dessalement, l'intérêt économique du projet REUT est encore plus manifeste. Le gain net actualisé sur 30 ans s'élève alors à près de 10 M DT, soit 0.9 DT par m^3. Ce résultat s'explique par le coût élevé d'une eau produite par dessalement, avec des frais importants pour l'investissement (usine) et le fonctionnement, en lien en particulier avec des frais d'énergie élevés (dépense énergétique de l'ordre 4 kWh/m^3 pour le procédé de dessalement).

Concernant l'analyse économique : le gain additionnel noté entre gain financier et gain économique s'explique par une différence d'externalités positives entre REUT et autres solutions. En utilisant les EUT pour le golf on évite le rejet des EUT en mer et on réduit ainsi la pollution en mer. Dans le cas de l'utilisation de l'eau potable, s'ajoute en plus une externalité négative liée à la surexploitation de la nappe et, dans le cas du dessalement, une externalité négative liée au rejet de saumures (pour mémoire, non quantifié ici).

12.6 ARROSAGE DE L'ESPACE VERT DE L'AEROPORT DE TUNIS CARTHAGE

12.6.1 Situation de référence et détail des coûts et des avantages considérés

Pour l'arrosage de l'espace vert de l'aéroport de Tunis Carthage, la situation de référence considérée consiste en l'arrosage des espaces verts avec les eaux de la SONEDE uniquement. Dans la situation avec projet, qui est la situation actuelle, l'arrosage se fait en partie avec les eaux de la SONEDE et en partie avec les EUT.

Le tableau ci-dessous précise les volumes des différentes ressources utilisées dans chacune des situations.

Tableau 12-8 : Données de base utilisées dans l'ACA pour les espaces verts de l'aéroport de Tunis Carthage

	Sans projet *Eau de la SONEDE*	**Avec projet** *Mixe Eau SONEDE/REUT*
Apport en eau REUT pour arrosage (m^3/an)	-	204 400
Apport en eau SONEDE pour arrosage (m^3/an)	270 100	65 700
Total apport en eau pour arrosage (m^3/an)	270 100	270 100
Volume d'effluent de la STEP non réutilisé par l'OACA (m^3/an)	11 549 000	11 344 600
Surface irriguée (ha)	25	25

Les données de base complètes utilisées dans l'analyse sont présentées en annexe.

Le tableau ci-après présente les différents bénéfices et coûts (directs et indirects) qui ont été pris en compte dans l'ACA, pour les deux situations.

Tableau 12-9 : coûts et bénéfices (directs et indirects) pris en compte dans l'ACA des espaces verts de l'aéroport de Tunis Carthage

	Situation avec projet : Mix REUT/eau SONEDE	**Situation de référence : seulement achat eau SONEDE**
Bénéfices directs	Pas de différence entre les deux situations	
Bénéfices indirects	- Moindre prélèvement dans les ressources en eau locales - Moindre rejet d'EUT dans le milieu naturel qui conduit à une préservation de la qualité de l'eau (bénéfice environnemental), la préservation d'une attractivité touristique (bénéfice pour l'économie touristique)	
Coûts directs	- Réseau d'irrigation - Investissement pour station de pompage - Fonctionnement de l'adduction	- Réseau d'irrigation - Achat d'eau à la SONEDE
Coûts indirects	- Diffusion potentielle de polluants dans les sols et vers la nappe - Risque sanitaire	- Prélèvement dans une ressource surexploitée - Rejet des EUT dans le milieu naturel. Coût environnemental et éventuellement touristique

12.6.2 Résultats

L'utilisation d'un mixe REUT/eau SONEDE (situation avec projet) génère des gains nets, tant d'un point de vue financier qu'économique, par rapport à une situation dans laquelle l'aéroport de Tunis utiliserait uniquement de l'eau de la SONEDE pour l'arrosage de ses espaces verts.

Tableau 12-10 : Gains nets financiers et économiques de la REUT sur 30 ans et par m³ par rapport à l'achat d'eau potable

	Gain net entre la situation avec projet (REUT) et la situation de référence (eau de la SONEDE) (Δ2-Δ1)	Unité
Gains financiers nets de la REUT - DT 30 ans	2 640 000	DT
Gains économiques nets de la REUT - DT 30 ans	4 680 000	DT
Gains financiers nets de la REUT sur 30 ans (DT/m3)	0,34	DT/m3
Gains économiques nets de la REUT sur 30 ans (DT/m3)	0,60	DT/m3

Comme pour le golf, du point de vue de l'usager, il apparait en effet qu'il est plus intéressant d'utiliser les EUT que l'eau de la SONEDE. Le gain net actualisé sur 30 ans est de 2.6 M DT, soit 0.34 DT par m^3. Les frais liés à la REUT (essentiellement station de pompage pour refouler les eaux jusqu'aux lieux de consommation et frais d'analyse d'eau) sont en effet limités par rapport à la différence de coût entre l'eau de la SONEDE (environ 1.3 DT / m^3) et les EUT (ces eaux sont mises à disposition gratuitement).

Comme pour le golf également, le gain additionnel noté entre gain financier et gain économique s'explique par une différence positive d'externalités entre REUT et, dans le cas présent, l'utilisation des eaux de la SONEDE. En utilisant des EUT pour l'arrosage des espaces verts on évite en effet le rejet des EUT dans le milieu. Dans le cas de l'utilisation de l'eau potable, s'ajoute en plus une externalité négative liée à la surexploitation de la nappe.

12.7 USAGE POUR L'INDUSTRIE DES PHOSPHATES A GAFSA (GROUPE CHIMIQUE TUNISIEN)

12.7.1 Situations de référence et détail des coûts et des avantages considérés

Comme noté plus haut, il n'y a pas, pour le moment, de REUT au niveau du GCT de Gafsa. Les procédés utilisent des eaux souterraines, prélevées par forage.

Dans l'analyse présentée ici, la situation avec projet consiste en la réutilisation d'une partie des EUT de la STEP de Gafsa. Les échanges avec le GCT ont conduit à retenir une hypothèse de 4000 m^3/j pour cet usage, soit un volume annuel de près de 1 500 000 m^3.Il est supposé que l'industriel procède, à ses frais, aux investissements suivants :

- transfert (canalisation et station de refoulement) des EUT depuis la STEP de Gafsa jusqu'au site industriel d'utilisation situé à environ 12 km de la station.
- mise en place d'un réservoir de temporisation entre production des EUT et utilisation pour le procédé. Il a été retenu une hypothèse de 1000 m^3 pour le volume de ce réservoir.
- mise en place d'un traitement additionnel des EUT par nano-filtration afin d'atteindre un niveau de qualité conforme avec les exigences du personnel du site, en particulier sur les critères microbiologiques,

Il est par ailleurs supposé que l'industriel assume les frais d'exploitation de ces investissements.

Notons par ailleurs que l'ONAS mettra à disposition les EUT de la STEP de Gafsa moyennant un tarif spécifique. Son montant n'était pas définitivement arrêté au moment de l'enquête. Il était question d'une valeur de 0.245 DT/m^3 retenue ici dans le modèle (valeur communiquée oralement lors de l'entretien avec le GCT de Gafsa le 27 mars 2019).

Deux situations de référence sont considérées :

- L'approvisionnement avec les eaux souterraines : il est supposé que le même volume de 1 500 000 m^3 est obtenu par prélèvement dans un forage d'une profondeur de 200 m ;
- L'approvisionnement avec des eaux dessalées : il est supposé que le même volume est acheminé depuis une usine de dessalement, située sur la côte, à 120 km de l'usine du GCT.

Le tableau ci-après synthétise les différents bénéfices et coûts, directs et indirects qui ont été pris en compte dans l'ACA, pour les deux situations.

Tableau 12-11 : Coûts et bénéfices (directs et indirects) pris en compte dans l'ACA de l'industrie des phosphates à Gafsa

	Situation avec projet de REUT	**Situation de référence : prélèvement eau souterraine**	**Situation de référence : dessalement**
Bénéfices directs	Non pris en compte dans le calcul car pas de différence entre les trois situations.		
Bénéfices indirects	- Moindre prélèvement dans les ressources en eau locales - Moindre rejet d'EUT dans le milieu naturel. Bénéfice environnemental.		- Moindre prélèvement dans les ressources en eau locales
Coûts directs	- Investissement pour compléter le traitement des EUT à un niveau compatible avec l'usage - Investissement pour adduction et stockage des EUT - Fonctionnement du traitement, de l'adduction et du stockage des EUT, dont énergie - Réalisation d'analyses de qualité de l'eau - Formation, sensibilisation du personnel - Vaccination	- Investissement et fonctionnement pour forage + adduction et stockage	- Investissement pour l'usine de dessalement - Investissement pour l'adduction et le stockage - Fonctionnement du dessalement, de l'adduction et du stockage des EUT, dont énergie
Coûts indirects	- Diffusion potentielle de polluants dans les sols et vers la nappe (limitée) - Risque sanitaire	- Prélèvement dans une ressource surexploitée - Rejet des EUT dans le milieu naturel. Coût environnemental.	- Pollution par les saumûres - Rejet des EUT dans le milieu naturel. Coût environnemental.

12.7.2 Résultats

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 12-12 : REUT par le GCT - gains nets financiers et économiques de la REUT sur 30 ans et par m³ par rapport aux situations de référence

	Gain net entre la situation avec projet (REUT) et la situation de référence (eau souterraine)	Gain net entre la situation avec projet (REUT) et la situation de référence (dessalement)	Unité
Gains financiers nets de la REUT - DT 30 ans	-16 780 000	136 960 000	DT
Gains économiques nets de la REUT - DT 30 ans	-2 230 000	166 210 000	DT
Gains financiers nets de la REUT sur 30 ans - DT/m3	-0,40	3,23	DT/m3
Gains économiques nets de la REUT sur 30 ans - DT/m3	-0,05	3,93	DT/m3

A propos du résultat financier :

Avec les hypothèses formulées :

- **L'usage industriel des EUT n'apparait pas intéressant financièrement pour l'industriel en comparaison avec les eaux souterraines : cela lui revient plus cher d'utiliser les EUT que les eaux souterraines.** Le surcoût actualisé sur 30 ans s'élève à 400 millimes par m^3. Ce surcoût est lié pour environ 1/3 au tarif demandé par l'ONAS de 0.245 DT/m^3. En annulant ce tarif, la perte financière pour l'industriel passe en effet à 280 millimes en coût actualisé par m^3 sur 30 ans. Les 280 millimes restants s'expliquent majoritairement par les forts investissements à réaliser pour utiliser les EUT sur le site où sont transformés les phosphates (station de refoulement, canalisation, bassin, traitement additionnel des EUT par nanofiltration) ainsi que, secondairement, par les frais d'exploitation de ces installations.
- **En revanche, l'usage des EUT est très intéressant en comparaison avec les eaux provenant du dessalement.** Le dessalement n'est en effet pas une option envisageable si on la compare avec les eaux souterraines ou la REUT. Cela s'explique essentiellement par l'investissement réalisé pour l'adduction depuis la côte mais aussi les frais très importants d'énergie.

Dans tous les cas, l'approche ignore un aspect crucial pour l'industriel : la réalité des ressources en eau dont il dispose (en d'autres termes, la raréfaction des ressources en eau souterraines). Il devient en effet évident que l'eau usée traitée représente pour l'industriel un intérêt majeur au regard de ce que lui coûterait le transfert des eaux dessalées depuis le littoral, et au regard des bénéfices engendrés par son activité grâce à l'usage de l'eau.

Entre une ressource beaucoup plus éloignée (dessalement) ou pas de ressource (car impossibilité ou interdiction de pomper plus dans les eaux souterraines), l'industriel a donc tout intérêt à utiliser les EUT.

A propos du résultat économique : Avec les hypothèses formulées, il ressort que les différences d'externalité entre l'usage des eaux souterraines et des eaux usées traitées ne compensent pas les différences de coût. En intégrant les externalités positives liées à la REUT, la différence se réduit entre les deux situations, avec et sans projet, mais le résultat reste négatif. Concernant le dessalement, le résultat économique est du même ordre de grandeur que le résultat financier, avec des coûts prohibitifs en comparaison de la solution REUT.

12.8 RECHARGE DE LA NAPPE DE KORBA

12.8.1 Situations de référence et détail des coûts et des avantages considérés

La nappe de Korba n'est plus, à l'heure actuelle, alimentée par la STEP de Korba. La recharge a en effet été arrêtée fin 2018, par manque de moyens pour la maintenance du site. Dans l'ACA, on considère malgré tout que la situation avec projet est la situation dans laquelle la nappe est réalimentée à partir des EUT, après un traitement tertiaire.

On considère un volume injecté de l'ordre 350 000 m^3/an qui correspond à l'ordre de grandeur des volumes maximums injectés dans la nappe pendant la période de fonctionnement (par exemple années 2009, 2010, 2012).

Dans la situation de référence, il est considéré que ce même volume est rejeté directement en mer.

On se focalise globalement, dans cette approche, sur les seuls volumes faisant l'objet d'une réalimentation dans la nappe. Les volumes sortant de la STEP de Korba et réalimentant la lagune ne sont pas considérés dans le présent calcul, ceci dans le but d'isoler le seul usage de recharge de nappe.

Le tableau ci-après présente les différents bénéfices et coûts (directs et indirects) qui ont été pris en compte dans l'ACA, pour les deux situations.

Tableau 12-13 : Coûts et bénéfices (directs et indirects) pris en compte dans l'ACA de la recharge de nappe de Korba

	Situation avec projet : recharge de nappe avec des EUT	**Situation de référence : rejet des effluents de la STEP dans la mer**
Bénéfices directs	Pas de différence entre les deux situations	
Bénéfices indirects	- Moindre rejet d'EUT dans le milieu naturel : bénéfice environnemental et éventuellement touristique - Réduction de la progression du biseau salé	
Coûts directs	- Investissement pour compléter le traitement des EUT à un niveau compatible avec l'usage - Investissement pour adduction et stockage des EUT - Fonctionnement du traitement, de l'adduction et du stockage des EUT, dont énergie - Réalisation d'analyses d'eau - Formation, sensibilisation du personnel - Vaccination	
Coûts indirects	- Diffusion potentielle de polluants dans les sols et vers la nappe si le procédé de recharge est mal maîtrisé ou si le traitement effectué par la STEP n'est pas suffisant (non quantifié) - Risque sanitaire (non quantifié)	- Rejet des EUT dans le milieu naturel. Coût environnemental et éventuellement touristique

12.8.2 Résultats

L'analyse qui est conduite ici suppose que l'objectif de la réinjection est une diminution de la progression du biseau salé. Dans des analyses plus complètes, appliquées à des projets en routine, il serait nécessaire de considérer des usages consommateurs éventuels des eaux de la nappe (pompage pour de l'AEP ou pour de l'irrigation).

Dans les hypothèses formulées ici, la recharge de nappe par la REUT présente un intérêt économique par rapport à une situation de rejets des effluents en mer.

Tableau 12-14 : Gains nets économiques de la REUT sur 30 ans et par m³ de la recharge à Korba

	Sans projet *Rejet dans la mer*	**Unité**
Gains économiques nets de la REUT - 30 ans	1 300 000	DT
Gains économiques nets de la REUT - DT/m3 sur 30 ans	0,13	DT/m3

Ce gain combine en pratique plusieurs aspects positifs du projet de REUT qui se révèlent, dans les hypothèses formulées, supérieurs au coût de la REUT :

- Le projet de REUT évite la pollution de la mer (bénéfices environnemental et touristique).

  Sur les 30 ans considérés, le gain associé à ce sujet (la « non » pollution maritime), selon l'hypothèse retenue d'un coût de 0.57 DT/m^3 rejeté (référence : *Bénéfices du traitement des rejets en mer, Les cahiers du Plan bleu*, Juillet 2010), est d'environ 3.8 MDT sur 30 ans, en supposant qu'on réinjecte 350 000 m^3 chaque année.
- Le projet de REUT participe à la réduction de la surexploitation de la nappe.

L'approche économique dans un tel cas est sujette à de nombreuses incertitudes, en particulier sur les coûts et bénéfices indirects. Il demeure que, si le risque de pollution de nappe par les EUT est maîtrisé (hypothèse formulée ici, avec un coût environnemental nul lié à la recharge), l'usage est positif d'un point de vue économique.

12.9 ALIMENTATION EN EAU DE LA LAGUNE DE KORBA

12.9.1 Situations de référence et détail des coûts et des avantages considérés

La STEP de Korba rejette un volume annuel de l'ordre de 2 millions de m^3 par an. Nous nous focalisons, dans la présente analyse, pour la situation « avec projet » sur la part qui est rejetée dans la lagune de Korba. A raison de 4000 m^3/jour, ce rejet représente près de 1,5 millions de m^3/an.

Le reste du volume (différence entre 2 et 1.5 millions de m^3) est en pratique sorti du présent calcul (externalité associée nulle) pour isoler l'effet « alimentation de la lagune ».

La situation de référence considère que le rejet de 1,5 millions de m^3 est va directement dans la mer.

Le tableau ci-après présente les différents bénéfices et coûts (directs et indirects) qui ont été pris en compte dans l'ACA, pour les deux situations.

Tableau 12-15 : Coûts et bénéfices (directs et indirects) pris en compte dans l'ACA de la réalimentation de la lagune de Korba

	Situation avec projet : alimentation de la lagune	**Situation de référence : rejet des effluents dans la mer**
Bénéfices directs	Pas de différence entre les deux situations	
Bénéfices indirects	- Préservation ***de l'ensemble*** des services écosystémiques de l'écosystème « usager » - Moindre rejet d'EUT dans le milieu naturel : bénéfice environnemental et éventuellement touristique	- Préservation ***d'une partie*** des services écosystémiques de l'écosystème « usager »
Coûts directs	- Investissement pour traitement III poussé des EU - Investissement pour adduction et stockage des EUT - Fonctionnement du traitement, de l'adduction et du stockage des EUT, dont énergie	

	- Réalisation d'analyses de qualité de l'eau - Formation, sensibilisation du personnel - Vaccination	
Coûts indirects	- Diffusion potentielle de polluants dans les sols et vers la nappe (à relativiser car le traitement III poussé) - Risque sanitaire	- Rejet des EUT dans le milieu naturel. Coût environnemental et éventuellement touristique

12.9.2 Données de base

Les données de base utilisées dans l'ACA sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 12-16 : Données de base utilisées dans l'ACA pour la réalimentation de la lagune de Korba

	Sans projet *Rejets en mer*	**Avec projet** *Alimentation lagune*
Superficie lagune (ha)	250	250
Volumes rejetés en mer (m3/an)	1 500 000	0
Volume d'eau déversé dans la lagune par l'ONAS (m3/an)	0	1 500 000
Volume EUT non rejeté dans la lagune (pour information, non considéré ici dans l'approche ACA)	*500 000*	*500 000*

12.9.3 Résultats

Le rejet des EUT dans la lagune présente un intérêt économique par rapport à une situation de rejets des effluents en mer.

Tableau 12-17 : Gains nets économiques de la REUT sur 30 ans et par m³ de l'alimentation de la lagune de Korba

	Sans projet Rejet dans la mer	**Unité**
Gains économiques nets de la REUT DT - 30 ans	9 770 000	DT
Gains économiques nets de la REUT (DT/m3) sur 30 ans	0,22	DT

Ce gain combine en pratique plusieurs aspects positifs du projet de REUT qui se révèlent, dans les hypothèses formulées, supérieurs au coût de la REUT :

- Comme pour l'injection dans la nappe, le projet de REUT évite la pollution de la mer (bénéfices environnemental et touristique).

  Sur les 30 ans considérés, le gain associé à ce sujet (la non pollution maritime), selon l'hypothèse retenue d'un coût de 0.57 DT/m^3 rejeté (référence : *Bénéfices du traitement des rejets en mer, Les cahiers du Plan bleu*, Juillet 2010), est d'environ 16 MDT sur 30 ans, en supposant qu'on rejette chaque année 1 500 000 m^3 dans la lagune.

- Le projet de REUT participe par ailleurs au maintien du bon état de la lagune. La REUT permet en effet de conserver les services écosystémiques rendus par la lagune tout au long de l'année. Dans la situation sans projet, on considère que ces services sont présents uniquement 7 mois dans l'année, alors qu'ils sont présents 12 mois sur 12 dans le cas où on maintient en eau la lagune avec l'apport d'EUT.

Ainsi, dans les hypothèses retenues, ce cas montre que les bénéfices environnementaux peuvent compenser les coûts d'investissement et d'exploitation de la REUT.

Partie D. GRANDS ENJEUX ET PROPOSITIONS D'ORIENTATION

13. SYNTHESE DU DIAGNOSTIC : ANALYSE AFOM DE LA FILIERE REUT EN TUNISIE ET PROPOSITION DE RECOMMANDATIONS

Objectifs du Chapitre

Sur la base des différents diagnostics, une analyse AFOM a été réalisée pour couvrir les différents aspects de la REUT, étudiés dans ce rapport : aspects généraux/vision transversale ; aspects techniques, réglementaires, institutionnels, économiques/financiers, sanitaires, sociaux, environnementaux. A partir de cette analyse, les principaux points de blocage que rencontre la filière REUT ont été identifiés et sont présentés.

Dans un deuxième temps, des recommandations générales sont formulées qui seront à développer dans la deuxième phase de cette étude. Elles sont résumées dans un schéma, qui ne reprend cependant pas toutes les conclusions et recommandations formulées à l'issue de chacun des chapitres.

13.1 ANALYSE AFOM

L'analyse AFOM est présentée dans le Tableau 13-1 ci-après.

Tableau 13-1 : Matrice Atouts-Faiblesses-Opportunités-Menaces (AFOM) réalisée suite aux différents diagnostics

Aspects	Forces	Faiblesses
Aspects généraux / Vision transversale	• **Expérience en REUT** Périmètres irrigués avec des EUT depuis les années 1960. Programmes de recherche ambitieux dans les années 1980 : connaissance des impacts des EUT sur les matrices eau-sol-plante. Recul sur la REUT pour différents usages, surtout agriculture, golfs, espaces verts, recharge de nappe.	• **Choix des sites et projets de REUT** Définition du projet de STEP : pas de prise en compte systématique du potentiel de REUT (localisation de la STEP, type de traitement, etc.) Manque d'une vision transversale pour le choix des sites : notamment présence des eaux conventionnelles, proximité entre la STEP et l'usage, besoins réels en eau des usagers. Manque de vision transversale avec tous les autres projets liés aux ressources en eau, manque de compétences GIRE en général en Tunisie
Aspect technique	• **Traitement des EUB** Parc épuratoire important et encore en développement, potentiel important d'EUT. Compétence du personnel du producteur des EUT. • **Usages :** Développement de l'irrigation en goutte à goutte. Maîtrise des procédés de recharge de nappe. Adéquation entre le volume d'EUT traité quotidiennement et la demande dans certaines régions.	• **Collecte des EUB** <u>Qualité des EUB :</u> raccordement des rejets industriels non conformes et rejets clandestins (vidangeurs, abattoirs, etc.) dans les réseaux de l'ONAS, malgré l'obligation de pré-traitement. <u>Surcharge</u> : l'extension des réseaux des eaux usées et l'intrusion d'eaux pluviales ou d'infiltration dans les réseaux entraînent des surcharges hydrauliques au niveau de certaines STEP. Cela nuit aux performances des STEP concernées. • **Qualité des EUT :** Selon un certain nombre d'acteurs, les problèmes de qualité des EUT représentent le frein principal au développement de la REUT. Ce constat s'explique avec les problèmes suivants : - Exploitation et Maintenance : Dysfonctionnements et vétusté des équipements, procédures de maintenance lourdes et parfois peu efficaces, manque de main d'œuvre. Ces problèmes entraînent un manque de fiabilité dans le traitement. - Performance du procédé d'épuration : Stations majoritairement de type Boues Activées, sans traitement complémentaire pour l'abattement des paramètres microbiologiques (peu de sites avec un traitement tertiaire) - Manque d'adaptation : peu de mise en relation entre usage à l'aval et performance du traitement - Traitements complémentaires peu présents pour l'usage agricole - Peu de sensibilisation et de contrôles des rejets non conformes (industriels, dépotages sauvages, etc.) dans le réseau d'assainissement • **Transfert des EUT** Décalage entre le lieu de production des EUT (pôles urbains sur les côtes) et les lieux potentiels de réutilisation (zones agricoles à l'intérieur du pays) sachant que le transfert est coûteux.

