
La réutilisation des eaux usées traitées en irrigation et le processus de pérennisation et de bonne gouvernance des infrastructures d'assainissement : cas pratique de la station d'épuration de la ville de Namur

Auteur : Legros, Nina

Promoteur(s) : Rosillon, Francis

Faculté : Faculté des Sciences

Diplôme : Master en sciences et gestion de l'environnement, à finalité spécialisée en gestion intégrée des ressources en eau

Année académique : 2016-2017

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/3158>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.



Faculté des Sciences

Département des Sciences et Gestion de l'Environnement

Année académique 2016-2017

**La réutilisation des eaux usées traitées en irrigation comme incubateur d'un processus de
pérennisation et de bonne gouvernance des infrastructures d'assainissement : cas pratique de la
station d'épuration de Tidili au Maroc**



Mémoire présenté par Nina Legros

**en vue de l'obtention du grade de Master 120 en Sciences et Gestion de l'Environnement à finalité
gestion intégrée des ressources en eau**

Rédigé sous la direction de Fouad Zouhir et codirection de Joost Wellens



Faculté des Sciences

Département des Sciences et Gestion de l'Environnement

Année académique 2016-2017

**La réutilisation des eaux usées traitées en irrigation comme incubateur d'un processus de
pérennisation et de bonne gouvernance des infrastructures d'assainissement : cas pratique de la
station d'épuration de Tidili au Maroc**

Mémoire présenté par Nina Legros

**en vue de l'obtention du grade de Master 120 en Sciences et Gestion de l'Environnement à finalité
gestion intégrée des ressources en eau**

Rédigé sous la direction de Fouad Zouhir et codirection de Joost Wellens

Résumé

N'étant encore que trop peu mise en valeur et codifiée au niveau de la législation, la réutilisation des eaux usées en irrigation existe pourtant depuis de nombreuses années au Maroc. Une tendance qui est cependant en train de changer car, peu à peu, les instances étatiques, se rendant compte de son potentiel quantitatif et qualitatif face aux manquements en agriculture, tentent de promouvoir des initiatives allant dans ce sens.

Des petits projets voient donc le jour dans l'ensemble du pays avec pour objectif la mise en combinaison d'un processus de traitement des eaux usées rurales (majoritairement) et d'un système de redistribution des eaux épurées au sein des surfaces agricoles à proximité. C'est par exemple le cas de la commune de Tidili qui, grâce à un financement externe, a pu construire en 2012 une station d'épuration de type lagunage à filtre planté et qui maintenant essaye de trouver une forme de gouvernance à la remise en circuit des eaux qui y sont traitées.

Ce travail aura donc pour intention de décrire rapidement, dans une première partie, les caractéristiques de la station étudiée puis ensuite de se pencher au sein de la deuxième et troisième partie, sur l'aspect de la gouvernance et de la pérennisation du projet en abordant les thématiques de la mise en place d'un comité de gestion et de l'estimation du prix du m³ d'eau traité. Deux approches indispensables au bon fonctionnement du projet, mais surtout à son appropriation par la communauté de Tidili. Une quatrième et dernière partie, ajoutée aux annexes, se verra de détailler plus en profondeur le déroulement des différentes phases du projet de la station d'épuration afin de laisser à d'autres initiatives du genre la possibilité de se baser sur des conclusions et recommandations concrètes pour la réalisation d'un projet similaire.

Mots clés : Station d'épuration, lagunage à filtre planté, gouvernance, comité de gestion, législation, prix de l'eau, diffusion des bonnes pratiques

Abstract

Too much underestimated and legally bordered, the reuse of wastewater in irrigation has been existing for years in Morocco. The trend is however changing. Step by step the state agencies are getting aware of his qualitative and quantitative potential to face the water shortcoming in agriculture and are attempting to promote initiatives going into this direction.

Small projects are rising up within the whole country with as goals: the creation of a combination of a wastewater treatment process in rural areas (mainly) and a redistributing process for irrigation among the neighbor agricultural areas. It is for example the case of a community named Tidili which thanks an external financial aid has been able to build in 2012 a lagoon with planted filter as it wastewater treatment plant. From now on, Tidili is trying to find a form of governance to recondition treated water.

This document will therefore have the intention to quickly describe, in the first part the characteristics of the studied station and to focus, then, in the second and the third part, on the governance and the project sustainability aspects. In order to do that, it will address themes as the setup of a managing committee and the estimation of the price of a cubic meter of treated water. Two essential approaches to the efficiency of the project, but especially on its appropriation by the community of Tidili. The fourth and last part, added in the annex, will detail deeper the progress of the various phases of the station project. This will be done in the idea of giving to other similar initiatives the possibility of counting on some concrete conclusions and recommendations to create their own project.

Key words : Wastewater treatment plant, lagoon with planted filter, governance, management committee, legislation, water price, dissemination of good practice

Remerciements

A tous les paysans qui luttent chaque jour pour une agriculture durable et respectueuse de l'environnement,

A tous les membres des associations de paysans qui se rassemblent et s'organisent entre eux pour créer davantage de solidarité,

A toutes les institutions qui réclament un accès aux ressources de manière plus juste et plus pérenne pour les personnes démunies,

A mes collègues et amis marocains de l'université de Caddi Ayyad, et plus particulièrement à la doctorante Saloua El Fansi, pour m'avoir enseigné les pratiques de terrain de l'épuration et de la réutilisation des eaux usées et m'avoir poussé à partir à la recherche de nouvelles perspectives,

A mes promotrices du CNEREE, Madame Mandi et Madame Ouazzani, pour leur conseil sur l'orientation de mon étude,

A mes promoteurs de l'ULg, Monsieur Zouhir et Monsieur Wellens, pour leur disponibilité et leurs conseils avisés concernant le développement et l'articulation de ce travail,

A tous mes amis du campus d'Arlon pour ces deux magnifiques années que je ne suis pas prête d'oublier,

A mes co-koteur de la ferme pour ces toutes ces soirées passées à refaire le monde,

A ma famille et mes amis belges, pour m'avoir soutenue et aidée dans la relecture de mon travail,

Choukran

Table des matières

LISTE DES TABLEAUX	1
LISTE DES FIGURES	2
LISTE DES ABRÉVIATIONS	3
INTRODUCTION GÉNÉRALE	5
PARTIE 1 : MISE EN CONTEXTE DE LA THÉMATIQUE ET DES ORIENTATIONS CIBLÉES.....	7
1. La réutilisation des eaux usées traitées en irrigation	8
1.1. Problématique de l'eau au Maroc.....	8
1.1.1. Constat sur l'aspect qualitatif.....	8
1.1.2. Constat sur l'aspect quantitatif	9
1.1.3. Causes évoquées	11
1.2. Enjeux liées à l'utilisation des eaux usées.....	13
1.3. Stratégies nationales mises en place	14
1.4. Description de la pratique marocaine.....	16
1.5. Discernement de quelques endroits de blocage.....	17
2. Présentation de la zone d'étude	19
2.1. Description de la zone de Tidili	19
2.2. Description du projet de STEP à Tidili	20
2.2.1. Appel à projet.....	20
2.2.2. Enjeux sociaux, économiques et environnementaux.....	21
2.3. Caractéristiques des effluents.....	23
2.3.1. Type de traitement utilisé	23
2.3.2. Qualité des eaux en sortie attendue	23
2.3.3. Analyse des résultats.....	25
2.3.4. Catégorie d'effluent décerné	29
2.4. Perspectives générales.....	31
3. Développement des orientations traitées dans cette étude	32

PARTIE 2 : CONCEPTION DU COMITÉ DE GESTION POUR LA RÉUTILISATION DES EAUX USÉES TRAITÉES.....	33
1. Objectif ciblé	34
2. Méthodologie appliquée et données récoltées	34
2.1. Analyse de la législation en vigueur	34
2.1.1. Inventaire des textes juridiques	34
2.1.2. Rôle de l'Etat au niveau de la gestion de l'eau	38
2.2. Caractérisation des relations existantes entre les différents acteurs liés à un projet de réutilisation	39
2.3. Elaboration d'un contrat de responsabilités liant les acteurs du projet	41
2.3.1. Description des acteurs impliqués	41
2.3.2. Elaboration d'un tableau de responsabilités	46
2.3.3. Création d'une ligne du temps pour la mise en place d'actions concrètes	49
3. Conclusions et recommandations émises	52
3.1. Conclusions au niveau du projet de Tidili.....	52
3.2. Comparaison avec le mode de gestion de projets similaires	54
PARTIE 3 : ÉLABORATION D'UN CALCUL ÉCONOMIQUE DU M³ D'EAU TRAITÉE	55
1. Objectif ciblé	56
2. Méthodologie appliquée et données récoltées	57
2.1. Exploration des frais associés à la gestion de la STEP	57
2.1.1. Définition des coûts inclus dans le bilan	57
2.1.2. Recensement de ces coûts dans différents secteurs de l'eau	58
2.1.3. Points à réévaluer lors de l'établissement d'un prix pour l'eau	60
2.2. Elaboration de tableaux de calculs.....	61
2.2.1. Calcul des frais variables	61
2.2.2. Calcul des frais fixes.....	63
2.2.3. Etablissement d'un tableau récapitulatif modulable	65
2.3. Estimation d'un prix pour le m ³ d'eau traité.....	66
2.3.1. Calcul d'estimation d'un prix de l'eau usée traitée	66
2.3.2. Recherche de l'atteinte d'un équilibre pour un prix équitable	69
2.3.3. Prise en compte des gains supplémentaires	71
3. Conclusions et recommandations émises	74
3.1. Conclusions au niveau du projet de Tidili.....	74
3.2. Comparaison avec le mode de gestion de projets similaires	75
CONCLUSION GÉNÉRALE.....	76
BIBLIOGRAPHIE	79
ANNEXES.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

Liste des tableaux

Tableau 1 : normes bactériologiques, parasitologiques et physicochimiques nationales (seee, 2007).....	26
Tableau 2 : analyse des paramètres physicochimiques à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration de tidili (el fansi, 2016).....	27
Tableau 3 : analyse des paramètres microbiologiques à la sortie de la station d'épuration de tidili (el fansi, 2016).....	29
Tableau 4 : distribution en catégorie des eaux traitées (inovar, 2011c)	30
Tableau 5 : la gestion distributive des eaux potables, d'assainissement et d'irrigation au maroc (inovar, 2011c)	40
Tableau 6 : contributions potentielles des acteurs concernés par le projet de réutilisations des eaux traitées à tidili (source personnelle)	49
Tableau 7 : différenciation des coûts inclus ou non dans le calcul du prix de l'eau (chohin-kuper et al., 2008)	58
Tableau 8 : recensement du prix de l'eau dans les différents secteurs au maroc (chohin-kuper et al., 2008)	59
Tableau 9 : récapitulatif des calculs et des montants engendrés par les frais fixes et les frais variables (source personnelle)	65
Tableau 10 : estimation du prix du m ³ d'eau traité modulable (source personnelle).....	66
Tableau 11 : évolution démographique relié à l'évolution de différents paramètres pour les bassins à filtre plantés à écoulement vertical (inovar, 2011c).....	67
Tableau 12 : évolution démographique relié à l'évolution de différents paramètres pour les bassin à filtre planté à écoulement horizontal (inovar, 2011c).....	68
Tableau 13 : potentiel d'irrigation des effluents de la station de tidili (inovar, 2011c)	72
Tableau 14 : calcul des gains engendrés sur différentes cultures grâce à l'irrigation via des eaux usées traitées (soudi, kerby, & choukr allah, 2000).....	73

Liste des figures

Figure 1 : localisation administrative de la commune rurale de tidili mesfioua (inovar, 2012)	19
---	----

Liste des abréviations

ABH : Agence du Bassin Hydraulique

ABHS : agence de bassin hydraulique de Sebou

ABHT : Agence du Bassin Hydraulique de Tensift

AEP : Alimentation en eau potable

AGIRE Programme d'Appui à la Gestion Intégrée des Ressources en Eau

AHT : Agence hydraulique Tensift

BHM : Bassin du Haouz-Mejjate

CNEERE : Centre National d'Etude et de Recherche sur l'Eau et l'Energie

CNRLT : Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales

DBO : Demande Biologique en Oxygène

DCO : Demande Chimique en Oxygène

DPA : Direction Provinciale de l'Agriculture

EAU : Environnement Alternative Unlimited

ETM : Eléments en Trace Métalliques

GIRE : Gestion Intégrée des Ressources en Eau

GIZ : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit

JICA : Agence Japonaise de Coopération Internationale

MATEE : Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement

MEF : Ministère de l'Economie et des Finances

MES : Matières En Suspension

NPK : Azote, Phosphore, Potassium

ONEP : Office National de l'Eau Potable

ORMVAH : Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Haouz

PAR : Plan Agricole Régional

PDAIRE : Plan Directeur d'Aménagement Intégré des Ressources en Eau

pH : Potentiel Hydrogène

PMH : Petite et Moyenne Hydraulique

PREM : pérennité des ressources en eau au Maroc

REUE : Réutilisation des Eaux Usées Epurées

SATESE : Service d'Assistance Technique aux Exploitants de Station d'Epuration

SMIG : Salaire Minimum Interprofessionnel Garanti

Dh : Dirhams

Introduction générale

La Gestion Intégrée des Ressources en Eau, un bien large concept mais qui pourtant a toute son importance à une époque où les eaux sont menacées quantitativement et qualitativement dans le monde entier. Sans aucune surprise, le Maroc n'échappe pas à cette tendance. Pays au climat majoritairement semi-aride largement limité en ressources en eau, le Royaume du Maroc tente aujourd'hui de trouver des solutions originales pour faire face à ses manquements (Hudson, 1990).

Dans les années 80, le roi Hassan II lança, dans cette idée, une campagne de construction d'une centaine de petits barrages qui avaient pour but de lutter contre les effets sur l'agriculture de la raréfaction de la pluviométrie qui commençait alors à frapper fortement certaines parties du pays. Très inégalement réparties dans l'espace (à peine 300 mm/an pour le sud et l'est pour près de 900 mm/an dans le nord (Khalid, 2010)), les pluies marocaines peuvent aussi l'être dans le temps (en effet, au-delà de l'estimation moyenne de la pluviométrie à 18 milliards de m³ d'eau par an, se cache en réalité des valeurs extrêmes pouvant varier de 5 à 50 milliards de m³ (Khalid, 2010)). Or la quantité et la régularité des apports sont deux facteurs extrêmement importants dans un endroit où le secteur agricole emploie quelques 1.5 millions d'agriculteurs, contribue à 15% à la part du PIB et génère près de 40% d'emplois associés (MEF, n.d.). En 2015, près de 80% (Driss, 2015) des eaux prélevées servaient ce secteur, laissant ainsi entrevoir pourquoi une politique d'une telle ampleur est tout sauf anodine.

Aujourd'hui, malgré le potentiel des barrages largement exploité, l'offre n'a toujours pas atteint un taux de satisfaction suffisant auprès des agriculteurs (AHT GROUP AG - RESING, 2016a). Les politiques ont donc décidé de voir plus loin et d'exploiter les ressources en eau dites non conventionnelles. Suite à ce tournant décisionnel, de nombreuses initiatives se sont formées au sein des communautés rurales. C'est, par exemple, le cas de la zone de Tidili ici étudiée qui, à l'aide de financements de l'agence de coopération USAID, monta un projet de réutilisation des eaux épurées en irrigation aligné sur la construction d'un système d'assainissement des eaux domestiques de ses trois villages (USAID, 2011). Un projet sur lequel je fus intégrée lors d'un mon stage de 2^{ème} master au Maroc et dont je tenterais ici d'en extraire au mieux un retour d'expérience pertinent et accommodé au sujet que j'ai choisi pour mon mémoire : « *La réutilisation des eaux usées traitées en irrigation comme incubateur d'un processus de*

pérennisation et de bonne gouvernance des infrastructures d'assainissement : cas pratique de la station d'épuration de Tidili au Maroc ».

En coordonnant plusieurs approches de la problématique des eaux usées, l'initiative de Tidili reprend l'idée de la GIRE. Décliné sous différents axes (développement des ressources en eau non conventionnelles, gestion de la demande, mise en place d'une gouvernance adéquate, contrôle et suivi de la ressource et finalement information et communication (AHT GROUP AG - RESING, 2016b)), et réparti en sous-objectifs, l'ensemble des actions pourra ainsi satisfaire les attentes de tous les acteurs impliqués.

L'intention de ce travail est donc celui-ci : développer, expliciter et enrichir les axes cités précédemment au cas de Tidili. Ainsi, dans la première partie de l'étude, la réutilisation des eaux usées traitées en irrigation sera rapidement remise en contexte. Ensuite, suivra une deuxième et troisième partie où les thématiques de la mise en place d'une gouvernance adéquate et la gestion de la demande seront abordées. Et ce en répondant aux questions suivantes : Qui va gérer cette eau épurée ? Et combien va-t-elle devoir être vendue, pour que les installations soient amorties et maintenues avec le temps ? Enfin, dans la quatrième et dernière partie, c'est l'information et la communication qui seront mises en avant. Ce chapitre explicatif des différentes phases du projet de Tidili, placé dans les annexes, visera ainsi à promouvoir des projets similaires et à laisser à leur disposition des remarques et conclusions pouvant se révéler utiles à leur bon déroulement et à leur pérennisation.

Partie 1 : Mise en contexte de la thématique et des orientations ciblées

1. La réutilisation des eaux usées traitées en irrigation

1.1. Problématique de l'eau au Maroc

1.1.1. Constat sur l'aspect qualitatif

Lorsque l'on parle de la problématique de l'eau au Maroc, on ne peut omettre d'évoquer les pollutions qui l'affectent. D'abord, la pollution agricole venant des engrais et des pesticides épandus sur les surfaces cultivées, affectant non seulement la qualité des eaux souterraines mais aussi celle des eaux de surface et des sols drainés. Ensuite, la pollution urbaine et industrielle amenées par les cultures intensives de l'agroalimentaire et par les industries d'ateliers artisanaux. Enfin, la pollution par le sel qui survient lorsque certaines nappes surexploitées à proximité des océans, se remplissent d'eaux salées alors qu'elles sont encore largement utilisées pour l'irrigation agricole, compromettant ainsi gravement la fertilité des terres (JICA, MATEE, & ABHT, 2007). Parmi les conséquences de ces contaminations, on peut ainsi citer :

La dégradation de la qualité des eaux

Ce phénomène est provoqué par la pollution chimique des eaux de surface (surtout au niveau des grands Oueds¹ traversant les villes et les zones industrielles), la salinisation et la turbidité des eaux. Les causes de pollution agricole, industrielle et de salinisation ayant été expliquées précédemment, nous ne nous attarderons pas à les expliciter davantage. Pour ce qui est par contre de la turbidité, on soulignera qu'elle est majoritairement liée à la désertification et à la réalisation de rétentions d'eau artificielles (dont une grande partie fut créée lors d'une campagne de construction de grandes infrastructures hydrauliques dans les années 80 (JICA et al., 2007)). En effet, érodant les sols, la désertification entraîne l'arrivée d'une quantité conséquente de sable dans les cours d'eau et, par extension, leur accumulation au niveau des barrages (Réquier-Desjardins, 2009).

De manière générale, on préfère se référer à l'envasement. Problème majeur au Maroc, il diminue considérablement le volume d'eau pouvant être stocké au niveau des rétentions artificielles. Le barrage de Lalla Takerkourt en est un bon exemple. Principale source d'alimentation en eau potable de

¹ « Oued : cours d'eau temporaire des régions sèches généralement situé en Afrique du Nord » (CNRTL, n.d.)

la ville de Marrakech et en eau d'irrigation des exploitations avoisinantes, Lalla Takerkourst a vu, ces dernières années, son bassin de rétention diminuer de 20% par rapport à sa capacité initiale (JICA et al., 2007).

La dégradation des sols

Généralement mise en relation avec l'érosion éolienne ou hydrique de la terre superficielle, la dégradation des sols peut se révéler irréversible. Notons pour faire des liens avec ce qui a été dit précédemment que l'érosion hydrique entraîne la salinisation de l'eau, l'envasement et la dégradation des ouvrages hydrauliques alors que l'érosion éolienne est davantage liée à l'ensablement.

La dégradation des outils hydro-agricoles

Alors qu'il y a quelques années à peine, la réforme de l'eau au Maroc avait énormément investi dans la modernisation des outils hydro-agricoles du pays, certaines infrastructures sont aujourd'hui déjà fortement abîmées (Driss, 2015). Le manque d'entretien, le gaspillage de l'eau, la turbidité excessive et enfin le développement de végétation parasite pouvant être considérés comme les facteurs principaux d'usure.

1.1.2. Constat sur l'aspect quantitatif

Les faits sont là pour en attester, la qualité des eaux de surface, des sols ainsi que des outils hydro-agricoles se trouvent affectés dans bien des régions du Maroc. Outre ceux-ci, la problématique quantitative ne peut être sous-estimée. L'offre et la demande ayant de plus en plus de mal à s'équilibrer, les prélèvements en eaux souterraines tendent à s'intensifier (AHT GROUP AG - RESING, 2016b). En effet, bien que l'infiltration de précipitations, l'infiltration des Oueds, le retour des eaux d'irrigation, le retour des eaux de séguias et la fonte des neiges de l'Atlas (l'exemple pris ici est celui du bassin versant du Haouz) permettent un apport conséquent en eau, les prélèvements agricoles, industriels, touristiques et domestiques en demandent encore davantage. Le rapport offre/demande est estimé ici à – 111 millions de m³ (AHT GROUP AG - RESING, 2016a) soit un bilan en eau négatif prélevant plus de ressources qu'il ne peut en restituer à la nappe. Sans limitation d'extraction, les nappes sont donc vouées à l'assèchement et la survie des marocains et de leur économie est gravement mise en péril.

Malheureusement, les scénarios tendanciels existant démontrent que la situation ne va pas en s'améliorant (AHT GROUP AG - RESING, 2016a). Le changement climatique, la croissance démographique, les plans de développement pour l'irrigation et l'évolution du tourisme entraînent chacun à leur façon la diminution de la recharge de la nappe. En voici l'explication :

Le changement climatique

Deux choses semblent établies dans la théorie du changement climatique : la diminution des périodes de précipitation et l'élévation de la température. Or au Maroc, pays dont la plus grande partie du territoire est dit semi-aride, ces conditions, particulièrement difficiles pour l'agriculture, étaient déjà présentes auparavant (Hudson, 1990). Cela signifie que si les quantités d'eau disponibles se réduisent et que les températures augmentent encore davantage, l'entièreté de la production agricole pourrait être mise en danger (AHT GROUP AG - RESING, 2016a). Plus les températures sont élevées, plus l'évaporation sera forte et encore moins d'eau la plante aura. Sous stress hydrique la plante va ainsi fermer ses stomates pour favoriser la rétention d'eau mais va donc en parallèle capter moins de CO₂ (Météo-France, 2015). Le changement climatique provoque un cercle vicieux qui n'est pas sans conséquence pour la situation déjà problématique du Maroc et de ses ressources en eau.