Aspects	Forces	Faiblesses
		Décalage entre production régulière des EUT et demande variable dans l'année. Manque de stockage inter saisonnier. • **Usages** Colmatage des équipements d'irrigation par les MES, beaucoup d'entretien nécessaire Souvent, pas de ressources de substitution en cas de problème de fourniture des EUT (problème de qualité, panne des stations de pompage, etc.) Possible source de conflits lors du partage des EUT entre les différents usagers (ex : GCT/agriculteurs).
Aspect réglementaire	• **Réglementation existante :** Bases du cadre réglementaire existant depuis les années 1980 - 1990 en Tunisie Discussions en cours pour élaborer des normes adaptées à chaque usage Code de l'eau en cours de révision	• **Manquements de la réglementation :** Norme existant uniquement pour l'usage agricole, pas de normes spécifiques aux autres usages Normes non définies selon une évaluation quantitative des risques. Liste restrictive des cultures autorisées : peu de cultures à haute valeur ajoutée, notamment les plantes maraîchères (mais liste adadptée cependant aux moyens de traitement actuels). Textes (code de l'eau) et normes nécessitent une mise à jour. Besoin de prise en compte des derniers résultats de la recherche pour déterminer les seuils (études sur les effets de la REUT sur les sols, les nappes et les plantes). Arrêté très récent qui régit les niveaux de rejet des stations d'épuration : en attente de sa mise en application opérationnelle au niveau des stations d'épuration. Pas de prise en compte de la microbiologie dans la NT 106.03 (sauf pour les œufs de nématodes) Pas de normes pour les sols ni pour les produits agricoles issus de la REUT Cadre réglementaire pour organiser l'accès à l'information entre les différentes institutions mais peu appliqué. Amendes non dissuasives en cas de non application de la réglementation

Aspect institutionnel	Existence d'un comité REUT au niveau national et dans chaque région Approche multi-sectorielle des questions de REUT et implication des différents acteurs : agriculture, environnement, santé, industries, etc. Bonne connaissance des problématiques liées à la REUT par les acteurs de la filière, volonté de contribution pour améliorer la situation Processus de participation des usagers dans les projets de REUT engagé surtout depuis 2010	**Compétences peu ou pas portées** • Niveau central Pas d'organisme unique responsable du pilotage la REUT permettant d'unifier tous les acteurs (notamment autres que du monde agricole) et d'assurer la durabilité des projets Peu de mise en œuvre des comités régionaux de la REUT (pas opérationnels dans toutes les régions) Manque d'implication du producteur des EUT dans la filière car manque d'intérêt Mécanisme de contrôle de l'ANPE et la DHMPE à revoir. Pas de police de l'eau indépendante et sanctions non-dissuasives. Rejets industriels non conformes : moyens juridiques existants pour contraindre les industriels au prétraitement par l'ONAS et l'ANPE mais peu de sanctions réellement appliquées. Sanctions non-dissuasives. Manque de décentralisation pour l'émergence des projets de REUT (les usagers sont rarement à l'initiative des projets de REUT, ils sont consultés mais il y a peu de véritable concertation pour dessiner les contours des projets). De façon générale, les différents acteurs ont l'impression de « rendre service », que ce soit en produisant des EUT ou en les utilisant. Il n'y a pas de prise de conscience généralisée de la valeur des EUT et de l'opportunité qu'elles représentent. Manque de stabilité des institutions : changements réguliers de ministres ou de directeurs, donc peu d'actions prises pour le long terme. • Niveau local En cas de non-conformité des EUT, manque de communication entre l'ONAS et l'usager (communication souvent assurée par le CRDA pour l'agriculture, mais pas d'intermédiaire pour les autres usages) Pas de contrôle de proximité, en région, qui peut intervenir rapidement si problème de qualité Pas de structure responsable de la gestion des plaintes des usagers et des riverains, notamment si problème environnemental Délégation de l'exploitation des STEP à un privé : contrats très courts qui ne permettent pas un suivi constant des STEP, pas d'obligation de résultats et pas de cadrage des niveaux de performance exigée sur la qualité des EUT dans les contrats de délégation de l'exploitant privé Peu ou pas de cadre institutionnel pour les usages autres que agricoles : Golfs, espaces verts, industriels : pas de structures référentes qui peuvent conseiller les usagers

Recharge de nappe : responsabilité du CRDA mais pas de moyens et peu de compétences pour assurer cette tâche

- **Chevauchements ou mauvaises attributions de compétences**

Chevauchement dans le contrôle des EUT entre ANPE, DHMPE et CRDA au niveau des lieux de prélèvement, manque d'un document référent pour la coordination et l'optimisation des contrôles.

Responsabilité d'imposer la réglementation répartie entre plusieurs ministères qui ne permet pas une pleine efficacité (ministère de l'agriculture, de l'environnement, de la santé).

Pas de cadrage sur la prise en charge des frais liés au traitements complémentaires ou tertiaires : ONAS, usagers, CRDA, autre ?

ONAS responsable de la conformité des eaux fournies à la NT 106.02 mais c'est le MARHP qui est responsable de la conformité des EUT fournies pour l'irrigation. Or les CRDA n'ont pas les moyens de prendre les mesures nécessaires en cas de non-conformité

Potentiels conflits d'intérêt concernant le contrôleur des EUT et le producteur qui appartiennent au même Ministère (environnement)

Peu de structures qualifiées pour la délégation de services face aux nombreuses tâches assurées par l'ONAS (nombreuses tâches assurées par l'ONAS : assainissement urbain et rural, maîtrise d'ouvrage et exploitation des STEP, etc.)

Efforts pas assez développés pour la sensibilisation des usagers et manque de lisibilité dans le rôle de chaque institution (AVFA, UTAP, CRDA, CTV, ministère de la santé, etc.)

Le MARHP est à la fois le gestionnaire des ressources en eau et le plus gros consommateur.

- **Liens inter et intra institutions**

Manque d'intégration des différents aspects de la REUT et manque d'une approche « filière » : producteur – usager – consommateur. Les différents secteurs travaillent sans concertation.

Problèmes de communication, inter et intra-institutions, notamment ;

- ONAS vers usagers et autres institutions,
- ONAS et CRDA,
- Entre ministères (agriculture, environnement et santé),
- Entre arrondissements des CRDA,
- Entre les directions du MARHP.

Lien entre producteur des EUT et usager : manque d'intermédiaires, de communication et de transmission des données. Pas de conventions établies pour garantir la quantité et la qualité des EUT.

Manque de transparence pour la transmission des données sur la qualité de l'eau

Aspects	Forces	Faiblesses
		Manque de collaboration entre acteurs pour la planification des projets de STEP et les projets de REUT Pas de système d'alarme mis en place en cas de problème de qualité des EUT au niveau de la STEP. Arrêt de l'irrigation souvent bien après les résultats de contrôles. Centres de décisions de l'ONAS éloignés du terrain, procédures longues qui ne permettent pas une réaction rapide quand il y a un problème sur une STEP Pas assez de collaboration entre recherche et administrations : manque de moyens mis en œuvre pour les transferts des technologies. Peu de valorisation des résultats des stations pilotes et abandon des sites. Manque de transmission de données de la part du ministère de la santé : liste des personnes vaccinées par exemple. Manque de capitalisation des données liées à la REUT pour faciliter l'échange de données et la collaboration entre institutions
Aspect économique / financier	• **Pour l'ONAS :** Possibilité pour l'ONAS de vendre les EUT • **Pour les usages agricoles :** Augmentation des rendements (importante selon les acteurs interrogés lors des enquêtes) Pourvoir fertilisant des EUT : diminution des charges d'exploitation pour les agriculteurs • **Pour les usages autres qu'agricoles :** Souvent avantageux au niveau financier/économique d'utiliser les EUT par rapport aux eaux de forage ou de la SONEDE (sauf si prise en charge d'un traitement complémentaire très coûteux). Certains usagers prêts à payer plus chères les EUT en échange de la garantie d'une eau de meilleure qualité	• **Financement des projets de REUT** Souvent, financement disponible pour la mise en place du projet mais pas pour le suivi et l'exploitation (ex : recharge de nappe, traitements complémentaires en aval des STEP, valorisation écologique à Korba, etc.). Facteur limitant la durabilité des projets. Investissements importants effectués pour des projets (périmètres irrigués, recharge de nappe, etc.) mais qui ne répondent pas toujours à la demande car l'avis des usagers n'avait pas été pris en compte lors de la naissance du projet Pas de budget prévu pour la recharge de nappe au niveau du CRDA Peu de budget pour la sensibilisation des usagers • **Tarification et rentabilité des projets** Tarification trop faible pour supporter les coûts de recouvrement (autour des 20 millimes/m^3). Les coûts de la REUT sont supportés en grande partie par les CRDA/l'Etat. Quand la qualité de l'eau est trop mauvaise, il est difficile d'imposer une tarification auprès des usagers. C'est un cercle vicieux car si il n'y a pas de source de financement, la qualité de l'eau ne peut pas s'améliorer. Les modèles d'exploitations agricoles ne sont pas toujours compatibles avec les périmètres irrigués avec des EUT : certaines sont de petites exploitations familiales où l'agriculture est une activité secondaire pour les exploitants Ils n'ont pas les moyens d'investir dans l'équipement d'irrigation malgré les subventions et ils ne voient pas l'intérêt d'intensifier leur production avec l'irrigation.

Aspects	Forces	Faiblesses
		Sur certains sites, utilisation des EUT par les agriculteurs malgré la qualité médiocre : une fois qu'ils ont investi dans le périmètre irrigué, ils se trouvent obligés d'irriguer pour préserver la récolte et rentabiliser leurs investissements. Coût du pompage pour CRDA/GDA très important, notamment quand les heures de pointe correspondent aux heures d'irrigation. : nécessité de réaliser des ouvrages de stockage Coût des suivis de la qualité des EUT importants pour les usagers : pas toujours effectués malgré l'obligation. Coûts importants des traitements III ou complémentaires pour celui qui doit les assumer (ONAS, usagers, CRDA, autre). Peu d'approches type ACA voire ACV pour évaluer les projets (pour étudier la meilleure alternative d'un projet ou pour étudier sa pertinence à postériori).
Aspect sanitaire	Il existe dores et déjà de l'information sur les risques et les impacts sanitaires (la recherche scientifique au niveau national en dispose, même pour les polluants émergents).	• **Communication sur les risques sanitaires** Manque de sensibilisation des usagers sur les risques liés aux EUT (notamment par manque de moyens). Peu de campagnes sanitaires et de vaccinations, parfois les frais ne sont pas toujours pris en charge, donc les usagers ne se vaccinent pas. Efforts souvent fournis au départ du projet pour informer les agriculteurs mais pas sur le long terme. Certains ne sont même pas au courant qu'une réglementation existe. Travailleurs saisonniers des exploitations agricoles : difficiles de le tenir informer des mesures sanitaires à respecter • **Respect des mesures sanitaires, gestion des risques** Risque qui ne se voit pas sauf quand la qualité est vraiment médiocre (odeur, couleur), donc peu de prise de conscience du risque par les usagers. Problème de communication sur les risques, notamment au niveau des golfs où les usagers ne sont pas informés. Non-respect des fréquences de contrôle de la qualité des EUT et de l'ensemble des paramètres à analyser, que ce soit au niveau de l'ONAS ou des CRDA. Moyens de protection jugés contraignants (quand il fait chaud l'été, problèmes d'ergonomie, etc.). Quand irrigation gravitaire améliorée (périmètre irrigué, espaces verts…) ou aspersion (golf), contacts possibles de l'usager avec les EUT. Pas de contrôle sur les produits agricoles et les sols agricoles

Aspects	Forces	Faiblesses
		Mesures de sécurité peu respectées : - Pâturage direct sur du fourrage irrigué avec les EUT - Irrigation de cultures maraîchères avec les puits de surface à l'intérieur d'un périmètre irrigué avec les EUT (Ex : Souhil) - Aspersion avec des EUT pendant la journée pour les golfs (contact possible avec les clients) Il existe des cas de REUT qui ne sont pas considérés comme tels mais qui peuvent entraîner des problèmes sanitaires : rejet dans l'oued des EUT, dilution avec les eaux conventionnelles et pompage en aval pour l'irrigation (cas à Kasserine, Gafsa, Manouba, etc.). Peu d'études sur l'évaluation des risques liés aux pratiques de la REUT, notamment absence d'évaluation épidémiologique dans les périmètres irrigués.
Aspect social	Certains projets ont bien fonctionné car démarré sur une initiative locale, avec un petit projet pilote qui a bien fonctionné, puis le périmètre irrigué a été étendu (ex : Ouardanine, Souhil). La vision d'un projet réussi fait dépasser les freins sociaux que pouvaient avoir les agriculteurs à l'origine. Agriculteurs globalement motivés pour la REUT pour des raisons économiques mais aussi lorsqu'il n'y a aucune autre ressource alternative : demandeurs de réunions d'informations. Volonté de l'UTAP d'être plus impliqué dans la sensibilisation des agriculteurs. Industriels et hôtels sont demandeurs d'informations, intérêts économiques et environnementaux de la REUT.	• **Acceptabilité sociale** Freins sociaux surtout dus à la mauvaise qualité des EUT : manque de confiance dans la fiabilité des traitements, peur des maladies. Quelques freins éthiques/psychologiques dans certaines régions. Quelque freins des consommateurs quand ils savent que c'est irrigué avec des EUT. Industries, espaces verts : grandes réticences de la part des ouvriers pour manipuler les EUT. Pas de bénéfices directs pour eux qui permettraient de dépasser ce frein, à la différence des agriculteurs (augmentation des rendements). Quand échec important d'un projet de REUT, il est très difficile par la suite de convaincre à nouveau les usagers (ex : Mornag). Emérgence des projets de REUT ne répond pas toujours à une demande locale : parfois réticence d'utilisation du périmètre irrigué pour certains agriculteurs malgré les installations. Pour les agriculteurs, quand une ressource en eau conventionnelle est disponible, ils préfèrent ne pas utiliser les EUT. • **Sensibilisation** Certains CTV sont fermés dans les régions, peu de moyens mis en œuvre. Certains GDA ne sont pas pleinement impliqués (existent pour répondre à la réglementation). Importance d'un GDA impliqué pour motiver les autres agriculteurs. L'aspect communication au niveau des usagers n'est pas systématique et consolidé, il est occasionnel et dépend des changements de responsables des parties prenantes. Il manque un programme cohérent et soutenu de sensibilisation pour les agriculteurs et les différents utilisateurs des EUT

Aspects	Forces	Faiblesses
Aspect environnemental	Moins de rejets directs des EUT dans le milieu naturel et donc de pollution potentielle, notamment dans les zones sensibles (lagunes, zones de baignade, nappes…) Pouvoir fertilisant des EUT : moins d'apports d'engrais minéraux (si pas de traitement N et P à la STEP) Impact positif de la REUT sur l'amélioration des sols (augmentation tdu aux de matière organique dans les sols) Préservation des ressources en eaux conventionnelles (notamment recharge de nappe), particulièrement dans les zones arides du Centre et du Sud de la Tunisie Elément stratégique pouvant être intégré dans la politique environnementale des grands consommateurs d'eau (entreprises, municipalités, hôtels, etc.)	• **Contexte environnemental** Contexte pédologique des sites des périmètres irrigués pas toujours adapté à l'irrigation avec les EUT. • **Risques : évaluation et suivi** Risques de contamination du sol : pas de suivis réguliers au niveau des périmètres irrigués avec les EUT malgré le risque d'accumulation des ETM dans les sols et les risques microbiologiques. Risques de contamination des nappes : N, P, microbiologie, accumulation des ETM, etc. Cas des recharges de nappe : risques liés à l'utilisation indirecte des EUT pour l'irrigation de cultures maraîchères Peu d'études sur les risques combinés : microbiologiques, ETM, polluants émergents, etc. Valorisation environnementale avec la REUT : pas de définition précise, peu d'évaluation des impacts de ce type d'usage sur l'environnement. Est-ce que le rejet a eu un impact environnemental positif effectif sur l'écocsystème ? Peu d'analyses des EUT de la part des usagers autre que CRDA

Opportunités	Menaces
• **Ressources en eau et contexte tunisien** Changement climatique : réduction des ressources en eaux conventionnelles, contexte de stress hydrique de la Tunisie. Augmentation de la population tunisienne : augmentation des besoins globaux en eau. Insuffisance de ressources conventionnelles disponibles dans les régions du Centre et du Sud tunisien Etude eau 2050 en cours : réflexion sur le cadre institutionnel global de la gestion de l'eau en Tunisie. Système d'information sur les ressources en eau en Tunisie (SINEAU) en cours de développement Développement du tourisme golfique. Développement de l'énergie solaire et des biogaz pour l'assainissement et les stations de pompage Coûts élevés en énergie du dessalement • **Assainissement** Programme important de réhabilitation des STEP Augmentation de la redevance assainissement. Projet de délégation de service public d'exploitation du parc épuratoire de l'ONAS. Développement de l'assainissement en milieu rural par l'ONAS. Stations pilotes du CITET pour le lagunage et la REUT à petite échelle en milieu rural. Recherches en cours pour la valorisation des eaux pluviales pour les eaux domestiques (CERTE). Problèmes de pollution au niveau des zones de baignade : projets en cours d'émissaires en mer coûteux, la REUT pourrait être une solution alternative. • **Réglementation** Possibilité d'autorisation de la réutilisation des eaux grises. Projet de révision du code des eaux. Projet d'un code de l'environnement en phase d'étude.	• **Ressources en eau et contexte tunisien** Développement du dessalement (ex : industriels et eau potable) malgré le coût bien plus élevé de cette alternative car manque de confiance dans la REUT Chute du dinar, difficultés de réaliser des projets car les montants à l'investissement ont beaucoup augmenté ces dernières années. Politique de taxation des produits importés défavorable à l'utilisation d'équipements fiables, éprouvés dans d'autres pays Augmentation importante du coût de l'énergie : poids dans le budget de l'ONAS et CRDA, encore plus si traitement III. Pas de stratégie dans le recours aux nouvelles énergies (énergie solaire ou autre) dans le secteur eau conventionnelle ou non conventionnelle • **Assainissement** Problèmes financiers de l'ONAS et donc retards importants dans la planification et la réhabilitation des STEP • **Institutions** Climat institutionnel global lourdeur administrative pour construire les dossiers et les mettre en œuvre.

13.2 IDENTIFICATION DES DEFIS A RELEVER ET PROPOSITION DE GRANDES RECOMMANDATIONS

Les diagnostics réalisés pendant la première phase de l'étude ont été riches d'enseignements. Ils ont permis d'identifier les points forts du système en place ainsi que les pistes d'amélioration. Les résultats des différents diagnostics sont consignés dans la matrice AFOM présentée ci-avant.

A partir de la matrice AFOM, les grands **« points de blocages », gênant le développement de la REUT**, ont été identifiés. Ces points de blocage ont été regroupés, afin de proposer un nombre limité de défis à relever pour la REUT. Ces **« défis » représentent une incitation à dépasser les points de blocage, afin d'améliorer la situation actuelle et permettre le développement de la REUT.**

Pour chacun des défis, un objectif a alors été proposé. **L'objectif constitue la cible à atteindre, il représente la déclinaison des grandes attentes pour chacun des défis.** La définition des défis et objectifs à atteindre a permis de proposer ensuite de grandes recommandations, pour chacun de ces défis.

Quatre grands défis ont ainsi été identifiés.

Défi 1 : L'approche intégrée

Le défi de l'intégration est transversal. Les points de blocage identifiés dans le cadre de ce défi ont été décrits dans les différents diagnostics. Ce sont les suivants :

- **L'absence d'approche filière et le manque d'intégration de la REUT dans la politique de l'eau** (dissociation entre les planifications des STEP et des projets de REUT, définition de projets de REUT qui n'émergent pas d'une demande locale, définition des projets de REUT qui ne s'inscrivent pas dans une vision GIRE pour replacer le projet dans le grand cycle de l'eau et évaluer sa pertinence, etc.)
- **Dans certains cas, l'acceptabilité de la REUT est encore problématique** (nécessité de prendre en compte un certain nombre de paramètres pour faciliter l'acceptabilité : disponibilité des ressources conventionnelles, niveau du risque sanitaire, retombées économiques, liens de confiance entre les acteurs)
- **Les EUT ne sont pas encore pleinement valorisées** (optimisation des projets grâce à l'intégration des différents facteurs sociaux, environnementaux et économiques lors de la définition des projets)
- **Les problèmes de recouvrement des coûts** associés aux projets de REUT gênent parfois la durabilité des projets (problèmes sur la prise en charge du coût réel de l'eau et du traitement tertiaire)

Défi 2 : La gouvernance

Le défi de la gouvernance fait suite à plusieurs grands points de blocage identifiés particulièrement dans le diagnostic institutionnel :

- **Le cadre institutionnel existant n'est pas pleinement opérationnel** (la majorité des fonctions sont pourvues mais ne sont pas pleinement opérationnelles, idem pour le processus de décentralisation qui est en cours)
- **A certains niveaux, il y a des difficultés dans la communication et la coordination entre les acteurs de la filière** (notamment entre le producteur des EUT et les usagers, mais aussi au sein des différentes institutions en charge des EUT)
- Les **contrôles de qualité de l'eau ne sont pas toujours réalisés de façon optimale** (problèmes de fiabilité, fréquence et échantillonnage) et les résultats ne sont pas partagés automatiquement entre tous (il peut exister des conflits d'intérêt entre l'organisme de contrôle et l'organisme contrôlé qui font partie de la même institution, il n'y a pas de cadre clair de répartition des interventions des organismes de contrôle, etc.).

Défi 3 : La qualité

Le défi de la qualité concerne les problèmes de qualité de l'eau qui gênent le développement de la REUT. Les principaux points de blocages identifiés participent à expliquer les problèmes rencontrés :

- **Une révision de la réglementation concernant la qualité de l'eau pour la REUT est nécessaire** (la réglementation actuelle n'étant que pour l'usage agricole sans distinction des conditions d'irrigation et n'étant pas basée sur une évaluation des risques).
- **Des dysfonctionnements sont constatés au niveau de certaines STEP** (dysfonctionnements liés à des coûts d'exploitation (maintenance, frais d'énergie) difficiles à supporter, un parc de stations d'épuration vieillissant, le raccordement d'effluents bruts à traiter non biodégradables, etc.)
- **Peu de traitements tertiaires ou complémentaires existent** pour compléter le traitement secondaire et être conforme aux exigences des usages aval (notamment à cause de la difficile prise en charge des frais associés, de la faible prise de conscience concernant les conséquences notamment sanitaires, mais aussi par manque de cadre réglementaire complet et/ou de difficultés d'application du cadre existant).

Défi 4 : La maîtrise des risques

La maîtrise des risques est un défi qui dépend directement du défi lié à la qualité. Cependant, au-delà de la qualité, la maîtrise des risques nécessite aussi de prendre en compte la vulnérabilité et l'exposition des populations. Les principaux obstacles identifiés pour la maîtrise des risques sont les suivants :

- Il y a encore des **manques de connaissance et d'évaluation des impacts environnementaux et sanitaires** liés à la REUT et des risques associés (le manque de connaissances entraîne parfois des pratiques non-sécurisées, ou qui causent des pollutions non-identifiées actuellement. Cela gêne aussi la définition des normes pour les différents usages).
- **Les usagers sont généralement trop exposés aux risques associés à la REUT** (cela fait suite au non-respect des règles de sécurité, notamment par manque de formation et sensibilisation).