La croissance démographique

Entre 1972 et 2000, la demande en eau potable a été multipliée par 5 et la population urbaine par 3 (JICA et al., 2007). Pays à forte croissance démographique, le Maroc s'attend donc à l'augmentation des besoins en eau de sa population mais il prévoit également la migration de plus en plus forte d'un bon nombre de paysans des campagnes vers les villes et donc aussi vers un mode de vie plus consommateur en eau potable (Djama, 2015).

Les plans de développement pour l'irrigation

Souvent appelé PAR (Plan Agricole Régional), ces plans visent à transformer et optimiser région par région l'agriculture qui y est installée. En général ces plans dictent des réformes de changement d'assolement c'est-à-dire de la modification de la production des superficies cultivées en une production à plus haute valeur ajoutée. Parmi celles-ci on retrouve, par exemple, la culture d'olives ou d'agrumes qui vient remplacer progressivement celle des céréales dont la rentabilité est plus faible (AHT GROUP AG - RESING, 2016a). Des cultures à plus grande échelle certes, mais qui sont aussi beaucoup plus demandeuses en eau.

Le développement industriel et touristique

L'arrivée de nouvelles industries est bien connue pour être synonyme d'exploitation de ressources naturelles de tout type mais surtout de la ressource en eau. En effet, peu importe le type d'industrie, les procédés industriels sont reconnus pour être très demandeur d'eau (sans pour autant être trop pointilleux sur la qualité d'une eau) (Chaudier, 2016). Cependant deux facteurs nous poussent à croire que ce ne sont pas ces derniers qui portent le plus gravement atteinte à l'aspect quantitatif et qualitatif de la ressource en eau au Maroc. D'une part, la majorité des procédés ne demande pas à l'eau d'être d'une qualité physico-chimique élevée. D'autre part, l'industrie étant ce qu'elle est aujourd'hui, les rapides changements et amélioration du secteur, lui permettent d'être toujours moins demandeuse d'eau. Par contre les golfs, eux, sont de véritables problème pour le Maroc. De plus en plus reconnu par les touristes amateurs de ce sport, le pays n'en finit pas d'étendre ses superficies de terrain de golf (Neumuller, 2012). Or ces derniers en plus d'être fortement dépendants d'une grande quantité d'eau d'irrigation, imposent aux eaux consommées d'être d'une qualité irréprochable. En contact direct avec les golfeurs, les pelouses arrosées ne peuvent l'être avec de l'eau contaminée. On estime la demande en eau d'un hectare de golf à 6 200 m³ par jour (AHT GROUP AG - RESING, 2016a).

1.1.3. Causes évoquées

Afin de compléter l'étude, il nous faut maintenant nous attarder à expliciter certaines des causes sous-jacentes aux problèmes d'ordre quantitatifs et qualitatifs précédemment évoqués.

La vision de la ressource

Avec l'arrivée de la loi sur l'eau 10-95², la volonté de développer une politique d'atténuation du phénomène de pénurie avait été évoquée. Cependant, des années plus tard, l'eau n'est encore que trop rarement considérée par certains utilisateurs comme une ressource rare qu'il faut gérer et préserver.

Pour bien comprendre cette issue, il nous faut d'abord revenir sur la notion de ressource. On établit que l'eau est considérée comme une ressource quand elle est porteuse d'un projet, que la pénurie est l'élément qui remet en cause ce projet et dès lors que le degré d'intérêt qui est porté à la ressource en eau dépendra de la manière dont la pénurie est appréhendée. Un fois cette notion de

² Loi 10-95 : loi rassemblant les législations existantes jusqu'alors dans le domaine de la gestion de l'eau (Filali, 1995)

pénurie acquise, une gestion sociale de l'eau pourra être mise en place. C'est-à-dire qu'il faudra, par exemple, s'assurer de créer une solidarité entre les régions excédentaires et déficitaires en eau afin de partager les risques de manquement ensemble.

Malheureusement, l'application de ce beau principe n'est pas toujours aussi évidente sur le terrain. En effet, sous Hassan II, ce type de gestion avait été mis en place au Maroc. L'ancien roi avait lancé une campagne de construction d'une centaine de barrages hydroélectriques pour que l'ensemble de son territoire puisse avoir un accès suffisant à l'eau (Driss, 2015). Les barrages ont été construits mais son projet de gestion social avait échoué, en exacerbant les discontinuités sociales et économiques entre les différents espaces. Conclusion, la ressource s'est encore davantage raréfiée, la demande a augmenté et les coûts de maintenance des infrastructures sont restés relativement élevés.

La solidarité hydraulique par la gestion sociale de l'eau doit donc être une stratégie globale à enjeux locaux. La pénurie ne devra alors plus être vue comme une source de concurrence entre différents usagers mais plutôt comme une vision d'avenir et de potentiel présenté par le présent.

La bonne gouvernance

Suite à une définition des rôles de chacun de temps à autre pas suffisamment claire, les relations entre les acteurs de l'eau sont parfois compliquées au Maroc. Ce manque de cohérence, on le retrouve également au niveau de l'attribution des budgets aux secteurs prioritaires. Le cas de l'ABH nous montre ainsi que l'étendue de ses missions est surévaluée par rapport au budget qui lui est alloué, entraînant dès lors, une application insuffisante de la loi sur l'eau 10-95.

La diversité des objectifs des institutions de l'eau et le cloisonnement qui en résulte nous montrent donc la nécessité de clarifier la stratégie en définissant des tâches précises attribuées à chacun des acteurs.

Les technologies adaptées

Concernant le traitement des eaux, le fait de traiter ses eaux usées avant de les rejeter dans le milieu récepteur est une tendance toute nouvelle pour certaines régions au Maroc. On remarque qu'au-delà des coûts déjà relativement élevés pour la conception, la gestion et la maintenance des infrastructures, le nombre d'individus possédant du savoir-faire dans ce secteur-là reste relativement restreint. On peut également ajouter que le système est encore loin d'être autonome car trop peu de citoyens aujourd'hui paient pour l'assainissement de leurs eaux usées. Cependant, à la vue de la

contamination de la majorité des eaux de surfaces, il est urgent de trouver une solution. Parmi les pistes, on retrouve la mise en place d'un système d'incitations financières combiné à une remise à jour du système juridique relatif aux eaux usées.

Concernant l'irrigation, les techniques ne sont pas toujours très économes en eau et de nombreuses pertes en eau sont ainsi notées avant même leur arrivée aux champs (fuites, évaporation, percolations trop profondes, ...). Pour ce qui est du type d'irrigation, on estime 83% des surfaces agricoles comme étant irriguées de manière gravitaire (irrigation la plus consommatrice en eau), 13% par aspersion et 4% par irrigation localisée (goutte à goutte). L'ensemble des pertes combinées peut s'élever jusqu'à 60% des apports initiaux en eau. Face à ce constat, il est intéressant de se poser la question de savoir si, au vu des résultats agricoles, l'utilisation de 80% de l'eau pour ce secteur est justifiée (Driss, 2015).

Concernant l'alimentation en eau potable, on voit que la demande ne cesse de croître. Entre 1972 et 2000, la demande en eau potable a été multipliée par 5 et la population urbaine par 3 (JICA et al., 2007). Néanmoins, cet accroissement ne s'explique pas uniquement par la croissance démographique des villes qui utilisent davantage d'eau que les campagnes mais aussi parce que les eaux de surface qui servent de ressource en eau potable pour les campagnes sont maintenant trop polluées pour que les populations ne puissent les consommer sans danger. Elles doivent donc déployer davantage de technologies pour aller puiser leur eau potable profondément.

1.2. Enjeux liées à l'utilisation des eaux usées

Pouvant réellement représenter un apport constant de ressource en eau dans un pays qui subit un stress hydrique croissant, les eaux usées sont toujours relarguées pour beaucoup sans traitement. Une évolution de la pratique se fait néanmoins ressentir. Alors qu'en 1960, seul 48 millions de m³ étaient traitées, en 2010, elles étaient près de 700 millions (FAO, 2011). Mais gardons quand même en tête que cette évolution est aussi liée à la croissance démographique générale et à celle du nombre d'habitants migrant vers les villes et donc vers une vie plus consommatrice en eau (Djama, 2015). Pour que les chiffres soient plus représentatifs, il nous faudra parler en pourcentage d'eaux traitées par rapport à celles directement rejetées dans les oueds. Selon des documents officiels, celui-ci devrait s'élever aux environs de 12% (FAO, 2011).

Ce faible pourcentage devra cependant être également revu à la baisse lorsqu'il faudra exprimer précisément la quantité d'eau traitée réutilisée directement et donc disponible pour l'irrigation. Il est dit qu'aujourd'hui seul 4% des eaux traitées sont utilisées directement. La valorisation directe (STEP/irrigation, STEP/arrosage des espaces verts, STEP/activité minière ...) est donc très faiblement répandue au profit de la valorisation indirecte qui consiste à faire retourner les eaux des stations vers le milieu récepteur et d'aller ainsi recharger les nappes, préserver les zones humides, ... (El Ghadraoui & El fathi, 2013).

Le pourquoi de ce constat peut en réalité être mis en relation avec le système de répartition des coûts qui conditionne le manque de financement disponible pour la valorisation. Dans un système efficace, les usagers de la ville se voient facturer les coûts d'épuration de leurs eaux alors que les agriculteurs en aval de la STEP se voient imposer une redevance en échange de la réception d'une quantité d'eau traitée. Or, dans ce domaine au Maroc, ce n'est pas toujours le cas. On reconnaît un manque conséquent de sensibilisation autant chez les agriculteurs que chez les usagers. Auquel s'ajoute la présence d'un vide juridique, qui, s'il était codifié, devrait pouvoir inciter financièrement l'un et l'autre à porter les frais d'investissement, de maintenance et d'utilisation des infrastructures d'assainissement.

1.3. Stratégies nationales mises en place

On a parlé précédemment de politique et du manque de législations appliquées au niveau de l'assainissement. Des législations qui, même si elles ont du mal à être appliquées, existent bel et bien. Voici donc trois des documents principaux qui édictent les stratégies de GIRE pour le Maroc, desquels en découleront bien d'autres :

La SNE : Stratégie Nationale de l'Eau.

Document énonçant les lignes directrices de la politique de l'eau pour l'ensemble du pays, la SNE détaille toute une série de stratégies et vise ainsi à motiver les différentes agences de bassin à mettre en place des actions cohérentes sur des questions prioritaires telles que par exemple l'importance de la prise en considération des ressources en eau non conventionnelles (FAO, 2011). Les stratégies dont nous venons de discuter sont donc présentées comme suit (FAO, 2011) :

- La stratégie 1 : Développement des ressources en eau.

- La stratégie 2 : Utilisation maximale des ressources en eau sortant du bassin.
- La stratégie 3 : Gestion des eaux souterraines.
- La stratégie 4 : Réduction de la demande en eau.
- La stratégie 5 : Renforcement de l'organisation et l'institution de la GIRE.
- La stratégie 6 : Pratique de la gestion participative de l'eau.

Le retour d'expérience montre cependant que son approche trop sectorielle a fait naître des conflits d'usage. Conflits qui apparaissent notamment entre les besoins en arrosage des terrains de golfs et ceux des surfaces agricoles (FAO, 2011).

Le PNA : le Programme de Développement National.

Document développé par le Ministère de l'environnement et le Ministère de l'intérieur, le PNA reprend une série de résolutions liées à la problématique de la réutilisation des eaux usées. Grâce au Fond National d'Assainissement Liquide et d'Épuration des Eaux Usées (FELEEU), les actions du PNA suivantes peuvent être financées (FAO, 2011) :

- Utiliser et traiter 100% des eaux usées collectées d'ici 2030.
- Diminuer les niveaux de pollutions domestiques rejetés dans les milieux naturels.
- Augmenter les niveaux de raccordement au réseau d'épuration.

Le PDAIRE : Plan Directeur d'Aménagement Intégré des Ressources en Eau par bassin versant.

Pour la région de Marrakech, ce document a donc été conçu par l'ABHT (Agence de Bassin Hydraulique du Tensift). Sa conception a été inculquée par la loi sur l'eau 10-95. La loi cite que le plan-directeur doit (Filali, 1995) :

- Evaluer le développement des ressources en eau au niveau quantitatif du bassin versant.
- Evaluer le développement des ressources en eau au niveau qualitatif du bassin versant.
- Evaluer la distribution de l'eau parmi les secteurs.
- Mettre en place les projets nécessaires à la conservation des ressources en eau.

Le retour d'expérience indique cependant plusieurs défaillances : le manque de prise en considération des changements climatiques et le manque d'importance accordée à la fonction écologique de l'eau (FAO, 2011).

1.4. Description de la pratique marocaine

La pratique marocaine au niveau des projets sur l'eau est une pratique dite de gestion participative. Pour la comprendre, il nous faut refaire un peu l'histoire de la gestion de l'eau au Maroc. Avant 1990, une vague de modernisation s'élève sur le secteur. Les surfaces irriguées vont être étendues et d'une centaine d'infrastructures hydro-agricoles telles que des barrages vont être construits. La gestion du système est centralisée au niveau de l'Etat, qui encadre les techniques agricoles, l'approvisionnement des intrants et la commercialisation des ressources en eau et agricoles. Après 1990, au vu de l'exacerbation des tensions entre les différentes zones d'utilisateurs de l'eau créée par ces nouvelles infrastructures, des projets régionaux vont être mis en place et ce afin de mieux valoriser l'eau d'irrigation. Bien que ses principes étaient déjà connus et appliqués auparavant par les agriculteurs, c'est à cette époque que la notion de gestion participative de l'irrigation va réellement voir le jour et être codifiée. Elle tentera donc de responsabiliser les agriculteurs aux aménagements hydro-agricoles et à s'insérer dans la vision « stratégies globales à enjeux locaux ». C'est dans cette même idée que les associations des usagers de l'eau agricole (AUEA) furent créées. Leur but étant de diminuer le coût de la maintenance, de réduire le gaspillage en eau des utilisateurs et d'éviter la détérioration des équipements due à un entretien insuffisant.

Cependant, la mise en place de ces associations s'est parfois révélée plus compliquée que prévue car elles n'arrivaient pas toujours à faire émerger des formes d'actions collectives jugées indispensables pour la gestion décentralisée des ressources. En effet, au Maroc, la gestion de l'eau est fondée sur un héritage collectif qui s'organise autour d'activités de production divisées entre les pâturages d'altitude, les forêts, les cultures pluviales et les espaces irrigués. Cette complémentarité d'activités économiques faisant office de stratégies familiales et communautaires pour la gestion des aléas (climatiques, politiques, économiques, ...). Avec le développement des cultures commerciales et du découpage administratif, les solidarités territoriales vont être réduites. D'où la difficulté des AUEA à correspondre aux attentes des usagers.

Pour bien comprendre la différence au niveau du fonctionnement entre ces deux modèles, attardons-nous quelque peu à décrire ces AUEA (Filali, 1990) :

- **Au niveau de leur organisation** : un conseil et un président sont élus au sein des membres d'une communauté. Chaque président ayant ainsi pour fonction d'être le représentant de sa zone auprès de l'administration de l'Agence de Bassin Versant.

- **Au niveau des ressources financières** : une cotisation de fondation doit être versée à l'association par ses membres ainsi qu'une cotisation annuelle et permanente. Des avantages fiscaux (exonérations d'impôts), des subventions de l'Etat et des prêts pouvant ainsi lui être accordés.
- **Au niveau des activités** : elles doivent être en accord avec l'administration, doivent se limiter au périmètre administratif, doivent être prévues et suivre un plan financier d'investissement et doivent toujours viser à la maintenance et l'entretien des ouvrages ainsi que l'exploitation efficace du réseau. Les associations et l'administration sont donc liées par un contrat-programme réglementé par la loi qui les oblige à partager et se transférer des informations et compétences.

1.5. Discernement de quelques endroits de blocage

Un projet de conception de station d'épuration n'est pas toujours facile à mettre en œuvre. En effet, tout au long du processus peuvent survenir des blocages liés à des contraintes récurrentes de plusieurs ordres. Celles-ci vont donc faire stagner de nombreux projets, voir les mettre complètement à l'arrêt. On remarque également qu'elles ne surviennent généralement pas indépendamment les unes des autres. Certaines vont même jusqu'à se juxtaposer du fait de leurs fortes interactions.

Les contraintes techniques qui peuvent faire stagner un projet de STEP se rencontrent généralement au cours de sa phase de conception. En effet, les projets étant en grande partie financés par des bailleurs de fonds externes, les matériaux de construction choisis dès le commencement proviennent bien souvent de l'étranger (Dadi, 2010). Le remplacement et l'entretien des pièces n'étant parfois que possible à partir de ce même pays. Aussi, un autre problème est celui de la saisonnalité des besoins des cultures (Hajiba & Soudi, 2009). Un bassin de stockage étant rarement prévu, la disponibilité de l'eau traitée pour l'irrigation est peu adaptée aux besoins saisonniers des cultures. Alors que le débit sortant de la STEP reste relativement constant tout au long de l'année, les besoins cultureux vont largement augmenter en été, période correspondant à la croissance de nombreuses variétés bien que ce soit aussi la période la plus dépourvue en pluies abondantes (Brahim, Benosmane, Xanthoulis, & Mahi, 2009).

Les contraintes institutionnelles quant à elles peuvent être expliquées par, d'une part, le nombre d'intervenants dans le secteur étudié (Hajiba & Soudi, 2009). Comme il sera expliqué par la suite, les projets de réutilisation des eaux traitées en irrigation rassemblent les compétences de nombreux acteurs entraînant parfois la superposition de leurs tâches. Et, d'autre part, par la faible

implication des institutions clés (Hajiba & Soudi, 2009). Ici aussi, cette duplication des tâches va rendre difficile la responsabilisation de certains acteurs aux projets de réutilisation (Belghiti, 2003). Les grandes institutions telles que l'ABH, l'ORMVA, ... vont se détacher de leur rôle laissant les institutions au niveau local tenter de se débrouiller par leurs propres moyens. Mais ce n'est pas tout, le problème est parfois encore plus grave quand il concerne directement le cadre institutionnel obsolète de certaines institutions. C'est le cas par exemple de l'ORMVA, qui fait les frais d'un problème au niveau de l'arbitrage budgétaire (insuffisance du recouvrement des redevances de l'eau, pression des charges de fonctionnement, absence de séparation des coûts de mission, ...). Parmi les conséquences de ce phénomène, on peut citer une sous-maintenance des équipements et par extension par la dégradation rapide de ceux-ci (Belghiti, 2003).

Au niveau des contraintes économiques et financières maintenant, les difficultés qui apparaissent au niveau du recouvrement des coûts sont souvent rendues assez dépendantes de la disponibilité des connaissances sur la thématique (Hajiba & Soudi, 2009). Peu sensibilisés, les futurs usagers ne conçoivent pas toujours de payer pour l'utilisation de l'eau traitée. Un problème qui pourrait notamment être atténué s'il existait davantage d'études au niveau de la rentabilité de la réutilisation des eaux usées traitées. Dans la suite logique des choses, le faible recouvrement des coûts ne favorise donc pas l'apport de financement supplémentaire pour le traitement complémentaire de ces eaux alors que celui-ci pourrait être un argument de poids pour les utilisateurs récalcitrants à l'utilisation des eaux usées traitées de par leur peur de contamination des cultures (Hajiba & Soudi, 2009).

Au niveau des contraintes culturelles, se trouve bien souvent la peur, énoncée précédemment, des agriculteurs à utiliser cette eau qu'ils trouvent « impure, contaminée ». Cependant, soulignons qu'en 1978, le Conseil des Erudits musulmans d'Arabie Saoudite avait émis un fatwa³ concernant l'utilisation des eaux usées traitées dans la société islamique. Ils déclaraient dans celui-ci que : « *Les eaux impures peuvent être considérées comme pures après un traitement capable d'éliminer les impuretés responsables de l'altération du goût, de la couleur et de l'odeur* » (OMS, 2012).

Finalement, les contraintes énoncées précédemment peuvent être rapportées à une contrainte stratégique globale. Le peu d'études et de stratégies élaborées sur la thématique entraîne une faible prise en compte des potentialités de ces eaux au sein des priorités nationales (Hajiba & Soudi, 2009). La conception d'une vision claire de réformes sanitaires et environnementales permettrait sans aucun doute leur plus ample développement.

³ Fatwa : décision légale sur un problème d'importance religieuse (OMS, 2012)

2. Présentation de la zone d'étude

2.1. Description de la zone de Tidili

Tidili est une commune de quelques 2100 habitants regroupés en trois Douars⁴. Elle se situe dans la province du Haouz situé au pied du Haut Atlas, proche de la ville de Marrakech. Voici sa localisation administrative :



Figure 1 : Localisation administrative de la commune rurale de Tidili Mesfjoua (INOVAR, 2011a)

L'activité qui y est présente est majoritairement agricole et se répartit entre la culture de céréale (blé ou orge), le maraîchage et la récolte d'olives (INOVAR, 2011a). L'apport d'eau nécessaire à l'irrigation provient principalement de la rivière la plus proche, l'Oued Zat. Mais face à la faiblesse des ressources apportées par celle-ci, tous les agriculteurs ne peuvent en profiter. Ces derniers cultivent

⁴ Douar : village anciennement défini comme un groupement d'habitations, fixe ou mobile, temporaire ou permanent, réunissant des individus liés par une parenté fondée sur une ascendance commune en ligne paternelle (CNRTL, n.d.).

donc selon la technique du bour qui consiste tout simplement à attendre l'arrivée des précipitations pour en récolter et en stocker une quantité maximale qui servira tout au long des semaines suivantes (Douguedroit & Messaoudi, 1998). Malheureusement, face au changement climatique, les périodes de précipitation se font de plus en plus rares, mettant ainsi en péril l'efficacité d'une telle pratique. Les agriculteurs aux abords de la station utilisaient, avant l'arrivée de celle-ci, cette dernière technique. Trop éloignés du reste du village, ils n'étaient pas raccordés au système de séguia⁵. Certains profitent aujourd'hui des eaux traitées par la station qu'ils détournent du canal de rejet.

Pour ce qui est de la consommation domestique de l'eau, elle reste relativement peu élevée avec un total à l'arrivée de la station de 66m³/jour pour les 2100 habitants qui ont été raccordés par le projet que nous allons détailler ci-dessous (INOVAR, 2011a). Le projet étant récent, il est estimé que les fuites ou les rejets effectués en dehors du système d'égouttage sont quasi nuls et ainsi que la quantité mesurée correspond bel et bien à la quantité totale rejetée.

2.2. Description du projet de STEP à Tidili

2.2.1. Appel à projet

La commune rurale de Tidili Mesfioua se situe dans la province El Haouz près de Marrakech. Trois de ces villages, ou douars comme ils sont appelés au Maroc, furent la cible d'un appel à projet lancé par l'Association Tissilte pour le Développement (ATD) lui-même soutenu par l'expertise du Centre National d'Etudes et de Recherche sur l'Eau et l'Energie (CNEREE). L'objectif était alors d'acquérir des fonds et de les destiner à l'amélioration des conditions sanitaires de quelques 2100 habitants et du milieu naturel en aval du site. En 2011, un financement fut débloqué par l'agence américaine de coopération (USAID) dans cette optique. L'agence finança ainsi la majeure partie du projet en collaboration avec la commune qui dû elle aussi participer financièrement à sa mise en œuvre par l'entreprise INOVAR.

Le projet financé par USAID va donc s'articuler en plusieurs phases. Premièrement, il veillera à équiper les 3 douars (Tamatilte, Timzguida et Touarte) de la commune rurale de Tidili Mesfioua d'un réseau de collecte des eaux usées. Deuxièmement, il tentera d'intercepter effectivement toutes les eaux

⁵ Seguia : canal de distribution d'eau à ciel ouvert en Afrique du Nord (CNRTL, n.d.).

usées et de les amener vers la STEP. Troisièmement, il se chargera d'évacuer également les eaux pluviales des zones de stagnation. Quatrièmement, il assurera le traitement de l'ensemble des effluents. Et cinquièmement, il étudiera les potentialités de réutilisation des eaux traitées en irrigation. En tout, 342 000 Dh (soit 34 200 €) ont été investis pour la réalisation des études de faisabilité, d'avant-projet détaillé et d'impact sur l'environnement (INOVAR, 2011b) et 10 665 774 Dh (soit 1 066 577 €) dans la construction du réseau d'assainissement, de la station de relevage et de la STEP (INOVAR, 2011c). Une étude intitulée : *Définition et conception de la technique adéquate et du réseau d'irrigation des cultures par les eaux épurées*, devait également être financée mais malheureusement, face au plafond qui avait été imposé auparavant, il n'a pas été possible de débloquer des financements supplémentaires pour sa réalisation (INOVAR, 2011c).

A l'heure d'aujourd'hui, les quatre premières phases ont été réalisées avec succès. La cinquième quant à elle, a fait l'objet d'une étude de faisabilité tardive réalisée par le CNEREE et avait pour but d'émettre différentes possibilités de scénarios de réutilisation en irrigation. Elle vise donc maintenant à mettre en place une phase d'expérimentation ainsi que d'étudier les perspectives de pérennisation du projet. Dans cette optique, nous nous attarderons au sein de ce travail au développement des tenants et des aboutissants de cette cinquième et dernière étape.

2.2.2. Enjeux sociaux, économiques et environnementaux

Il est clair que les enjeux premiers d'un tel projet étaient environnementaux (et sanitaires) avec la proposition d'une part de traiter les effluents domestiques et d'autre part d'augmenter le volume d'eau accessible pour l'irrigation aux agriculteurs. Nous en avons parlé dans les points précédents, face aux problèmes d'ordre quantitatif et qualitatif de la ressource en eau, l'assainissement apparaît comme un passage obligé. Cependant, bien d'autres enjeux sont également sous-entendus. C'est le cas, par exemple, de la diminution des dépenses en engrais pour les agriculteurs, de la promotion de l'emploi dans le secteur de l'assainissement des eaux au niveau local ou encore de la possibilité de diversifier les cultures agricoles pour se tourner vers certaines à plus grande valeur ajoutée et ainsi d'augmenter la valeur foncière de ces mêmes terrains (Dadi, 2010).

Alors voilà, la mise en place d'un projet de réutilisation des eaux usées traitées, c'est bien, mais son acceptation dans les pratiques culturelles et sociales de la communauté ciblée, c'est encore mieux. C'est là la clé de la réussite d'un projet. Pour ce faire, il est donc indispensable d'évaluer les

connaissances et de recueillir les appréhensions des parties prenantes en réalisant une série d'enquêtes ouvertes. Puis de mettre en place une série de réunions/formations pour combler les manquements et apaiser les craintes de chacun. Grâce au travail de nombreux doctorants et aux partenariats du CNEREE avec des stations de la périphérie de Marrakech, une première volée de questionnaires a déjà pu être réalisée pour Tidili. Parmi les informations récoltées, on peut retrouver : le type de personnes interrogées, leurs connaissances sur la STEP et sur le traitement des eaux usées, leur avis sur l'utilisation ou non des eaux usées en agriculture et sur leurs besoins en eau face à la quantité disponible actuellement (voir annexe 3).

Voici donc quelques conclusions tirées d'une enquête réalisée par Saloua El Fansi, doctorante à l'université de Cadi Ayyad, auprès des agriculteurs de la région de Tidili :

- Une majorité d'agriculteurs ne détient pas d'informations précises au sujet des stations d'épuration. Certains d'entre eux disent cependant pouvoir estimer la bonne qualité des eaux rejetées via l'odeur, la turbidité, ... et ont donc confiance dans le traitement effectué par ces STEP. Le dernier tiers, par contre ne sachant pas estimer la qualité des eaux, sont indécis sur le fait de leur faire confiance ou non.
- Bien qu'ils n'aient pas d'idée précise sur leurs besoins en eau en l/j pour l'irrigation ni du coût de leur consommation en eau par saison culturale, les agriculteurs sont d'accord de manière générale d'utiliser les eaux usées traitées en irrigation pour faire face au phénomène de pénurie de la ressource en eau et pour disposer d'un apport supplémentaire gratuit d'engrais. Ils seraient également disposés à payer pour ces eaux supplémentaires mais pas à n'importe quel prix.
- Parmi les personnes favorables à leur utilisation, une majorité déclare quand même sa préférence à leur emploi pour la culture du fourrage ou pour des cultures non comestibles telles que des fleurs. Certains cependant sont quand même d'accord de consommer des légumes après cuisson. Mais aucun n'est pour l'ingestion de ces fruits et légumes sans cuisson.
- Chez les personnes défavorables maintenant, la majorité évoque des raisons liées au risque sanitaire et aux risques culturels. Néanmoins, aucune de ces personnes n'évoque des raisons religieuses, de principe ou de dégoût (à une exception près).
- Pour contrer et combler ces points de désaccord, il est donc important qu'ils soient informés davantage sur les STEP et le traitement des eaux ainsi que sur les risques et les pratiques qui peuvent être liés à l'utilisation des eaux usées traitées.

2.3. Caractéristiques des effluents

2.3.1. Type de traitement utilisé

Nous l'aurons compris, la communauté de Tidili est relativement petite. Pour le traitement de ses eaux usées domestiques, il a donc été préféré la mise en place d'un système de traitement de type extensif. Parmi la panoplie existante, c'est le lagunage à filtre planté qui a été retenu ici. Plus précisément encore, la mise en série de filtres plantés à écoulement vertical et de filtres plantés à écoulement horizontal.

Choisi pour sa simplicité de réalisation mais aussi de maintenance et de gestion, le lagunage à filtre planté est composé de peu d'éléments différents :

- Les végétaux (roseaux) assimilent les nutriments apportés par les effluents domestiques tels que l'azote et le phosphate. Ces nutriments pourtant indispensables à leur développement, ne leur suffisent pas uniquement. Un apport de CO₂ doit en effet y être combiné afin que ces mêmes plantes puissent utiliser le système de la photosynthèse à la production de l'oxygène nécessaire ensuite aux micro-organismes épurateurs anaérobies (Dadi, 2010).
- Le sable et les graviers servent de support aux végétaux dont nous venons de parler. Ils assurent une stabilité aux racines qui elles-mêmes assurent la distribution de l'O₂ dans l'ensemble du bassin et la structuration du lit et le brassage du milieu contre le phénomène de colmatage (Dadi, 2010).

2.3.2. Qualité des eaux en sortie attendue

Il est reconnu que les effluents de station d'épuration se révèlent être un apport d'eau supplémentaire notable pour les agriculteurs et qu'ils constituent aussi un apport de fertilisants important pour leurs terres. En effet, si elles sont correctement dosées, ces eaux chargées en nutriments NPK deviennent de très bons fertilisants pour l'agriculture. Cependant, si la gestion et l'utilisation de ces eaux ne sont pas maîtrisées, elles peuvent se révéler de véritables polluants pour les sols, les eaux de surface et souterraines (FAO, 2011). Notons que des manuels, tels que ceux de la FAO et de l'OMS, ont été conçus pour aider à la création des normes nationales effectives à ce sujet et pour permettre aux opérateurs de formations de transmettre toutes les informations nécessaires relatives à la thématique aux futurs utilisateurs. L'OMS, dans son document, se penchera davantage sur la qualité

bactériologique des eaux alors que la FAO ciblera plutôt ses conclusions sur des recommandations complémentaires pour certains paramètres physico-chimiques (El Ghadraoui & El fathi, 2013).

Dans ce point, nous allons donc nous attarder à décrire certains des indicateurs chimiques et microbiologiques de l'eau. Les suivants seront choisis pour leur caractère représentatif du bon état ou non de l'effluent traité. En voici leur détail :

- **pH** : indicateur de l'alcalinité ou de l'acidité. S'il est compris entre 6.5 et 7.5, on considère l'eau comme étant un milieu optimal à la croissance des micro-organismes. Au-delà de 8.5 et en deçà de 5, leur croissance tend vers une diminution (Haddani, 2015). En sortie de station, l'effluent doit être le plus neutre possible et donc se stabiliser aux alentours de 7.5 (Enseeiht, 2003).
- **Conductivité** : indicateur de salinité. Pour l'irrigation, une conductivité élevée est donc à éviter. Cependant, dû au climat semi-aride favorisant l'évaporation que l'on retrouve au Maroc, cette dernière tend à être relativement élevée. La norme marocaine pour les eaux d'irrigation impose une valeur maximale de 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Idrissi et al., 2015).
- **Oxygène dissous** : indicateur du transfert par diffusion d'oxygène venant de l'atmosphère ou de la photosynthèse aux organismes autotrophes à l'eau (Haddani, 2015). Cet oxygène dissous est indispensable à la vie subaquatique d'un lagunage. Il sert aussi bien à la respiration des animaux et végétaux, qu'à la décomposition de la matière organique pour les micro-organismes ou encore à l'oxydation de certaines substances chimiques. Au niveau des valeurs, on déclare que pour les eaux brutes, elles sont relativement faibles et tournent autour de 0.1 à 1 mg/l (Haddani, 2015). Mais qu'elles auront tendance à augmenter fortement en sortie de lagunage, un procédé qui enrichit ses eaux en O₂ dissous.
- **Température** : indicateur des variations de pH, de la dissolution des sels et de la solubilité des gaz. La température permet également d'appréhender la vitesse de croissance des micro-organismes et dès lors de la vitesse de dégradation de la matière organique (Haddani, 2015). Attention, on sait que les eaux de surface ont tendance à avoir des températures qui varient très fort dans le temps de par leur proximité avec la température de l'air. Il est donc indispensable pour pouvoir tirer des conclusions des mesures, de réaliser celles-ci chaque jour au même moment de la journée.
- **MES** : indicateur de la présence de matières solides et donc la turbidité de l'eau. La concentration des matières en suspension peut varier de 200 à 450 mg/l en fonction de la charge de l'effluent à l'entrée (Haddani, 2015). Elles sont à éliminer un maximum car à forte concentration, elles empêchent d'une part, la pénétration de la lumière et donc la production de photosynthèse et

d'autre part, transportent des polluants potentiels en constituant une réserve dans les sédiments (Enseeiht, 2003).

- **DBO5** : indicateur de la demande en oxygène des micro-organismes en fonction de la charge organique biodégradable après 5 jours à 20°C. Alors qu'une eau consommable doit être à 0 mg d'O₂/l, une eau superficielle de bonne qualité peut atteindre une centaine de mg d'O₂/l (Enseeiht, 2003).
- **DCO** : indicateur de la demande en oxygène en fonction des besoins pour l'oxydation des substances chimiques. Bien que les valeurs peuvent varier fortement au sein de différentes phases de traitement, elles tournent souvent, pour les eaux domestiques, autour des 200 mg d'O₂/l en sortie (Haddani, 2015).
- **NPK** : indicateur de la consommation des éléments nutritifs (azote, phosphore et potassium) par les réactions chimiques et par les végétaux. C'est souvent l'azote qui diminue le plus fortement au fil de la chaîne de traitement dû au phénomène de volatilisation ou de strippage de l'ammoniac (Haddani, 2015).
- **Éléments minéraux** : indicateurs de la minéralisation de l'eau mais aussi de la pollution en éléments en traces métalliques. Alors que les éléments majeurs (sodium, potassium, calcium, magnésium, chlorure, ...) représentent la minéralisation de l'eau, la présence d'éléments mineurs sous-entend la présence d'ETM et donc de substances potentiellement nocives sous certaines concentrations. Parmi les éléments mineurs, on retrouve : le fer, le plomb, le mercure, le cuivre, le chrome ou encore le cadmium (El Ghadraoui & El fathi, 2013).
- **Coliformes fécaux** : indicateurs de la présence de bactéries pathogènes dans l'effluent. En entrée, les valeurs avoisinent 3.9 Ulog et en sortie 3.4 Ulog (Haddani, 2015).

2.3.3. Analyse des résultats

Concernant les effluents de la STEP de Tidili, ceux-ci peuvent donc être définis par leur concentration en NPK mais également leur concentration en toute sorte d'éléments polluants. Il peut s'agir de pollution d'ordre biologique, physico-chimique ou encore épidémiologique. Avant d'utiliser les données propres à la station, voici les normes nationales établies pour la réutilisation des eaux traitées en irrigation.

Tableau des normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation

	Paramètres	Valeurs limites
PARAMETRES BACTERIOLOGIQUES		
1	Coliformes fécaux	1000/100 ml*
2	Salmonelle	Absence dans 5 l
3	Vibron Cholérique	Absence dans 450 ml
PARAMETRES PARASITOLOGIQUES		
4	Parasites pathogènes	Absence
5	Œufs, Kystes de parasites	Absence
6	Larves d'Ankylostomides	Absence
7	Fluococercaires de Schistosoma hoematobium	Absence
PARAMETRES TOXIQUES ⁽¹⁾		
8	Mercure (Hg) en mg/l	0,001
9	Cadmium (Cd) en mg/l	0,01
10	Arsenic (As) en mg/l	0,1
11	Chrome total (Cr) en mg/l	0,1
12	Plomb (Pb) en mg/l	5
13	Cuivre (Cu) en mg/l	0,2
14	Zinc (Zn) en mg/l	2
15	Sélénium (Se) en mg/l	0,02
16	Fluor (F) en mg/l	1
17	Cyanures (Cn) en mg/l	1
18	Phénols en mg/l	3
19	Aluminium (Al) en mg/l	5
20	Beryllium (Be) en mg/l	0,1
21	Cobalt (Co) en mg/l	0,05
22	Fer (Fe) en mg/l	5
23	Lithium (Li) en mg/l	2,5
24	Manganèse (Mn) en mg/l	0,2
25	Molybdène (Mo) en mg/l	0,01
26	Nickel (Ni) en mg/l	0,2
27	Vanadium (V) en mg/l	0,1

*1.000 CF/100 ml pour les cultures consommées crues.

(1) Contrôlés uniquement lorsque l'eau concernée est susceptible d'être atteinte par une eau usée.

	Paramètres	Valeurs limites
PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES		
28	Salinité totale (STD) mg/l*	7680
	Conductivité électrique (CE) mS/cm à 25°C*	12
29	Infiltration Le SAR** = 0 - 3 et CE =	<0,2
	3 - 6 et CE =	<0,3
	6 - 12 et CE =	<0,5
	12 - 20 et CE =	<1,3
	20 - 40 et CE =	<3
IONS TOXIQUES (affectant les cultures sensibles)		
30	Sodium (Na)	
	.Irrigation en surface (SAR*)	9
	.Irrigation par aspersion (mg/l)	69
31	Chlorure (Cl)	
	.Irrigation de surface (mg/l)	350
	.Irrigation par aspersion (mg/l)	105
32	Bore (B) (mg/l)	3
EFFETS DIVERS (affectant les cultures sensibles)		
33	Température (°C)	35
34	Ph	6,5-8,4
35	Matières en suspension en mg/l Irrigation gravitaire Irrigation par aspersion et localisée	2.000 100
36	Azote nitrique (N-NO ₃) en mg/l	30
37	Bicarbonate (HCO ₃) (Irrigation par aspersion en mg/l)	518
38	Sulfates (SO ₄) en mg/l	250

Tableau 1 : Normes bactériologiques, parasitologiques et physicochimiques nationales (SEEE, 2007)

Pour avoir une première idée des quantités présentes dans le milieu et leur nocivité, voici un maintenant un tableau récapitulatif basé sur une comparaison entre les résultats des analyses de terrain en eaux brutes et en eaux traitées. Les paramètres, mis à la disposition par la doctorante Saloua El Fansi, ne reprennent malheureusement pas tous ceux qui ont été énoncés et explicités auparavant. Mais ils permettront quand même d’avoir une idée générale de la qualité de l’épuration :

Paramètres	Eaux usées Brutes	Eaux usées traitées	Taux d’abattement (%)
pH	7.61 ± 0,02	7.54 ± 0,01	-
MES (mg L-1)	429.75 ± 17,66	22.55 ± 2,64	94.73
DBO5 (mg L-1)	338.50 ± 16,91	18.23 ± 1,78	93.78
DCO (mg L-1)	683.23 ± 20,36	52.95 ± 2,29	90.86
NH+4 (mg L-1)	12.40 ± 0,10	4.90 ± 0,09	60.43
NO-2 (mg L-1)	4.95 ± 1,44	2.98 ± 1,01	60.74
NO-3 (mg L-1)	3.41 ± 0,01	3.04 ± 0,02	59.34
NTK (mg L-1)	30.98 ± 0,74	11.23 ± 0,40	64.06
NT (mg L-1)	44.11 ± 0,79	16.43 ± 0,47	67
PT (mg L-1)	8.39 ± 0,15	3.13 ± 0,12	62

Tableau 2 : Analyse des paramètres physicochimiques à l’entrée et à la sortie de la station d’épuration de Tidili (El Fansi, 2016)

- Le pH de 7.54 en sortie est considéré comme adapté pour l'irrigation. Comme expliqué précédemment un pH neutre tournant aux alentours de 7.5 conviendra parfaitement à ce genre d'usage. Les limites de celui-ci pouvant s'étendre entre 6.5 et 8.5 (SEEE, 2007).
- Les MES de 22.55 mg/l en sortie sont considérés comme adaptés pour l'irrigation. En effet, les normes référencées ci-dessus indiquaient que les valeurs limites se trouvaient aux alentours de 200 mg/l pour l'irrigation gravitaire et de 100 mg/l pour l'irrigation par aspersion (SEEE, 2007).
- La DBO5 de 18.23 mg d'O2/l en sortie est considérée comme adaptée pour l'irrigation. En effet, la limite de 120 mg d'O2/l posée par la norme marocaine est ici respectée (Secrétariat de l'Etat chargé du développement durable, 2015). Le taux de rabattement, un autre indicateur du bon état physico-chimique de l'eau, nous démontre, en atteignant ici les 93%, que le traitement a été efficace.
- La DCO de 52.95 mg d'O2/l en sortie est considérée comme adaptée pour l'irrigation. Tout comme pour la DBO5, la DCO se trouve en deçà de la norme fixée ici à 250 mg d'O2/l (Secrétariat de l'Etat chargé du développement durable, 2015) et a un taux de rabattement non négligeable de 90%.
- Le NO-3 de 3.04 mg/l en sortie est considérée comme adaptée pour l'irrigation. Souvent facteur de pollution des eaux souterraines et dès lors de la potabilité des eaux, l'azote nitrique, souvent utilisé dans les engrais agricoles, doit être surveillé de près (Heck, 1977). Ici dans une zone où l'agriculture utilise encore peu d'intrants chimiques, la situation est loin de poser problème. Loin de la norme fixée à 30 mg/l, les valeurs analysées ne prévoient pas de poser problème (SEEE, 2007).
- Pour ce qui est du NH+4, du NO-2 et du N total, la loi ne prévoit pas de valeurs limites. Absorbés en partie par les plantes, ces éléments ne posent généralement pas de problème non plus au niveau des eaux souterraines. Leur faible mobilité au niveau des horizons du sol ne leur permettant pas de les traverser, ils restent stockés en surface et s'adsorbent aux particules du sol jusqu'à ce qu'ils puissent se faire minéraliser et donc devenir accessibles pour les plantes (Heck, 1977).
- Même chose pour le phosphore qui n'est pas non plus repris dans la législation car il pose peu de problème de pollution et parce qu'il sera réutilisé par la suite par les plantes irriguées avec son eau (Heck, 1977).
- On voit cependant, aussi bien pour l'azote sous ses différentes formes que pour le phosphore, que le taux de rabattement est non négligeable en sortie de station. C'est un élément important à prendre en compte malgré le faible potentiel de pollution des éléments explicités ci-dessus car ils peuvent quand même être des perturbateurs du bon traitement de la lagune quand ils sont toujours mobilisés dans l'eau. En effet, les nitrates et phosphates (produit de transformation de l'azote et du phosphore) peuvent, s'ils sont en trop grande quantité dans l'eau, provoquer le phénomène

d'eutrophisation c'est-à-dire le développement d'algues parasites empêchant la pénétration de la lumière nécessaire à la photosynthèse des plantes présentes auparavant dans le bassin et donc de la production d'oxygène nécessaire aux micro-organismes épurateurs (Camus, 2014). Aussi, mais moins connu, l'eutrophisation du milieu terrestre qui, de par sa retenue d'eau et de nutriments, (NPK) peut provoquer ce même phénomène.