La Figure 13-1 récapitule les différents défis et points de blocage identifiés. Le défi de l'intégration, central et lié aux trois autres défis, est représenté à l'intérieur du cercle.

La figure suivante, Figure 13-2, présente enfin les grandes recommandations de la phase de diagnostic. Les recommandations reportées ici ne sont pas exhaustives (l'ensemble des recommandations du diagnostic ne sont pas résumées dans la figure). Ces recommandations seront importantes pendant la phase de prospective et guideront la proposition de scénarios pour le développement de la REUT.

Figure 13-1 : Défis, points de blocges et objectifs

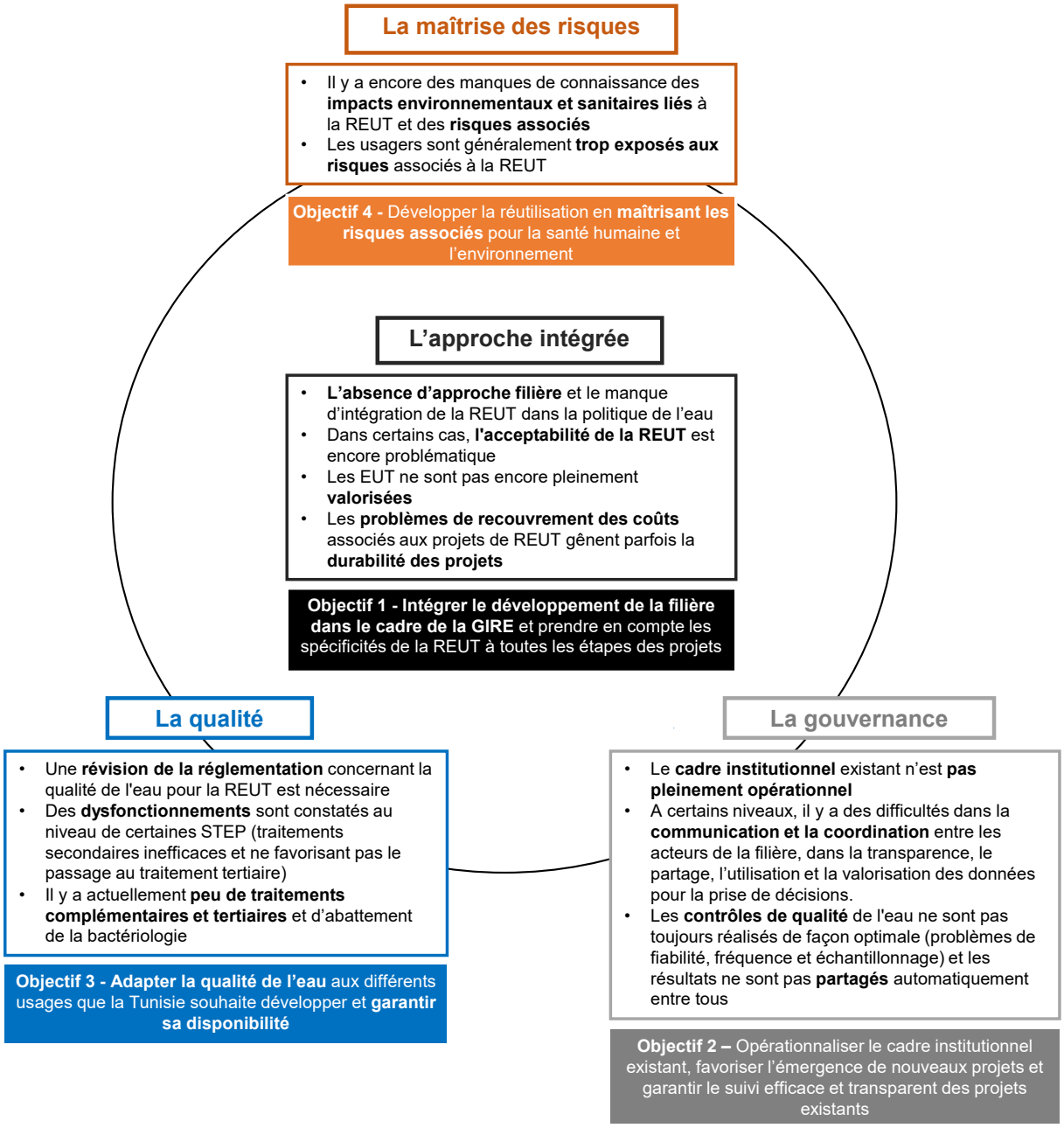
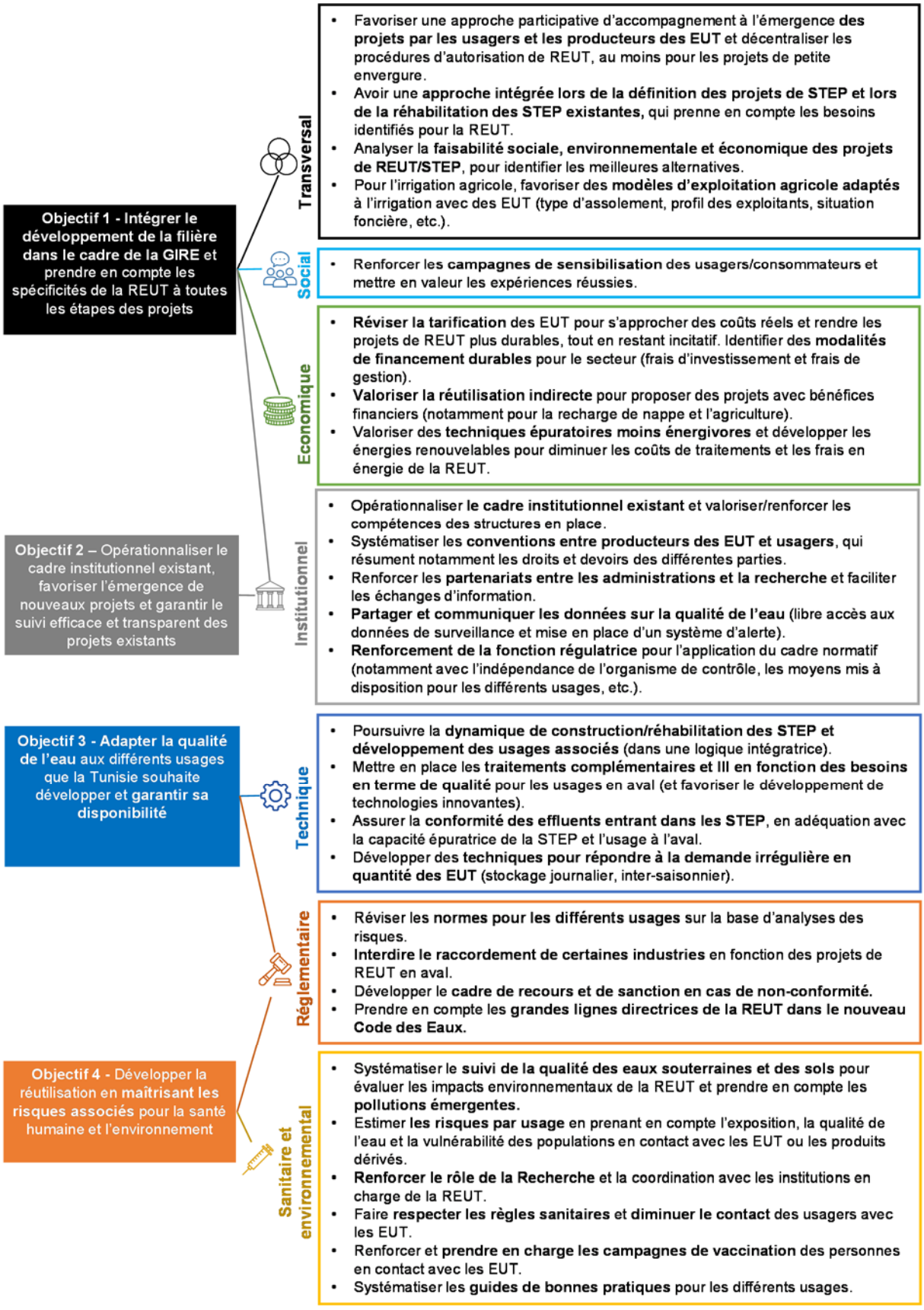


Figure 13-2 : Synthèse des recommandations par aspects



BIBLIOGRAPHIE

Abers, R., & E., K. M. (2013). *Practical Authority: Agency and Institutional Change in Brazilian Water Politics.* Oxford University.

AFD. (2011). *REUT - Perspectives opérationnelles et recommandations pour l'action.* BRLi.

AHT/COMETE/EMSCHER. (2013). *Etude technique d'assainissement hydrique des zones industrielles en Tunisie pour le traitement des eaux usées industrielles.*

al, P. &. (1979). *The effects of wastewater treatment facilities on wetlands in the midwest.*

Albakkar, Y. (2014). *An integrated approach to wastewater management and reuse in Jordan : a case study of the Jordan Valley.* Trent University.

Alouini, Z. (1998). Devenir des œufs et kystes de parasites au cours d'un cycle d'épuration de la station Cherguia à Tunis. *La Houille Blanche, 7*, pp. 60 - 64.

ANCSEP. (2018). *Etude d'impact sanitaire de la réutilisation des eaux usées traitées à des fins agricoles.*

ANCSEP. (s.d.). L'utilisation intensive des intrants agricoles et REUT en agriculture : les risques.

ANPE. (2008). *Gestion durable des ressources en eau.*

ANPE. (2008). *Rapport sur le suivi scientifique au Parc National de l'Ichkeul, année 2006 - 2007.*

APAL. (2003). *Etude des plans de gestion des sites MedWetCoast "écosystèmes lagunaire de Maamoura à Kelibia".*

APII. (2019). *Portail de l'industrie tunisienne*. Récupéré sur Tissu industriel tunisien: http://www.tunisieindustrie.nat.tn/fr/tissu.asp

ARPE. (2017). *Comment réussir sont projet de REUT.*

Arrêté des ministres de l'agriculture, de l'environnement et de l'aménagement du territoire et de la santé publique du 28 septembre 1995, approuvant le cahier des charges fixant les modalités et les conditions particulières de l'utilisation des eaux usées. (1995).

Arrêté du ministre de l'agriculture du 21 juin 1994, fixant la liste des cultures qui peuvent être irriguées par les eaux usées traitées. (1994).

Arrêté du ministre des affaires locales et de l'environnement et du ministre de l'industrie et des petites et moyennes entreprises du 26 mars 2018, fixant les valeurs limites des rejets d'effluents dans le milieu récepteur. (2018).

Asano, T., Burton, F., & Leverenz, H. (2007). *Water Reuse : Issues, Technologies ans Applications.* Metcalf and Eddy, AECOM.

Bachta, M.-S. (2005). *Les instruments économiques et la modernisation des PI : la réutilisation des eaux usées traitées en agriculture dans la délégation de Mornag, en Tunisie : Analyses prospectives et études d'ipact.*

Bahri, A. (2003). Water reuse in Tunisia : stakes and prospects. *Atelier du PCSI (Programme Commun Systèmes Irrigués) sur une Maîtrise des Impacts Environnementaux de l'Irrigation* (p. 11). Cirad - IRD - Cemagref.

Bahri, S. (2011). *Evaluation de la qualité microbiologique des fruits issus de l'irrigation par les eaux usées traitées dans le primètre de Ouardanine (Monastir).* INAT.

Bali, M. (2017). *Impact de l'irrigation par des eaux usées traitées sur les propriétés physico-chimiques des sols : Cas de périmètre irrigué de Dissa (Gabès).* INIG Gabès.

Banque Mondiale. (2007). *Evaluation du coût de la dégradation de l'eau.*

Banque Mondiale. (2019). *Eau et assainissement pour tous en Tunisie.*

Baumhogger, W. (1949). Ascariasis in Darmstadt and Hessen by seen as a wastewater engineer. *American Journal of Tropical Medecine and Hygiene, 11*, pp. 488 - 506.

Bedmar, P., & Rekaya, M. (1987). *Utilisation des techniques nucléaires aux études de recharge artificielle des nappes en Tunisie.* AIEA, DGRE.

Belaid, N. (2010). *Evaluation des impacts de l'irrigation par les eaux usées traitées sur les plantes et les sols du périmètre irrigué d'El Hajeb-Sfax : salinisation, accumulation et phytoabsoprtion des éléments métalliques.* Thèse, Université de Sfax et de Limoges.

Belaid, N., Kallel, M., & Neel, C. (s.d.). *Effets de l'irrigation par les eaux usées traitées sur la variabilité latérale et la biodisponibilité des éléments métalliques dans le sol.* ENIS, Université de Limoges, CRDA Sfax.

Ben Ayed, L., Alouini, Z., Jemli, M., & Sabbahi, S. (2007). *Évaluation de la qualité parasitologique des eaux usées et des boues résiduaires en Tunisie.* Laboratoire Science et Technique de l'Eau, INAT.

Ben Saad, M., Bousselmi, L., Fabio, M., & Ghrabi, A. (2015). A new approach for local wastewater management sanitation case study of rural school (Chorfech 24). (CERTE, Éd.) *Water practise and Technology, 10*(3), pp. 474 - 477.

Ben Sakka Mohamed et al. (2015b). *Actualisation des apports pluviométriques annuels de la Tunisie (1914/15 - 2008/09).*

Bolle, F.-W., F., G., Midoun, M., Belaid, M., Koster, S., Huben, S., & Gredigk-Hoffmann, S. (2007). *Faisabilité institutionnelle, juridique et financière de traitement des eaux usées dans les zones industrielles.* FIW.

BPEH. (2017). *Rapport national du secteur de l'eau.*

Bradley, R., & Hadidi, S. (1981). Parasitic infection on the use of untreated sewage for irrigation of vegetable with particular, reference to Aleppo, Syria. *Health Eng., 9*, pp. 154 - 157.

BRLi. (2016). *Elaboration de la stratégie de Conservation des Eaux et des Sols (CES) de la Tunisie - Diagnostic et analyse évaluative.*

BRLi. (2017). *New Process for Optimizing Wastewater Reuse from Mauguio to the Mediterranean Area in support of the French Reuse Directive (NOWMMA) .*

Casanova, J., Cagnimel, M., Devaux, N., Pettenti, M., & Stollsteiner, P. (2013). *Recharge artificielle des eaux souterraines : état de l'art et perspectives.* ONEMA, BRGM.

Chaieb, H., Rekaya, M., Ouerfelli, N., Laghi, M., Magagnini, L., Tosatto, O., . . . Teatini, P. (2013). On the effectiveness of reusion treated wastewaters by infiltration ponds in coastal farmlands. Preliminary investigation on insights from the Korba site, Tunisia.

Chaney, & Bouwer. (1976). *Sewage disposal on agricultural soils : chemical and microbiological implications.*

Chenini. F, Trad M., Réjeb S., & Châabouni Z. (2002). *Optimisation et durabilité du traitement et de l'utilisation des eaux usées en agriculture - Institut National de Recherche en Génie Rural, Eaux et Forêts.*

Cherif, S., El Ayni, F., Jrad, A., & Trabelsi-Ayadi, M. (2013). Aquifer recharge by treated wastewaters : Kora case study (Tunisia). *Sustainable sanitation practice*, pp. 41 - 48.

Condom, N., & Declecq, R. (2015). *Réutilisation des eaux usées pour l'irrigation agricole en zone péri-urbaine de pays en développement : pratiques, défis et solutions opérationnelles.* COSTEA, Ecofilae.

Condom, N., Lefebvre, M., & Vandome, L. (2012). *La réutilisation des eaux usées traitées en Méditerranée : retour d'expériences et aide à l'élaboration de projets.* Les cahiers du Plan Bleu 11.

Cour des comptes. (2014). *Rapport de la cour des comptes*. Récupéré sur http://www.courdescomptes.nat.tn

CRDA de Medenine. (2001). *Etude de création d'un périmètre irrigué à partir de la station d'épuration d'Ouljet El Khoder - Phase 1 : factibilité.*

CRDA de Zaghouan. (2006). *Etude de création du périmètre irrigué El Fahs à partir de la station d'épuration d'El Fahs.*

CRDA Gafsa. (1994). *Création d'un périmiètre irrigué à partir de la STEP de Gafsa - Etude d'avant projet.*

CRDA Monastir. (2004). *Projet de réhabilitation du périmètre irrigué à partit des eaux usées traitées de Ouardanine - Phase 1 : diagnostic de la situation actuelle et études des actions de réhabilitation.*

CRDA Nabeul. (2004). *Projet de recharge des nappes du Cap Bon à partir des eaux usées traitées.* BURGEAP - STUDI.

David, P.-L., Bulteau, G., Humeau, P., Gerente, C., & Andres, Y. (2014, Mars). Risques environnementaux liés à la réutilisation des eaux grises pour l'irrigation des espaces verts urbains. *TSM*, pp. 75 - 83.

Décret n° 2001-419 du 13 février 2001, fixant les attributions du ministère de l'agriculture. (2001).
Décret n° 2002-335 du 14 février 2002 fixant le seuil à partir duquel La consommation des eaux est soumise à un diagnostic technique, périodique et obligatoire des équipements, des travaux et des modes de production liés à l'utilisation des eaux, les cond. (2002).
Décret n° 2005-1991 du 11 juillet 2005 relatif à l'étude d'impact sur l'environnement. (2005).
Décret n° 85-56 du 2 janvier 1985 relatif à la réglementation des rejets dans le milieu récepteur. (1985).
Deloitte. (2019). *Document de référence relatif à la consultation publique sur les options politiques pour optimiser la réutilisation des eaux dans l'UE.*
Département de l'Aude. (2017). *Schéma Directeur de valorisation de l'eau brute et adaptation au changement climatique du département de l'Aude.* BRLi.
DGACTA. (2016). *Elaboration de la stratégie de Conservation des Eaux et des Sols (CES) de la Tunisie - Diagnostic et analyse évaluative.* BRLi.
DGAT. (2011). *Schéma Directeur d'Aménagement de la région économique du Centre Est.*
DGEQV. (2009). *Etude de faisabilité technico-économique de la recharge artificielle des nappes par les EUT des STEPs.*
DGEQV. (2011). *Etude de dépollution et de réhabilitation des côtes sud de Sfax. PHASE-1 : Inventaire et caractérisation des sources de pollution, Note de synthèse.* COMETE Engineering.
DGEQV. (2012). *Profil environnemental de pays, Tunisie.*
DGEQV. (2015). *Stratégie nationale de communication et de sensibilisation à l'utilisation des EUT et des boues de STEP et initiation des activités de sensibilisation à l'échelle régionale.* CID, Asconit Consultants.
DGEQV. (2018). *Etude pour la mise en oeuvre d'un programme intégré de dépolution du bassin versant d'Oued Mejerba.*
DGGREE. (2014). *Projet de création d'un périmètre irrigué à partir des EUT de la STEP de Zaghouan - Gouvernorat de Zaghouan : Résumé non technique de l'Etude d'Impact sur l'Environnement.*
DGGREE. (2016). *Compte rendu sur la situation actuelle de la REUT en irrigation.*
DGGREE. (2016). *Situation des périmètres irrigués à partir des eaus usées traitées - campagne 2015-2016.*
DGGREE. (2017). *Etude préalable à un plan national "réutilisation des eaux usées traitées" pour la Tunisie - Diagnostic de l'existant.* SCP, Eaux de Marseille.
DGGREE. (2017). *Etude préalable à un plan national "réutilisation des eaux usées traitées" pour la Tunisie - Diagnostic de l'existant.* SCP, Eaux de Marseille.
DGGREE. (2017). *Situation des périmètres irrigués à partir des eaux usées traitées, Campagne 2016/2017.*
DGGREE. (2018). *Etude d'évaluation de la politque tarifaire et révision et mises en oeuvre de nouveaux modes de tarification - Projet d'investissement dans le secteur de l'eau (PISEAU 2).* AHT GROUP AG, SCET Tunisie.
DGGREE. (2018). *Fiches caractéristiques de suivi des périmètres irrigués avec des eaux usées traitées - Campagne 2017 - 2018.*
DGGREE. (2018). *Plan d'action à court terme de développement de la réutilisation des eaux usées traitées.*
DGGREE. (2018). *Situation des périmètres irrigués à partir des eaux usées traitées, Campagne 2017/2018.*
DGRE. (2008). *Annuaire de la qualité des eaux souterraines en Tunisie.*
DGRE. (2016). *Annuaire des eaux non conventionnelles.*
DGRE. (2016). *Situation de l'exploitation des nappes phréatiques 2015.*
DGRE. (2017). *Etude d'évaluation des expériences de recharge artificielle de nappe de la Tunisie - Phase 1 : Inventaire des sites de recharge existants.* GEREP Environnement.
DGRE. (2017). *Recharge artificielle des nappes en Tunisie 2016.* Annuaire n°23.
DGRE. (2018). *Annuaire de la recharge artificielle des nappes de Tunisie 2016.*

DGRE. (2018). *Annuaire de l'exploitation des nappes profondes 2017.*
DGRE. (2018). *Annuaire hydrologique de la Tunisie 2016 - 2017.*
DGRE. (2018). *Annuaire piézométrique de la Tunisie 2017.*
DGRE. (2018). *Annuaire pluviométrique de Tunisie 2016 - 2017.*
DGRE. (2018). *Répertoire des forages d'eau et piézomètres réalisés en 2016.*
DGRE. (2018). *Suivi de la qualité des eaux souterraines en Tunisie (Année 2017).*
DHMPE. (2014). *Evaluation de la qualité des eaux usées réutilisées à des fins agricoles.*
Dreschel, P., Mahjoub, O., & Keraita, B. (2014). *Social and cultural dimensions in wastewater use.*
Dreschsel, P., A.Scott, C., Raschid-Sally, L., Redwood, M., & Bahri, A. (2011). *L'irrigation avec des eaux usées et la santé : Evaluer et atténuer les risques dans les pays à faible revenu .* IWMI.
DSSB. (1996). *Bulletin épidémiologique.*
ECOFILAE. (2016). *Réutilisation des eaux usées pour l'irrigation agricole en zone péri-urbaine de pays en développement: pratiques, défis et solutions opérationnelles.* AFEID, AFD, COSTEA.
El Ayni, E., Manoli, E., Cherif, S., Jrad, A., Assimacopoulos, D., & M., T.-A. (2012). Deterioration of a Tunisian coastal aquifer due to agricultural activities and possible approaches for better water management. *Water and Environment Journal*, pp. 348 - 361.
El Koundi, A. (2002). *Etat de l'assainissement en Tunisie.* Tunis: Séminaire sur les traitement tertiaires.
ENPARD Méditerrannée. (2019). *Rapport de synthèse sur l'agriculture en Tunisie.*
Ettazy, N. (2019). *Voici comment l'OCP exploite les eaux usées pour réduire sa consommation*. Récupéré sur Medias 24: https://www.medias24.com/step-benguerir-eaux-usees-traitement-683.html
EUROMED. (2011). *Dépollution intégrale du lac de Bizerte, rapport diagnostic.* Mediterranean Hot Spot Investment Program.
FAO. (2003). *Irrigation avec des eaux usées traitées - Manuel d'utilisation.*
FAO. (2013). *Cartographie des institutions agricoles en Tunisie.*
FAO. (2016). *AQUASTATS*. Récupéré sur Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/TUN/indexfra.stm
FEMIP - BEI. (2009). *Identification et élimination des goulets d'étranglement pour l'utilisation des eaux usées dans le cadre de l'irigation et autres usages.* AHT GROUP AG.
Fenet, H., Mathieu, O., Mahjoub, O., Li, Z., Hillaire-Buys, D., Casellas, C., & Gomez, E. (2012). Carbamazepine, carbamazepine epoxide et dihydroxycarbamazepine sorption to soil and ocurrence in a wastewater reuse site in Tunisia. *Chemosphere, 88*, pp. 49 - 54.
France stratégie. (2017). *Le taux d'actualisation dans l'évaluation des projets d'investissement public*. Récupéré sur https://www.strategie.gouv.fr/debats/taux-dactualisation-levaluation-projets-dinvestissement-public
Fries, E., Mahjoub, O., Mahjoub, B., Berrehouc, A., Lions, J., & Bahadir, M. (2016). Occurence of contaminants of emerging concern (cec) in conventional and non conventional water ressources in Tunisia. *Fresenius Environmental Bulletin, 25*, pp. 3317 - 3339.
Gaaloul, N. (2012). impact de la recharge artificielle par les EUT sur la qualité et la quantité des eaux souterraines de la nappe côtière Korba - Mida Cap Bon Tunisie. *Houille blanche*, pp. 24 - 33.
Gollier, C. (2013). *Quel taux d'actualisation retenir pour valoriser les investissements à long terme ?* Récupéré sur Patrimoinorama: http://www.patrimoinorama.com/index.php?option=com_content&task=view&id=7762&Itemid=30
Habib, R., & Elrhazi, O. (2007). *Impact sanitaire de la réutilisation des eaux usées.* Université Cadi Ayyad Marrakech.

Hachaichi, A. (2019). *Bilan des épidémies d'origine hydrique investiguées en Tunisie et principales recommandations.* ONMNE.
Hachicha, M. (2015). *The Safe Use of TWW in Tunisian Agriculture.* Université de Carthage.
Haddaoui, I., Mahjoub, O. M., Boujelben, A., & Di Bella, G. (2016). Occurence and distribution of PAHs, PCBs and chlorinated pesticides in Tunisian soil irrigated with treated wastewater. *Chemosphere, 145*, pp. 195 - 205.
Henry, B. (2005). *Gestion de la demande en eau en Méditerranée : identification et caractérisation des actions d'information / sensibilisation / formation / participation (Jordanie).* pS-EAU.
Hermi, S., Cheberli, M., Challouf, J., Daaboub, J., & Rabhi, M. (2014). *Evaluation de la qualité des eaux usées réutilisées à des fins agricoles.* Ministère de la santé.
Herwaldt, B., & Beach, M. (1999). *The return of Cyclospora in 1997 : another outbreak of cyclosporiasis in North America associated with imported raspberries.*
Hettiarachchi, H., & Ardakanian, R. (2016). *Safe use of wastewater in agriculture : good practices examples.* UNU-FLORES.
Hettiarachchi, H., & Ardakanian, R. (2018). *Safe use of wastewater in agriculture : from concept to implementatio.* URU-FLORES.
HUFFPOST Maghreb. (2017). *Tunisie: La police environnementale entrera en fonction le 13 juin*. Récupéré sur https://www.huffpostmaghreb.com/2017/06/11/police-environnementale-t_n_17039898.html
Institut Armand-Frappier. (2009). *Des oestrogènes déversées dans le fleuve Saint Laurent.*
Institut National de l'Economie Circulaire. (2018). *L'économie circulaire dans le petit cycle de l'eau : la réutilisation des eaux usées traitées.*
ITES. (2014). *Etude stratégique : système hydraulique de la Tunisie à l'horizon 2030.*
Jackson, D., Paglietti, L., & Ribeiro, M. (2015). *Tunisie : Analyse de la filière oléicole.* FAO.
Jlassi, R. (s.d.). *Suivi temporel des irrigations par les eaux usées traitées sur le sol et la plante.* INAT.
Kenmogne, K., & Romain, G. (2010). *Hydrodynamique souterraine et vulnérabilité à la pollution des ressources en eau en zone urbaine tropicale : cas du bassin versant de Mingoa (Yaoundé-Cameroun).* Université de Liège.
Kouki, S., M'hiri, F., Saida, N., & Belaïd, S. (2009). Performances of a constructed wetland treating domestic wastewaters during a macrophytes life cycle. *Desalination*(000), pp. 1 - 16.
Lazarova, V. (2019). *Approche multidisciplinaire de la réutilisation.*
Loi n° 2016-30 du 5 avril 2016, modifiant et complétant la loi n° 2006-59 du 14 août 2006, relative à l'infraction aux réglements d'hygiène dans les zones relevant des collectivités locales. (2006).
Loi n° 2016-30 du 5 avril 2016, modifiant et complétant la loi n° 2006-59 du 14 août 2006, relative à l'infraction aux réglements d'hygiène dans les zones relevant des collectivités locales. (2016).
Loi n° 66- 27 du 30 avril 1966 et son décret n° 2006-2687 du 9 octobre 2006 relatif aux procédures d'ouverture et d'exploitation des établissements dangereux, insalubres et incommodes. (2006).
Loi n° 75-16 du 31 mars 1975 : Code des eaux. (1975).
Loi n° 88-91 du 2 août 1988 telle que modifiée par la loi n° 92-115 du 30 novembre 1992 portant sur la création de l'ANPE. (1988).
Loi n° 95-70 du 17 juillet 1995 relative à la conservation des eaux et du sol. (1995).
Loi n°2005-94 du 18 octobre 2005, relative aux sociétés mutuelles de services agricoles. (2005).
Loi n°93-41 du 19 avril 1993 relative à l'Office National de l'Assainissement. (s.d.).
Loi n°93-41 du 19 avril 1993 relative à l'Office National de l'Assainissement. (1993).
Loi n°99-43 du 10 mai 1999, Décret 99-1819 du 23 aout 1999 portant statuts type des groupements de développement dans le secteur de l'agriculture et de la pêche. (1999).
Mahjoub, O. (2015). *Wastewater use in agriculture and relevance of micropolluants in north african countries.* INRGREF.

Mahjoub, O., & Haddaoui, I. (2015). PAHs in Water Resources and Environmental Matrices in Tunisia. *Wastewater treatment*, pp. 71 - 86.

Mahjoub, O., Bahri, A., Escande, A., Gomez, E., Casellas, C., & Fenet, H. (2011). Ten Years of Research on Estrogenic Active Compounds in Tunisian Wastewaters : State of Art and Driving Forces. *EuroMediterranean Scientific Congress on Engineering*.

Mahjoub, O., Escande, A., Mathieu, O., Hillaire-Buys, D., Balaguer, P., Casellas, C., . . . Fenet, H. (2010). Les contaminants organiques dans les eaux usées traitées : les composés oestrogéniques, dioxine-like et la carbamazépine. *Annales de l'INRGREF, 14*, pp. 185 - 194.

MARHP. (2015). *Les ressources en eau de la Tunisie.*

MARHP. (2017). *Rapport national du secteur de l'eau.* Bureau de la Plannification des équilibre hydrauliques.

MEATDD. (2013). *Rapport sur l'Etat de l'Environnement 2012-13.* Tunis.

MEDD. (2005). *Etude relative à la rentabilité d'utilisation des eaux usées traitées dans les secteurs autres que les périmètres irrigués.* SCET Tunisie.

MEDD. (2009). *Etude de faisabilité de transfert des EUT des STEP du Grand Tunis vers les zones de réutilisation.*

MEDD. (2009). *Etude de faisabilité technico-économique de la recharge artificielle des nappes par les EUT des STEP.* IDEA Consult.

Mekni, A., & Souissi, A. (2016). The effectiveness of artificial recharge by treated wastewater in combating seawater intrusion - The case study of Korba-El Mida aquifer (Cape Bon, Tunisia). *International Journal of Innovation and Applied Studies, 15*, pp. 264 - 274.

MGHIRBI, O. (2011). *Expérimentation de recharge artificielle à partir des eaux usées traitées à Oued Souhil - Nabeul : Effet sur les caractéristiques de la nappe et du sol.* Ecole Supérieure d'Agriculture de Mograne.

Ministère de l'Economie, de l'Industrie et du Numérique. (2017). *NOWMMA - Guide d'aide à la décision pour la mise en oeuvre d'un projet de Réutilisaton d'Eaux Usées Traitées.* BRL ingénierie.

Mounaouer & al. (2012). Désinfection UV des eaux usées secondaires: influence de la photo-réactivation sur la cinétique d'inactivation de Pseudomonas aeruginosa. *Current Biotechnology*, pp. 346 - 357.

Ncibi, M., Mahjoub, B., Mahjoub, O., & Sillanpaa, M. (2017). Remediation of Emerging Pollutants in Contaminated Wastewater and Aquatic Environments: Biomass-Based Technologies. *CSAWAC, 45*, pp. 1 - 19.

Neubert, S., & Sihem, B. (2003). *La réutilisation des eaux usées en Tunisie.* Institut allemand de développement.

OMS & ONU-HABITAT. (2018). *Progrès relatifs au traitement et à l'utilisation sans danger des eaux usées. Mise à l'essai de la méthode de suivi et résultats préliminaires relatifs à l'indicateur 6.3.1 des ODD.*

OMS. (2012). *Directive pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères, volume 1 : considérations d'ordre politique et réglementaire.*

ONAS. (2009). *Etude d'Impact Sociale et Environnementale du projet d'éxécution du système d'évacuation des eaux épurées de la station d'épuration de CHOUTRANA vers la mer (EIES).* GEREP Environnement.

ONAS. (2013). *Mission pour l'étude d'évaluation de la situation de référence du système de traitement et de réutilisation des EUT de la STEP de Médenine et la proposition d'un projet pilote d'amélioration de ce système (SWIM TN BA).* GIZ.

ONAS. (2013). *Plan directeur régional de gestion des boues.* STE.

ONAS. (2016). *Les projets d'assainissement inscrits au plan de développement 2016 - 2020.*

ONAS. (2017). *Rapport annuel 2017.*

ONAS. (2017). *Rapports annuels d'exploitation.*

ONAS. (2018). *Présentation*. Récupéré sur Site officiel de l'ONAS: http://www.onas.nat.tn/Fr/page.php?code=58#?&menu_principal=1

ONAS. (2019). *Base de données des raccordements industriels.*

Orsoni, J. (2018). *Projet Jourdain - Démonstrateur expérimental pour le recyclage indirect des eaux usées traitées en Vendée.* Vendée Eau.
OTEDD. (2010). *Rapport général sur la durabilité de l'agriculture en Tunisie.*
Rejeb, S. (2011). *Valorisation agricole des eaux usées traitées et des boues résiduaires en agriculture (Région de Tunis et Nabeul).* INRGREF.
Rekaya, M., & Plata Bedmar, A. (1987). *The groung water artificial recharge by treated waste water in Tunisia.*
Riahi, A. (2011). *Effets de l'irrigation des agrumes aux eaux usées traitées sur la croissance, la production et la qualité des fruits.* INAT.
Rjeb, S. (2011). *Valorisation agricole des eaux usées traitées et des boues résiduaires en agricultre (région de Tunis et Nabeul),.* INRGREF/PISEAU II.
Roche, N. (2019). *Economie circulaire appliquée au cycle d'usage de l'eau .* ASTEE.
Saad, D., Byrne, D., & Drechsel, P. (2016). Social perspectives on the effective management of wastewater. *InTech*, pp. 253 - 267.
Saadi, M., Rejeb-Frigui, A., Dhidab, M., & Ferjani, H. (1996). Etude de cas sur la parasitologie des selles comme critère de surveillance d'une population agricole utilisant les eaux usées traitées. *MHA, 8*, pp. 25 - 32.
SCP. (2018). *Etue préalable à un plan national de réutilisation des eaux usées traitées pour la Tunisie - Diagnostic de l'existant.*
Tahrani & al. (2015). Isolement et caractérisation d'antibiorésistance de bactéries de produits pharmaceutiques eaux usées industrielles. *Microbial Pathogenesis*.
Trad Rais, M. (1990). *Impact de le recharge artificielle par les eaux usées traitées sur la qualité microbiologique des eaux de la nappe.* INRGREF.
Trad Raïs, M. (s.d.). *L'irrigation non restrictive et sans risques sanitaires des cultures annuelles par des eaux usées traitées.* INRGREF.
Trad Rais, M., Sifi, S., & Ben El Hadj, S. (2007). *L'irrigation de l'olivier par les eaux usées traitées : effets sur la production et sur la qualité microbiologique et alimentaire des produits.* INRGREF, ONH, INAT.
Trad Rais, M., Sifi, S., & Ben El Hadj, S. (2007). *L'irrigation de l'olivier par les eaux usées traitées : effets sur la production et sur la qualité bactériologique et alimentaire des produits.* INRGREF, ONH, INAT.
Trad Raïs, M., Sifi, S., & Xanthoulis, D. (2008). *Valorisation des eaux usées traitées pour l'irrigation de complément de l'olivier (olea europaea L.) : effets sur les comportements végétatifs et productifs de l'arbre et sur la qualité sanitaire des fruits.* INRGREF, ONH.
Trad, M., Rejeb, S., & Chaabouni, Z. (2002). *Optimisation et durabilité du traitement et de l'utilisation des eaux usées en agriculture.* INRGREF.
U.S. Environmental Protection Agency. (2012). *Guidelines for Water Reuse.*
UN WATER. (2017). *Rapport mondial des Nations Unis sur la mise en valeur des ressources en eau 2017 : Les eaux usées, une ressource inexploitée.*
United Nations University. (2013). *UN forecasts rising reuse of wastewater for agriculture.*
Water Management Int. Institute. (2011). *L'irrigation avec des eaux usées et la santé.* Presses de l'Université du Québec.
WMII. (2011). *L'irrigation avec des eaux usées et la santé.* Presses de l'Université du Québec.
Xanthoulis, D. (2013). *Etude stratégique des formes de réutilisation des eaux usées en Tunisie - Projet d'investissement dans le secteur de l'eau (PISEAU 2) .* FAO.
Yates, & Gerba. (1998). *). Assessment of Enteric Pathogen Shedding by Bathers during Recreational Activity and its Impact on Water Quality.* University of Arizona.
Zekri, S., Echi, E., & Sghaier, M. (1997). *Water Pricing Experiences: An International Perspective.*
Zelzri, S., Ghezal, L., Aloui, T., & Djebb, K. (1997). *Les externalité négatives de l'utilisation des eaux usées traités en agriculture.* Ecole Nationale d'Agriculture de Mograne.

ANNEXES

Annexe 1 : Éléments synthétiques des principales études stratégiques et thématiques effectuées sur la REUT en Tunisie

ONAS (2002), Stratégie nationale de valorisation des eaux usées traitées		
Description de l'étude	Recommandations de l'étude	
Objectif : Fournir un instrument de planification pour le développement durable de la REUT Contenu : - Diagnostic de la situation : identification des points forts et faibles de la REUT en Tunisie - Proposition de 3 scénarii prospectifs (continuité des projets en cours, diversification des usages ou développement de l'usage agricole) avec un objectif minimum de 40 % de taux de REUT à l'horizon 2016 - Priorisation des actions	Aspects techniques/planification : Maîtrise du traitement secondaire des EUT, développement du traitement complémentaire, diversification des domaines de réutilisation (recharge de nappe, espaces verts et réutilisation industrielle), planification de la REUT dès la conception des STEP, maximisation des bénéfices environnementaux et économiques (ex : hôtels), valorisation des effluents du Grand Tunis Aspects institutionnels : Création d'un comité national et de comités régionaux pour la mise en œuvre de la stratégie des EUT, implication du secteur privé, définition des cadres institutionnels des usages autres qu'agricoles et précision de celui de la recharge de nappe Aspects réglementaires : Elargissement de la liste des cultures autorisées, élaboration de normes pour les usages autres qu'agricoles Aspects économiques/financiers : Mise en place d'une tarification adéquate des EUT en tenant compte du traitement complémentaire, mise en place d'un fond de développement de la REUT pour les projets novateurs, développement des projets selon des études de faisabilité au cas par cas Autres aspects : Engagement d'un programme de communication et de sensibilisation sur la REUT pour mettre en confiance les usagers et les populations, renforcement des capacités nationales pour tous les acteurs, suivi environnemental et sanitaire renforcé pour tous les projets de REUT	
Points forts	Limites de l'étude	Répercussions de l'étude
Implication forte de l'ONAS dans la valorisation des EUT Identification de contraintes et d'opportunités toujours d'actualité dans la filière REUT Volonté de développement des usages autres qu'agricoles	Pas d'enquêtes de terrain et de prise en compte de l'aspect social (acceptabilité de la REUT) Pas d'analyse économique pour comparer les solutions proposées et pas de prise en compte de l'aspect énergétique Plan d'action peu détaillé sur comment le mettre en œuvre et pas de priorisation des actions	Première stratégie nationale pour la REUT Constat déjà d'un manque de REUT par rapport au potentiel Recommandation de mettre en place le scénario prospectif de diversification des usages non agricoles, mais peu d'application Difficultés pour la mise en œuvre des actions recommandées par l'étude, notamment sur le traitement des EUT

<table>
<tr><th colspan="3">DGEQV (2009), Etude de faisabilité technico-économique de la recharge artificielle des nappes par les EUT des STEP</th></tr>
<tr><td>Description de l'étude</td><td colspan="2">Recommandations de l'étude</td></tr>
<tr><td>Objectif : Etudier la faisabilité technique, économique et environnementale de la recharge de nappe avec les EUT et identifier des nouveaux sites potentiels en Tunisie
Contenu :
- Caractéristiques des nappes étudiées
- Site de recharge identifié pour chaque nappe
- Modalités techniques de recharge et programme de suivi
- Priorisation des sites à recharger en fonction de critères techniques, économiques et environnementaux</td><td colspan="2">Aspects techniques : Modélisation des écoulements des nappes, élaboration d'une base de données par région accompagnée d'un SIG pour rassembler les résultats d'analyses
Aspects institutionnels : Amélioration des échanges entre acteurs pour bonne disponibilité de l'information en temps réel (ONAS – GDA – société civile), renforcement des capacités institutionnelles, création d'un comité national de coordination pour mutualiser les données et transmettre les informations, mise en place d'une charte de bons procédés intitulé « contrat de nappe » pour fixer le cadre d'intervention des acteurs
Définition du cadre institutionnel de la recharge : gestion des infrastructures et équipements de recharge au secteur privé (exploitation, entretien et maintenance), investissements, régulation et suivi par le CRDA, financement des charges d'exploitation par les usagers/GDA, évaluation des performances de la recharge par la DGRE.</td></tr>
<tr><td>Points forts</td><td>Limites de l'étude</td><td>Répercussions de l'étude</td></tr>
<tr><td>Etude thématique portant exclusivement sur la recharge de nappe
Proposition d'un cadre institutionnel pour la recharge de nappe
Réalisation d'enquêtes de terrain
Prise en compte de critères environnementaux et évaluation économique</td><td>Coût économique élevé de la recharge de nappe : pas de plan de financement
Aspects sanitaire et acceptabilité sociale peu abordés
Manque d'une approche transversale des ressources en eau</td><td>Les recommandations pour la réalisation de nouveaux projets de recharge n'ont pas abouti.
Les recommandations pour les sites déjà existants (Souhil et Korba) n'ont pas abouti.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="3">DGEQV (2009), Etude de faisabilité de transfert des EUT des STEP du Grand Tunis vers les zones de réutilisation</th></tr>
<tr><td>Description de l'étude</td><td colspan="2">Recommandations de l'étude</td></tr>
<tr><td>Objectifs : Protéger le littoral du Grand Tunis et transférer les EUT vers des zones agricoles en stress hydrique

Elaborer sur les plans techniques, économiques et environnementaux la faisabilité de différents scénarios de transfert des EUT des STEP du Grand Tunis

Contenu :
- Rappel de la situation actuelle des EUT en Tunisie
- Identification des nouveaux projets de réutilisation (périmètre irrigué et recharge de nappe)
- Description des scénarios proposés et des systèmes de transfert possibles
- Etude des émissaires en mer
- Evaluation environnementale et économique des différents scénarios et choix du scénario à retenir : envoi des EUT vers Zaghouan, Kairouan et Tunis Ouest avec 4 systèmes de transfert
- Etude institutionnelle, programme d'investissement et plan d'action</td><td colspan="2">Aspects techniques : Augmentation des capacités d'épuration du Grand Tunis, réhabilitation des STEP existantes et renforcement de l'effort pour leur maintenance et leur entretien, renforcement du contrôle des rejets industriels, programme de contrôle à l'aide d'automates, maîtrise du traitement II et développement de traitements complémentaires, mise en place d'un protocole de suivi pour la bonne gestion des ouvrages de transfert

Aspects institutionnels : Implication du secteur privé dans l'exploitation des STEP, création d'un comité de suivi pour la recharge de nappe, élaboration d'un système de communication sur les résultats de qualité des EUT, mise en place d'une unité de gestion environnementale au sein des CRDA pour assurer la qualité de l'eau livrée aux agriculteurs, renforcement des capacités pour un programme de formation et d'accompagnement, création d'un comité AD-HOC pour la gestion du transfert des eaux

Aspects économiques : Adaptation de la tarification des EUT pour couvrir les charges d'exploitation, création d'un Fond de développement de la REUT du Grand Tunis

Aspects réglementaires : Elaboration d'une norme pour la recharge de nappe et mise à jour de la NT 106.03, renforcement du contrôle sanitaire, réalisation des études d'impact pour chaque projet de transfert</td></tr>
<tr><td>Points forts</td><td>Limites de l'étude</td><td>Répercussions de l'étude</td></tr>
<tr><td>Prise en compte des projets potentiels de recharge qui ont été étudiés en parallèle

Identification de zones potentielles pour l'irrigation avec les EUT

Réflexion sur différents scénarios et choix du plus pertinent au niveau économique et environnemental

Plan de financement abordé</td><td>Coût économique important du transfert des EUT

Pas de prise en compte des usages autres qu'agricoles et de recharge de nappe

Etude à l'échelle régionale</td><td>La réalisation du réseau de transfert proposé n'a pas abouti

La faisabilité pour la mise en place du fond de développement de la REUT n'a pas été étudiée