Et maintenant voici les valeurs des résultats d'une analyse microbiologique faite tout au cours de l'année à la sortie de la station de Tidili :

Microbial parameters Log (CFU/100 mL)	Season			
	Spring	Summer	Autumn	Winter
Total coliforms	4.62 ± 0.03	4.80 ± 0.02	4.13 ± 0.07	3.91 ± 0.05
Fecal coliforms	4.48 ± 0.03	4.67 ± 0.04	4.04 ± 0.03	3.88 ± 0.06
Fecal streptococci.	4.11 ± 0.03	4.07 ± 0.03	4.00 ± 0.06	3.46 ± 0.05

Tableau 3 : Analyse des paramètres microbiologiques à la sortie de la station d'épuration de Tidili (El Fansi, 2016)

On remarque qu'en général les paramètres microbiologiques énoncent des chiffres plus élevés en été qu'en hiver. Cela n'est en fait pas surprenant sachant que la température influence le développement des micro-organismes aussi bien épurateurs que pathogènes. Le tableau ici dénombre selon une unité de log₁₀ les CFU⁶ par 100 ml. En-dessous de 1 unité log et donc de 1000 micro-organismes par 100 ml, l'eau traitée peut être appliquée sur n'importe quel type de culture. Dans notre cas, 3 à 5 CFU en fonction des saisons, les utilisations autorisées seront donc restreintes. C'est ce que nous allons voir dans le point suivant.

2.3.4. Catégorie d'effluent décerné

On considère que les effluents traités par la station de Tidili sont de type B. Le tableau ci-dessous, nous indique à quoi cette dernière correspond au niveau de ses implications agricoles et humaines.

⁶ CFU : «Pour Unité Formant Colonie (CFU, Colony Forming Unit). Il s'agit de l'unité permettant de dénombrer les bactéries vivantes. Une UFC correspond à une colonie»(Glossaire de bactériologie, n.d.)

CATEGORIE	CONDITION DE REALISATION	GROUPE EXPOSE	NEMATODES INTESTINAUX [moyenne arithmétique du nombre d'œufs par litre (b)][*]	COLIFORMES FECAUX [moyenne géométrique du nombre par 100 ml][†]	PROCEDES DE TRAITEMENT DES EAUX USEES Susceptibles d'assurer la qualité Microbiologique voulue
A	Irrigation des cultures destinées à être consommées crues, des terrains de sport, des jardins publics, [‡]	Ouvriers agricoles, Consommateurs Publics	Absence	≤ 1000 (d)	Une série de bassins de stabilisation conçus de manière à obtenir la qualité microbiologique voulue ou tout autre traitement équivalent.
B	Irrigation de cultures céréalières, industrielles et fourragères, des pâturages et des plantations d'arbres [§] .	Ouvriers agricoles	Absence	Aucune norme n'est recommandée	Rétention en bassin de stabilisation pendant 8-10 jours ou tout autre procédé permettant une élimination équivalente des helminthes et des coliformes fécaux.
C	Irrigation localisée des cultures de la catégorie B si les ouvriers agricoles et le public ne sont pas exposés.	Aucun	Sans objet	Sans objet	Traitement préalable en fonction de la technique d'irrigation, mais au moins une décantation primaire.

[*] Ascaris, trichuris et ankylostomes

[†] Durant la période d'irrigation

[‡] Une directive stricte (<200 coliformes fécaux par 100 ml) est justifiée pour les pelouses avec lesquelles le public peut avoir un contact direct.

[§] Dans le cas des arbres fruitiers, l'irrigation doit cesser deux semaines avant la cueillette et aucun fruit tombé ne doit être ramassé. L'irrigation par aspersion est interdite.

Tableau 4 : Distribution en catégorie des eaux traitées (INOVAR, 2011d)

Les catégories se distinguent l'une de l'autre en fonction de la qualité microbiologique des eaux étudiées. La classe A étant celle la moins contaminée par les coliformes fécaux contrairement à la classe C qui est plus contaminée. Pour savoir à quelle catégorie tel ou tel type d'eau correspond, il faut donc procéder à des analyses microbiologiques. Mais il est également possible de déduire, grâce au procédé de traitement utilisé, si l'effluent est susceptible d'être de bonne qualité ou non. Par exemple, la catégorie C ne requiert qu'un traitement par bassin de décantation (SEEE, 2007).

2.4. Perspectives générales

Pour qu'un projet de réutilisation des eaux traitées en irrigation soit cohérent, il faut :

- D'abord, une volonté politique qui s'exprime en ce sens. Nous en avons parlé précédemment, il y a un vide juridique à ce niveau. Le Décret n°2-97-875 de 1998 relatif à l'utilisation des eaux usées existe bel et bien mais celui-ci ne décrit pas des actions concrètes relatives aux contraintes institutionnelles, sanitaires et financières que les politiques doivent mettre en place.
- Ensuite, une demande en eaux usées doit être présente. Un examen de faisabilité socio-économique doit donc être réalisé. Et une large vague de sensibilisation doit être mise en place afin de conscientiser surtout les agriculteurs (car ce sont les utilisateurs majoritaires de l'eau) à la rareté croissante de la ressource et à l'importance de l'utilisation de ces eaux pour irriguer leurs champs. Il faudra mettre également l'accent sur l'aspect sanitaire car les agriculteurs sont à la recherche d'eau mais restent souvent réticents aux eaux usées traitées suite à cette crainte qu'elles ne le soient pas suffisamment et que cela engendre des maladies sur leur production.
- Enfin, il faudra veiller à adapter les exigences de traitement à l'usage final de ces eaux. Tous les usagers ne nécessitent pas la même qualité d'eau. Les terres agricoles, contrairement aux espaces verts et aux golfs, requièrent un taux d'épuration moins élevé. Nous en revenons donc à ce qui a été dit précédemment sur l'accompagnement des projets d'éducation sanitaire. Il faut que les agriculteurs soient conscients que les eaux de stations sont traitées suffisamment pour son usage mais il faut également qu'ils soient capables de pouvoir détecter si défaillance il y a au niveau de la station.

Des mesures complémentaires vont également devoir être réalisées une fois ces trois considérations prises en compte. D'une part, avant de commencer le projet, une évaluation financière doit être réalisée : évaluation du marché (clients, volumes, tarifs), des implications financières des communes, des implications tarifaires pour les utilisateurs. D'autre part, il faudra former et développer les ressources humaines. Des opérateurs devront être formés aux aspects techniques, environnementaux, sanitaires et socio-économiques de l'utilisation de la ressource permettant ainsi aux agriculteurs qui recevront ces formations, de pouvoir être conscients des risques et précautions à prendre. Et finalement, une fois le projet mis en place, il faudra prévoir au niveau des consommateurs et usagers de l'eau, une surveillance épidémiologique et une sensibilisation aux bonnes pratiques sanitaires (lavages de mains, des aliments, pelages, ...).

3. Développement des orientations traitées dans cette étude

La station d'épuration implantée à Tidili étant déjà en fonctionnement et ayant fait l'objet de nombreuses études (réalisées d'une part par un bureau d'études et d'autre part par une doctorante de CNEREE intégrée au projet), il n'était plus nécessaire d'en étudier les aspects de faisabilité et d'efficacité. Les résultats émis par le bureau d'études indiquaient la nécessité et la faisabilité de l'implantation d'une STEP à Tidili alors que les analyses d'eau réalisées par la doctorante Saloua indiquaient l'efficacité du procédé de traitement mis en place.

Dans le prolongement de ces études, un questionnaire supplémentaire devait cependant être posé ; celui de la pérennisation du projet. En d'autres mots comment assurer la continuité au niveau du financement et de la gestion de cette station. Pour répondre à cette question, je me suis d'abord penchée sur l'estimation d'un prix représentatif pour l'eau traitée puis sur l'élaboration d'une proposition de mise en fonction d'un comité de gestion en reprenant les responsabilités des acteurs impliqués dans le projet.

Aussi, pour compléter le projet, il m'a paru intéressant de m'appuyer sur la conception d'une fiche de gestion-type pour un projet de réutilisation des eaux traitées en irrigation puis de la relier au cas de Tilidi. Cette phase de vulgarisation est malheureusement bien souvent omise alors qu'elle tient un rôle fondamental dans la diffusion des bonnes pratiques et par extension le développement efficace de projets similaires.

Partie 2 : Conception du comité de gestion pour la réutilisation des eaux usées traitées

1. Objectif ciblé

L'objectif dans cette partie sera de promouvoir une utilisation durable de la ressource en eau dite alternative mise à disposition des agriculteurs via un organisme de gestion efficace. En d'autres mots, il nous faudra répondre à la question : Qui va gérer l'eau traitée par la station de Tidili ?

A cette question d'apparence simple en découle cependant de nombreuses autres : Quel organisme peut être législativement parlant habilité à cette tâche ? Qui fait partie de cet organisme ? Les bénéficiaires sont-ils représentés équitablement ? Quelles sont les tâches qui devront être attribuées et à qui ? Quel budget est disponible ? Ou encore, comment assurer la bonne gouvernance d'un projet comme celui-ci ?

En considérant le nombre d'interrogations et leur importance relative pour un tel projet, il paraît indispensable d'en maîtriser les éléments de réponse mais également de pouvoir en déduire des actions concrètes à appliquer sur le terrain.

2. Méthodologie appliquée et données récoltées

2.1. Analyse de la législation en vigueur

2.1.1. Inventaire des textes juridiques

L'eau est caractérisée par de multiples facettes qu'il a fallu réguler de manière la plus consciencieuse possible. C'est pourquoi, afin d'unir ces différents aspects la loi sur l'eau 10-95 fut créée. Cette loi eut pour influence la création de nombreux textes d'application et de lois connexes. Parmi les textes d'application, on retrouve d'une part, les décrets. Ceux-ci visent à codifier le cadre institutionnel, le suivi, la planification, la protection et l'utilisation des ressources en eau. D'autre part, les arrêtés sur les attributions et tâches des Agences de Bassins Hydrauliques (mise à la disposition des biens du domaine public hydraulique, élaboration des seuils de creusement des puits, réalisation des forages et de prélèvements d'eau, validation des normes de qualité des eaux, des valeurs limites de rejet et organisation financière des redevances d'utilisation de l'eau). Concernant maintenant les lois connexes à

la loi sur l'eau 10-95, elles s'articulent en Dahir. Afin d'inclure de nouvelles préoccupations, la loi sur l'eau 10-95 a par la suite été révisée et est devenue la loi 36-15.

Plus spécifiquement pour la thématique de la réutilisation des eaux usées traitées en irrigation voici les différentes lois, décrets et arrêtés mis en application ainsi que quelques-uns de leurs points d'accroches :

Loi 10-95 sur l'eau

Comme nous l'avons expliqué précédemment la loi sur l'eau 10-95 a réuni les différentes législations sur l'eau préexistantes et les a complétées afin d'en faire un texte juridique cohérent et complet, reprenant ainsi les différentes facettes de la gestion durable de l'eau (Filali, 1995).

Les principes énoncés dans cette loi sont :

- La domanialité des ressources en eau
- La gestion intégrée et décentralisée au niveau des agences de bassins
- L'émission d'autorisation pour les différents usages de l'eau
- La redevance pour l'utilisation des ressources en eau et leur déversement

Mis en lien avec la problématique qui nous intéresse ici, ces principes sont explicités au sein de deux grands sous points : le traitement des eaux usées et leur réutilisation. En matière d'eaux usées, les articles parlent : des normes de qualité qui leur sont imposées (Art. 51), de la demande d'autorisation nécessaire à leur rejet (Art. 52) et de la redevance due en cas de non-respect de ces règles (Art. 54). En matière de réutilisation, les articles de loi imposent : que ce soit l'administration qui définisse les conditions de réutilisation (Art.84), que toute utilisation soit soumise à une demande d'autorisation (Art.112), que les utilisateurs puissent bénéficier d'un concours financier de l'Etat pour l'obtention d'une forme d'assistance technique dans ce domaine (Art. 57) (INOVAR, 2011d).

Projet de loi sur l'eau 36-15

L'objectif du projet de nouvelle loi sur l'eau est d'éliminer les faiblesses détectées au cours des ans dans celle de 1995. Parmi ces faiblesses, on retrouve :

- La complexité de délimitation et d'utilisation du domaine public hydraulique
- Le peu de dispositions sur la thématique des eaux pluviales et des eaux usées
- Le peu de dispositions sur les mesures de protection contre les inondations
- L'absence de dispositions sur le dessalement de l'eau de mer

Face aux phénomènes liés au changement climatique qui frappent le Maroc ces dernières années avec de plus en plus d'intensité, il est devenu nécessaire de réactualiser constamment les lois et règlements.

Décret n°2-97-875 du 6 Chaoual 1418 (04 Février 1998) relatif à l'utilisation des eaux usées

Les objectifs émis par ce Décret sont d'une part, la réglementation de la demande d'autorisation d'utilisation des eaux usées et d'autre part, la proposition de conditions au concours financier disponible pour les investissements dans l'épuration des eaux usées et pour l'installation de système de pompage et/ou adduction jusqu'au lieu d'utilisation (Jettou, Belfkih, & Filali, 1998).

Pour la demande d'autorisation, il faut passer par une commission elle-même composée du directeur ABH, d'un représentant du Ministère de l'environnement, d'un représentant des services préfectoraux et provinciaux et d'un représentant du Ministère de la santé publique (Jettou et al., 1998). La fonction principale reviendra ici à l'ABH qui devra : recevoir les demandes d'autorisation d'utilisation des eaux usées, analyser leur validité et la composition complète du dossier, soumettre l'autorisation à la commission et finalement, répondre à la demande avec une liste de conditions à respecter (Jettou et al., 1998).

Pour le concours financier proposé par l'Etat, la commission est composée d'un représentant et du secrétaire de l'ABH, d'un représentant du Ministère des finances, d'un représentant du Ministère de l'équipement, d'un représentant du Ministère de l'environnement et d'un représentant du secteur dont dépendent les usagers de l'eau usée épurée (Jettou et al., 1998). La fonction principale reviendra ici aussi à l'ABH avec pour objectif de : réceptionner les demandes recommandées, proposer à la commission la demande de subvention et de répondre avec une liste de conditions à respecter et un montant fixé pour le financement (Jettou et al., 1998).

Décret n°2-07-96 du 19 Moharrem 1430 (16 Janvier 2009) fixant la procédure d'octroi des autorisations et des concessions relatives au domaine public hydraulique

Le caractère principal de ce Décret est l'obligation d'une demande d'autorisation de chaque utilisateur auprès de sa commune pour pouvoir utiliser les ressources en eau présentes sur son terrain. En cas de non-respect des règles, la police de l'eau a le pouvoir d'intervenir.

Arrêté conjoint du Ministre de l'Equipeement et du Ministre chargé de l'Aménagement du Territoire, de l'Urbanisme, de l'Habitat et de l'Environnement n°1276-01 du 10 Chaabane 1423 (17 Octobre 2002) portant fixation des normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation

L'Arrêté consiste ici en un document récapitulatif des normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation. Ces normes sont recueillies et reprises dans un document de la SEEE (Secrétariat d'Etat chargé de l'Eau et l'Environnement) et ce afin de les rendre accessibles à tout public.

Arrêté conjoint du Ministre de l'Economie et des Finances, du Ministre de l'Equipeement et du Ministre de l'Agriculture, du Développement rural et des pêches maritimes n°548-98 du 21 Août 1998 relatif aux redevances d'utilisation de l'eau du domaine public hydraulique pour l'irrigation

Les redevances sont calculées par tranche de consommation grâce à un coefficient de majoration. Par exemple, ce coefficient sera de 0.3 quand la prise d'eau est réalisée directement par l'utilisateur dans l'Oued à l'aval du barrage alors qu'il sera de 0.8 quand les canaux secondaires ou tertiaires en terre ont été réalisés par l'Etat. Des frais supplémentaires peuvent également être ajoutés pour couvrir les frais des stations de pompage auxquelles bénéficient certains utilisateurs tels que : les frais de pompage pour l'irrigation gravitaire (0.03 et 0.07 Dh/m³) et les frais de pompage pour l'irrigation par aspersion (0.26 et 0.3 Dh/m³).

Le percepteur de ces redevances est le Ministre des finances. Néanmoins, il pourra s'acquitter de la tâche en la déléguant soit aux AUEA, soit à l'ONEP, soit aux Régies ou soit à des concessionnaires privés (Chohin-Kuper et al., 2008).

Dahir n°1-87-12 du 3 Joumada II 1411 (21 Décembre 1990) portant promulgation de la loi n°02-84 relative aux associations d'usagers des eaux agricoles

Ce Dahir a pour objectif de codifier le fonctionnement des AUEA. D'abord, il s'attarde à définir les tâches qui leur sont attribuées. Parmi celles-ci se retrouvent : la réalisation des travaux d'aménagements liés à l'utilisation des eaux agricoles, l'entretien de ces ouvrages afin d'en assurer la durabilité, l'organisation de la distribution des eaux pour l'irrigation agricole et le recouvrement des taxes et redevances dont le recouvrement lui est conféré par l'Etat.

Ensuite, il explique leur système d'organisation. Les AUEA sont formées par une Assemblée générale qui regroupe tous ses membres, un Conseil composé de 6 membres élus par scrutin à l'assemblée générale et 1 représentant du Ministère de l'agriculture. Attention, parmi les conditions d'accès à cette fonction on retrouve l'impératif de ne pas être membre d'une autre AUEA. Aussi, on notera que les membres du Conseil devront être réélus tous les deux ans.

Et finalement, il structure les frais devant être payés par les membres. Parmi ces frais on compte : une cotisation exceptionnelle de fondation, une cotisation annuelle permanente qui sert à couvrir les frais de gestion, les travaux d'aménagement et les taxes et redevances imposées par l'Etat.

2.1.2. Rôle de l'Etat au niveau de la gestion de l'eau

Afin de clarifier davantage le rôle de l'Etat et des utilisateurs dans la gestion de l'eau et plus particulièrement dans l'irrigation, le Code des investissements agricoles de 1969 fut créé (Belghiti, 2003). Celui-ci définit le cadre de l'intervention de l'Etat dans le secteur de l'irrigation. Il vise à codifier le financement des infrastructures, la tarification de l'eau d'irrigation et les subventions disponibles dans le secteur.

Concernant le financement des infrastructures d'irrigation, il est dit que les usagers doivent supporter 40% des frais, laissant ainsi à l'Etat le rôle de supporter le reste (Belghiti, 2003).

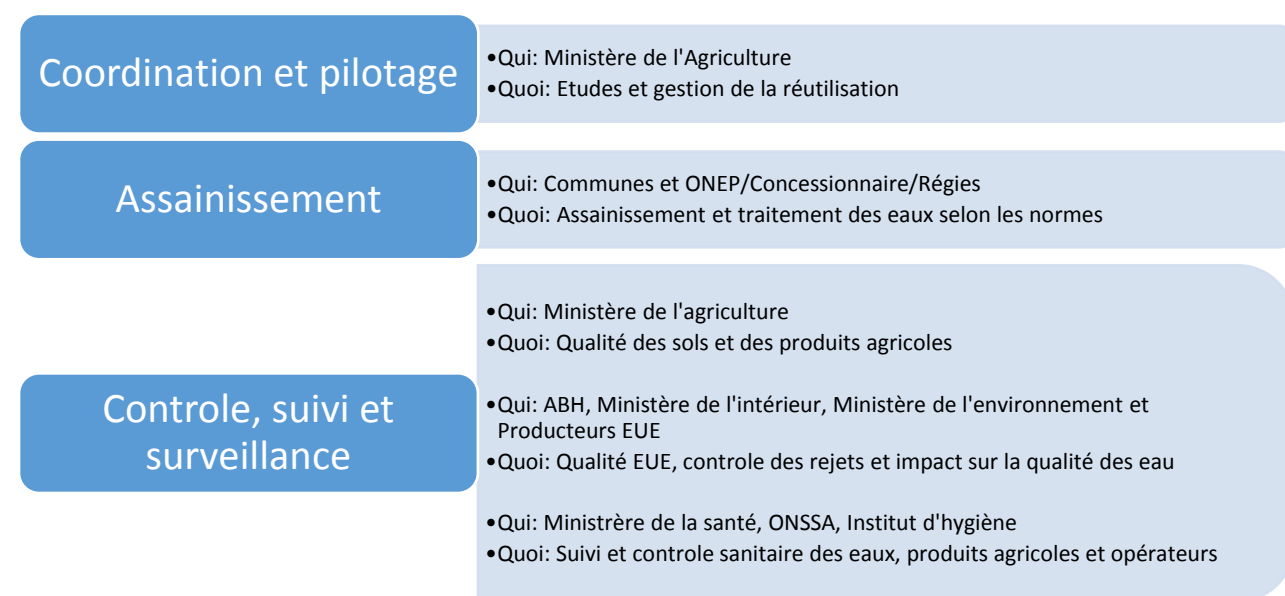
Concernant la tarification de l'eau agricole, l'objectif est la durabilité financière des infrastructures via la mise en place d'un système couvrant les coûts de maintenance, de fonctionnement et d'amortissement. Un système fonctionnant par tranche de consommation et pouvant être indexé en fonction des prix et des salaires.

Concernant la subvention du secteur, l'objectif est d'inciter aux économies d'eau avec le système d'irrigation localisée plutôt que le système gravitaire. Il prévoit des subventions de l'ordre (Chohin-Kuper et al., 2008) :

- Pour l'irrigation de complément, le taux de subvention atteint les 30% de l'investissement avec un plafond à 10 000 Dh/ha et 20 000 Dh/ha pour l'aménagement du bassin.
- Pour l'irrigation localisée, le taux de subvention atteint les 60% de l'investissement avec un plafond de 12 000 Dh/ha et 20 000 Dh/ha pour l'aménagement du bassin.