La construction de la STEP Al Attar a pris du retard</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="3">FAO (2013), Etude stratégique des formes de réutilisation des eaux usées en Tunisie – PISEAU 2, Banque Mondiale</th></tr>
<tr><td>Description de l'étude</td><td colspan="2">Recommandations de l'étude</td></tr>
<tr><td>Objectif : Propositions de solutions pour améliorer la REUT en Tunisie sur les plans stratégiques, techniques et organisationnels
Contenu :
- Rappel des contraintes liées à la REUT en Tunisie
- Rappel du projet de transfert des EUT du Grand Tunis
- Description des solutions et activités proposées par l'étude</td><td colspan="2">Aspects techniques : Amélioration de la gestion des eaux industrielles et priorisation des STEP à réhabiliter dans les zones pertinentes pour la REUT, mise en place de projets pilotes de traitement complémentaire (filtre à sable et bassin de maturation, filtration sur sable, recharge artificielle de nappe)
Aspects institutionnels : Lancement d'un plan directeur national de la REUT en Tunisie pour servir d'appui à la stratégie nationale, séparation des fonctions de contrôles entre le MARHP, la DHMPE, la DGEQV et les laboratoires agréés, hiérarchisation des rôles des différents acteurs, renforcement institutionnel : création de comités régionaux pour la gestion et la suivi des projets pilotes, renforcement des GDA (unité de gestion environnementale)
Aspects sanitaires/environnementaux : Mise en place d'un protocole de veille environnementale et sanitaire formalisé, élaboration de manuels de procédure d'exécution des contrôles de la qualité
Aspects sociaux : Augmentation des moyens de sensibilisation pour convaincre d'utiliser les EUT et apprendre à les manipuler sans risques : supports de communication, sessions de formation et d'informations, mise en place d'une stratégie de sensibilisation, visites de sites…</td></tr>
<tr><td>Points forts</td><td>Limites de l'étude</td><td>Répercussions de l'étude</td></tr>
<tr><td>Campagnes de terrain sur 3 périmètres irrigués existants
Proposition d'un nouveau cadre institutionnel valorisant l'horizontalité dans les échanges (création de comités…)</td><td>Etude essentiellement bibliographique
Usages abordés seulement agricoles et recharges de nappe
Reprise de beaucoup de recommandations des études précédentes et pas de priorisation des actions
Peu de précisions sur les dysfonctionnements institutionnels</td><td>Point de départ pour le lancement d'une étude pour l'élaboration du plan directeur national de la REUT en Tunisie
Mise en place de traitements complémentaires au niveau de certains périmètres irrigués
Pas de nouveaux sites de recharges créés ou de mise en place du système de transfert des EUT</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="3">Ministère de la santé (2014), Evaluation de la qualité des eaux usées réutilisées à des fins agricoles en Tunisie</th></tr>
<tr><td>Description de l'étude</td><td colspan="2">Recommandations de l'étude</td></tr>
<tr><td>Objectif : Prévenir les risques liés à la REUT en agriculture en évaluant la qualité des EUT distribuée
Contenu :
- Résultats des analyses de qualité et caractérisation physico-chimique et microbiologique des EUT des STEP alimentant les périmètres irrigués
- Conformité des rejets par rapports aux normes
- Propositions de mesures correctives et de surveillance</td><td colspan="2">Aspects réglementaires : Suspension de l'utilisation des EUT non conformes pour l'agriculture, assurance de la réalisation d'un contrôle régulier des EUT selon la réglementation, application de la réglementation pour les eaux industrielles, révision de la NT 106.03
Aspects techniques : Adéquation des procédés de traitement par rapport aux EUB, responsabilisation des fournisseurs d'EUT pour assurer une bonne qualité d'EUT distribuée
Aspects sanitaires/environnementaux : Mise à disposition de guides, manuels pour la gestion des risques environnementaux et sanitaires liés aux EUT
Aspects sociaux : Programmes de communication pour les manipulateurs des EUT et la population avoisinante des périmètres irrigués</td></tr>
<tr><td>Points forts</td><td>Limites de l'étude</td><td>Répercussions de l'étude</td></tr>
<tr><td>Rappel des risques liés à une mauvaise qualité des EUT pour l'utilisation agricole
Insistance sur les aspects de contrôle et de surveillance des EUT</td><td>Usage seulement agricole d'abordé
Difficultés rencontrées pour sonder les agriculteurs ciblés
Peu de recommandations nouvelles par rapports aux études précédentes
Recommandations surtout sur les aspects réglementaires mais peu de solutions pour permettre l'application de cette réglementation, aspects institutionnels et sociaux peu abordés</td><td>Mise en évidence de la non-conformité à la NT 106.03 d'une quantité non négligeable des EUT utilisées en agriculture
Mise en évidence de la distribution des EUT dans un certain nombre de cas, malgré la non-conformité avérée</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="3">DGEQV (2015), Stratégie nationale de communication et de sensibilisation à l'utilisation des EUT et des boues de STEP, Banque Mondiale</th></tr>
<tr><td>Description de l'étude</td><td colspan="2">Recommandations de l'étude</td></tr>
<tr><td>Objectif : Elaboration d'une stratégie de communication et de vulgarisation en faveur de la REUT (2015 – 2019), mise en œuvre dans des régions pilotes (Nabeul, Gabes, Kasserine)

Contenu :
- Etat des lieux de l'utilisation des EUT et des boues des STEP en Tunisie
- Sondages sur les connaissances, attitudes et pratiques des agriculteurs
- Stratégie et plan d'action
- Réalisation et initiation d'activités de sensibilisation au niveau régional
- Evaluation de l'impact de la campagne de sensibilisation</td><td colspan="2">Aspects sociaux : Choix des outils de communication (plutôt radio, presse écrite, web, supports vidéo), bonne définition des actions de sensibilisation dans l'espace et dans le temps pour atteindre le public ciblé (dont entourage des agriculteurs, société civile, écoliers), surveillance de l'évolution des canaux de communication utilisés

Pour la levée des réticences à l'utilisation des EUT : favorisation de la transparence sur la qualité des EUT, établissement d'une relation de confiance entre ONAS et GDA, visites de sites utilisant les EUT, insistance sur les intérêts à long terme pour l'environnement et la santé

Aspects institutionnels : positionnement de l'AVFA comme leader et coordinateur de la stratégie de communication, renforcement institutionnel et matériel de l'AVFA, CTV, groupements interprofessionnels, ONG, conseillers agricoles…, demande de l'appui des personnes « ambassadrices » ayant une bonne pratique des EUT, intégration des actions de sensibilisation dans les programmes annuels des CTV, création d'un comité national et de comité régionaux de sensibilisation à l'utilisation des EUT et des boues (avec administrations, organisations professionnelles et société civile),</td></tr>
<tr><td>Points forts</td><td>Limites de l'étude</td><td>Répercussions de l'étude</td></tr>
<tr><td>Etude dédiée à l'acceptabilité sociale de la REUT, aspect jusque-là peu abordé dans les études précédentes

Enquêtes auprès des agriculteurs

Rassemblement d'un cahier de doléances des usagers pour mieux comprendre les réticences et les problèmes rencontrés sur le terrain

Etude qui aborde en parallèle les EUT et les boues de STEP</td><td>Peu de propositions au niveau du financement de la communication autour des EUT.

AVFA proposé comme chef de file alors que peu de moyens actuellement pour appliquer la stratégie de communication

Seul l'usage agricole est abordé

Difficultés à toucher le public ciblé pendant la campagne de sensibilisation qui a été menée</td><td>Mise en évidence du déficit de vulgarisation auprès des agriculteurs utilisant les EUT, notamment au niveau des risques sanitaires liés à la REUT

Peu d'application de la stratégie de communication jusqu'à aujourd'hui par manque de moyens</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="3">DGGREE (2017), Etude d'évaluation de la politique tarifaire et révision et mise en œuvre de nouveaux modes de tarification (phase 1 diagnostic), KFW</th></tr>
<tr><td>Description de l'étude</td><td colspan="2">Recommandations de l'étude</td></tr>
<tr><td>Objectif : Evaluation de la tarification appliquée dans les périmètres irrigués avec des EUT
Contenu :
- Rappel du cadre juridique et institutionnel de la REUT
- Diagnostic de 4 périmètres irrigués (Borj Touil, Oued Essid, Dhraa Tammar et Aguila) : coût du service de l'eau et impact de la tarification actuelle
- Diagnostic comparatif des périmètres irrigués étudiés
- Attitudes des acteurs vis-à-vis de la tarification et recommandations</td><td colspan="2">Aspects économiques/financiers : Révision de la tarification des EUT pour supporter au moins les coûts d'exploitation de l'irrigation avec les EUT (énergie et service de gestion) avec en parallèle une amélioration de la qualité des EUT
Aspects techniques : Séparation des eaux industrielles les plus polluantes des eaux grises des ménages, consolidation du fonctionnement des STEP, développement du traitement III, pratique plus rationnelle de l'irrigation pour une économie d'eau à la parcelle
Aspects institutionnels : Mise en œuvre d'un politique volontariste pour développer la REUT, renforcement de la recherche et de l'accompagnement des usagers
Aspects réglementaires : Révision de la liste des cultures autorisées</td></tr>
<tr><td>Points forts</td><td>Limites de l'étude</td><td>Répercussions de l'étude</td></tr>
<tr><td>Capitalisation de données économiques sur les périmètres irrigués étudiés
Comparaison du coût de revient de l'eau avec la tarification actuelle
Prise en compte de la vision des différents acteurs sur la tarification actuelle</td><td>Recommandations en fin d'étude apportant peu d'éléments nouveaux par rapport aux constats faits dans les études précédentes</td><td>Intégration dans une étude globale sur la tarification de l'eau
Etude récente</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="3">DGGREE (2017), Etude préalable à un plan national REUT pour la Tunisie, SCP</th></tr>
<tr><td>Description de l'étude</td><td colspan="2">Recommandations de l'étude</td></tr>
<tr><td>Objectif : Elaboration d'un diagnostic de la REUT en Tunisie en préalable à un plan directeur national
Contenu :
- Etat de l'art de la REUT
- Retour d'expérience internationale
- Diagnostic du système de contrôle de la qualité des eaux
- Campagne d'analyse de la qualité des eaux, des sols et des produits agricoles,
- Base de données des opérations de REUT
- Diagnostic des périmètres irrigués de Borj Touil et El Hajeb,
- Rapport de synthèse avec recommandations</td><td colspan="2">Aspects techniques : Réhabilitation des STEP et des périmètres irrigués, insistance sur une stratégie et des infrastructures de long terme (recharge de nappe, projet de transfert des EUT…), diversification des usages, diversification des indicateurs de suivi de l'assainissement, amélioration du stockage au sein des périmètres irrigués
Aspects réglementaires : Révision des normes NT 106.02 et 03 (notamment pour N, P et microbiologie), élaboration de normes pour les usages autres qu'agricoles, allègement des restrictions de cultures pour l'irrigation avec les EUT
Aspects institutionnels : Réactivation des structures de dialogue inter-acteurs de la REUT, mutualisation des informations dans une base de données, stratégie RH avec formation d'équipes pour les services d'assainissement, eau potable et hygiène, meilleure implication des usagers (mise en place de procédures participatives institutionnalisées), renforcement de la confiance des usagers dans le système, implication de la SONEDE pour sensibiliser les usagers afin d'améliorer la qualité des eaux en amont du système d'assainissement, réorganisation des rôles des acteurs pour le contrôle de la qualité des EUT, implication de l'ANCSEP pour le contrôle des produits agricoles, choix d'une structure de recherche fédératrice comme l'IRESA pour renforcer les échanges entre instituts de recherche travaillant sur le REUT
Aspects économiques/financiers : Révision de la structuration tarifaire de la REUT, identification des marchés porteurs, diversification des cultures</td></tr>
<tr><td>Points forts</td><td>Limites de l'étude</td><td>Répercussions de l'étude</td></tr>
<tr><td>Enquêtes de terrain sur 2 périmètres irrigués avec des EUT
Prise en compte des différents aspects de la REUT : institutionnel, réglementaire, social, sanitaire, environnemental, économique…
Base de données pour les informations de la REUT et SIG (STEP, usages…) en cours de construction
Reprise des études déjà existantes
Prise en compte de tous les usages de la REUT</td><td>Manque de données collectées pour un état de l'art sur la REUT (données ONAS…)
Peu d'informations sur les usages autres qu'agricoles
Base de données non complète et pas assez de moyens pour la continuer
Peu de précisions sur les dysfonctionnements institutionnels
Pas de prise en compte de l'aspect énergétique</td><td>Intégration des résultats de cette étude pour l'élaboration du plan directeur national</td></tr>
</table>

Annexe 2 : Analyse de la conformité des EUT à la NT 106.02 pour les 105 stations pour lesquelles l'information est disponible

Tableau 13-2 : Rejets vers le milieu hydraulique : Pourcentage de conformité vis-à-vis de la NT 106.02

Part de conformité vis-à-vis des normes																										
		Centre		Grand Tunis		Nord		Sud		Echelle nationale	Centre		Grand Tunis		Nord		Sud		Echelle nationale	Centre		Grand Tunis		Nord		Sud		Echelle nationale
Nombre de STEP		20		4		32		13		69	20		4		31		13		68	20		4		31		13		68
Niveau de Conformité		Non conforme = NC									Conforme = C									Non exploitable = NE								
Paramètres		STEP NC	% des STEP NC	STEP NC	% des STEP NC	STEP NC	% des STEP NC	STEP NC	% des STEP NC	% des STEP NC	STEP C	% des STEP C	STEP C	% des STEP C	STEP C	% des STEP C	STEP C	% des STEP C	% des STEP C	STEP NE	% des STEP NE	STEP NE	% des STEP NE	STEP NE	% des STEP NE	STEP NE	% des STEP NE	% des STEP NE
DBO5		15	75%	4	100%	23	74%	12	92%	79%	4	20%	0	0%	6	19%	1	8%	16%	1	5%	0	0%	2	6%	0	0%	4%
DCO		15	75%	4	100%	27	87%	13	100%	87%	4	20%	0	0%	2	6%	0	0%	9%	1	5%	0	0%	2	6%	0	0%	4%
MES		14	70%	4	100%	25	81%	13	100%	82%	5	25%	0	0%	4	13%	0	0%	13%	1	5%	0	0%	2	6%	0	0%	4%
Microbiologie	Coliformes fécaux	11	55%	4	100%	11	35%	13	100%	57%	4	20%	0	0%	0	0%	0	0%	6%	5	25%	0	0%	20	65%	0	0%	37%
	Stréptocoques fécaux	14	70%	4	100%	9	29%	13	100%	59%	3	15%	0	0%	1	3%	0	0%	6%	3	15%	0	0%	21	68%	0	0%	35%
	Salmonelle	2	10%	0	0%	3	10%	9	69%	21%	7	35%	0	0%	3	10%	0	0%	15%	11	55%	4	100%	25	81%	4	31%	65%
	Vibrion	1	5%	0	0%	0	0%	6	46%	10%	16	80%	4	100%	8	26%	6	46%	50%	3	15%	0	0%	23	74%	1	8%	40%
ETM	Mercure	10	50%	1	25%	13	42%	5	38%	43%	2	10%	1	25%	2	6%	7	54%	18%	8	40%	2	50%	16	52%	1	8%	40%
	Cuivre	0	0%	1	25%	1	3%	2	15%	6%	17	85%	3	75%	24	77%	11	85%	81%	3	15%	0	0%	6	19%	0	0%	13%
	Nickel	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0%	17	85%	4	100%	26	84%	12	92%	87%	3	15%	0	0%	5	16%	1	8%	13%
	Zinc	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0%	16	80%	4	100%	24	77%	12	92%	82%	4	20%	0	0%	7	23%	1	8%	18%
	Manganèse	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0%	14	70%	4	100%	23	74%	12	92%	78%	6	30%	0	0%	8	26%	1	8%	22%
	Cyanure	0	0%	0	0%	0	0%	5	38%	7%	16	80%	0	0%	21	68%	8	62%	66%	4	20%	4	100%	10	32%	0	0%	26%
	Cr6+	6	30%	2	50%	3	10%	3	23%	21%	11	55%	2	50%	19	61%	10	77%	62%	3	15%	0	0%	9	29%	0	0%	18%
	Cadmium	2	10%	0	0%	1	3%	1	8%	6%	15	75%	4	100%	22	71%	12	92%	78%	3	15%	0	0%	8	26%	0	0%	16%
	Cobalt	0	0%	0	0%	0	0%	1	8%	1%	8	40%	3	75%	11	35%	12	92%	50%	12	60%	1	25%	20	65%	0	0%	49%
	Aluminium	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0%	17	85%	0	0%	24	77%	13	100%	76%	3	15%	4	100%	7	23%	0	0%	21%
	Fer	3	15%	0	0%	2	6%	2	15%	10%	10	50%	0	0%	19	61%	11	85%	59%	7	35%	4	100%	10	32%	0	0%	31%
	Plomb	4	20%	1	25%	2	6%	1	8%	12%	11	55%	3	75%	16	52%	8	62%	56%	5	25%	0	0%	13	42%	4	31%	32%
Phosphore		17	85%	4	100%	29	94%	13	100%	93%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0%	3	15%	0	0%	2	6%	0	0%	7%
Sulfate		3	15%	1	25%	0	0%	11	85%	22%	14	70%	3	75%	9	29%	2	15%	41%	3	15%	0	0%	22	71%	0	0%	37%
Chlorure		6	32%	4	100%	8	26%	9	69%	40%	10	53%	0	0%	20	65%	4	31%	51%	3	16%	0	0%	3	10%	0	0%	9%
Sulfure		0	0%	1	25%	2	6%	1	8%	6%	0	0%	3	75%	1	3%	0	0%	6%	19	100%	0	0%	28	90%	12	92%	86%
Azote	Azote organique et ammoniacal	16	80%	3	75%	21	68%	13	100%	78%	0	0%	1	25%	0	0%	0	0%	1%	4	20%	0	0%	10	32%	0	0%	21%
	Nitrate	0	0%	0	0%	3	10%	0	0%	4%	15	75%	4	100%	22	71%	13	100%	79%	5	25%	0	0%	6	19%	0	0%	21%
	Nitrite	8	42%	2	50%	14	45%	4	31%	42%	7	37%	2	50%	13	42%	9	69%	46%	4	21%	0	0%	4	13%	0	0%	12%

Source : ONAS (Rapports annuels 2017)

NB : Le calcul des pourcentages de non-conformités des paramètres DBO5, DCO et MES a été effectué à partir des prélèvements mentionnés comme non conformes par l'ONAS dans les rapports annuels 2017 transmis.
Pour les autres paramètres, le calcul des pourcentages a été effectué à partir de la valeur indiquée (lorsque fournie) pour chaque mois. Il a été supposé que l'indication d'une seule valeur signifiait qu'un seul prélèvement avait été effectué.

Tableau 13-3 : Rejets vers le milieu maritime : Pourcentage de conformité vis-à-vis de la NT 106.02

		Non conforme = NC									Conforme = C									Non exploitable = NE								
		Centre		Grand Tunis		Nord		Sud		Echelle nationale	Centre		Grand Tunis		Nord		Sud		Echelle nationale	Centre		Grand Tunis		Nord		Sud		Echelle nationale
Nombre de STEP		9		5		11		12		37	9		5		11		12		37	9		5		11		12		37
Niveau de Conformité		Non conforme = NC									Conforme = C									Non exploitable = NE								
Paramètres		STEP NC	% des STEP NC	STEP NC	% des STEP NC	STEP NC	% des STEP NC	STEP NC	% des STEP NC	% des STEP NC	STEP C	% des STEP C	STEP C	% des STEP C	STEP C	% des STEP C	STEP C	% des STEP C	% des STEP C	STEP NE	% des STEP NE	STEP NE	% des STEP NE	STEP NE	% des STEP NE	STEP NE	% des STEP NE	% des STEP NE
DBO5		8	100%	5	100%	7	64%	12	92%	86,5%	0	0%	0	0%	3	27%	1	8%	10,8%	0	0%	0	0%	1	9%	0	0%	2,7%
DCO		8	100%	5	100%	10	91%	12	100%	94,6%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0,0%	0	0%	0	0%	1	9%	0	0%	2,7%
MES		8	100%	5	100%	10	91%	12	100%	94,6%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	2,7%	0	0%	0	0%	1	9%	0	0%	2,7%
Microbiologie	Coliformes fécaux	6	75%	3	75%	7	78%	12	100%	84,8%	2	25%	0	0%	1	11%	0	0%	9,1%	0	0%	1	25%	1	11%	0	0%	6,1%
	Stréptocoques fécaux	7	88%	3	75%	8	89%	11	92%	87,9%	1	13%	0	0%	0	0%	1	8%	6,1%	0	0%	1	25%	1	11%	0	0%	6,1%
	Salmonelle	1	13%	1	25%	3	33%	4	33%	27,3%	7	88%	1	25%	5	56%	8	67%	63,6%	0	0%	2	50%	1	11%	0	0%	9,1%
	Vibrion	1	13%	0	0%	0	0%	5	42%	18,2%	7	88%	3	75%	8	89%	7	58%	75,8%	0	0%	1	25%	1	11%	0	0%	6,1%
ETM	Mercure	4	44%	0	0%	2	18%	0	0%	16,2%	3	33%	1	20%	3	27%	6	50%	35,1%	2	22%	4	80%	6	55%	6	50%	48,6%
	Cuivre	0	0%	0	0%	0	9%	0	8%	5,4%	8	89%	4	80%	5	45%	3	25%	54,1%	1	11%	1	20%	5	45%	8	67%	40,5%
	Nickel	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0,0%	8	89%	4	80%	7	64%	5	42%	64,9%	1	11%	1	20%	4	36%	7	58%	35,1%
	Zinc	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0,0%	8	89%	4	80%	7	64%	5	42%	64,9%	1	11%	1	20%	4	36%	7	58%	35,1%
	Manganèse	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0,0%	7	78%	2	40%	6	55%	3	25%	48,6%	2	22%	3	60%	5	45%	9	75%	51,4%
	Cyanure	1	11%	0	0%	0	0%	4	33%	13,5%	7	78%	1	20%	6	55%	8	67%	59,5%	1	11%	4	80%	5	45%	0	0%	27,0%
	Cr6+	2	22%	0	0%	0	0%	0	0%	5,4%	6	67%	4	80%	5	45%	3	25%	48,6%	1	11%	1	20%	6	55%	9	75%	45,9%
	Cadmium	2	22%	1	20%	0	0%	0	0%	8,1%	7	78%	3	60%	6	55%	7	58%	62,2%	0	0%	1	20%	5	45%	5	42%	29,7%
	Cobalt	0	0%	2	40%	0	0%	0	0%	5,4%	2	22%	2	40%	2	18%	3	25%	24,3%	7	78%	1	20%	9	82%	9	75%	70,3%
	Aluminium	0	0%	0	0%	1	9%	0	0%	2,7%	8	89%	1	20%	9	82%	12	100%	81,1%	1	11%	4	80%	1	9%	0	0%	16,2%
	Fer	3	33%	1	20%	2	27%	0	50%	35,1%	5	56%	1	20%	7	64%	6	50%	51,4%	1	11%	3	60%	1	9%	0	0%	13,5%
	Plomb	2	22%	0	0%	0	0%	0	0%	5,4%	6	67%	4	80%	7	64%	7	58%	64,9%	1	11%	1	20%	4	36%	5	42%	29,7%
Phosphore		9	100%	5	100%	10	91%	12	100%	97,3%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0,0%	0	0%	0	0%	1	9%	0	0%	2,7%
Sulfate		1	11%	0	0%	0	0%	6	50%	18,9%	8	89%	5	100%	2	18%	6	50%	56,8%	0	0%	0	0%	9	82%	0	0%	24,3%
Sulfure		2	22%	2	40%	1	9%	10	83%	40,5%	0	0%	2	40%	1	9%	0	0%	8,1%	7	78%	1	20%	9	82%	2	17%	51,4%
Azote	Azote organique et ammoniacal	6	67%	4	80%	8	73%	9	75%	73,0%	3	33%	0	0%	2	18%	3	25%	21,6%	0	0%	1	20%	1	9%	0	0%	5,4%
	Nitrate	1	11%	1	20%	1	9%	0	0%	8,1%	8	89%	4	80%	9	82%	11	92%	86,5%	0	0%	0	0%	1	9%	1	8%	5,4%
	Nitrite	2	22%	1	20%	1	9%	1	8%	13,5%	7	78%	4	80%	9	82%	11	92%	83,8%	0	0%	0	0%	1	9%	0	0%	2,7%

Source : ONAS (Rapports annuels 2017)

Annexe 3 : Présentation des hypothèses et des résultats des analyses coûts avantages

Périmètre irrigué d'Aguila

1. HYPOTHESES SPECIFIQUES

	Sans projet n°1 *Pas d'irrigation*	Sans projet n°2 *Irrigation eau souterraine*	Avec projet *Irrigation EUT*	Coefficient prix économique/prix financier	Source
Profondeur Forage (m)		200			Estimation
Volume d'effluent rejeté dans l'oued (sortie de STEP) (m3/an)	3 065 000	3 065 000	2 031 700		ONAS rapport annuel 2017
Apport en eau (m3/an)		1 033 300	1 033 300		DGGREE - Volumes réutilisés pour les PI avec EUT 2016-2017
Recharge de nappe (m3/an)	766 250	1 024 575	766 250		Donnée d'Expert : 25% du volume d'irrigation
Surface cultivée (total - ha)	137	137	137		
Oliviers à huile	125	120	120		DGGREE - Fiche des caractéristiques du périmètre irrigué à l'eau usée traitée d'Aguila - Campagne 2017-2018
Palmiers	0	5	5		
Figuier	10	10	10		
Blé dur	0	10	10		
Orge en vert	0	5	5		
Vesce avoine	0	25	25		
Luzerne	0	70	70		
Sorgho en vert	0	20	20		
Elevage - Nombre de tête de bétail					
Nombre de tête - Ovins		750	750		DGGREE - Fiche des caractéristiques du périmètre irrigué à l'eau usée traitée d'Aguila - Campagne 2017-2018
Nombre de tête - Bovins		135	135		
Rendement (t/ha)					
Oliviers à huile	0,5	2,5	3,5		Estimation d'Expert sur la base de la fiche technico économique d'entretien d'1 ha à Aguila, situation après projet
Palmiers		4,0	5,0		Estimation du Consultant, sur la base des enquêtes, de sa connaissance du contexte et de rendements dans des périmètres irrigués similaires.
Figuier - abricotiers	2,0	4,0	5,0		
Blé dur		1,6	3,0		
Orge en vert		10,0	20,0		
Vesce avoine		20,0	32,0		
Luzerne		20,0	30,0		
Sorgho en vert		20,0	40,0		