2.2. Caractérisation des relations existantes entre les différents acteurs liés à un projet de réutilisation

Il faut être conscient qu'au niveau de l'utilisation de l'eau (coordination, production, suivi, surveillance, ...) de nombreux acteurs sont impliqués et bien souvent à des niveaux hiérarchiques assez différents. Afin de ne pas trop complexifier l'organigramme des acteurs impliqués dans la gestion de l'eau, l'analyse faite dans ce document ne portera uniquement que sur les acteurs liés de près ou de loin au projet de réutilisation d'eaux traitées en irrigation. Il sera donc fait abstraction de la multitude d'autres acteurs du secteur de l'eau sans pour autant en diminuer leur implication et leur influence sur des stratégies nationales et donc leur insertion dans une politique durable et cohérente de gestion de la ressource. Voici donc les acteurs repris ainsi que leur rôle (Hajiba & Soudi, 2009) :



Suite à cet organigramme, on note d'une part la multitude d'acteurs pouvant être impliqués dans un secteur restreint de la gestion de l'eau tel que la réutilisation des eaux traitées et d'autre part, leurs fortes interrelations. Avant de se lancer dans une étude plus approfondie des acteurs impliqués dans le cas de réutilisation de la commune de Tidili, il était donc important de pouvoir dégager les grands acteurs. Néanmoins, au vu de la diversité des contextes présents au Maroc, il n'est pas possible d'extrapoler directement le modèle présenté précédemment, directement à la situation de Tidili. Prenons l'exemple de la gestion distributive des eaux potables, d'assainissement ou encore d'irrigation (Chohin-Kuper et al., 2008).

Pour les zones urbaines

Qui gère	ONEP	ORMVA	Régie	Concessionnaires	AUEA/Assoc.	Municipalité
Eau potable	X		X			X
Eau assainissement	X		X	X		X
Eau irrigation		X				X

Pour les zones rurales

Qui gère	ONEP	ORMVA	Régie	Concessionnaires	AUEA/Assoc.	Municipalité
Eau potable	X				X	X
Eau assainissement	X					X
Eau irrigation					X	X

Pour le cas de Tidili

Qui gère	ONEP	ORMVA	Régie	Concessionnaires	AUEA/Assoc.	Municipalité
Eau potable					X	X
Eau assainissement					X	X
Eau irrigation					X	X

Tableau 5 : La gestion distributive des eaux potables, d'assainissement et d'irrigation au Maroc (INOVAR, 2011d)

On remarque donc ici que de nombreux acteurs sont déjà impliqués juste au stade de la gestion, de la vente de l'eau. Cette imbrication de ces acteurs complexifie énormément la situation et la clarté des rôles et responsabilités de chacun. Néanmoins, pour la zone de Tidili, la situation est moins complexe. C'est uniquement la municipalité et l'association de développement qui s'occupent de cette tâche.

2.3. Elaboration d'un contrat de responsabilités liant les acteurs du projet

Dans ce point, l'objectif est de cibler l'analyse que nous venons de faire sur la thématique de la réutilisation des eaux traitées uniquement sur la zone de Tilidi. Le contexte, les acteurs impliqués et les responsabilités de chacun seront donc tous remis en situation. Le tableau présenté pourra servir d'ébauche à l'élaboration d'un contrat de responsabilités qui lierait les différents acteurs impliqués dans le projet de réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation de parcelles avoisinantes à la station. Cette démarche sera subdivisée en trois phases : une brève description des acteurs impliqués, l'élaboration d'un tableau de responsabilités et finalement une ligne du temps pour la mise en œuvre d'actions concrètes.

Avant de commencer, mentionnons qu'il existe déjà ce type de contrat au sein du projet. Ce dernier a été réalisé entre trois parties relativement impliquées dans celui-ci : le CNEERE, la commune et l'ATD (voir annexe 5). Il visait à structurer sommairement la gestion de la station dès ses débuts afin de la maintenir en bon état aussi longtemps que possible avant qu'un contrat plus exhaustif ne soit élaboré avec l'ensemble des parties prenantes. Ce contrat est exposé en annexe pour exemple. Il a ainsi été utilisé comme base au développement de celui qui sera proposé dans la suite de ce document.

2.3.1. Description des acteurs impliqués

Province du Haouz

Elle n'est pas directement impliquée dans la gestion des projets de réutilisation des eaux traitées en irrigation mais comme elle possède des moyens techniques conséquents et peut ainsi intervenir à la demande des communes pour soutenir ou développer un projet s'inscrivant dans la politique nationale de préservation des ressources en eau. Elle peut donc mettre à disposition aussi bien des moyens humains que techniques pour venir en aide aux communes.

Association des Utilisateurs de l'Eau en Agriculture (AUEA)

Le rôle des Associations des Utilisateurs de l'Eau en Agriculture est majoritairement orienté vers le recouvrement des frais liés à la vente d'eau potable et d'eau d'irrigation auprès des membres pour l'Etat. Les AUEA se concentrent uniquement sur la gestion de l'eau liée à la petite et moyenne hydraulique. Le comité de Tidili a été fondé suite à la mise en place du projet *Maroc vert*. La DPA (Direction Provinciale de l'Agriculture) et le Ministre de l'agriculture en charge d'une partie de l'application de ce projet étaient chargés de contacter les communes afin qu'elles demandent la mise en place d'une association d'utilisateurs de l'eau (Filali, 1990). Tous les agriculteurs présents sur la zone sont inscrits en tant que membre de l'association. Parmi eux 7 personnes sont élues tous les 2 ans pour constituer le comité de gestion de l'association. Lorsqu'un sujet, un problème ou une thématique est rapportée au président de l'association et doit être traitée par ses membres, le président communique la demande de réunion à une personne chargée de la diffusion. Celui-ci devant alors se rendre chez l'ensemble des agriculteurs pour les prévenir de la réunion imminente (voir annexe 1).

Au niveau de la gestion de l'eau pour l'irrigation à proprement dite, elle est fondée sur un système de gestion coutumière qui existait déjà avant la mise en place du comité. Le principe permet de répartir les eaux disponibles au niveau des seguias pour 22 zones. Chaque zone se voit attribuer un jour d'irrigation par cycle de 22 jours. Au sein de chaque zone, les différentes familles se répartissent les heures d'ouverture et de fermeture de leur porte en fonction de la superficie de leur propre terrain. Ici, il n'y a pas de personne responsable désignée pour vérifier que chaque personne se sert uniquement lors de ses propres heures car les voisins accomplissent en général cette tâche de manière assez intuitive. En cas d'abus, ils rapporteront bien souvent l'information au conseil de gestion. Pour ce qui sont des activités mises en place par l'association, on trouve par exemple : la reconstruction de parties de la seguia lorsque celle-ci se voit endommagée par de fortes pluies, la mise en place de formations auprès des agriculteurs à l'utilisation parcimonieuse de l'eau disponible, ... (voir annexe 1).

Association Tissilte pour le développement (ATD)

Elle fut fondée en 2001 avec pour objectif d'améliorer les conditions de vie de 3 douars situés dans la région de Tidili Mesfioua, Tamatilte, Timzguida et Touarte, en construisant le réseau d'eau potable, le réseau d'assainissement ainsi que la station de traitement des eaux usées (voir annexe 2). Par la suite, elle s'est donnée comme tâche, la promotion de l'aspect sensibilisation en créant des formations sur la préservation du milieu naturel et des ressources en eau, sur la pérennisation des

ouvrages hydrauliques, sur les bonnes pratiques sanitaires, ... L'association a un statut d'ONG. Elle a notamment travaillé avec l'agence de coopération américaine USAID et la commune de Tidili pour le financement et la mise en place du projet de construction du réseau d'assainissement. Contrairement à l'AUEA, l'ATD n'est donc pas uniquement focalisée sur la gestion de l'eau destinée à l'irrigation mais élargit son domaine d'intervention à l'eau potable et à l'eau d'assainissement (voir annexe 2).

Utilisateurs concernés par la REUE

Leur rôle est de s'assurer que l'eau traitée qu'ils utilisent n'impacte pas négativement leur santé ou la qualité de leur récolte, d'acquérir cette eau en suffisance par rapport aux besoins de leurs cultures et ce au meilleur prix. Pour le cas de Tidili, les agriculteurs ne sont pas tous concernés par le projet. En effet, la plupart d'entre eux ont accès aux eaux de seguias. Seul 4-5 cultivateurs présents aux abords de la STEP ne bénéficiant pas des eaux de séguías de Tamatilde pourront avoir accès aux eaux sortant de la station.

Gestionnaire de la station

Son rôle est d'assurer d'une part la surveillance des infrastructures de traitement contre les vols et dégradations et d'autre part, d'entretenir la zone et de s'assurer du bon fonctionnement du processus en réalisant de petites réparations quand il est nécessaire. Ce gestionnaire est payé par l'Association de développement pour le service rendu (voir annexe 1).

Agence de Bassin Hydraulique Tensift (ABHT)

Son rôle est de planifier, évaluer, gérer les ressources en eau en concevant le plan directeur d'aménagement intégré des ressources en eau du bassin hydraulique (PDAIRE). Il permet donc de fournir un plan d'aménagement cohérent, une assistance technique et un soutien financier aux acteurs de la gestion de l'eau du bassin. Il s'acquitte aussi de la réalisation d'études hydrologiques et hydrogéologiques en vue d'évaluer la quantité et la qualité des eaux de surface et souterraines, des mesures de prévention contre les pénuries d'eau et les inondations et des autorisations et concessions d'utilisation du domaine public (Filali, 1995). Les acteurs qui la composent sont des représentants de l'Etat, des représentants d'établissements publics du secteur de l'eau, le président de la Chambre d'agriculture, le président de la Chambre du commerce, industrie et service, le représentant de l'assemblée provinciale et des représentants d'associations des usagers des eaux agricoles (Filali, 1995).

Commune Rurale de Tidili des Mesfioua (élus et techniciens)

Sa fonction est vaste de manière générale car ses actions touchent à tous les aspects et secteurs de la vie de sa communauté. Ici la description de cet acteur à part entière se fera donc uniquement du point de vue du secteur de la gestion de l'eau potable et de l'assainissement. Il a été vu précédemment que la gestion de ce secteur peut être soit assurée par un représentant de la commune, soit par une institution déléguée selon le monde de gestion choisie. Dans les communes urbaines de grande taille, cette institution sera la plupart du temps l'Office National de l'Eau Potable (ONEP) ou une régie autonome (Chohin-Kuper et al., 2008). Alors que dans les communes urbaines plus petites et les communes rurales, la gestion se fera soit par l'ONEP, soit par l'AUEA présente sur la zone. Dans le cas de Tidili, il a été constaté que la gestion s'effectuait donc entre la commune d'une part et l'Association de développement d'autre part (voir annexe 2).

Ministère de la santé

Son rôle est de s'assurer de la santé de la population marocaine dans son ensemble. Pour ce faire, il va mettre en place deux types d'actions. D'une part, la promotion de campagne de sensibilisation, de contrôle et de détection des maladies ainsi que de leurs vecteurs. Par la suite, si une épidémie est par exemple détectée, il se chargera de débloquer des moyens pour mettre en place des actions curatives. Et d'autre part, il se voudra donc de créer des plans stratégiques de prévention et d'intervention pour les différents fléaux sanitaires existant au Maroc. Il se charge donc à la fois de la création des normes mais aussi de la surveillance de leur bonne application (Hajiba & Soudi, 2009).

Centre National d'Etudes et de Recherche sur l'Eau et l'Energie (CNEREE)

Le Centre National d'Etudes et de Recherche sur l'Eau et l'Energie, fut fondé suite à une initiative du Ministère de l'enseignement supérieur. Celui-ci est nommé : plan quinquennal de 2000-2004 et avait pour objectif de développer des structures de recherche et développement pour le déploiement technologique et socio-économique du Maroc (CNEERE, n.d.). Le CNEREE fut dès lors créé et se vit attribuer les thématiques de l'eau et de l'énergie, deux ressources dont l'accès pose souvent problème dans le contexte marocain.

Avant sa fondation, de nombreux autres acteurs tels que, des départements ministériels, des établissements publics (ONEP, ABH, ONE, ADEREE) et des organismes privés travaillaient d'ores et déjà

sur la thématique. Mais pour promouvoir un transfert efficace des technologies, le besoin d'un lien, d'un relais entre la communauté scientifique et le milieu socio-économique se faisait ressentir. C'est ainsi que le Centre fut conçu. Ses missions tendent donc à créer une interface entre les acteurs des secteurs de l'eau et l'énergie tels que les universitaires, les opérateurs scientifiques, les décideurs, les établissements publics et privés (CNEERE, n.d.).

Direction provinciale de l'agriculture (DPA)

La Direction provinciale de l'agriculture a pour mission d'élaborer et mettre en œuvre des programmes en lien avec le programme national de développement agricole et rural voté au Ministère de l'agriculture. Elle doit donc concevoir à la fois un plan d'actions concrètes mais également y allouer un budget correspondant. Par exemple, elle doit veiller à l'amélioration des infrastructures agricoles, superviser les programmes de vulgarisation et de conseil agricole, encadrer les associations, suivre les campagnes agricoles via un dispositif de contrôle technique ainsi qu'une série d'enquêtes d'information directement auprès des agriculteurs, allouer les ressources financières nécessaires à l'atteinte de ses objectifs, évaluer ses propres actions et celles de ses collaborateurs et émettre des rapports décrivant ses activités et leur avancement.⁷

Secrétariat d'Etat chargé d'environnement (SEEE)

Il a la fonction d'apporter un appui financier pour la mise en œuvre du programme national d'assainissement liquide (FAO, 2011). Le SEEE va aussi pouvoir accorder des subventions aux ABH pour l'investissement dans des actions d'économie d'eau et de protection des ressources et pousse donc à intégrer les potentialités de valorisation des eaux usées dans le PDAIRE (FAO, 2011).

Agence Nationale de l'Eau

On ne pourrait terminer cette liste sans l'évoquer, l'Agence Nationale de l'Eau, acteur indispensable pour représenter toutes les institutions impliquées dans ce secteur. Elle veille à ce que les organismes régionaux d'une part et les organismes locaux d'autre part, se coordonnent pour interpréter, compléter, adapter et appliquer les normes nationales aux conditions locales de terrain. Pour qu'un tel système fonctionne, l'Agence a besoin d'intermédiaires, de relais tels que les ABH. Elle se veut ainsi à rassembler indirectement les différentes parties prenantes du secteur de l'eau afin de permettre une collaboration en vue d'une stratégie nationale toujours plus concrète.

⁷ http://www.agriculture.gov.ma/sites/default/files/fiches-de-poste/directeur-dpa_1.pdf

2.3.2. Elaboration d'un tableau de responsabilités

Il est maintenant temps de passer à l'élaboration d'un tableau qui pourra servir de support à la création d'un contrat reliant les diverses parties prenantes au projet de réutilisation des eaux traitées par le STEP de Tidili en irrigation. Grâce à la définition précédente des acteurs spécifiques au contexte de l'étude, à la recherche d'informations réalisées à la rencontre du terrain (voir annexe des interviews) et aux compléments d'informations apportées par une série de lectures bibliographiques (voir bibliographie), il est maintenant possible d'en faire autant tout en s'assurant de faire correspondre les apports théoriques aux conditions de terrain. Voici donc un tableau explicatif des contributions potentielles des acteurs référencés au projet détaillé précédemment :

Concernés	Contributions potentielles
Province du Haouz	-Contribution technique : mise à la disposition d'ingénieurs, techniciens, conseillers et d'engins lors de constructions ou de rénovations approuvées par la commune sur le site de la station.
AUEA	-Organisation des agriculteurs avoisinants la station pour la distribution des eaux traitées et promotion de leur participation active aux réunions, assemblées générales avec le reste des membres. -Intégration des considérations liées à la station et à l'utilisation des eaux traitées en irrigation lors des assemblées générales. -Analyse des constats évoqués par le gestionnaire -Organisation de réunions avec l'ATD et la commune lorsque la situation nécessite une intervention d'une institution extérieure. -Récolte des redevances liées à l'utilisation de la ressource.
Association de développement	-Réalisation des formations de sensibilisation aux collectivités locales et aux utilisateurs des eaux traitées sur base de supports du Ministère de la santé. -Préparation du dossier d'autorisation pour la réutilisation des eaux usées (voir modalités dans le décret n 2-97-787).

	-Rédaction de la demande pour le concours financier à l'installation d'un système de distribution. -Formulation de la demande d'assistance technique à la DPA (voir modalités dans Art 57 loi 10-95). -Fixation de la redevance liée à l'utilisation de l'eau traitée. -Mise à la disposition de prêts pour les agriculteurs concernés par la thématique pour le financement de 40% restant du système de distribution goutte à goutte. -Mise en place de réunion d'urgence avec la commune lorsqu'un problème important est détecté par le gestionnaire et l'AUEA et financement des travaux si une intervention est nécessaire via les fonds d'amortissement prévu sur les redevances.
Utilisateurs concernés par la REUE	-Païement des redevances fixées par l'Association de développement. -Participation à 40%, pour les agriculteurs concernés, des frais liés la mise en place d'un système d'irrigation par goutte à goutte. -Surveillance de paramètres de qualité des eaux utilisées (couleur, odeur, maladies chez les animaux ou les enfants, ...) et lanceur d'alerte auprès de l'AUEA en cas de problème. -Collaboration pour la récolte de données sur l'évolution et l'adaptation culturelle avec le CNEREE.
Gestionnaire de la station	-Veille à l'entretien des structures de traitement et effectue des réparations si nécessaires en suivant le manuel d'exploitation. -Surveillance du site afin de prévenir les vols et dégradations. -Détection des problèmes et transfert rapide des constats à l'AUEA.
Agence de bassin hydraulique Tensift	-Analyse des dossiers de demande d'autorisations et concessions d'utilisation des ressources en eau du domaine public. -Transfert des documents officiels d'autorisations si conditions d'octroi remplies par les demandeurs.

	-Analyse des dossiers de demande de concours financier dans les délais impartis et transfert des subventions si conditions d'octroi remplies par les demandeurs.
Commune Rurale de Tidili des Mesfioua (élus et techniciens)	-Mise à la disposition du terrain pour la STEP. -Création d'une convention les liant tous au projet de REUE. -Emission de la demande de subvention auprès l'ABH (Pour l'irrigation localisée, le taux de subvention atteint les 60% de l'investissement avec un plafond de 12 000 Dh/ha et 20 000 Dh/ha pour l'aménagement du bassin). -Prise de contact avec les organismes extérieurs concernés lorsque des réparations plus conséquentes sont nécessaires sur la station.
Ministère de la santé	-Réalisation d'enquêtes épidémiologiques. -Transfert des supports de formation à l'association de développement sur la nécessité d'assainissement des eaux usées, sur les risques liés aux eaux usées polluées par les pesticides et engrais, sur l'encadrement technique des usagers, sur l'hygiène domestique et alimentaire.
CNEREE	-Apport technique et scientifique par des conseils au gestionnaire de la station et aux agriculteurs avoisinant la station pour l'utilisation de cette eau en irrigation. -Elaboration d'un manuel d'exploitation pour ouvrage de prétraitement, système de pompage/relevage, contrôle des débits, ouverture et fermeture de vannes, entretien de la STEP, jardinage. -Diffusion des résultats obtenus par les analyses de terrain ainsi que les interactions avec les utilisateurs de l'eau traitée.
DPA	-Mise à la disposition d'études relatives au choix des cultures à irriguer par les eaux usées traitées. -Encadrement des agriculteurs.

Secrétariat d'Etat chargé d'environnement	-le SEEE accorde des subventions aux ABH pour l'investissement dans des actions d'économie d'eau et de protection des ressources et pousse donc à intégrer les potentialités de valorisation des eaux usées dans le PDAIRE.
Agence Nationale de l'Eau	-Elle coordonne avec les ABH des différentes régions l'adaptation et l'application de la stratégie nationale de l'eau au niveau régional et local.

Tableau 6 : Contributions potentielles des acteurs concernés par le projet de réutilisations des eaux traitées à Tidili (Source personnelle)

2.3.3. Création d'une ligne du temps pour la mise en place d'actions concrètes

Nous voici enfin à la conception de la ligne du temps, dernière partie de l'étude sur les acteurs impliqués dans le projet de réutilisation à Tidili. Notons, avant de commencer que la ligne du temps sera subdivisée en deux parties : d'un part, les actions permanentes qui reprennent le renforcement des capacités institutionnelles, la sensibilisation et l'assistance technique et d'autre part les actions de développement du projet qui détaillent les différentes phases en passant de l'établissement de la convention entre les parties prenantes, à la demande d'autorisation auprès de l'ABH, à l'élaboration d'un manuel de gestion. Pour chaque sous point, les acteurs et leurs responsabilités sont cités dans un ordre chronologique. Voici tout de suite le détail de ces actions :

Actions permanentes

Actions de renforcement de la capacité institutionnelle

- AUEA : organisation des agriculteurs avoisinant la station pour la distribution des eaux traitées et promotion de leur participation active aux réunions, assemblées générales avec le reste des membres.
- AUEA : intégration des considérations liées à la station et à l'utilisation des eaux traitées en irrigation lors des assemblées générales.

Actions de renforcement de sensibilisation

- Ministère de la santé : réalisation d'enquêtes épidémiologiques.
- Ministère de la santé : transfert des supports de formation à l'association de développement sur la nécessité d'assainissement des eaux usées, sur les risques liés aux eaux usées polluées par les pesticides et engrais, sur l'encadrement technique des usagers, sur l'hygiène domestique et alimentaire.
- ATD : réalisation des formations de sensibilisation aux collectivités locales et aux utilisateurs des eaux traitées sur base des supports du Ministère de la santé.

Actions de renforcement d'assistance technique

- ATD : formulation de la demande d'assistance technique à la DPA (voir modalités dans Art 57 loi 10-95).
- DPA : mise à la disposition d'études relatives aux choix des cultures à irriguer par les eaux usées traitées.
- Utilisateurs : collaboration pour la récolte de données sur l'évolution et l'adaptation culturelle avec le CNEREE.
- DPA : Encadrement des agriculteurs.

Actions de développement du projet

Phase préliminaire : la convention

- Commune : création d'une convention les liant tous au projet de REUE.

Première phase d'action : le dossier d'autorisation d'utilisation des eaux usées traitées

- ATD : préparation du dossier d'autorisation pour la réutilisation des eaux usées (voir modalités dans décret n 2-97-787).
- ABHT : analyse des dossiers de demande d'autorisations et concession d'utilisation des ressources en eau du domaine public et transfert des documents officiels d'autorisations si conditions d'octroi remplies par les demandeurs.

Deuxième phase d'action : la redevance pour l'utilisation de l'eau traitée

- ATD : fixation de la redevance liée à l'utilisation de l'eau traitée.
- AUEA : récolte des redevances liées à l'utilisation de la ressource.
- Utilisateurs : paiement des redevances fixées par l'Association de développement.