Coût d'exploitation - Culture (DT/ha)					
Oliviers à huile	1 970	1 970	1 770		DGGREE - Tarification des EUT dans les périmètres publics irrigués (2017) Estimation BRLi
Palmiers		1 970	1 770		
Figuier - abricotiers	1 970	1 970	1 770		
Blé dur		1 292	1 067		
Orge en vert		730	580		
Vesce avoine		1 347	997		
Luzerne		968	868		
Sorgho en vert		1 537	1 087		
Coût d'exploitation - Elevage (DA/tête) *sans fourrage*					
Ovins		52	52		MARHP/DGACTA - Diagnostic et perspectives de l'agriculture pluviale en Tunisie (fiches technico-économiques) V*aleur prise sans le fourrage : essentiellement soins, abreuvement et gardiennage*
Bovins		2 145	2 145		
Prix de vente - Culture (DT/t)					
Oliviers à huile	1 000	1 000	1 000	0,85	DGGREE - Tarification des EUT dans les périmètres publics irrigués (2017)
Palmiers		4 000	4 000	0,85	Estimation à partir de la fiche technico économique d'entretien d'1 ha à Aguila, situation après projet
Figuier - abricotiers	1 500	1 500	1 500	0,85	Estimation à partir de la fiche technico économique d'entretien d'1 ha à Aguila, situation après projet
Blé dur		1 536	1 536	0,9	DGGREE - Tarification des EUT dans les périmètres publics irrigués (2017)
Orge en vert				0,9	consommé par le bétail
Vesce avoine				1,0	consommé par le bétail
Luzerne				0,9	consommé par le bétail
Sorgho en vert				0,9	consommé par le bétail

Unités fourragères (UF/ha)					
Orge en vert		1400	2800		DGGREE - Tarification des EUT dans les périmètres publics irrigués (2017) Estimation BRLi
Vesce avoine		2200	3520		
Luzerne		2200	3300		
Sorgho en vert		2200	4400		
Besoin en unité fourragère du bétail (UF/J)					
Ovins		1 125	1 125		Recommandations pratiques en élevage ovin - Conduite alimentaire (fellah trade)
Bovins		1080	1080		Les besoins nutritifs des ruminants d'élevage (publication INRA)
Prix de vente moyen Unité Fourragère (DT/UF)		0,340	0,34		DGGREE - Tarification des EUT dans les périmètres publics irrigués (2017)
Prix de vente - Elevage (DT/tête)					
Ovins		235	235	0,9	MARHP/DGACTA - Diagnostic et perspectives de l'agriculture pluviale en Tunisie (fiches technico-économiques)
Bovins		5 430	5 430	0,9	
Prix de l'eau pratiqué par le GDA (DT/m3)	0	0,005	0,031		DGGREE - Tarification des EUT dans les PPI (2017) Donnée fournie par la DGGREE

	Sans projet n°1 *Pas d'irrigation*	**Sans projet n°2** *Irrigation eau souterraine*	**Avec projet** *Irrigation EUT*	**Coefficient prix économique/prix financier**	**Source**
INVESTISSEMENT (DT)					
Coût d'investissement supporté par les agriculteurs (coût intégré dans l'analyse financière et l'analyse économique)					
Réseau d'irrigation à la parcelle		195 000	195 000	0,9	CRDA de Gafsa, Etude d'avant projet pour la création du périmètre irrigué à partir de la STEP d'Aguila (1994)
Acquisition cheptel (20 bovins et 100 ovins) et construction d'étables		410 000	410 000	0,9	Ministère de l'agriculture, du Développement rural et des Pêches maritimes - Direction de l'élevage et estimation du consultant
Plantation olivier, palmiers, figuiers	408 483	408 483	408 483	0,160	Etude de création du périmètre irrigué El Fahs à partir de la STEP d'El Fahs (CRDA de Zaghouan, 2006)
Coûts d'investissement commun aux scénarios avec Irrigation (coût intégré seulement dans l'analyse économique)					
Ouvrage de régulation		84 000	84 000	0,8	CRDA de Gafsa, Etude d'avant projet pour la création du périmètre irrigué à partir de la STEP d'Aguila (1994)
Réseau de distribution		926 000	926 000	0,9	
Réseau de drainage		96 000	96 000	0,9	
Pistes		24 000	24 000	0,8	
Alimentation EP		48 000	48 000	0,9	
Nivellement		36 000	36 000	0,9	

Coûts d'investissement spécifique selon la ressource en eau mobilisée (coût intégré seulement dans l'analyse économique)					
Forage		100 000		0,9	Estimation du Consultant
Adduction ouvrage de régulation		50 000		0,9	Estimation du Consultant
Adduction bassin ONAS - Bassin stockage			17 000	0,9	CRDA de Gafsa, Etude d'avant projet pour la création du périmètre irrigué à partir de la STEP d'Aguila (1994)
Bassin de stockage			199 000	0,8	
4 Filtres à sable et filtre à disque			200 000	0,9	Estimation du Consultant
Station de pompage			217 000	0,9	CRDA de Gafsa, Etude d'avant projet pour la création du périmètre irrigué à partir de la STEP d'Aguila (1994)
Conduite de refoulement			172 000	0,9	
ENTRETIEN ET MAINTENANCE (DT/an)					
Forage		3 000		0,9	3% des coûts d'investissement
Adduction ouvrage de régulation		500		0,9	1% des coûts d'investissement
Ouvrage de régulation		840	840	0,8	1% des coûts d'investissement
Réseau de distribution		9 260	9 260	0,9	1% des coûts d'investissement
Réseau de drainage		1 920	1 920	0,9	2% des coûts d'investissement
Pistes		240	240	0,8	1% des coûts d'investissement
Alimentation EP		480	480	0,9	1% des coûts d'investissement
Adduction bassin ONAS - Bassin stockage			170	0,9	1% des coûts d'investissement
Bassin de stockage			995	0,8	0,5% des coûts d'investissement
4 Filtres à sable et filtre à disque			2 000	0,9	1% des coûts d'investissement
Station de pompage			6 510	0,9	3% des coûts d'investissement
Conduite de refoulement			1 720	0,9	1% des coûts d'investissement
EXPLOITATION (DT/an)					
Energie	0	136 625	41 100	0,9	EUT : DGGREE - Tarification des EUT dans les périmètres publics irrigués (2017) Eau souterraine : estimation à partir du coût de l'énergie
Analyse qualité de l'eau	0	0	2 000	0,9	Estimation du Consultant
Campagne de vaccination	0	0	1 000	0,9	Estimation du Consultant
EXTERNALITES (valeur négative = externalité négative ; valeur positive = externalité positive)					
Assèchement de la nappe (DT/m3)	0,00	-0,12	0,00		Valeur du m3 prélevé dans la nappe = valeur du m3 réutilisé (prix de l'eau du grand équilibre)
Recharge de la nappe (DT/m3)	**0,12**	**0,12**	**0,12**		Valeur du m3 non prélevé dans la nappe = valeur du m3 réutilisé (prix de l'eau du grand équilibre)
Pollution de l'oued (DT/m3)	-0,06	-0,06	-0,06		coût de traitement additionnel nécessaire pour traiter les rejets des EUT dans l'oued
Pollution de la nappe (DT/m3)			considérée non significative (N et P absorbés par les cultures)		
Lutte contre l'érosion (DT/ha)	**20,87**	**41,73**	**41,73**		Estimation d'après Daly H., IRAM (2015) Formulation du Programme de Gestion des Ressources Naturelles dans les Territoires Ruraux Vulnérables de Tunisie. Note sur l'évaluation économique des bénéfices de l'action GRN du programme
Sequestration du carbone (DT/ha)	**15,21**	**30,41**	**30,41**		

2. PRINCIPAUX RESULTATS

	Sans projet n°1 *Pas d'irrigation*	Sans projet n°2 *Irrigation eau souterraine*	Avec projet *Irrigation EUT*	Unité
VAN financière - 30 ans	-2 765 794	3 108 609	8 492 793	DT
VAN économique - 30 ans	-4 726 197	755 598	8 415 639	DT
VAN financière par m3	NA	0,10	0,28	DT/m3
VAN économique par m3	NA	0,03	0,28	DT/m3
VAN financière par ha/an	-696	782	2 138	DT/ha/an
VAN économique par ha/an	-1 190	190	2 118	DT/ha/an
Prix de l'eau d'équilibre - petit équilibre	NA	NA	0,06	DT/m3
Prix de l'eau d'équilibre - grand équilibre	NA	NA	0,12	DT/m3
Prix de l'eau réel	NA	0,005	0,031	DT/m3
Taux de recouvrement	NA	NA	54%	%
Marge brute par m3 d'eau	NA	0,28	0,64	DT/m3
Marge nette par m3 d'eau	NA	0,24	0,61	DT/m3
Volume d'eau utilisée	NA	1 033 300	1 033 300	m3/an
Pollution oued	-3 712 657	-3 712 657	-2 523 011	DT
Recharge/Assèchement nappe	1 781 055	-20 280	1 781 055	DT
Pollution des nappes et des sols				Code couleur

	Sans projet n°1 Réf : Pas d'irrigation	Sans projet n°2 Réf : Irrigation eau souterraine	Unité
Gains financiers nets de la REUT - 30 ans	11 259 000	5 384 000	DT
Gains économiques nets de la REUT - 30 ans	13 142 000	7 660 000	DT
Gains financiers nets de la REUT - 30 ans	0,4	0,2	DT/m3
Gains économiques nets de la REUT - 30 ans	0,4	0,3	DT/m3

Périmètre irrigué de Ouardanine

1. HYPOTHESES SPECIFIQUES

	Sans projet n°1 *Pas d'irrigation*	Sans projet n°2 *Irrigation eau souterraine*	Avec projet *Irrigation EUT*	Coefficient prix économique/prix financier	Source
Profondeur Forage (m)		200			Estimation du Consultant
Volume d'effluent rejeté dans l'oued (sortie de STEP) (m3/an)	594 000	594 000	454 000		ONAS rapport annuel 2017
Apport en eau (m3/an)		140 000	140 000		DGGREE - Volumes réutilisés pour les périmètres irrigués avec EUT 2016-2017
Recharge de nappe (m3/an)	148 500	183 500	148 500		Donnée d'Expert : 25% du volume d'irrigation
Surface cultivée (total - ha)	70	70	70		
Oliviers à huile	70	27	27		DGGREE - Fiche des caractéristiques du périmètre irrigué à l'eau usée traitée de Ouardanine - Campagne 2017-2018
Pêcher		35	35		
Grenadier - néflier - figuier		7	7		
Luzerne		1	1		
Elevage - Nombre de tête de bétail					
Nombre de têtes - Ovins		500	500		DGGREE - Fiche des caractéristiques du périmètre irrigué à l'eau usée traitée de Ouardanine - Campagne 2017-2018
Nombre de têtes - Bovins		6	6		
Rendement (t/ha)					
Oliviers à huile	1,0	2,5	4,0		Estimation du Consultant, sur la base des enquêtes, de sa connaissance du contexte et de rendements dans des périmètres irrigués similaires.
Pêcher		10,0	15,0		
Grenadier - néflier - figuier		10,0	15,0		
Luzerne		20,0	30,0		
Coût d'exploitation - Culture (DT/ha)					
Oliviers à huile	1 970	1 970	1 770		DGGREE - Tarification des EUT dans les périmètres publics irrigués (2017) Estimation BRLi
Pêcher		5 510	5 310		
Grenadier - néflier - figuier		5 864	5 664		
Luzerne		968	868		

Coût d'exploitation - Elevage (DA/tête)					
Ovins		52	52		MARHP/DGACTA - Diagnostic et perspectives de l'agriculture pluviale en Tunisie (fiches technico-économiques) *Valeur prise sans le fourrage : essentiellement soins, abreuvement et gardiennage*
Bovins		2 145	2 145		
Prix de vente - Culture (DT/t)					
Oliviers à huile	1 000	1 000	1 000	0,85	données du projet de réhabilitation du périmètre irrigué à partir des EUT de Ouardanine trop anciennes (2004), il a donc été préféré de prendre les mêmes données que pour Aguila
Pêcher		1 500	1 500	0,85	
Grenadier - néflier - figuier		1 500	1 500	0,85	
Luzerne		0	0	0,90	Utilisé pour le bétail
Unités fourragères (UF/ha)					
Luzerne		2200	3300		Idem Aguila
Besoin en unité fourragère du bétail (UF/J)					
Ovins		750	750		Recommandations pratiques en élevage ovin - Conduite alimentaire (fellah trade)
Bovins		48	48		Les besoins nutritifs des ruminants d'élevage (publication INRA)
Prix de vente moyen Unité Fourragère (DT/UF)		0,340	0,34		DGGREE - Tarification des EUT dans les périmètres publics irrigués (2017)
Prix de vente - Elevage (DA/tête)					
Ovins		235	235	0,9	MARHP/DGACTA - Diagnostic et perspectives de l'agriculture pluviale en Tunisie (fiches technico-économiques)
Bovins		5 430	5 430	0,9	
Prix de l'eau pratiqué par le GDA (DT/m3)	0	0,005	0,100		200 DT/ha payés par les agriculteurs (donnée obtenue lors des enquêtes) Donnée fournie par la DGGREE

	Sans projet n°1 *Pas d'irrigation*	Sans projet n°2 *Irrigation eau souterraine*	Avec projet *Irrigation EUT*	Coefficient prix économique/prix financier	Source
INVESTISSEMENT (DT)					
Coût d'investissement supporté par les agriculteurs (coût intégré dans l'analyse financière et l'analyse économique)					
Réseau d'irrigation à la parcelle		161 000	161 000	0,9	Estimation sur la base du coût total d'investissement réalisé en 1995 - CRDA Monastir
Acquisition cheptel (6 bovins et 75 ovins) et construction d'étables		128 000	128 000	0,9	Ministère de l'agriculture, du Développement rural et des Pêches maritimes - Direction de l'élevage et estimation du consultant
Plantation olivier, palmiers, figuiers	211 806	208 780	208 780	0,160	Etude de création du périmètre irrigué El Fahs à partir de la STEP d'El Fahs (CRDA de Zaghouan, 2006)
Coûts d'investissement commun aux scénarios avec Irrigation (coût intégré seulement dans l'analyse économique)					
Investissement commun (régulation, distribution, drainage, etc.)		1 290 000	1 290 000	0,9	Estimation sur la base du coût total d'investissement réalisé en 1995 - CRDA Monastir
Coûts d'investissement spécifique selon la ressource en eau mobilisée (coût intégré seulement dans l'analyse économique)					
Forage		100 000		0,9	Estimation du Consultant
Adduction ouvrage de régulation		50 000		0,9	Estimation du Consultant
Investissement initial PI			226000		Estimation sur la base du coût total d'investissement réalisé en 1995 - CRDA Monastir
Rehabilitation - Nettoyage du génie civil			13000	0,8	CRDA Monastir - Projet de réhabilitation du PI à partir des EUT de Ouerdanine (2004)
Rehabilitation - Nettoyage et réhabilitation des équipements existants			6000	0,9	
Rehabilitation - Bassin de stockage			416 000	0,8	
Rehabilitation - Construction d'une unité de filtration			31 000	0,9	
Rehabilitation - Equipements sur ouvrages et réseaux			49 000	0,9	
Rehabilitation - Construction des ouvrages de sectionnement			3000	0,8	
Rehabilitation - Construction d'un bassin de filtration			21 000	0,8	
Rehabilitation - Aménagement des pistes			15 000	0,8	
Rehabilitation - Aménagement des ouvrages			6000	0,8	
Rehabilitation - Clôture du réservoir			19000	0,8	

ENTRETIEN ET MAINTENANCE (DT/an)					
Investissement commun (régulation, distribution, drainage, etc.)		12900	12900	0,9	1% des coûts d'investissement
Forage		3 000		0,9	3% des coûts d'investissement
Adduction ouvrage de régulation		500		0,9	1% des coûts d'investissement
Investissement initial PI			1 130	0,9	0,5% des coûts d'investissement
Rehabilitation PI					
Nettoyage du génie civil			65	0,8	0,5% des coûts d'investissement
Nettoyage et réhabilitation des équipements existants			3 000	0,9	50% des coûts d'investissement
Bassin de stockage			2 080	0,8	0,5% des coûts d'investissement
Construction d'une unité de filtration			210	0,9	1% des coûts d'investissement
Equipements sur ouvrages et réseaux			980	0,9	2% des coûts d'investissement
Construction des ouvrages de sectionnement			15	0,8	0,5% des coûts d'investissement
Construction d'un bassin de filtration			105	0,8	0,5% des coûts d'investissement
Aménagement des pistes			300	0,8	2% des coûts d'investissement
Aménagement des ouvrages			30	0,8	0,5% des coûts d'investissement
Clôture du réservoir			95	0,8	0,5% des coûts d'investissement
EXPLOITATION (DT/an)					
Energie	0	18 511	21 000	0,9	EUT : DGGREE - Tarification des EUT dans les PPI (2017) Eau souterraine : estimation à partir du coût de l'énergie
Analyse qualité de l'eau	0	0	2 000	0,9	Estimation du Consultant
Campagne de vaccination	0	0	1 000	0,9	Estimation du Consultant
EXTERNALITES (valeur négative = externalité négative ; valeur positive = externalité positive)					
Assèchement de la nappe (DT/m3)	0,00	-0,67	0,00		Valeur du m3 prélevé dans la nappe = valeur du m3 réutilisé (prix de l'eau du grand équilibre)
Recharge de la nappe (DT/m3)	0,00	0,00	**0,67**		Valeur du m3 non prélevé dans la nappe = valeur du m3 réutilisé (prix de l'eau du grand équilibre)
Pollution de l'oued (DT/m3)	-0,06	-0,06	-0,06		coût de traitement additionnel nécessaire pour traiter les rejets des EUT dans l'oued
Pollution de la nappe (DT/m3)			considérée non significative (N et P absorbés par les cultures)		
Lutte contre l'érosion (DT/ha)	**20,87**	**41,73**	**41,73**		Estimation d'après Daly H., IRAM (2015) Formulation du Programme de Gestion des Ressources Naturelles dans les Territoires Ruraux Vulnérables de Tunisie. Note sur l'évaluation économique des bénéfices de l'action GRN du programme
Sequestration du carbone (DT/ha)	**15,21**	**30,41**	**30,41**		

2. PRINCIPAUX RESULTATS

	Sans projet n°1 *Pas d'irrigation*	Sans projet n°2 *Irrigation eau souterraine*	Avec projet *Irrigation EUT*	Unité
VAN financière - 30 ans	-1 134 616	4 981 442	10 077 760	DT
VAN économique - 30 ans	190 347	5 028 971	11 951 701	DT
VAN financière par ha/an	NA	1,23	2,48	DT/m3
VAN économique par ha/an	NA	1,24	2,94	DT/m3
VAN financière par ha	-559	2 454	4 964	DT/ha/an
VAN économique par ha	94	2 477	5 888	DT/ha/an
Prix de l'eau d'équilibre - petit équilibre	NA	NA	0,15	DT/m3
Prix de l'eau d'équilibre - grand équilibre	NA	NA	0,67	DT/m3
Prix de l'eau réel	NA	0,005	0,100	DT/m3
Taux de recouvrement	NA	NA	67%	%
Marge brute par m3 d'eau	NA	2,72	5,24	DT/m3
Marge nette par m3 d'eau	NA	2,60	5,13	DT/m3
Volume d'eau utilisée	NA	140 000	140 000	m3/an
Pollution oued	-719 517	-719 517	-558 334	DT
Recharge/Assèchement nappe	1 620 907	585 929	1 901 161	DT
Pollution des nappes et des sols				Code couleur

	Sans projet n°1 Réf : Pas d'irrigation	Sans projet n°2 Réf : Irrigation eau souterraine	Unité
Gains financiers nets de la REUT - 30 ans	11 212 000	5 096 000	DT
Gains économiques nets de la REUT - 30 ans	11 761 000	6 923 000	DT
Gains financiers nets de la REUT - 30 ans	2,8	1,3	DT/m3
Gains économiques nets de la REUT - 30 ans	2,9	1,7	DT/m3

Périmètre irrigué d'El Fahs

1. HYPOTHESES SPECIFIQUES

	Sans projet n°1 *Pas d'irrigation*	Sans projet n°2 *Irrigation eau souterraine*	Avec projet *Irrigation EUT*	Coefficient prix économique/prix financier	Source
Profondeur Forage (m)		200			Estimation du Consultant
Volume d'effluent rejeté dans l'oued (sortie de STEP) (m3/an)	473 450	473 450	273 450		ONAS rapport annuel 2017
Apport en eau (m3/an)		200 000	200 000		DGGREE - Volumes réutilisés pour les périmètres irrigués avec EUT 2016-2017
Recharge de nappe (m3/an)	118 363	168 363	118 363		Donnée d'Expert : 25% du volume d'irrigation
Surface cultivée (total - ha)	38	38	38		
Olivier à huile	30	30	30		Fiche des caractéristiques et de suivi du périmètre irrigué à partir des EUT de Khdirat Fahs (Campagne 2017-2018)
Vesce avoine	8	8	8		
Elevage - Nombre de tête de bétail					
Nombre de tête - Ovins	100	100	100		Fiche des caractéristiques et de suivi du périmètre irrigué à partir des EUT de Khdirat Fahs (Campagne 2017-2018)
Nombre de tête - Bovins	4	4	4		
Rendement (t/ha)					
Olivier à huile	1,0	2,5	4,0		Estimation du Consultant, sur la base des enquêtes, de sa connaissance du contexte et de rendements dans des périmètres irrigués similaires.
Vesce avoine	12,0	20,0	32,0		
Coût d'exploitation - Culture (DT/ha)					
Olivier à huile	1 970	1 970	1 770		Données de l'étude de création du PI d'El Fahs ne représentent pas la situation actuelle (2006), on prend les mêmes données que pour Aguila
Vesce avoine	1347	1347	997		Estimation BRLi (utilisation de deux fois plus d'engrais avec les eaux conventionnelles)

Coût d'exploitation - Elevage (DA/tête) *sans fourrage*					
Ovins	52	52	52		MARHP/DGACTA - Diagnostic et perspectives de l'agriculture pluviale en Tunisie (fiches technico-économiques) *Valeur prise sans le fourrage : essentiellement soins, abreuvement et gardiennage*
Bovins	2 145	2 145	2 145		
Prix de vente - Culture (DT/t)					
Olivier à huile	1 000	1 000	1 000	0,85	Données de l'étude de création du périmètre irrigué d'El Fahs ne représentent pas la situation actuelle (2006), on prend les mêmes données que pour Aguila
Vesce Avoine	0	0	0	1,00	
Unités fourragères (UF/ha)					
Vesce avoine	1320	2200	3520		DGGREE - Tarification des EUT dans les périmètres publics irrigués (2017) Estimation BRLi
Besoin en unité fourragère du bétail (UF/J)					
Ovins	150	150	150		Recommandations pratiques en élevage ovin - Conduite alimentaire (fellah trade)
Bovins	32	32	32		Les besoins nutritifs des ruminants d'élevage (publication INRA)
Prix de vente moyen Unité Fourragère (DT/UF)	0,340	0,340	0,34		DGGREE - Tarification des EUT dans les PPI (2017)
Prix de vente - Elevage (DT/tête)					
Ovins	235	235	235	0,9	MARHP/DGACTA - Diagnostic et perspectives de l'agriculture pluviale en Tunisie (fiches technico-économiques)
Bovins	5 430	5 430	5 430	0,9	
Prix de l'eau pratiqué par le GDA (DT/m3)	0	0,005	0,020		Donnée obtenue lors des enquêtes terrain Donnée fournie par la DGGREE