Troisième phase : le manuel d'exploitation

Notons que de nombreux auteurs préconisent l'élaboration d'un tel guide par l'ONEP (Hajiba & Soudi, 2009). Cependant, en attendant, sa réalisation à une échelle locale semble être la meilleure solution. Le CNEREE ayant une expérience sans précédent dans ce secteur et disposant d'une large équipe de recherche, il paraît être le mieux placé pour réaliser avec succès cette tâche. Par la suite, ce même manuel pourra être repris et revu au sein de projets similaires. S'il en ressort alors qu'il est adaptable, c'est seulement à ce moment-là qu'il pourra être transmis à plus grande échelle.

- CNEREE : élaboration d'un manuel d'exploitation pour ouvrage de prétraitement, système de pompage/relevage, contrôle des débits, ouverture et fermeture de vannes, entretien de la STEP, jardinage.
- Gestionnaire : surveillance du site afin de prévenir les vols et dégradations, veille à l'entretien des structures de traitement et effectue les réparations nécessaires en suivant le manuel d'exploitation.
- Utilisateurs : surveillance de paramètres de qualité des eaux utilisées (couleur, odeur, maladies chez les animaux ou les enfants, ...) et lanceur d'alerte auprès de l'AUEA en cas de problème.
- Gestionnaire : détection des problèmes et transfert rapide des constats à l'AUEA.
- AUEA : analyse des constats évoqués par le gestionnaire et organisation de réunion avec l'ATD et la commune lorsque la situation nécessite une intervention d'une institution extérieure.
- ATD : mise en place de réunion d'urgence avec la commune lorsqu'un problème important est détecté par le gestionnaire et l'AUEA et financement des travaux si une intervention est nécessaire via les fonds d'amortissement prévu sur les redevances.
- Commune : prise de contact avec les organismes extérieurs concernés lorsque des réparations plus conséquentes sont nécessaires sur la station.
- Province du Haouz : contribution technique : mise à la disposition d'ingénieurs, techniciens, conseillers et d'engins lors de constructions ou de rénovations approuvées par la commune sur le site de la station.

Quatrième phase d'action : le concours financier pour le système de distribution par goutte à goutte

- SEEE : accorde des subventions aux ABH pour l'investissement dans des actions d'économie d'eau et de protection des ressources et pousse donc à intégrer les potentialités de valorisation des eaux usées dans le PDAIRE.
- ATD : rédaction de la demande pour le concours financier à l'installation d'un système de distribution.
- Commune : émission de la demande de subvention auprès l'ABH (Pour l'irrigation localisée, le taux de subvention atteint les 60% de l'investissement avec un plafond de 12 000 Dh/ha et 20 000 Dh/ha pour l'aménagement du bassin).
- ATD : mise à la disposition de prêts pour les agriculteurs concernés par la thématique pour le financement de 40% restant du système de distribution goutte à goutte.
- Utilisateurs : participation à 40% pour les agriculteurs concernés des frais liés à la mise en place d'un système d'irrigation par goutte à goutte.
- ABHT : analyse des dossiers de demande de concours financier dans les délais impartis et transfert des subventions si conditions d'octroi remplies par les demandeurs.

3. Conclusions et recommandations émises

3.1. Conclusions au niveau du projet de Tidili

A la suite de cette description exhaustive des acteurs impliqués dans un projet de réutilisation des eaux usées traitées en irrigation, de leurs mécanismes d'articulation et d'une proposition de contrat reprenant les responsabilités de chacun, il est possible de tirer certaines conclusions concernant l'avenir du projet. D'abord, il est clair que les institutions de gestion des eaux (AUEA et ATD) fonctionnent de manière juridiquement appropriée (Hajiba & Soudi, 2009). Leurs caractéristiques correspondent aux obligations présentes dans les textes de loi (voir 2.1.1. Inventaire des textes juridiques).

Ensuite, il paraît évident que ces mêmes associations possèdent une expérience notable dans le domaine de la gestion de l'eau suite aux fonctions auquel elles répondent actuellement : la gestion du réseau d'irrigation et d'assainissement, la répartition équitable et le prélèvement des cotisations pour

les eaux potables, la sensibilisation aux bonnes pratiques d'économie d'eau et aux bonnes pratiques sanitaires (Hajiba & Soudi, 2009).

Dès lors, l'ATD en collaboration avec l'AUEA semblent être les institutions les plus compétentes à la tâche de gestion de l'eau traitée par la STEP ainsi qu'à sa répartition pour l'irrigation des parcelles avoisinantes. L'AUEA s'engagerait ainsi à récolter les redevances de l'eau traitée et à intégrer les agriculteurs concernés par la thématique à ses réunions. L'ATD, elle veillerait davantage à la partie administrative du projet de réutilisation en formulant les différentes demandes d'autorisation et de financement auprès des institutions clés tel que l'ABH.

Cependant, à travers la ligne du temps présentée au point précédent, il apparaît que certaines phases de travail restent encore à mettre en application afin que le projet soit effectif. Ces phases énoncent la nécessité de créer au préalable une convention signée par tous les acteurs énonçant leurs diverses responsabilités. Mais également de remplir un dossier de demande d'autorisation d'utilisation des eaux usées traitées auprès de l'Agence de Bassin Hydraulique (Hajiba & Soudi, 2009), de calculer une redevance juste pour l'utilisation de l'eau traitée par les agriculteurs afin d'amortir les infrastructures et donc d'en assurer le pérennité, de créer un manuel d'exploitation pour la station afin que les gestionnaires de celle-ci puissent avoir en main un protocole pour sa bonne utilisation et enfin d'émettre une demande de participation au concours financier proposé par l'ABHT dans le but d'acquérir des systèmes de distribution par goutte à goutte pour les agriculteurs à proximité de la station.

Il paraît également important de prévoir la création future d'un comité de suivi local. En effet, bien que l'ensemble du système de gestion de la station semble fonctionner relativement bien aujourd'hui, la multitude des intervenants impliqués de près ou de loin dans le projet demande la mise sur pied d'un comité. Celui-ci aura ainsi la légitimité de rédiger la convention définissant les rôles et responsabilités de chacun, que nous venons de détailler (Hajiba & Soudi, 2009). Par la suite, via ses réunions, il facilitera surtout la communication entre ses membres et servira de point de pression au suivi des engagements pris précédemment par ceux-ci.

3.2. Comparaison avec le mode de gestion de projets similaires

Grâce à la présence de documents détaillés, plusieurs cas d'école peuvent être utilisés pour analyser et comparer la mise en œuvre de projets de réutilisation des eaux traitées. Parmi ceux-ci, on retrouve le projet de Ouarzazate (1990-1996), le projet de Ben Sergao près d'Agadir (1991-1994) et le projet de Drarga près d'Agadir (1999).

A Ouarzazate, le comité qui gère la station s'appelle : le Comité Technique Local pour la Surveillance du Projet (CTLSP) qui fut créé avec la collaboration des autorités locales et de la Direction Technique Provinciale (DPA). Son rôle est de rassembler ses membres pour prendre la décision de délivrer à tel ou tel agriculteur qui en fait la demande une partie de l'effluent de la station. En cas d'urgence liée à une défaillance du système d'épuration, les membres sont également priés de se rassembler (FAO, 2011). A Drarga, c'est un peu différent. La gestion se fait grâce à l'intervention de l'Amzal, personnalité de la communauté qui gère la distribution de l'eau d'irrigation et qui faisait payer ses services en échange d'une partie du rendement agricole des receveurs de ce même service (FAO, 2011). Cette méthode traditionnelle, dont le fonctionnement est bien ancré et respecté encore aujourd'hui dans l'ensemble de la communauté, fut donc remis à jour pour la gestion et la distribution des eaux usées. La rémunération en nature n'étant plus adaptée au contexte actuel, il fut décidé en réunissant les agriculteurs de la zone de payer l'Amzal soit en lui déterminant un salaire fixe, soit en proposant aux usagers de lui payer une somme supplémentaire au m³ (0.1 Dh/m³) (FAO, 2011)⁸.

A Tidili, le mode de gestion se rapprochera donc davantage à celui de Ouarzazate. En effet, fonctionnant déjà avec un système de comité, il sera plus aisé dans le contexte ici présent d'étendre les attributions de ce dit comité à la distribution des eaux usées traitées plutôt que de créer un nouveau poste à cet usage. Rémunérer un Amzal serait également considéré comme un surcout non nécessaire du fait de la faible quantité d'eau traitée quotidiennement. Néanmoins, le modèle proposé à Tidili n'est pas totalement identique à celui de Ouarzazate qui rassemble-t-elle en un seul comité les tâches de suivi et de gestion. Des tâches qui devraient être séparées entre l'AUEA et l'ATD pour la gestion et un comité de suivi (composé des autorités locales, la province, les ministères, les associations, ...) pour la vérification de l'application efficaces des engagements pris par chacun.

⁸ 10 Dirham marocains = 1 euro

Partie 3 : élaboration d'un calcul économique du m³ d'eau traitée

1. Objectif ciblé

Afin de compléter l'étude établie au point précédent, il paraît intéressant de s'attarder sur la deuxième phase d'action, l'établissement d'une redevance pour l'utilisation de l'eau traitée. En effet, on remarque que le secteur de l'assainissement a du mal à trouver un prix juste pour l'eau au Maroc. Jusqu'à il y a quelques années à peine, les ressources en eau étaient mises à la disposition de leurs utilisateurs de manière gratuite. Peu d'agriculteurs étaient habitués à payer pour leur eau d'irrigation. Cependant, avec l'arrivée de nouvelles infrastructures hydro-agricoles et des problèmes de pollution qui ont amené de nombreuses zones à investir dans des stations de traitement des eaux, l'eau est devenue peu à peu devenue payante.

Payer oui, mais quel coût ? On remarque régulièrement que le coût de l'eau n'est pas adapté, entraînant dès lors bien souvent l'incapacité du secteur à être autosuffisant. Pour que le coût soit adapté, il doit comprendre le coût financier (traitement et distribution) et le coût économique (supplément pour décourager le gaspillage). L'Etat ne peut donc pas laisser le marché trouver un équilibre entre l'offre et la demande car celui-ci ne tiendrait pas compte de la mauvaise allocation des ressources et provoquerait un déséquilibre entre certains utilisateurs. Il faudra donc tenter d'établir en fonction du coût d'exploitation/amortissement et de la valeur qu'on attribue la ressource, un prix juste.

Une fois cela fait, il va falloir faire payer les différents utilisateurs. Pour l'eau dite conventionnelle (eaux de surface ou eaux souterraines), les redevances sont prélevées par différents mécanismes parmi lesquels on peut énoncer :

- Tarifs de l'eau : coût de prélèvement, de stockage et de distribution répercuté sur les usagers,
- Redevance de prélèvement : coût pour les usagers qui consomment de l'eau en grande quantité à la source tels que les industries, les agriculteurs, les services publics, ...
- Redevance de rejet : coût pour les activités polluantes (des contrôles n'étant pas toujours réalisés, elle reste difficile à mettre en place),
- Subvention de l'eau : diminution du coût de l'eau pour les plus pauvres,
- Taxe de pollution sur le principe du pollueur payeur.

Pour la perception des cotisations sur le traitement et la réutilisation des eaux usées, le mécanisme n'est quant à lui pas encore clairement défini. Il pourra donc être répercuté soit sur les producteurs du rejet soit sur l'acheteur ou soit à l'équilibre entre les deux.

Un autre aspect à maîtriser pour qu'un projet de réutilisation des eaux usées puisse être efficace, c'est la récolte d'informations (quantités d'eau offertes, quantités d'eau demandées, qualité, lieux, distribution, ...) avec les outils techniques adéquats mais surtout le partage de ces informations. Sans une communication efficace entre les acteurs et une répartition équitable des tâches, l'ensemble du système est mis en péril. L'objectif ici sera donc d'évaluer le prix du m³ d'eau traité par la station et de proposer un mécanisme de perception de la redevance.

2. Méthodologie appliquée et données récoltées

2.1. Exploration des frais associés à la gestion de la STEP

2.1.1. Définition des coûts inclus dans le bilan

Les coûts cumulés de la ressource, d'administration, de fonctionnement, de maintenance et d'impact environnemental sont généralement pris comme le montant à atteindre pour que le taux de recouvrement soit satisfait. C'est donc seulement sous ces conditions qu'un équilibre sera trouvé et que l'aspect économique de l'utilisation de la ressource sera considéré comme durable. Voici ci-dessous un tableau reprenant les différents frais dont nous venons de parler ainsi qu'une rapide analyse de son niveau de prise en considération au Maroc (Chohin-Kuper et al., 2008) :

Coûts	Inclusion dans le bilan	Explication
Coûts environnementaux	Non	
Coûts d'amortissement	Non	
Coûts de la ressource	En partie	Inclus dans la redevance de prélèvement
Coûts de maintenance	En partie	Mais sous-estimation des coûts de maintenance par rapport à la maintenance préventive

Coût de fonctionnement	Oui	Fixe : Salaire, fonctionnement, administration
		Variable : Energie
Coûts d'administration	Oui	

Tableau 7 : Différenciation des coûts inclus ou non dans le calcul du prix de l'eau (Chohin-Kuper et al., 2008)

En se basant sur cette constatation, on remarque que les frais d'amortissement et environnementaux ne sont quasi jamais pris en compte au sein des prix établis pour les différentes eaux vendues. Aussi, on note que d'autres frais tels que les coûts de maintenance et les coûts de la ressource ne sont eux que partiellement pris en considération. Cette sous-évaluation du prix de l'eau est liée au fait que, les mécanismes de perception des coûts n'étant pas tous opérationnels (exemple de la redevance sur rejet ou encore celle sur pollueur payeur), le cumul des coûts dépasse généralement la capacité des utilisateurs à les couvrir entièrement. Afin d'atteindre un prix qui correspond à la capacité de paiement des utilisateurs, celui-ci est revu à la baisse. Le risque d'une telle démarche est dès lors que lorsque les installations se dégradent, les fonds ne soient pas suffisants pour financer les travaux de remise à niveau.

2.1.2. Recensement de ces coûts dans différents secteurs de l'eau

Jusqu'ici nous nous sommes principalement intéressés à la branche du secteur de l'eau touchant à l'irrigation de petite et moyenne hydraulique (PMH) poussé par l'étude de la situation rencontrée sur la zone de Tidili. Cependant, il existe bien d'autres branches. Parmi celle-ci, on retrouve par exemple : le secteur de l'Alimentation en Eau Potable (AEP), de l'assainissement liquide, de l'irrigation de la Grande Hydraulique (GH) ou encore de l'irrigation privée. Afin de pouvoir avoir une vision plus globale, nous allons étudier, et ce uniquement dans ce point, les prix moyens proposés par chacun de ces secteurs au Maroc. Voici donc un tableau détaillant avec le plus de précision possible l'approche économique des domaines cités ci-dessus :

Secteur	Coût de recouvrement	Estimation du prix	Caractéristiques
AEP (Chohin-Kuper et al., 2008)	Coût d'exploitation	4 Dh/m ³	Insuffisant car recouvrement des coûts d'exploitation même pas atteint (Prix augmentent par tranche)
Assainissement (Chohin-Kuper et al., 2008)	Coût d'exploitation	1.5 à 2.5 Dh/m ³	Insuffisant car coûts d'investissement pas pris en compte (Prix augmentent par tranche)
Irrigation de GH (Benkhadra, Mezquar, & Ackannouch, 2009)	Coût d'exploitation	0.5 Dh/m ³	Insuffisant car -coûts d'investissement pas pris en compte -coûts de fonctionnement élevés car taux d'irrigation faible par rapport à la superficie irriguée
Irrigation de PMH modernes (Aiaouj, Oualatou, & Taghouan, 2001)	Coût fixe d'exploitation, Coût variable en fonction du volume consommé	0.26 à 0.3 Dh/m ³	Insuffisant car seul les coûts variables sont recouverts. Problème d'acceptabilité au niveau du recouvrement des frais d'investissement
Irrigation de PMH traditionnelles (Chohin-Kuper et al., 2008)	Pas de tarification spécifique	/	Utilisation d'eau non régularisée
Irrigation privée (Chohin-Kuper et al., 2008)	Frais de pompage	0.5 Dh/m ³ eaux souterraines 0.14 Dh/m ³ eaux de surface	Suffisant car l'irrigant assure lui-même la maintenance de son système

Tableau 8 : Recensement du prix de l'eau dans les différents secteurs au Maroc (Chohin-Kuper et al., 2008)

2.1.3. Points à réévaluer lors de l'établissement d'un prix pour l'eau

Grâce aux informations apportées par les tableaux précédents, il est possible de proposer ou plutôt de relever des points qu'il serait intéressant de réévaluer lors de l'établissement d'un prix de l'eau en vue de sa perception auprès des utilisateurs.

Premièrement, les coûts environnementaux. Bien souvent, on le voit, les coûts de pollution ne sont pas pris en compte. Comme il a été expliqué précédemment, le manque de budget disponible des institutions étant en charge non seulement de l'imposition de redevances selon le principe de pollueur-payeur (tels que le SEEE, l'ABHT, ...) mais aussi celles responsables du contrôle du respect des règles de rejet (tel que la police de l'eau), pose problème. Sans budget mais également sans législation claire et tranchée à ce sujet, l'intégration des coûts environnementaux se révèle quasi impossible. Les solutions pour en changer ne sont pas simples elles ne le sont plus car elles devront réorienter à la base toute une partie de la législation. On pourrait également considérer le phénomène inverse pour le cas de la réutilisation d'eaux traitées et déduire les coûts environnementaux évités par la diminution de l'application de fertilisant sur les terres agricoles et par la diminution des quantités exploitées au niveau des milieux naturels (eaux de surface et souterraines). Avant que cela ne soit cependant possible et pour que l'idée reste cohérente, il faudrait d'abord une application correcte et efficace de la perception des coûts environnementaux. Grâce à l'argent qu'ils permettraient de récolter, des subventions pourraient être accordées aux agriculteurs utilisant les eaux en sortie de station d'épuration.

Deuxièmement, la redevance sur l'assainissement. Celle-ci consiste à calculer les redevances pour les utilisateurs du réseau d'assainissement en fonction de la charge polluante produite plutôt qu'en fonction des volumes produits (Chohin-Kuper et al., 2008). Cette manière de fonctionner s'intégrant également sous le principe du pollueur-payeur va souffrir des mêmes aléas qu'au niveau des coûts environnementaux. Notons cependant le grand intérêt de ce type de collecte qui permettrait sans aucun doute s'il était appliqué une rentrée considérable de fonds ainsi disponible pour le maintien du réseau en bon état. En effet, en taxant davantage les gros pollueurs tels que les entreprises, on peut d'une part les inciter à réduire leurs émissions de polluants et pas extension protéger l'environnement et d'autre part assurer un apport d'argent supplémentaire et non négligeable aux institutions qui en ont besoin (Chohin-Kuper et al., 2008).

Et troisièmement, la capacité à payer de l'utilisateur. En comparant la facture d'eau avec les revenus des ménages, il est possible de moduler les prix qui leur sont demandés en échange des services d'approvisionnement et de traitement des eaux auxquelles ils ont accès. Or, dans la majorité des cas, cette variable n'est que trop peu prise en compte (Chohin-Kuper et al., 2008). Les calculs sont réalisés numériquement grâce à des formules permettant d'inclure un maximum de coûts sans s'attarder aux résultats qui auraient été établis par une étude de faisabilité auprès des utilisateurs. Cependant, une fois défini et imposé à ces derniers, on note un déclin rapide des estimations de prélèvement. Ne sachant pas payer autant pour cette eau, les citoyens vont d'abord tenter de diminuer au maximum leur consommation avant de stopper tout à fait le remboursement de leurs taxes mensuelles sur l'eau. En plus de la déstabilisation des exploitations agricoles, la surestimation du prix de l'eau peut donc entraîner une sous-utilisation de l'eau voir un abandon total alors préjudiciable à la rentabilité des investissements (Belghiti, 2003).

Dans l'analyse de cette même thématique pour le cas de Tidili, nous tenterons donc au maximum d'intégrer l'ensemble des variables que nous venons de développer. Car nous l'aurons compris, c'est seulement sous cette condition que le bilan économique trouvera un équilibre et le bon fonctionnement du système d'assainissement pourra perdurer dans le temps (Chohin-Kuper et al., 2008). Néanmoins, ne travaillant ici que sur l'aspect réutilisation de l'eau traitée, l'inclusion des coûts de la ressource ou encore des redevances sur l'assainissement ne pourront être prises en compte. Elles pourront cependant être étudiées dans une étude économique complémentaire portant par exemple sur la réévaluation des prix pour l'assainissement ou encore l'accès à l'eau potable.

2.2. Elaboration de tableaux de calculs

2.2.1. Calcul des frais variables

Les frais variables de fonctionnement pour la station de Tidili comprennent plusieurs éléments :

- *Le salaire du personnel* : il ne s'agit ici en fait que d'une seule personne, le gardien de la station. Ne traitant que quelques 66 m³/jour, la station est relativement petite. Le gardien s'occupe donc non seulement des tâches de prévention et de surveillance de dégradation pouvant provenir de l'extérieur mais également de l'entretien du système épuratoire à proprement parlé. Il se charge du

jardinage, de la vérification du bon fonctionnement de la pompe, du relevage des vannes de sortie d'eau et du suivi visuel et olfactif du système épuratoire.

- *La consommation électrique* : elle est uniquement consommée par la pompe de relevage située en début de cycle. Le lagunage à filtre planté faisant partie des systèmes de traitement de type extensif, il sera un très faible consommateur d'énergie électrique. Ajoutons aussi qu'un kit solaire avait été prévu et placé dans l'idée que la station soit autosuffisante énergétiquement mais son installation et sa mise en fonctionnement n'ayant pas encore été faite par un professionnel, la station est raccordée aujourd'hui sur le réseau central. Les kWh consommés sont donc jusqu'à ce jour une charge devant être incluse dans le bilan économique.
- *Le fauchage et l'évacuation des roseaux* : ils doivent être faits une fois par an. Sachant que la superficie totale de l'ensemble des bassins plantés équivaut à 620 m² (Trois bassins de 13m sur 9m et deux autres de 13m sur 9m (INOVAR, 2011d)) et que le service de fauchage a un coût de 3.5 Dh/m² (GAL du pays des Condruses, 2010), le coût total sera calculé via la multiplication de ces deux valeurs.
- *Le curage et l'épandage des boues* : tâches devant être réalisées une fois tous les dix ans. Son prix est calculé au m³ de boue devant être évacué et équivaut à 40 Dh du m³ (SATESE, 2009). Dans le cas de Tidili, ce sont 186 m³ de boue qui devront être évacués à chaque curage (INOVAR, 2011d). Notre tableau reprenant un ensemble de frais annuels, il ne faudra donc pas oublier de diviser le montant total par 10.
- *Le nettoyage du dégrilleur* : rapidement encombré, le dégrilleur devra être nettoyé plus ou moins ½ heure par semaine. Pour calculer le prix de son entretien, il faudra donc multiplier 0.5 par 56 (nombre de semaines dans l'année) puis par 48 (salaire d'un ouvrier à l'heure en Dh). Ici cependant, un gardien étant employé sur le site, il ne sera pas nécessaire de faire appel à un ouvrier pour ce genre de service.

Le calcul proposé pour les frais variables est donc le suivant : (notons cependant que pour permettre une intégration des différents frais, la valeur obtenue devra être divisée par le nombre de m³ traités dans ce même laps de temps)

Frais variables = Salaire du personnel + Fauchage et évacuation des roseaux + Curage et épandage des boues + Nettoyage du dégrilleur + Prix pour les kWh utilisés par la pompe/an

2.2.2. Calcul des frais fixes

Attention, nous nous trouvons ici dans la catégorie des frais fixes. Il faudra donc également diviser les montants obtenus par le nombre de m³ produits d'eau traitée annuellement pour avoir un prix au m³. Au niveau de la composition maintenant des frais fixes de la STEP étudiée, il nous faudra prendre en compte les frais de maintenance et ceux d'amortissement. Pour assurer une certaine clarté au niveau du calcul, ils seront étudiés et explicités séparément dans les paragraphes suivants.

Les chiffres utilisés dans les calculs qui vont suivre proviennent de plusieurs documents issus du bureau d'étude choisi pour ce projet, le bureau INOVAR. La grande majorité vient en fait de deux documents principaux : l'étude de faisabilité du projet (INOVAR, 2011d) et le bordereau des prix (INOVAR, 2011e).

Frais de maintenance

Ils sont calculés selon le montant des investissements pour chaque type de matériaux. Un pourcentage prédéfini selon des tables dans la littérature (INOVAR, 2011d) permet de réaliser une approximation des frais de maintenance engendrés pour chacun d'entre eux annuellement. Répertoriés, ces différentes catégories s'élèvent au nombre de 5. Dans l'étude ciblée au cas de Tidili, l'utilisation de son bordereau de prix a permis de connaître les matériaux qui ont été utilisés lors de la construction et de pouvoir les replacer dans les différentes catégories. Voici quelques exemples spécifiques de matériaux utilisés pour la conception de la station ainsi que leur répartition entre les différentes catégories :

- Les matériaux en inox et en acier galvanisé : panier dégrilleur, coudes, tés, tubes, ...
- Les matériaux des ouvrages de génie civil : regards de contrôle et de répartition en béton
- Les matériaux en PVC : conduites, drains (perforés ou non), siphons, ...
- Les matériaux naturels : géotextile, géomembrane, couches filtrantes et drainantes (sable, gabion et gravier), roseaux, ...
- Les équipements électromagnétiques : kit de pompage et kit solaire

Mais revenons-en aux frais de maintenance. Voici le calcul qui est proposé pour l'exemple des matériaux en PVC :

$$\text{Frais de maintenance} = (\text{Frais d'investissement pour les matériaux en PVC} \times 0.5\%) / \text{nbr m}^3 \text{ eau traitée}$$

Comme explicité ci-dessus, le taux de maintenance correspondant aux éléments en PVC est de l'ordre de 0.5% du montant initial total de l'investissement par an. Il en sera de même pour toutes les autres sections à l'exception des éléments électromécaniques qui, de par leur durée de vie plus restreinte, se voient attribuer un taux de renouvellement de l'ordre de 2.5% de l'investissement par an.

Frais d'amortissement

Ici plutôt que de baser les calculs sur un pourcentage des montants d'investissement, on préférera estimer les frais d'amortissement selon la durée de vie des différents matériaux. Toujours dans cette optique de clarté et de cohérence du calcul. Il faut donc encore une fois fonctionner avec le système de catégorie.

Le calcul proposé ici pour les frais d'amortissement, toujours dans le cas des matériaux en PVC, est :

$$\text{Frais d'amortissement} = (\text{Frais d'investissement pour les matériaux en PVC} / 35) / \text{nbr m}^3 \text{ eau traitée}$$

Encore une fois les calculs ne sont pas les mêmes pour toutes les classifications. Dans le cas du PVC, la durée de vie est estimée à 35 ans. Ce qui est aussi plus ou moins le cas pour les matériaux naturels qui seront compris en fonction de l'un et de l'autre entre 20 et 40 ans. Par contre pour les équipements électromagnétiques, leur temps de fonctionnement s'élèvera à peine à 5 ans (INOVAR, 2011d).

Notons ici deux choses. D'abord que les prix des différents matériaux additionnés au sein de cinq catégories comprennent à la fois le prix de la pièce en tant que telle mais également de sa fourniture, son transport et sa pose. Ensuite que les deux premières catégories ne seront reprises que dans les calculs des frais d'amortissement et de maintenance à long terme, lequel nous avons préféré laisser de côté au profit d'un calcul à moyen terme. Ce choix a été fait dû au fait que l'acier, l'inox et le béton (composé principal des ouvrages de génie civil) sont des éléments qui se dégradent peu et dont le

remplacement est souvent estimé entre 50 et 100 ans. Leur frais de maintenance et d'amortissement seront donc préférablement laissés de côté afin de ne pas surévaluer leur implication dans le prix de l'eau traitée. Les calculs étant faits, l'annexe 4 permettra néanmoins leur consultation.

2.2.3. Etablissement d'un tableau récapitulatif modulable

Grâce aux éléments détaillés de manière extensive dans les deux points précédents, nous pouvons maintenant dresser un tableau récapitulatif, reprenant à la fois les calculs et les montants engendrés par les frais fixes et les frais variables de notre cas. Celui-ci, comme mentionné dans le titre de ce point, peut être modulable directement via la fiche Excel sur laquelle il a été conçu. L'utilité de pouvoir en faire autant fera effet par exemple quand des changements au niveau de la quantité d'eau traitée, de l'ajout d'une pompe supplémentaire pour la distribution de ces eaux ou encore de l'engagement des gestionnaires supplémentaires surviendront. Voici donc ce tableau :

Coûts			
Frais d'amortissement par m³ d'eau			
Amortissement	Matériaux	Durée de vie	Amortissement total
	Matériaux en PVC	35 ans	0.33
	Matériaux naturels	20 à 40 ans	0.14
	Équipement électromagnétique	5 ans	0.27
			0.74
Frais de maintenance par m³ d'eau			
Maintenance	Matériaux	% du coût d'investissement	Maintenance totale
	Matériaux en PVC	0.5	0.06
	Matériaux naturels	0.5	0.02
	Équipement électromagnétique	2.5	0.03
			0.11
Frais variables par an			
Exploitation	Type	Fréquence	Prix total
	Personnel	1X/mois	9600
	Énergie (1dh/kWh)	1X/mois	3600
	Fauchage et évacuation des roseaux	1x/an	2170
	Curage et épendage des boues	1X/10 ans	744
	Visite des regards	1x/semaine	Autoentretien
			16114

Tableau 9 : Récapitulatif des calculs et des montants engendrés par les frais fixes et les frais variables
(Source personnelle)

Attention, certains éléments ne sont pas pris en compte :

- Les matériaux de génie civil dont la durée de vie dépasse de manière générale les 100 ans et les matériaux en inox et acier galvanisé qui eux ont également une longue durée de vie oscillant entre 50 et 100 ans. Comme expliqué un peu avant, cette caractéristique leur permet de n'influencer que très faiblement le bilan économique actuel et d'être dès lors évincé du calcul du prix de l'eau à moyen terme.
- Les coûts des analyses de l'eau car elles sont actuellement réalisées gratuitement par le CNEREE à la suite d'un contrat signé entre la commune, l'AUEA et le CNEREE (voir annexe 5).
- Les coûts d'équipement du réseau de distribution car il va dépendre du système choisi (goutte à goutte ou pas) et du nombre de personnes raccordées. Nous tenterons cependant de le calculer de manière indépendante par la suite.

2.3. Estimation d'un prix pour le m³ d'eau traité

2.3.1. Calcul d'estimation d'un prix de l'eau usée traitée

La dernière partie du calcul consiste maintenant à établir un coût au m³ d'eau traitée en reprenant les différents frais explicités plutôt. Les frais fixes ayant déjà été rapportés au m³ et à l'année, ils n'auront pas besoin d'être modifiés. Par contre pour les frais variables calculés eux annuellement, il faudra les réévaluer sur la base d'un m³. Une fois l'ensemble de ces frais additionnés, le prix final du m³ d'eau sera établi. Dans le cas de la station de Tidili, celui-ci tournera aux environs de 1.52 Dh/m³.

Calcul		
Total frais variables	Dh	16114
Total eaux usées traitée	m ³	24090
Couverture des frais variables	Dh/m ³	0.67
Total frais de maintenance	Dh/m ³	0.11
Total frais d'amortissement	Dh/m ³	0.74
Couverture des frais total	Dh/m ³	1.52

Tableau 10 : Estimation du prix du m³ d'eau traité modulable (Source personnelle)

Grâce au pré-encodage des différentes formules, le tableau qui est présenté ci-dessus pourra être modulé au cours des ans en fonction d'une potentielle modification de tel ou tel frais fixe. Il semble cependant peu probable que de telles modifications aient lieu prochainement. En effet, selon l'étude de faisabilité réalisée par le bureau d'étude INOVAR, la croissance future des infrastructures ne devra pas être appréhendée avant de nombreuses années. Les calculs de dimensionnement ayant été faits sur une base prévisionnelle de la croissance démographique, les infrastructures (et donc les frais qui y sont associés) ne devraient pas être agrandies avant 2025. Quand cela devra cependant être fait, le prix ne devrait pas pour autant être augmenté outre mesure. En effet, les frais (fixes et variables) impliqués par l'agrandissement de la station devraient être compensés par le nombre de m³ d'eau qui sera alors produit. On remarquera aussi en lisant les tableaux suivant que les bassins du deuxième étage ne devront eux pas être modifiés du tout jusqu'à l'horizon de 2035. Voici ci-dessous, le tableau prévisionnel :

Premier Etage de traitement

Désignation	unité	2014	2015	2020	2025	2030	2035
Charge organique surfacique pour l'ensemble des filtres	gDBO5/m2/j	65	65	65	65	65	65
surface totale nécessaire m2	m2/j	644,6	645	744	782	848	925
Temps de filtration	jours	3	3	3	3	3	3
Temps de repos d'un filtre	jours	6	6	6	6	6	6
Surface totale des filtres	m2	322,3	322	372	391	424	463
Nombre de filtres	Unité	3	3	3	3	4	4
Dimensions des filtres:							
Longueur	m	13,4	13	13	13	13	13
Largeur	m	9,2	9	9	9	9	9
surface par filtre	m2	124	124,0	124	124	124	124
surface totale adoptée	m2	372	372	372	391	743,9	743,9
Vérification de la charge organique	gDBO5/m2/j	113	113	130	136,6	74,1	80,8
Lame d'eau par bâchée	cm	4,4	4,4	4,4	44	2,2	2,2
Massif filtrant							
Couche filtrante (gravier fin)	cm	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Couches de transition	cm	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Couche drainante	cm	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Rendement moyen	%	85%	85%	85%	85%	85%	85%
Charge à la sortie DBO5	Kg/j	6	6	7	8	8	9
	mg/l	96	95	89	89	89	92

Tableau 11 : Evolution démographique relié à l'évolution de différents paramètres pour les bassins à filtre plantés à écoulement vertical (INOVAR, 2011d)

Attention, le tableau ci-dessus provenant de l'étude de faisabilité n'a pas été actualisé. En effet, peu avant le projet il a été décidé de réduire le nombre de bassin du deuxième étage à 2 au lieu de 3. Cette constatation n'influence cependant pas les conclusions qui ont été émises jusqu'ici.

Deuxième Etage de traitement		2014	2015	2020	2025	2030	2035
surface nécessaire en m2	m2/j	430	430	496	521	565	617
Temps de filtration	jours	3	3	3	3	3	3
Temps de repos d'un filtre	jours	6	6	6	6	6	6
Surface totale des filtres	m2	215	215	248	261	283	308
Nombre de filtres	Unité	3	3	3	3	3	3
Dimensions des filtres:							
Longueur	m	13	13	13	13	13	13
Largeur	m	9	9	9	9	9	9
surface par filtre	m2	124	124	124	124	124	124
surface totale adoptée	m2	372	372	372	372	372	372
Vérification de la charge organique	gDBO5/m2/j	25,3	25,4	29,3	30,7	33,3	36,4
Lame d'eau par bâchée	cm	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
Massif filtrant							
Couche filtrante (gravier fin)	cm	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Couches de transition	cm	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Couche drainante	cm	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Rendement moyen	%	70%	70%	70%	70%	70%	70%
Charge à la sortie DBO5	Kg/j	1,9	1,9	2,2	2,3	2,5	2,7
	mg/l	28,7	28,4	26,6	26,6	26,6	27,6

Tableau 12 : Evolution démographique relié à l'évolution de différents paramètres pour les bassin à filtre planté à écoulement horizontal (INOVAR, 2011d)

La seule modification potentielle de ce bilan pourrait être l'engagement d'un ouvrier qui viendrait soutenir le gardien dans sa tâche. Il aurait comme plus-value une formation technique centrée sur le fonctionnement de la STEP. Il serait, par exemple, en mesure d'assurer le suivi du traitement et la réalisation des analyses de base indiquant la bonne qualité des eaux à la sortie de la station. Il serait aussi capable de détecter quelconque dysfonctionnement dans une partie du processus, de le résoudre de lui-même ou de lancer l'alerte en cas de problème plus grave. Il pourrait également pendant le reste de la journée s'occuper de la partie sensibilisation/formation des agriculteurs à la bonne pratique de l'utilisation de ces eaux traitées. On l'a vu précédemment, le CNEREE et l'ORMVA sont actuellement en charge de ces deux activités. Néanmoins, c'est seulement en engageant des personnes localement que la communauté pourra s'approprier le projet, le comprendre et apprendre à le gérer de la manière la plus efficace possible.

Sans cette approche, il y a de fortes chances que le projet d'assainissement ne tienne pas le coup. Deux raisons seraient alors à citer, la centralisation des institutions gestionnaires et la théorie des biens communs. Comme évoqué ci-dessus, le CNEREE (responsable des analyses des eaux) et l'ORMVA (responsable de la formation des personnes en charge de la station) sont deux institutions dont l'implication dans le projet de la STEP de Tidili est cruciale. Projet jeune qui attire l'attention, Tidili est évoqué comme un projet modèle dont les bonnes pratiques doivent être divulguées auprès d'initiatives similaires. Mais l'implication non rémunérée de ces deux institutions ne peut malheureusement être présente perpétuellement. Et lorsqu'elles se retireront, si personne n'est formé au niveau de la communauté, il y a de fortes chances que la station se détériore. Aussi, la théorie des biens communs nous enseigne que si les personnes qui sont mises en lien avec un projet n'y sont pas reliées par un contrat (même informel) de responsabilité, elles tendront à profiter au maximum de celui-ci, même si cela implique une détérioration des équipements et par extension le possible arrêt du projet. C'est notamment ce qui s'est passé quelques années après la campagne de construction d'un grand nombre de barrages et de retenues d'eau dans les années 80. On voit la toute là différence entre une initiative conçue pour la population et une initiative conçue par celle-ci. Plutôt que de mettre des belles et grandes infrastructures à la disposition des gens ? pourquoi ne pas plutôt les impliquer dans la construction, Le développement, la gestion et la maintenance de celles-ci ?

2.3.2. Recherche de l'atteinte d'un équilibre pour un prix équitable

Nous avons précédemment établi un prix qui pourrait être proposé aux agriculteurs pour l'utilisation des eaux traitées. A la vue des frais variables, d'amortissement et de maintenance engendrés par l'utilisation de la STEP, on note que le prix proposé est supérieur à celui de l'eau conventionnelle d'irrigation qui lui ne reprenait pour la PMH que les frais variables (1.52 Dh/m³ face à 0.3 Dh/m³). Bien que cette différence puisse sembler énorme, elle peut néanmoins être relativisée grâce à un élément jusqu'alors non pris en compte dans le bilan économique. Il s'agit de l'apport gratuit d'éléments fertilisants présents dans les eaux traitées. Synonyme d'une augmentation notable au niveau des rendements et donc des revenus des agriculteurs, les résidus NPK présents dans l'eau, peuvent donc être quantifiés et décomptés du budget destiné à l'achat de fertilisants. Nous détaillerons cette idée davantage dans le point suivant.

Outre cette variable, il est indispensable de calculer la capacité de paiement des agriculteurs. Sans ce calcul, on risque une sous-utilisation des eaux ou l'abandon pure et simple de l'irrigation

préjudiciable à la rentabilité des investissements et à la déstabilisation des exploitations agricoles. Le prix du m³ d'eau pourra donc être revu à la baisse si nécessaire mais le prix doit représenter le mieux possible les coûts engendrés par la station. On évite aussi qu'en étant trop bas, l'eau soit gaspillée.

En trouvant un équilibre tarifaire et en permettant une mise à niveau des équipements, on s'assure donc que les agriculteurs épargneront le mieux possible l'eau disponible et qu'ils pourront également intensifier leurs cultures. Ce fut le cas dans le périmètre de Loukkos où un rattrapage tarifaire (augmentation des tarifs de l'eau de 21%) combiné à une mise à niveau des équipements ont permis une diminution de 5% de la consommation en eau et une augmentation à 38% de l'intensité culturale (Belghiti, 2003).

- Concernant l'équilibre tarifaire, on sait que le revenu mensuel moyen des ménages est de l'ordre de 1400 Dh/mois (INOVAR, 2011d). Un montant bien inférieur au 2000 Dh/mois établi par le SMIG. Au niveau des dépenses, elles atteignent généralement près de 1340 Dh/mois dont 45 Dh est destiné à l'eau potable et 110 Dh à l'électricité. Pour la plupart des ménages, il reste donc peu de marge disponible pour la rémunération d'eaux traitées qui serviraient à l'irrigation. Notons également que les 1400 Dh/mois ne sont qu'une moyenne. Les chiffres disponibles nous laissent entrevoir que certains ménages font eux vaciller les extrêmes avec des salaires allant de 500 à 3500 Dh/mois. Pour estimer la capacité de paiement des futurs utilisateurs, il faudra dès lors analyser leurs intrants financiers presque au cas par cas. Cependant, bien souvent les ménages disposent de ressources économiques supplémentaires grâce aux revenus de proches travaillant à l'extérieur des douars (INOVAR, 2011d), pouvant ainsi leur permettre par exemple de payer pour l'eau d'irrigation.
- Concernant l'engagement financier, on sait que la pose d'un système de distribution a été évalué à 205 000 Dh par le bureau d'étude INOVAR. Dans ce montant est repris : la conception d'un bassin de stockage ainsi que l'achat de deux pompes de distribution et d'un kit d'équipement d'irrigation (rampe, porte-rampe, gouteur, vannes et accessoires du réseau) (INOVAR, 2011d). De manière objective, on peut dire que le type d'équipement prévu correspond à ce qui peut être attendu pour la distribution de l'eau dans un projet de réutilisation. En effet, le projet de Ourzazate qui avait également souscrit à un système de distribution d'eau pour l'irrigation via le goutte à goutte, avait lui prévu ce genre de matériel. Le matériel acquis était alors composé d'un réservoir de stockage d'eau, des rampes, vannes et gouteurs mais aussi un filtre à sable et un filtre à tamis qui

permettaient d'évacuer un maximum de particules en suspension laissées par la filière de traitement (E.A.U., 2004). Dans le cas de Tidili, si la turbidité est jugée trop importante et entraîne le risque le colmatage du système, ces deux derniers éléments pourraient donc être également intégrés au budget.

En allant un peu plus loin, on se rend compte que l'irrigation par le système de goutte à goutte des exploitations agricoles avoisinants la STEP n'est pas rentable économiquement. En effet, vu le faible débit des eaux épurée (<1l/s) et la surface restreinte de l'exploitation (plus ou moins 2 ha), les coûts d'investissement et d'exploitation engrangés par la pose d'un tel système seraient disproportionnés. La seule option qui resterait possible à cet égard serait l'irrigation par goutte à goutte d'arbres fruitiers, qui demandent peu de terrain et qui réduisent les risques sanitaires de l'utilisation d'eaux traitées (INOVAR, 2011d).

2.3.3. Prise en compte des gains supplémentaires

Pour compléter l'étude, il sera nécessaire d'intégrer les résultats des expérimentations de la doctorante Saloua El Fansi sur le site de Tidili. Grâce à une série d'analyses de sol, il sera possible d'évaluer les gains en fertilisant et par extension les gains sur le rendement liés à l'utilisation d'eaux usées traitées par rapport à de l'eau dite conventionnelle puis d'estimer en fonction des prix du marché les montants économisés en fertilisant et ceux gagnés sur la vente du rendement supplémentaire. Aussi, si l'on décide d'installer un système de goutte à goutte pour les oliviers, on pourra également calculer les montants économisés en eau.

Par la suite, il faudra utiliser ces résultats pour appuyer le calcul du bilan économique car dans la région, il est encore peu commun de payer pour l'utilisation des ressources en eau destinées à l'irrigation. Si les agriculteurs peuvent se rendre compte que des gains conséquents peuvent être réalisés sur leur production, ils seront prêts à investir dans l'achat d'eaux usées traitées. Voici une formule reprenant les différents éléments qui viennent d'être abordés et permettant donc de refléter le prix réel de l'eau sortant de la station d'épuration :

Pour le blé et la luzerne :

$$\begin{aligned} & \text{Prix de l'eau de la station/ha} - \text{Prix de l'eau économisée grâce à une irrigation gravitaire raisonnée/ha} \\ & \text{Prix des fertilisants économisés/ha} - \text{Prix de vente de la production supplémentaire/ha} \\ & = \text{Prix réel de l'eau achetée/ha} \end{aligned}$$

Pour l'olivier :

$$\begin{aligned} & \text{Prix de l'eau de la station/ha} - \text{Prix de l'eau économisée grâce au système de goutte à goutte/ha} - \text{Prix} \\ & \text{des fertilisants économisés/ha} - \text{Prix de vente de la production supplémentaire/ha} \\ & = \text{Prix réel de l'eau achetée/ha} \end{aligned}$$

Et maintenant faisons le test pour le blé :

- Le prix de l'eau de la station/ha. Nous savons que la station de Tidili traite quelques 66 m³ d'eau par jour. Cette quantité permettrait qu'irriguer selon les besoins une des différentes cultures reprises ci-dessous:

Choix de culture possible	Superficie couverte	Besoin en eau/ha
Olivier	2.4 ha	10 155 m ³ /ha
Blé	5 ha	4 815 m ³ /ha
Luzerne	1.8 ha	13 706 m ³ /ha

Tableau 13 : Potentiel d'irrigation des effluents de la station de Tidili (INOVAR, 2011d)

Nous avons cependant décidé précédemment de ne prendre en compte que la culture de blé, une culture adaptée à la qualité microbiologique et physico-chimique des effluents en sortie de station. Pour le cas du blé, le prix de l'eau par ha sera donc de 7 319 Dh. Soit 1.52 Dh du m³ x 4 815 m³/ha.