	Sans projet n°1 *Pas d'irrigation*	Sans projet n°2 *Irrigation eau souterraine*	Avec projet *Irrigation EUT*	Coefficient prix économique/prix financier	Source
INVESTISSEMENT (DT)					
Coût d'investissement supporté par les agriculteurs (coût intégré dans l'analyse financière et l'analyse économique)					
Réseau d'irrigation à la parcelle		52 300	52 300	0,9	Etude de création du périmètre irrigué El Fahs à partir de la STEP d'El Fahs (CRDA de Zaghouan, 2006)
Acquisition cheptel (4 bovins et 10 ovins) et construction étables	118 000	118 000	118 000	0,9	Ministère de l'agriculture,du Développement rural et des Pêches maritimesDirection de l'élevage et estimation du consultant
Plantation olivier (30 ha)	90 774	90 774	90 774	0,160	Etude de création du périmètre irrigué El Fahs à partir de la STEP d'El Fahs (CRDA de Zaghouan, 2006)
Coûts d'investissement commun aux scénarios avec Irrigation (coût intégré seulement dans l'analyse économique)					
Ouvrage de régulation		132 000	132 000	0,8	Etude de création du périmètre irrigué El Fahs à partir de la STEP d'El Fahs (CRDA de Zaghouan, 2006)
Réseau de distribution		404 000	404 000	0,9	
Alimentation EP		62 200	62 200	0,9	
Pistes		90 500	90 500	0,8	
Coûts d'investissement sépcifique selon la ressource en eau mobilisée (coût intégré seulement dans l'analyse économique)					
Forage		100 000		0,9	Estimation du Consultant
Adduction ouvrage de régulation		50 000		0,9	Estimation du Consultant
Adduction bassin ONAS - Bassin stockage			7000	0,9	Etude de création du périmètre irrigué El Fahs à partir de la STEP d'El Fahs (CRDA de Zaghouan, 2006)
Bassin de stockage			104000	0,8	
Filtre à gravier et filtre à tamis			50000	0,9	
Station de pompage			82000	0,9	
Conduite de refoulement			7 600	0,9	
ENTRETIEN ET MAINTENANCE (DT/an)					
Ouvrage de régulation		660	660	0,8	0,5% des coûts d'investissement
Réseau de distribution		2020	2020	0,9	0,5% des coûts d'investissement
Pistes		1810	1810	0,8	2% des coûts d'investissement
Alimentation EP		622	622	0,9	1% des coûts d'investissement
Forage		3 000		0,9	3% des coûts d'investissement
Adduction ouvrage de régulation		500		0,9	1% des coûts d'investissement
Adduction bassin ONAS - Bassin stockage			35	0,9	0,5% des coûts d'investissement
Bassin de stockage			520	0,8	0,5% des coûts d'investissement
Filtre à gravier et filtre à tamis			250	0,9	0,5% des coûts d'investissement
Station de pompage			410	0,9	0,5% des coûts d'investissement
Conduite de refoulement			38	0,9	0,5% des coûts d'investissement

EXPLOITATION (DT/an)					
Energie	0	26 444	11 400	0,9	EUT : DGGREE - Tarification des EUT dans les périmètres publics irrigués (2017) Eau souterraine : estimation à partir du coût de l'énergie
Analyse qualité de l'eau	0	0	2 000	0,9	Estimation du Consultant
Campagne de vaccination	0	0	1 000	0,9	Estimation du Consultant
EXTERNALITES (valeur négative = externalité négative ; valeur positive = externalité positive)					
Assèchement de la nappe (DT/m3)	0,00	-0,22	0,00		Valeur du m3 prélevé dans la nappe = valeur du m3 réutilisé (prix de l'eau du grand équilibre)
Recharge de la nappe (DT/m3)	0,00	0,00	**0,22**		Valeur du m3 non prélevé dans la nappe = valeur du m3 réutilisé (prix de l'eau du grand équilibre)
Pollution de l'oued (DT/m3)	-0,06	-0,06	-0,06		coût de traitement additionnel nécessaire pour traiter les rejets des EUT dans l'oued
Pollution de la nappe (DT/m3)			considérée non significative (N et P absorbés par les cultures)		
Lutte contre l'érosion (DT/ha)	**20,87**	**41,73**	**41,73**		Estimation d'après Daly H., IRAM (2015) Formulation du Programme de Gestion des Ressources Naturelles dans les Territoires Ruraux Vulnérables de Tunisie. Note sur l'évaluation économique des bénéfices de l'action GRN du programme
Sequestration du carbone (DT/ha)	**15,21**	**30,41**	**30,41**		

2. PRINCIPAUX RESULTATS

	Sans projet n°1 *Pas d'irrigation*	Sans projet n°2 *Irrigation eau souterraine*	Avec projet *Irrigation EUT*	Unité
VAN financière - 30 ans	-581 592	-362 769	735 835	DT
VAN économique - 30 ans	-705 916	-1 794 080	110 497	DT
VAN financière par m3	NA	-0,06	0,13	DT/m3
VAN économique par m3	NA	-0,31	0,02	DT/m3
VAN financière par ha/an	-528	-329	668	DT/ha/an
VAN économique par ha/an	-641	-1 628	100	DT/ha/an
Prix de l'eau d'équilibre - petit équilibre	NA	NA	0,06	DT/m3
Prix de l'eau d'équilibre - grand équilibre	NA	NA	0,22	DT/m3
Prix de l'eau réel	NA	0,005	0,020	DT/m3
Taux de recouvrement	NA	NA	32%	%
Marge brute par m3 d'eau	NA	-0,04	0,35	DT/m3
Marge nette par m3 d'eau	NA	-0,08	0,30	DT/m3
Volume d'eau utilisée	NA	200 000	200 000	m3/an
Pollution oued	-573 493	-573 493	-343 232	DT
Recharge/Assèchement nappe	536 988	-136 424	536 988	DT
Pollution des nappes et des sols				Code couleur

	Sans projet n°1 Réf : Pas d'irrigation	Sans projet n°2 Réf : Irrigation eau souterraine	Unité
Gains financiers nets de la REUT - 30 ans	1 317 000	1 099 000	DT
Gains économiques nets de la REUT - 30 ans	816 000	1 905 000	DT
Gains financiers nets de la REUT - 30 ans	0,2	0,2	DT/m3
Gains économiques nets de la REUT - 30 ans	0,1	0,3	DT/m3

Périmètre irrigué de Dhraa Tammar

1. HYPOTHESES SPECIFIQUES

	Sans projet n°1 *Pas d'irrigation*	Sans projet n°2 *Irrigation eau souterraine*	Avec projet *Irrigation EUT*	Coefficient prix économique/prix financier	Source
Profondeur Forage (m)		200			Estimation du Consultant
Volume d'effluent rejeté dans l'oued (sortie de STEP) (m3/an)	5 723 000	5 723 000	4 473 000		ONAS rapport annuel 2017
Apport en eau (m3/an)		1 250 000	1 250 000		DGGREE - Volumes réutilisés pour les périmètres irrigués avec EUT 2016-2017
Recharge de nappe (m3/an)	1 430 750	1 743 250	1 430 750		Donnée d'Expert : 25% du volume d'irrigation
Surface cultivée (total - ha)	330	330	330		
Oliviers	30	30	30		DGGREE - Fiche des caractéristiques du périmètre irrigué à l'eau usée traitée de Dhraa Tammar - Campagne 2017-2018
Orge Grain	130	130	130		
Blé dur	170	100	100		
Avoine - fourrage	0	70	70		
Elevage - Nombre de tête de bétail					
Nombre de têtes - Ovins/Caprins		650	650		DGGREE - Fiche des caractéristiques du périmètre irrigué à l'eau usée traitée de Dhraa Tammar - Campagne 2017-2018
Nombre de têtes - Bovins		60	60		
Rendement (t/ha)					
Oliviers	1,0	2,5	4,0		DGGREE - Tarification des EUT dans les périmètres publics irrigués (2017) Estimation BRLi
Orge Grain	1,0	1,4	2,4		Banque Mondiale - Projet d'irrigation du Sud Tunisien (1988) Estimation BRLi
Blé dur	1,2	1,6	3,2		CRDA Monastir - Projet de réhabilitation du PI à partir des EUT de Ouerdanine (2004) Estimation BRLi
Avoine - fourrage	0,0	20,0	32,0		DGGREE - Tarification des EUT dans les PPI (2017) Estimation BRLi

Coût d'exploitation - Culture (DT/ha)					
Oliviers	1 970	1 970	1 770		DGGREE - Tarification des EUT dans les périmètres publics irrigués (2017) Estimation BRLi
Orge Grain	728	728	664		
Blé dur	1 302	1 302	1 067		
Avoine - fourrage	1 255	1 255	1 005		
Coût d'exploitation - Elevage (DA/tête) *sans fourrage*					
Ovins	52	52	52		MARHP/DGACTA - Diagnostic et perspectives de l'agriculture pluviale en Tunisie (fiches technico-économiques) *Valeur prise sans le fourrage : essentiellement soins, abreuvement et gardiennage*
Bovins	2 145	2 145	2 145		
Prix de vente - Culture (DT/t)					
Oliviers	1 000	1 000	1 000	0,85	DGGREE - Tarification des EUT dans les périmètres publics irrigués (2017)
Orge Grain	410	410	410	0,90	
Blé dur	550	550	550	0,90	
Avoine - fourrage	0	0	0	1,00	
Unités fourragères (UF/ha)					
Avoine-Fourrage		2200	3520		DGGREE - Tarification des EUT dans les périmètres publics irrigués (2017) Estimation BRLi
Besoin en unité fourragère du bétail (UF/J)					
Ovins		975	975		Recommandations pratiques en élevage ovin - Conduite alimentaire (fellah trade)
Bovins		480	480		Les besoins nutritifs des ruminants d'élevage (publication INRA)
Prix de vente moyen Unité Fourragère (DT/UF)		0,340	0,34		DGGREE - Tarification des EUT dans les périmètres publics irrigués (2017)
Prix de vente - Elevage (DT/tête)					
Ovins	235	235	235	0,9	MARHP/DGACTA - Diagnostic et perspectives de l'agriculture pluviale en Tunisie (fiches technico-économiques)
Bovins	5 430	5 430	5 430	0,9	
Prix de l'eau pratiqué par le GDA (DT/m3)	0	0,005	0,020		Donnée obtenue lors des enquêtes terrain Donnée fournie par la DGGREE

	Sans projet n°1 *Pas d'irrigation*	Sans projet n°2 *Irrigation eau souterraine*	Avec projet *Irrigation EUT*	Coefficient prix économique/prix financier	Source
INVESTISSEMENT (DT)					
Coût d'investissement supporté par les agriculteurs (coût intégré dans l'analyse financière et l'analyse économique)					
Réseau d'irrigation à la parcelle		264 000	264 000	0,9	Estimation à partir de : DGGREE - Tarification des EUT dans les périmètres publics irrigués (2017)
Acquisition cheptel (4 bovins et 10 ovins) et construction étables		234 000	234 000	0,9	Ministère de l'agriculture, du Développement rural et des Pêches maritimes - Direction de l'élevage et estimation
Plantation olivier (30 ha)	90 774	90 774	90 774	0,160	Etude de création du périmètre irrigué El Fahs à partir de la STEP d'El Fahs (CRDA de Zaghouan, 2006)
Coûts d'investissement commun aux scénarios avec Irrigation (coût intégré seulement dans l'analyse économique)					
Aménagements annexes (dont ouvrage de régulation, réseau de distribution, réseau de drainage, pistes, alimentation eau potable		2 376 000	2 376 000	0,9	Estimation à partir de : DGGREE - Tarification des EUT dans les périmètres publics irrigués (2017)
Coûts d'investissement sépcifique selon la ressource en eau mobilisée (coût intégré seulement dans l'analyse économique)					
Forage		100 000		0,9	Estimation du Consultant
Adduction ouvrage de régulation		50 000		0,9	Estimation du Consultant
Bassin de stockage et adduction ONAS-Bassin de stockage			1 131 000	0,8	Estimation à partir de : DGGREE - Tarification des EUT dans les périmètres publics irrigués (2017)
Station de pompage			2 229 000	0,9	Estimation à partir de : DGGREE - Tarification des EUT dans les périmètres publics irrigués (2017)
Conduite de refoulement			151 000	0,9	Estimation à partir de : DGGREE - Tarification des EUT dans les périmètres publics irrigués (2017)
ENTRETIEN ET MAINTENANCE (DT/an)					
Aménagements annexes (dont ouvrage de		23 760	23 760	0,9	1% des coûts d'investissement
Forage		3 000		0,9	3% des coûts d'investissement
Adduction ouvrage de régulation		500		0,9	1% des coûts d'investissement
Aménagements annexes (dont ouvrage de		23 760	23 760	0,9	1% des coûts d'investissement
Bassin de stockage et adduction ONAS-Bassin			5 655	0,8	0,5% des coûts d'investissement
Station de pompage			22 290	0,9	1% des coûts d'investissement
Conduite de refoulement			1 510	0,9	1% des coûts d'investissement

EXPLOITATION (DT/an)					
Energie	0	165 278	91 961	0,9	EUT : DGGREE - Tarification des EUT dans les périmètres
Analyse qualité de l'eau	0	0	2 000	0,9	Estimation du Consultant
Campagne de vaccination	0	0	1 000	0,9	Estimation du Consultant
EXTERNALITES (valeur négative = externalité négative ; valeur positive = externalité positive)					
Assèchement de la nappe (DT/m3)	0,00	-0,26	0,00		Valeur du m3 prélevé dans la nappe = valeur du m3 réutilisé (prix de l'eau du grand équilibre)
Recharge de la nappe (DT/m3)	0,00	0,00	**0,26**		Valeur du m3 non prélevé dans la nappe = valeur du m3 réutilisé (prix de l'eau du grand équilibre)
Pollution de l'oued (DT/m3)	-0,06	-0,06	-0,06		coût de traitement additionnel nécessaire pour traiter les rejets des EUT dans l'oued
Pollution de la nappe (DT/m3)			considérée non significative (N et P absorbés par les cultures)		
Lutte contre l'érosion (DT/ha)	**20,87**	**41,73**	**41,73**		Estimation d'après Daly H., IRAM (2015) Formulation du Programme de Gestion des Ressources Naturelles dans les Territoires Ruraux Vulnérables de Tunisie. Note sur l'évaluation économique des bénéfices de l'action GRN du programme
Sequestration du carbone (DT/ha)	**15,21**	**30,41**	**30,41**		

2. PRINCIPAUX RESULTATS

	Sans projet n°1 *Pas d'irrigation*	Sans projet n°2 *Irrigation eau souterraine*	Avec projet *Irrigation EUT*	Unité
VAN financière - 30 ans	-2 531 396	-2 190 485	3 511 689	DT
VAN économique - 30 ans	-2 661 659	-9 656 008	-1 072 547	DT
VAN financière par ha/an	NA	-0,06	0,10	DT/m3
VAN économique par ha/an	NA	-0,27	-0,03	DT/m3
VAN financière par ha	-265	-229	367	DT/ha/an
VAN économique par ha	-278	-1 009	-112	DT/ha/an
Prix de l'eau d'équilibre - petit équilibre	NA	NA	0,07	DT/m3
Prix de l'eau d'équilibre - grand équilibre	NA	NA	0,26	DT/m3
Prix de l'eau réel	NA	0,005	0,020	DT/m3
Taux de recouvrement	NA	NA	30%	%
Marge brute par m3 d'eau	NA	-0,09	0,23	DT/m3
Marge nette par m3 d'eau	NA	-0,10	0,21	DT/m3
Volume d'eau utilisée	NA	1 250 000	1 250 000	m3/an
Pollution oued	-6 932 312	-6 932 312	-5 493 177	DT
Recharge/Assèchement nappe	7 452 843	2 569 362	7 452 843	DT
Pollution des nappes et des sols				Code couleur

	Sans projet n°1 Réf : Pas d'irrigation	Sans projet n°2 Réf : Irrigation eau souterraine	Unité
Gains financiers nets de la REUT - 30 ans	6 043 000	5 702 000	DT
Gains économiques nets de la REUT - 30 ans	1 589 000	8 583 000	DT
Gains financiers nets de la REUT - 30 ans	0,2	0,2	DT/m3
Gains économiques nets de la REUT - 30 ans	0,0	0,2	DT/m3

Périmètre irrigué de Oued Essid

1. HYPOTHESES SPECIFIQUES

	Sans projet n°1 *Pas d'irrigation*	Sans projet n°2 *Irrigation eau souterraine*	Avec projet *Irrigation EUT*	Coefficient prix économique/prix financier	Source
Profondeur Forage (m)		200			Estimation du Consultant
Volume d'effluent rejeté dans l'oued (sortie de STEP) (m3/an)	3 054 000	3 054 000	2 554 000		ONAS rapport annuel 2017
Apport en eau (m3/an)		500 000	500 000		DGGREE - Volumes réutilisés pour les périmètres irrigués avec EUT 2017-2018
Recharge de nappe (m3/an)	763 500	888 500	763 500		Donnée d'Expert : 25% du volume d'irrigation
Surface cultivée (total - ha)	191	191	191		
Olivier	131	131	131		DGGREE - Tarification des EUT dans les périmètres publics irrigués (2017)
Vesce avoine	60	60	60		
Elevage - Nombre de tête de bétail					
Nombre de têtes - Ovins	0	0	0		DGGREE - Fiche des caractéristiques du périmètre irrigué de Oued Essid -
Nombre de têtes - Bovins	15	15	15		
Rendement (t/ha)					
Olivier	0,5	2,5	4,0		DGGREE - Tarification des EUT dans les PPI (2017) Estimation BRLi
Vesce avoine	12,0	20,0	32,0		
Coût d'exploitation - Culture (DT/ha)					
Olivier	1 156	1 156	1 026		DGGREE - Tarification des EUT dans les PPI (2017) Estimation BRLi
Vesce avoine	1347	1347	997		
Coût d'exploitation - Elevage (DA/tête)					
Ovins	52	52	52		MARHP/DGACTA - Diagnostic et perspectives de l'agriculture pluviale en Tunisie (fiches technico-économiques) *Valeur prise sans le fourrage : essentiellement soins, abreuvement et gardiennage*
Bovins	2 145	2 145	2 145		

Prix de vente - Culture (DT/t)					
Olivier	1 000	1 000	1 000	0,85	données du projet de réhabilitation du périmètre irrigué à partir des EUT de Ouerdanine trop anciennes (2004), on prend les mêmes données que pour Aguila
Vesce avoine	0	0	0	1,00	
Unités fourragères (UF/ha)					
Vesce avoine	1320	2200	3520		DGGREE - Tarification des EUT dans les périmètres publics irrigués (2017) Estimation BRLi
Besoin en unité fourragère du bétail (UF/J)					
Ovins	0	0	0		Recommandations pratiques en élevage ovin - Conduite alimentaire (fellah trade)
Bovins	120	120	120		Les besoins nutritifs des ruminants d'élevage (publication INRA)
Prix de vente moyen Unité Fourragère (DT/UF)	0,340	0,340	0,34		DGGREE - Tarification des EUT dans les périmètres publics irrigués (2017)
Prix de vente - Elevage (DA/tête)					
Ovins	235	235	235	0,9	MARHP/DGACTA - Diagnostic et perspectives de l'agriculture pluviale en Tunisie (fiches technico-économiques)
Bovins	5 430	5 430	5 430	0,9	
Prix de l'eau pratiqué par le GDA (DT/m3)	0	0,005	0,030		Donnée obtenue lors des enquêtes terrain Donnée fournie par la DGGREE

	Sans projet n°1 *Pas d'irrigation*	Sans projet n°2 *Irrigation eau souterraine*	Avec projet *Irrigation EUT*	Coefficient prix économique/prix financier	Source
INVESTISSEMENT (DT)					
Coût d'investissement supporté par les agriculteurs (coût intégré dans l'analyse financière et l'analyse économique)					
Réseau d'irrigation à la parcelle		91 000	91 000	0,9	Estimation à partir de : DGGREE - Tarification des EUT dans les périmètres publics irrigués (2017)
Acquisition cheptel (5 bovins) et construction étables		130 000	130 000	0,9	Ministère de l'agriculture, du Développement rural et des Pêches maritimes - Direction de l'élevage et estimation du consultant
Plantation olivier (131 ha)	396 380	396 380	396 380	0,160	Etude de création du périmètre irrigué El Fahs à partir de la STEP d'El Fahs (CRDA de Zaghouan, 2006)
Coûts d'investissement commun aux scénarios avec Irrigation (coût intégré seulement dans l'analyse économique)					
Aménagements annexes (dont ouvrage de régulation, réseau de distribution, réseau de drainage, pistes, alimentation eau potable, etc.)		815 000	815 000	0,9	Estimation à partir de : DGGREE - Tarification des EUT dans les périmètres publics irrigués (2017)
Coûts d'investissement spécifique selon la ressource en eau mobilisée (coût intégré seulement dans l'analyse économique)					
Forage		100 000		0,9	Estimation du Consultant
Adduction ouvrage de régulation		50 000		0,9	Estimation du Consultant
Bassin de stockage et adduction ONAS-Bassin de stockage			85 000	0,8	Estimation à partir de : DGGREE - Tarification des EUT dans les périmètres publics irrigués (2017)
ENTRETIEN ET MAINTENANCE (DT/an)					
Aménagements annexes (dont ouvrage de régulation, réseau de distribution, réseau de		8 150	8 150	0,9	1% des coûts d'investissement
Forage		3 000		0,9	3% des coûts d'investissement
Adduction ouvrage de régulation		500		0,9	1% des coûts d'investissement
Bassin de stockage et adduction ONAS-Bassin de stockage			425	0,8	0,5% des coûts d'investissement
EXPLOITATION (DT/an)					
Energie	0	66 111	47 470	0,9	EUT : DGGREE - Tarification des EUT dans les périmètres publics irrigués (2017) Eau souterraine : estimation à partir du coût de l'énergie
Analyse qualité de l'eau	0	0	2 000	0,9	Estimation du Consultant
Campagne de vaccination	0	0	1 000	0,9	Estimation du Consultant

EXTERNALITES (valeur négative = externalité négative ; valeur positive = externalité positive)					
Assèchement de la nappe (DT/m3)	0,00	-0,16	0,00		Valeur du m3 prélevé dans la nappe = valeur du m3 réutilisé (prix de l'eau du grand équilibre)
Recharge de la nappe (DT/m3)	**0,157**	**0,157**	**0,16**		Valeur du m3 non prélevé dans la nappe = valeur du m3 réutilisé (prix de l'eau du grand équilibre)
Pollution de l'oued (DT/m3)	-0,06	-0,06	-0,06		coût de traitement additionnel nécessaire pour traiter les rejets des EUT dans l'oued
Pollution de la nappe (DT/m3)			considérée non significative (N et P absorbés par les cultures)		
Lutte contre l'érosion (DT/ha)	**20,87**	**41,73**	**41,73**		Estimation d'après Daly H., IRAM (2015) Formulation du Programme de Gestion des Ressources Naturelles dans les Territoires Ruraux Vulnérables de Tunisie. Note sur l'évaluation économique des bénéfices de l'action GRN du programme
Sequestration du carbone (DT/ha)	**15,21**	**30,41**	**30,41**		

2. PRINCIPAUX RESULTATS

	Sans projet n°1 *Pas d'irrigation*	Sans projet n°2 *Irrigation eau souterraine*	Avec projet *Irrigation EUT*	Unité
VAN financière - 30 ans	-1 829 454	821 822	4 330 308	DT
VAN économique - 30 ans	-3 312 317	-1 947 700	4 522 314	DT
VAN financière par m3	NA	0,06	0,30	DT/m3
VAN économique par m3	NA	-0,13	0,31	DT/m3
VAN financière par ha/an	-330	148	782	DT/ha/an
VAN économique par ha/an	-598	-352	816	DT/ha/an
Prix de l'eau d'équilibre - petit équilibre	NA	NA	0,09	DT/m3
Prix de l'eau d'équilibre - grand équilibre	NA	NA	0,16	DT/m3
Prix de l'eau réel	NA	0,005	0,030	DT/m3
Taux de recouvrement	NA	NA	34%	%
Marge brute par m3 d'eau	NA	0,20	0,69	DT/m3
Marge nette par m3 d'eau	NA	0,16	0,65	DT/m3
Volume d'eau utilisée	NA	500 000	500 000	m3/an
Pollution oued	-3 699 332	-3 699 332	-3 123 679	DT
Recharge/Assèchement nappe	2 412 832	1 227 747	2 412 832	DT
Pollution des nappes et des sols				Code couleur

	Sans projet n°1 Réf : Pas d'irrigation	Sans projet n°2 Réf : Irrigation eau souterraine	Unité
Gains financiers nets de la REUT - 30 ans	6 160 000	3 508 000	DT
Gains économiques nets de la REUT - 30 ans	7 835 000	6 470 000	DT
Gains financiers nets de la REUT - 30 ans	0,4	0,2	DT/m3
Gains économiques nets de la REUT - 30 ans	0,5	0,4	DT/m3

Golf de Yasmine

1. HYPOTHESES SPECIFIQUES

	Sans projet n°1 *Eau de la SONEDE*	**Sans projet n°2** *Dessalement*	**Avec projet** *REUT*	**Source**
Volumes d'effluents (m3/an)	365 000	365 000	0	Hypothèse: 100% des effluents de la STEP
Apport en eau (m3/an)	365 000	365 000	365 000	
Surface irriguée (ha)	45	45	45	
Tarifs SONEDE (TND/m3/an)	1,315			

	Sans projet n°1 Eau de la SONEDE	Sans projet n°2 Dessalement	Avec projet REUT	Source
INVESTISSEMENT (DT)				
Station de pompage		375 000	375 000	Estimation à partir du périmètre irrigué d'Aguila
Bassin de stockage	50 000	50 000	50 000	
Réseau	2 500 000	2 500 000	2 500 000	
Usine dessalement		5 000 000		Estimation BRLi
ENTRETIEN ET MAINTENANCE (DT/an)				
Entretien	51 000	158 500	58 500	Estimation BRLi
EXPLOITATION (DT/an)				
Frais de main d'œuvre		1 500	1 500	Estimation BRLi
Engrais	66	66		
Energie		261 700	13 500	
Analyse de l'eau		1 000	2 000	
Achat d'eau SONEDE	479 975			
EXTERNALITES (valeur négative = externalité négative ; valeur positive = externalité positive)				
Assèchement de la nappe (DT/m3)	-0,47			Valeur du m3 non prélevé dans la nappe = valeur du m3 réutilisé
Pollution de la mer (DT/m3)	-0,57	-0,57		cf. Bénéfices du traitement des rejets en mer, Les cahiers du Plan bleu, Juillet 2010

2. PRINCIPAUX RESULTATS

	Sans projet n°1 *Eau SONEDE*	Sans projet n°2 *Dessalement*	Avec projet *REUT*	Unité
Couts financiers - 30 ans	-9 767 226	-13 670 691	-3 951 099	DT
Couts économique - 30 ans	-20 051 611	-20 029 378	-4 373 728	DT
Assèchement nappe. Somme sur 30ans	-3 319 603			DT
Pollution mer. Somme sur 30 ans	-3 992 158			DT

	Gain net entre la situation avec projet (REUT) et la situation de référence (Δ2-Δ1)		
	Eau SONEDE	*Dessalement*	
Gains économiques nets de la REUT - DT 30 ans	15 680 000	15 660 000	DT
Gains financiers nets de la REUT sur 30 ans (DT/m3)	0,55	0,92	DT/m3
Gains économiques nets de la REUT sur 30 ans (DT/m3)	1,48	1,48	DT/m3

Espace vert de l'aéroport de Tunis Carthage

1. HYPOTHESES SPECIFIQUES

	Sans projet Eau de la SONEDE	Avec projet Mixe Eau SONEDE/REUT	Source
Volumes d'effluents (m3/an)	11 549 000	11 344 600	ONAS rapport annuel 2017
Apport en eau REUT (m3/an)	N.A	204 400	données de l'OACA
Apport en eau SONEDE (m3/an)	270 100	65 700	
Surface irriguée (ha)	25	25	
Apports en eau (m3/ha/j)	20	35	
Tarifs SONEDE (TND/m3/an)	1,315		données SONEDE

	Sans projet Eau de la SONEDE	Avec projet Mixe Eau SONEDE/REUT	Source
INVESTISSEMENT (DT)			
Réseau d'irrigation	120 000	120 000	données de l'OACA
Réseau d'irrigation REUT			
Station de pompage		800 000	
ENTRETIEN ET MAINTENANCE (DT/an)			
Entretien (station de pompage, r	2 400	18 400	estimation du Consultant
EXPLOITATION (DT/an)			
Frais de main d'œuvre	306 000	306 000	estimation du Consultant
EXTERNALITES (valeur négative = externalité négative ; valeur positive = externalité positive)			
Surexploitation nappe (DT/m3)	-0,25	-0,25	
Pollution mer (DT/m3)	-0,57	-0,57	cf. Bénéfices du traitement des rejets en mer, Les cahiers du Plan bleu, Juillet 2010

2. PRINCIPAUX RESULTATS

	Sans projet Eau SONEDE	Avec projet Mixe eau SONEDE/REUT	Unité
VAN financière - 30 ans	-9 138 551	-6 503 007	DT
VAN économique - 30 ans	-137 873 656	-133 198 346	DT
Surexploitation nappe (somme actualisée sur 30 ans)	1 295 700	-315 170	DT
Pollution mer (somme actualisée sur 30 ans)	-126 316 253	-124 080 645	DT

	Gain net entre la situation avec projet (REUT) et la situation de référence (eau de la SONEDE) (Δ2-Δ1)	Unité
Gains financiers nets de la REUT - DT 30 ans	2 640 000	DT
Gains économiques nets de la REUT - DT 30 ans	4 680 000	DT
Gains financiers nets de la REUT sur 30 ans (DT/m3)	0,34	DT/m3
Gains économiques nets de la REUT sur 30 ans (DT/m3)	0,60	DT/m3

GCT de Gafsa

1. HYPOTHESES SPECIFIQUES

	Sans projet n°1 *Eau souterraine*	Sans projet n°2 *Dessalement*	Avec projet *REUT*	Source
Volumes d'effluents (m3/an)	1 460 000	1 460 000	0	Hypothèse: 400m3/h nécessaire pour l'industrie et pas de rejet dans le milieu car REUT dans le périmètre irrigué d'Aguila
Apport en eau (m3/an)	1 460 000	1 460 000	1 460 000	
Profondeur forage (m)	200			

	Sans projet n°1 Eau souterraine	Sans projet n°2 Dessalement	Avec projet REUT	Source
INVESTISSEMENT (DT)				
Station de pompage pour refouler depuis STEP/usine de dessalement vers le GCT		7 000 000	1 500 000	Estimation du Consultant
Bassin de stockage		1 400 000	1 400 000	Estimation du Consultant
Adduction entre Forages/usine de dessalement ou STEP et Usine	150 000	105 000 000	10 500 000	Estimation du Consultant 12 km entre la STEP et l'usine du GCT 120 km entre l'usine de dessalement et l'usine du GCT
Traitement tertiaire nanofiltration 4000 m3/h			1 700 000	Estimation du Consultant
Usine de dessalement		5 000 000		Estimation du Consultant
Forage	200 000			Estimation du Consultant

	Sans projet n°1 Eau souterraine	Sans projet n°2 Dessalement	Avec projet REUT	Source
ENTRETIEN ET MAINTENANCE (DT/an)				
Entretien	7 000	1 184 000	151 000	Estimation du Consultant
EXPLOITATION (DT/an)				
Energie	193 044	1 861 500	57 913	Estimation du Consultant
Analyse de l'eau			2 000	Idem PI Aguila
Achat d'eau à ONAS			357 700	Tarification des EUT prévue dans le cadre de la convention (en cours de négociation) : 245 millimes / m3, payés à l'ONAS.
Redevance prélèvement eau souter	219 000			
EXTERNALITES (valeur négative = externalité négative ; valeur positive = externalité positive)				
Assèchement de la nappe (DT/m3)	-0,49	-0,49		Valeur du m3 non prélevé dans la nappe = valeur du m3 réutilisé (prix de l'eau du grand équilibre)
Pollution milieu de rejet (DT/m3)	-0,06	-0,06		coût de traitement additionnel nécessaire pour traiter les rejets des EUT dans l'oued

2. PRINCIPAUX RESULTATS

	Sans projet n°1 Eau souterraine	Sans projet n°2 dessalement	Avec projet REUT	Unité
Couts financiers - 30 ans	-6 045 116	-159 790 541	-22 827 865	DT
"VAN" économique - 30 ans	-23 777 014	-192 224 637	-26 010 811	DT
Assèchement nappe	-13 705 290	-13 705 290		DT
Pollution oued	-1 680 909	-1 680 909		DT

	Gain net entre la situation avec projet (REUT) et la situation de référence (eau souterraine)	Gain net entre la situation avec projet (REUT) et la situation de référence (dessalement)	Unité
Gains financiers nets de la REUT - DT 30 ans	-16 780 000	136 960 000	DT
Gains économiques nets de la REUT - DT 30 ans	-2 230 000	166 210 000	DT
Gains financiers nets de la REUT sur 30 ans - DT/m3	-0,40	3,23	DT/m3
Gains économiques nets de la REUT sur 30 ans - DT/m3	-0,05	3,93	DT/m3

Recharge de nappe de Korba

1. HYPOTHESES SPECIFIQUES

	Sans projet *Rejets en mer*	**Avec projet** *Recharge de nappe*	**Source**
Volumes d'effluents dans la mer (m3/an)	350 000		Volume max imum réinjecté
Volumes d'eau de recharge en nappe (m3/an)	0	350 000	Volume max imum réinjecté
Surface agricole concernée par le biseau salé (ha)	70	0	Estimation du Consultant
Surface agricole cultivée avec la nappe (avec les eaux qui proviennent de la recharge)		88	Estimation du Consultant: 4000 m3/ha irrigué

	Sans projet *Rejets en mer*	**Avec projet** *Recharge de nappe*	**Source**
INVESTISSEMENT (DT)			
Infrastructures et équipements		1 395 000	Estimation BRLi à partir de l'étude d'évaluation des expériences de la recharge artificielle des nappes en Tunisie, janvier 2018 On suppose que tous les frais sont affectés à l'usage analysé (hypothèse sécuritaire)
ENTRETIEN (DT/an)			
Entretien (DT/an)		66 150	Estimation BRLi à partir de l'étude d'évaluation des expériences de la recharge artificielle des nappes en Tunisie, janvier 2018
EXTERNALITES (valeur négative = externalité négative ; valeur positive = externalité positive)			
Recharge de la nappe évitant la progression du biseau salé (DT/m3)		**0,02**	
Pollution de la mer (DT/m3)	-0,57		cf. Bénéfices du traitement des rejets en mer, Les cahiers du Plan bleu, Juillet 2010
Marge brute par ha de production agricole (DT/ha)			Estimation BRLi

2. PRINCIPAUX RESULTATS

	Sans projet n°1 *Rejet dans la mer*	**Avec projet** *Recharge de nappe*	**Unité**
VAN économique - 30 ans	-3 828 097	-2 529 997	DT
VAN économique par m3	-0,38	-0,25	DT/m3

	Sans projet *Rejet dans la mer*	**Unité**
Gains économiques nets de la REUT - 30 ans	1 300 000	DT
Gains économiques nets de la REUT - DT/m3 sur 30 ans	0,13	DT/m3

Lagune de Korba

1. HYPOTHESES SPECIFIQUES

	Sans projet *Rejet des effluents dans la mer*	Avec projet *Alimentation lagune*	Source
INVESTISSEMENT (DT)			
Infrastructure et équipement REUT		1 395 000	Estimation BRLi à partir de l'étude d'évaluation des expériences de la recharge artificielle des nappes en Tunisie, janvier 2018 On suppose que tous les frais sont affectés à l'usage analysé (hypothèse sécuritaire)
EXPLOITATION (DT/an)			
Exploitation (DT/an)		283 500	Estimation BRLi
EXTERNALITES (valeur négative = externalité négative ; valeur positive = externalité positive)			
Pollution de la mer (DT/m3)	-0,57		cf. Bénéfices du traitement des rejets en mer, Les cahiers du Plan bleu, Juillet 2010
Valeur biologique et écologique de la lagune (DT/ha/an)	58	100	estimée sur la base de la disposition à payer pour la lagune de Bizerte

2. PRINCIPAUX RESULTATS

	Sans projet *Rejet dans la mer*	**Avec projet** *Alimentation lagune*	**Unité**
VAN économique - 30 ans	-16 126 297	-6 355 216	DT

	Sans projet Rejet dans la mer	**Unité**
Gains économiques nets de la REUT DT - 30 ans	9 770 000	DT
Gains économiques nets de la REUT (DT/m3) sur 30 ans	0,22	DT

Annexe 4 : Synthèse des entretiens réalisés dans la phase Diagnostic

Acteurs interrogés		
Institutions		Personnes interogées
Ministère de l'agriculture (MARHP)	**DGGREE**	Mme GHARBI
	BPEH	M. OUASLI
	DGRE	Mme BEN SALAH, Mme MAMOU, M. GHRIBI
	DGACTA	Mme SIFAOUI
	AVFA	Mme CHOUIKH, Mme BOUGHAMNI
Ministère de l'environnement (MALE)	**DGEQV**	Mme MESSAI
	ONAS	Mme HAMROUNI, M. JAWADI, M. HAJJI
	ANPE	M. HARBAOUI
Ministère de la santé	**DHMPE**	M. RABHI, M. CHALLOUF
	ANCSEP	Mme ABIDI, M. MANSOUR, M. EL HANI
Ministère de l'industrie	**DGRD**	M. MSOLLI BOUKSIAA
Organismes de recherche	**INRGREF**	M. HACHICHA, Mme MAHJOUB, Mme TRAD
	INAT	Mme BAHRI
	CERTE	M. GHRABI, M. TRABELSI, Mme HORRICHE
	CITET	M. MHIRI
Usagers et société civile	**UTAP**	Mme BEN HAMMADI
	STDG	M. TRABELSI
	ASE	Mme HELLALI

Méthodologie

- Description de l'institution et du service de la personne interrogée de manière globale puis au niveau de la REUT :
  - Historique
  - Activités actuelles
  - Liens avec les autres institutions de la REUT
- Présentation globale de l'étude et demande des attentes de l'institution vis-à-vis de l'étude
- Discussion autour de la REUT en Tunisie : point de vue de la personne interrogée sur les forces, les faiblesses, les opportunités, les menaces sur les différents aspects (techniques, réglementaires, institutionnels, économiques, sociaux, sanitaires, environnementaux…), particulièrement ceux qui concernent le plus l'institution interrogée
- Partage des données/études pouvant être pertinentes pour l'étude, prise de contacts avec d'autres personnes pouvant être interrogées dans le cadre de l'étude

Synthèse des remarques pertinentes des personnes interrogées		
Aspects de la REUT	**Atouts mentionnés**	**Faiblesses mentionnées**
Remarques générales	• La REUT est déjà expérimenté dans **différents domaines** (golfs, périmètres irrigués, industries, recharges de nappes, espaces verts…) • Dans certaines régions, pas d'autres ressources en eau disponibles • **Longue expérience** tunisienne sur la REUT • **Demandes existantes** pour certains usages au vu des périodes de stress hydrique (industriels, hôtels…)	• Manque d'une **approche « filière »** de la REUT. Il ne faut pas penser d'un côté la production des EUT et d'un autre l'usage, il faut une **approche plus intégrée** (Exemple du projet de transfert des EUT du grand Tunis) • Suivi des dossiers et mise en œuvre des décisions ralentis depuis 2011
Aspect technique	• Cas de réussites après des **initiatives personnelles** (Ouardanine…)	• Traitements pas adaptés aux différents usages • STEP : problèmes de **non conformités** (surcharge, dysfonctionnements des ouvrages, maintenance faible, manque de personnel…) • Dégradation de la qualité des EUT au niveau du transport et des lieux de stockage • Manque de **continuité dans l'approvisionnement**, surtout l'été pour l'agriculture et pas d'autres ressources alternatives possibles quand problème technique • **Décalage entre lieux de production des EUT** (surtout au niveau du littoral) et **des lieux de besoins en eau** (intérieur du pays, zones agricoles)

Synthèse des remarques pertinentes des personnes interrogées		
Aspects de la REUT	**Atouts mentionnés**	**Faiblesses mentionnées**
Aspect réglementaire	• Il existe déjà des **normes existantes spécifiques à la REUT** (qualité des EUT et cahier des charges d'utilisation des EUT en agriculture notamment)	• **Réglementation ancienne** peu souvent mise à jour • Manquements au niveau des normes existantes : - **Pas de normes pour les usages autres qu'agricoles** - **Irrigation de cultures à haute valeur ajoutée non autorisée** sauf arboriculture - **Peu d'harmonisation entre NT 106.02 et 106.03** • Manquements dans l'application des normes existantes : - **Agriculteurs pas assez sensibilisés** aux normes existantes (maraîchage irrigué avec des puits de surface à l'intérieur des périmètres irrigués, temps entre utilisation des fourrages et irrigation…) - **Réutilisations indirectes des EUT existantes** (pompage dans un oued à l'aval d'un rejet de STEP), pas de réglementation à ce sujet - **Fréquence des contrôles** de la qualité des EUT et des pratiques de réutilisation pas toujours respectée - **Peu d'arrêts d'urgences de l'irrigation agricole** en cas de non respects des normes de qualité des EUT - **Peu de prétraitements effectués par les industriels** - **Etudes d'impacts pas toujours effectuées** lors de la création de certains périmètres irrigués, ou entrés en service sans avis du ministère de la santé et de l'ANPE (régularisation parfois à posteriori)

Aspect institutionnel	• Il existe des Comités régionaux par gouvernorats et un comité national pour la REUT afin de réunir les différents acteurs concernés • **Compétences existantes** en termes de **recherche** sur la REUT en Tunisie	• Manque d'un **intermédiaire entre l'ONAS et les usagers**, notamment pour les usages autres qu'agricoles • Il faudrait réfléchir à un **organisme unique chargé de la valorisation des EUT** pour gérer l'ensemble des acteurs intervenant sur la filière • Les tâches de gestion et de contrôle ne sont pas correctement définies entre institutions • Pour l'ONAS : - Il est **peu impliqué** dans les projets de REUT, il n'est pas responsabilisé (peu de sanctions liées à la qualité des EUT) - Difficultés pour les institutions de **récupérer les données de l'assainissement** (qualité des EUT par STEP, quantité réutilisée…) - **Problèmes structurels** : manque de personnel compétent, de moyens… - Il s'est **trop diversifié** plutôt que de se concentrer sur l'assainissement urbain, trop de missions attribuées à l'ONAS - A l'international, la maîtrise d'ouvrage appartient souvent à l'état puis il y a des délégations du service public pour l'exploitation des STEP. **Manque de structures compétentes pour que l'ONAS délègue la maîtrise d'ouvrage.** - La **planification des STEP n'est pas assez partagée** entre les différents acteurs possibles de la REUT - L'ONAS produit les EUT et l'ANPE les contrôle alors que les 2 sont sous tutelles du ME : **risque qu'ils soient juge et partie** • **Manque de collaboration entre chercheurs**, parfois conclusions contradictoires sur des résultats (par exemple interprétation des résultats des suivis de la recharge de nappe) • **Laboratoires d'analyses pas toujours performants** pour tous les paramètres, méthodes analytiques parfois différentes selon les laboratoires. Importance d'utiliser des laboratoires certifiés pour contrôler la qualité des EUT • Anciens périmètres irrigués construits pour utiliser à tout prix les EUT, manque de concertation au niveau local pour décider de leur localisation • **Relâchement du suivi au niveau des sites de recharge de nappe**. Besoin d'une équipe pluridisciplinaire travaillant sur la recharge de nappe avec une connaissance du terrain pour être capable d'analyser les résultats • Pas de cadre institutionnel pour les réutilisations autres qu'agricoles

Synthèse des remarques pertinentes des personnes interrogées		
Aspects de la REUT	**Atouts mentionnés**	**Faiblesses mentionnées**
Aspect économique et financier	• Les agriculteurs se disent **prêts à payer plus cher les EUT** en échange d'une meilleure fiabilité dans la quantité et la qualité des EUT fournies • Le **pouvoir fertilisant** des EUT peuvent permettre de diminuer les coûts liés aux intrants pour les agriculteurs	• **Le prix des EUT au m3 est trop faible** pour couvrir les coûts liés à leur réutilisation, certains GDA sont donc en faillite • L'exploitation de certains grands périmètres irrigués n'est **pas optimisée**, certains investissements effectués n'ont **pas été rentabilisés** • **L'aspect énergétique** est important, c'est le plus gros poste de dépenses pour l'assainissement (60 % des dépenses de l'ONAS) et pour les stations de pompage pour la REUT • Il y a eu des études pour le **transfert des EUT** vers les zones de réutilisation mais cette solution est **très coûteuse**
Aspect social	• Les agriculteurs sont intéressés par le sujet et sont demandeurs de réunions au niveau local • Les **journées d'informations et de visites de terrain** pour les agriculteurs ont un impact très positif pour convaincre de l'intérêt de la REUT	• La **mauvaise qualité des EUT** est la principale cause des réticences des agriculteurs à les utiliser • Il y a des peurs liées aux **risques sanitaires,** certaines maladies sont attribuées à la REUT bien que ça ne soit pas forcément le cas réellement • Il y avait plus de sensibilisation des agriculteurs au moment de la mise en place des périmètres irrigués mais aujourd'hui **moins d'encadrement des nouveaux arrivants**, certains ne sont même pas au courant qu'il existe une réglementation à respecter. • Les **CTV** sont chargés de la sensibilisation mais beaucoup sont **fermés ou manquent de moyens**, idem pour les **GDA**. • Il faut à la fois **sensibiliser les propriétaires et les ouvriers agricoles**
Aspect sanitaire		• **Manque de sensibilisation de tous les usagers sur les risques sanitaires** et les bonnes pratiques à adopter (équipements de protection, périodes d'irrigation…)

Synthèse des remarques pertinentes des personnes interrogées		
Aspects de la REUT	**Atouts mentionnés**	**Faiblesses mentionnées**
Aspect environne-mental	• **Limitation des rejets directs des EUT dans le milieu nature**l, notamment au niveau des zones de baignade • **Diminution des apports de fertilisants minéraux** par les agriculteurs grâce au pouvoir fertilisant des EUT	• **Pas de suivi des sols** pour les périmètres irrigués avec des EUT malgré leur mauvaise qualité et l'existence de risques parasitologiques et liés aux métaux lourds







www.brl.fr/brli

Société anonyme au capital de 3 183 349 euros
SIRET : 391 484 862 000 19 - RCS : NÎMES B 391 484 862
N° de TVA intracom : FR 35 391 484 862 000 19

1105, avenue Pierre Mendès-France
BP 94001 - 30 001 Nîmes Cedex 5
FRANCE
Tél. : +33 (0) 4 66 87 50 85
Fax : +33 (0) 4 66 87 51 09
e-mail : brli@brl.fr