- Le prix de l'eau économisée grâce à une irrigation gravitaire raisonnée/ha est repris dans le tableau ci-dessous et estime un gain net sur l'eau de 740 Dh/ha.

Culture	Gain net sur l'eau (Dh/ha)	Gain en fertilisant équivalent (Dh/ha)	Gain total (Dh/ha)	Rendement moyen actuel	Rendement escompté
Irrigation gravitaire					
Blé	740	1492	2242	8 à 16 Qx/ha	40 Qx/ha
Mais grain	1588	3614	5140	9 à 15 Qx/ha	50 Qx/ha
Mais fourrager	1568	3572	5140	10 Qx/ha	20 Qx/ha
Irrigation localisée					
Courge	61	1216	1827	5 à 10 T/ha	25 T/ha
Tomate	1553	3542	5095	10 à 15 T/ha	55 T/ha
Pommes de terre	940	2140	3080	Peu pratiquée	35 T/ha

Tableau 14 : Calcul des gains engendrés sur différentes cultures grâce à l'irrigation via des eaux usées traitées (Soudi, Kerby, & Choukr Allah, 2000)

- Le prix des fertilisants économisés/ha est lui aussi repris dans le tableau ci-dessus, qui annonce une économie de près de 1592 Dh/ha.
- Le prix de vente de la production supplémentaire/ha. Le rendement escompté est estimé à près de 25 Tonnes/ha supplémentaires par rapport au rendement moyen actuel. Pour l'année 2016-2017, le référentiel de prix pour la tonne de blé s'élève à 540 Dh. Pour 25 tonnes supplémentaires, le gain serait donc de 13 500 Dh.

Soit un prix réel de l'eau achetée de : $7\,319 - 740 - 1\,492 - 13\,500 = -8\,413$ Dh/ha. En d'autres mots, un gain net de 8 413 Dh/ha sur un blé qui était auparavant produit selon la culture de bour. Il est également fort probable que les conclusions soient similaires pour la culture d'olive et de luzerne. Afin de valider ces résultats, une étude plus poussée devra cependant voir le jour. Sur base d'analyse de terrain, il sera possible de recalculer ce que nous avons appelé le prix réel de l'eau, spécifiquement pour la zone de Tidili. Ce recadrage est une phase importante car les chiffres énoncés ici sont représentatifs de la situation idéale dans laquelle les conditions météorologiques sont adaptées à la croissance des cultures et où les apports en nutriment amenés par les eaux traitées correspondent aux besoins des différentes plantations. Or, il y a très peu de chance que ce soit le cas dans la réalité.

3. Conclusions et recommandations émises

3.1. Conclusions au niveau du projet de Tidili

Grâce aux calculs et tableaux développés dans les points précédents, un bilan économique simplifié a pu être établi. Le prix du m³ d'eau traité actuel a été estimé à 1.52 Dh. Un prix qui reprend toute une série de frais dont les frais variables, les frais d'amortissement et les frais de maintenance. En les classant par fonction (maintenance, gestion, amortissement, ...), on a pu voir quels étaient les éléments qui les influençaient et ainsi prévoir leurs potentielles variations dans le futur. De manière générale, il est probable que les frais variables aussi bien que les frais fixes restent stables au moins jusqu'en 2025 (INOVAR, 2011d). La croissance démographique et donc de la consommation d'eau de la zone étant relativement faible, des agrandissements du processus de traitement ne seront pas nécessaires avant cette date. Le prix au m³ ayant été défini, il serait maintenant intéressant d'évaluer le prix d'équilibre entre utilisateurs et producteurs de cette eau via une série d'enquêtes, tout en travaillant en parallèle sur un plan de sensibilisation des futurs producteurs et consommateurs à l'acceptabilité de la pratique de la réutilisation.

Pour le moment, tant que les législations sont peu précises, le système de redevance proposé ici (Agriculteurs/AUEA) peut fonctionner relativement bien et l'ensemble des coûts peut être couvert par l'achat de l'eau traitée à un prix raisonnable. Cependant, on se doute que la loi va encore évoluer. Pour éviter les abus et favoriser une plus grande visibilité aux yeux de l'Etat, il est à prévoir qu'une partie des rémunérations devra repartir d'une manière ou d'une autre vers une institution de l'Etat. Si l'on prend l'exemple de la vente de l'eau d'irrigation traditionnelle de PMH, la loi 10-95 impose que ce soit l'ABH qui se charge de la collecte de fonds. Celle-ci devant ensuite, pour payer les frais de fonctionnement, en rendre une partie aux gestionnaires des infrastructures et réinvestir la seconde partie dans le domaine agricole via des subventions, des formations, ... (Dadi, 2010). Un fois donc étendue à la situation des eaux usées traitées, la législation pourra y imposer également un tel système. Il faudra dès lors étendre le système de redevance aux ménages qui produisent ces eaux usées et ce afin de faire rentrer des recettes supplémentaires, de les mettre à la disposition de l'ABH qui pourra par la suite les réinvestir dans le secteur agricole.

Un autre point à travailler serait d'établir un bilan comptable simplifié de la station d'épuration afin d'émettre une balance à la fin de chaque mois. Ce bilan reprendrait ce qui entre et ce qui sort du point de vue monétaire tout au long du mois. Une fiche claire et accessible à tous les membres des associations (AUEA et de développement) ainsi qu'à ceux de la communauté.

On pourra également envisager de travailler sur le calcul des gains supplémentaires liés à la diminution de l'utilisation de fertilisant, la diminution de l'achat d'eau conventionnelle pour l'irrigation et par extension, le gain en rendement agricole cette fois spécifiquement pour la culture d'olive.

3.2. Comparaison avec le mode de gestion de projets similaires

Le personnel d'une STEP peut être bien différent d'une station à l'autre. Il peut dépendre du nombre de m³ traités, du type de traitement utilisé, des partenariats existants avec d'autres institutions ou encore des fonds disponibles pour l'embauche d'une ou plusieurs personnes. Dans le cas de Tidili, on l'a vu précédemment, il n'y a qu'une seule personne qui s'occupe de la station : le gardien. Celui-ci est heureusement soutenu techniquement par un partenariat fait avec le CNEREE qui envoie chaque mois un doctorant sur place pour la réalisation des analyses d'eau. Le projet est aussi appuyé par l'aide de l'ATD et de la commune qui peuvent intervenir financièrement lorsque des réparations matérielles doivent être faites.

Cette collaboration multipartite n'est pas toujours le modèle de maintenance choisi. Par exemple, au sein de projet de Ben Slimane, de nombreux acteurs, rattachés directement à la station, se répartissent les différentes tâches suivant un guide d'exploitation. Parmi ceux-ci, on retrouve : un ingénieur (directeur de la STEP), un licencié (chef de labo), deux techniciens (pour l'électricité et pour la mécanique) et deux ouvriers (gardiens) (E.A.U., 2004). Notons quand même qu'à la différence avec Tidili, le volume traité de manière journalière était relativement élevé, allant jusqu'à 4000 m³/jour (E.A.U., 2004). La présence de cette quantité de personnel ne se justifie donc pas dans notre cas, mais l'approche du personnel directement engagé par la station, dont les tâches sont liées et explicitées dans un manuel de gestion, semble intéressante à réinvestir à Tidili dans les prochaines années.

Conclusion générale

Comme l'ont si bien dit Hajiba et Soudi : le grillage entre les usagers agricoles et la STEP n'est pas seulement métallique, il est aussi institutionnel (Hajiba & Soudi, 2009). En effet, nous l'avons expliqué au sein de ce travail, la mise en place d'un projet de réutilisation en irrigation des eaux épurées ne doit pas être considérée comme une simple mise à disposition d'eaux traitées auprès des agriculteurs. Qui dans ce cas de figure, ne comprenant pas le fonctionnement d'un tel projet, ne s'y intègrent pas et finissent par le laisser à l'abandon. Un phénomène qui se répète malheureusement bien souvent au Maroc au niveau des stations d'épuration mais pas seulement. Rappelons-nous du retour d'expérience de la campagne de construction de barrages sous Hassan II, dont un grand nombre, à peine quelques années plus tard, avaient été endommagés suite à un manque d'entretien. Une conclusion qui à première vue, reflète le problème du financement des institutions étatiques qui en sont responsables mais qui nous permet également de comprendre le lien fort entre ces instances et les usagers de l'eau. Peu impliqués dans les premières phases de conception des projets liés à l'hydraulique, ces acteurs ont du mal à en comprendre l'importance ainsi que leur rôle à jouer au niveau de la bonne gestion et la pérennisation de ceux-ci. C'est dans cette optique de durabilité des infrastructures que nous avons tenté, au sein de ce travail, de mettre en avant la fonction cruciale des utilisateurs de l'eau. Nous avons vu que pour qu'une station d'épuration telle que celle de Tidili puisse perdurer dans le temps et qu'un projet de réutilisation puisse en découler, il fallait passer méthodologiquement par différentes phases.

D'abord, on a vu qu'il fallait une volonté politique qui s'exprimait en ce sens. Une série de textes législatifs clairs et cohérents ainsi qu'une liste d'actions concrètes et spécifiques aux différentes parties prenantes sont indispensables. Pour cela, les organisations tant gouvernementales que non gouvernementales doivent se relayer les informations de niveau en niveau passant du local, au régional, au national. Nous l'avons vu tout au long de ce travail, ce point est constamment remis à jour et les législations tentent d'être toujours au plus proche de la réalité de terrain. Malgré cela, on remarque que ce n'est pas toujours le cas. De part et d'autre cela bloque. Soit au niveau des législateurs qui, de par leur proximité avec les pays européens, préfèrent parfois se baser sur des normes européennes existantes pour établir les normes marocaines alors qu'elles demanderaient à être recalibrées, réadaptées au contexte local. Soit au niveau des organisations locales qui, perdues dans la dispersion

des textes relatifs à la législation, préfèrent en ignorer certaines obligations plutôt que d'entamer des négociations avec les instances supérieures concernant l'applicabilité des différentes normes au terrain.

Ensuite, on a expliqué qu'une demande en eaux traitées devait s'exprimer. Nous l'avons vu, il existe bien des manières de valoriser l'eau qui a été épurée (irrigation, arrosage des espaces verts, arrosage des golfs, réinjection dans la nappe, réinjection dans l'oued, ...). Pour Tidili, le choix s'est porté sur l'irrigation de cultures agricoles. Une décision qui peut sembler logique face aux besoins propres au contexte rural dans lequel se trouve la commune étudiée mais qui ne peut cependant pas être laissée au hasard. En effet, cette étape ne peut être dictée que par les futurs utilisateurs eux-mêmes. Grâce à la réalisation d'une série d'interviews, la réponse à cette question peut ainsi être trouvée mais plus important encore, les populations peuvent se sentir impliquées et écoutées dans un projet relativement technique qu'elles peuvent ainsi commencer à appréhender. C'est une première manière d'inclure les familles avoisinantes à la STEP et de leur permettre de devenir un acteur à part entière de la construction de celle-ci. Pour faciliter par la suite les rapports avec les autres acteurs concernés par le projet, ils devront s'organiser institutionnellement sous forme, le plus souvent, d'AUEA. Bien que ce ne soit pas la seule forme de gouvernance possible, le système de l'association des utilisateurs de l'eau en agriculture de Tidili (et collaboration avec l'ATD) semble être la forme d'organisation la plus compétente à la réalisation de toute une série de tâches relatives à la gestion de la station d'épuration.

Enfin, on a insisté sur le fait qu'il fallait veiller à adapter les exigences de traitement à l'usage final de ces eaux. Un fois l'option de réutilisation choisie, il faudra définir le type de traitement qu'il requiert. Pour le cas de Tidili, dont les agriculteurs voisins à la station cultivent uniquement l'olivier, le blé et la luzerne, la qualité requise pour l'eau traitée doit être selon le référentiel de catégorie A ou B. C'est ainsi que lors du choix de la filière de traitement, c'est le lagunage naturel à filtre planté qui a été retenu. Pour correspondre à l'usage final des eaux, les exigences de traitement sont donc importantes mais, comme nous l'avons également vu, les exigences économiques le sont tout autant. Faire correspondre pour la ressource, un prix à la fois acceptable pour le futur utilisateur à un prix qui couvre l'entièreté des frais (fixes et variables) engendrés par la station, n'est pas une chose facile. Or, c'est pourtant une tâche indispensable qui doit être réalisée de manière consciencieuse et précise. Pour Tidili, il a donc été émis une proposition de prix calculé sur base d'un bilan économique reprenant les coûts de maintenance et de fonctionnement de la station. Un montant, qui a par la suite, été comparé aux revenus des ménages puis remis en perspective au sein d'une analyse des gains potentiels pouvant être réalisés grâce à l'utilisation des eaux usées. (INOVAR, 2011f)

Face aux pressions quantitatives et qualitatives sur la ressource en eau, ne faisant malheureusement que s'accroître dans la plupart des pays du globe, le Maroc a choisi d'orienter une de ses stratégies d'atténuation vers la réutilisation des eaux usées. Précurseur dans le domaine, le projet que nous venons de décrire montre donc le potentiel hydrique existant pour l'agriculture au niveau des eaux usées traitées. Une stratégie qui peut se révéler payante si elle suit scrupuleusement une série de prérequis que nous venons de redétailler rapidement. Afin d'étendre encore davantage les bénéfices d'un tel projet, on peut soulever le point de la communication et de la diffusion des bonnes pratiques. Rarement disponible pour le grand public, les conclusions soutirées de la mise en fonction de projet d'assainissement/réutilisation font également rarement l'objet de la création d'un support de dissémination des acquis et de l'approche d'exécution. Or ceux-ci sont d'une importance indéniable au florissement d'initiatives similaires durables de part et d'autre du pays. C'est dans cette idée que la dernière annexe fut créée. Encore au stade d'ébauche, elle pourra être complétée au fur et à mesure de la mise en place des dernières étapes du projet et servir ainsi de référence au développement de projets similaires. Placée au cœur d'une problématique mondiale et donc reflet d'enjeux globaux, la réutilisation des eaux usées ne peut être appréhendée uniquement comme stratégie d'atténuation locale. Elle doit être diffusée le plus largement possible et ce afin permettre l'accès à un droit fondamental, celui de l'accès à l'eau.

Bibliographie

- AHT GROUP AG - RESING. (2016a). *Elaboration de la Convention GIRE du Bassin Haouz-Mejjate : Analyse du scénario tendanciel.*
- AHT GROUP AG - RESING. (2016b). *Elaboration de la Convention GIRE du Bassin Haouz-Mejjate: Actions d'amélioration pour la gestion intégrée des ressources en eau.*
- Aiaouj, I., Oualatou, F., & Taghouan, B. (2001). *Arrêté conjoint du ministre de l'agriculture, du développement rural et des eaux et forêts, du ministre de l'économie, des finances, de la privatisation et du tourisme et du ministre de l'équipement n° 1350-01 du 20 rabii II 1422 (12 juillet 2001) fixant le montant de la redevance supplémentaire destinée à couvrir les frais de pompage dans les périmètres d'irrigation ou elle est applicable. Arrêté conjoint interministériel* (pp. 1–2).
- Belghiti, M. (2003). La tarification de l'eau au Maroc: principes pratiques et acquis. *HTE*, n°125, 55–64.
- Benkhadra, A., Mezquar, S., & Ackannouch, A. (2009). *Arrêté conjoint du ministre de l'agriculture et de la pêche maritime, du ministre de l'économie et des finances et de la ministre de l'énergie, des mines, de l'eau et de l'environnement, n°2451-09, du 27 ramadan 1430 (17 septembre 2009) fixant le prix du mètre cube d'eau applicable dans les périmètres d'Irrigation. Arrêté conjoint interministériel* (pp. 1–2).
- Brahim, S., Benosmane, F., Xanthoulis, D., & Mahi, M. (2009). *Présentation du Guide Technique de la Réutilisation des Eaux Usées Epurées - Atelier sur l'assainissement, l'épuration et la réutilisation des eaux usées.* Agadir.
- Camus, G. (2014). L'eutrophisation. Retrieved July 25, 2017, from <https://planet-vie.ens.fr/content/eutrophisation>
- Chaudier, J. (2016). Maroc : la croissance industrielle impactée par la pénurie d'eau. www.usinenouvelle.com/. Retrieved July 24, 2017, from <http://www.usinenouvelle.com/article/maroc-la-croissance-industrielle-impactee-par-la-penurie-d-eau.N384932>

- Chohin-Kuper, A., Sahili, M., Bouignane, A., Mizane, L., Strosser, P., & El Madan, M. (2008). *Tarification de l'eau et recouvrement des coûts dans le Bassin du Sebou*. Sebou.
- CNRTL. (n.d.). OUED : Définition de OUED. Retrieved July 23, 2017a, from <http://www.cnrtl.fr/definition/oued>
- CNRTL. (n.d.). DOUAR : Définition de DOUAR. Retrieved July 25, 2017b, from <http://cnrtl.fr/definition/DOUAR>
- CNRTL. (n.d.). SEGUA : Définition de SEGUA. Retrieved July 25, 2017c, from <http://cnrtl.fr/definition/segua>
- Dadi, M. (2010). *L'évaluation de la possibilité de réutiliser en agriculture l'effluent traité de la commune de Drarga*. Sherbrooke.
- Djama, N. (2015). Maroc : croissance urbaine, démographie, régions... quatre points à retenir du dernier recensement. www.usinenouvelle.com/. Retrieved July 24, 2017, from <http://www.usinenouvelle.com/article/maroc-croissance-urbaine-demographie-regions-quatre-points-a-retenir-du-dernier-recensement.N324782>
- Douguedroit, A., & Messaoudi, A. (1998). *Rendements du blé dur et de l'orge en culture «bour» dans le Maroc du Centre-ouest. Méditerranée* (Vol. 88). Persée - Portail des revues scientifiques en SHS. Retrieved July 25, 2017, from http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/medit_0025-8296_1998_num_88_1_3030
- Driss, B. (2015). *Gestion de l'eau en agriculture irriguée au Maroc*.
- E.A.U. (2004). *Projet PREM : Réutilisation des eaux usées en irrigation*. Rabat.
- Enseeiht. (2003). Paramètres d'analyse de l'eau. Retrieved July 20, 2017, from <http://hmf.enseeiht.fr/travaux/CD0304/optsee/bei/5/binome5/paraman.htm>
- El Fansi, S. (2016). *Tableaux des paramètres relevés lors d'une campagne d'analyse sur la station de Tidili*. Marrakech.
- FAO. (2011). *Projet de renforcement des capacités sur l'utilisation sans danger des eaux usées en agriculture*. Bonn.
- Filali, A. (1990). *Dahir n° 1-87-12 du 21 décembre 1990 portant promulgation de la Loi n° 02-84 relative aux associations d'usagers des eaux agricoles*. (pp. 1–35).

- Filali, A. (1995). *Dahir n° 1-95-154 du 18 rabii I 1416 (16 août 1995) portant promulgation de la loi n° 10-95 sur l'eau*. Dahir (pp. 1–31).
- GAL du pays des Condruses. (2010). Lagunage ou micro-station ? Retrieved July 24, 2017, from <http://www.galcondruses.be/index.php/eau/23-lagunage-ou-micro-station->
- El Ghadraoui, A., & El fathi, S. (2013). *Réutilisation Des Eaux Usées Traitées En Fertigation*. Université Cadi Ayyad, Marrakech.
- Glossaire de bactériologie. (n.d.). UFC. Retrieved July 25, 2017, from <http://www.microbes-edu.org/glossaire/detail.cfm?cle=542>
- Haddani, H. (2015). *Rapport Campagne d'échantillonnage des eaux usées de la STEP de Chichaoua*. Caddi Ayyad.
- Hajiba, B., & Soudi, B. (2009). *Traitement et réutilisation des eaux usées au Maroc: Enjeux, opportunités, contraintes et issues stratégiques. Atelier sur l'assainissement, l'épuration et la réutilisation des eaux usées*. Agadir: ONEP, GTZ.
- Heck, J. P. (1977). *La pollution des nappes aquifères : Enquête relative à la pollution éventuelle de la nappe aquifère contenue dans les craies du Plateau de la Hesbaye par les pratiques agricoles et les eaux de ruissellement des autoroutes*. (Service de la Science du Sol, Ed.). Gembloux.
- Hudson, N. W. (1990). *Conservation des sols et des eaux dans les zones semi-arides*. Bedford: FAO. Retrieved July 24, 2017, from https://books.google.be/books?id=QbfAMpGFe1gC&pg=PA6&lpg=PA6&dq=MAROC+pays+semi+aride&source=bl&ots=JWH_FM5kCu&sig=O2WDRtoW3rulrRnOtMaZFiQNvAw&hl=fr&sa=X&ved=0ahUKEwjf68ff9qHVAhWC1RoKHbBwDjMQ6AEISTAF#v=onepage&q=MAROC+pays+semi+aride&f=false
- Idrissi, Y. A., Alemad, A., Aboubaker, S., Daifi, H., Elkharrim, K., & Belghyti, D. (2015). Caractérisation physico-chimique des eaux usées de la ville d' Azilal-Maroc, 11(3), 556–566.
- INOVAR. (2011a). *Etude de faisabilité du projet d'assainissement et de réutilisation dans la zone de Tidili*. Massira.
- INOVAR. (2011b). *Estimation des prix d'étude*. Marrakech.

- INOVAR. (2011c). *Coûts des travaux*. Marrakech.
- INOVAR. (2011d). *Etude du projet d'assainissement liquide et de reutilisation des eaux epurees dans la zone de tidili commune rurale de tidili mesfioua province d'al haouz*. Massira.
- INOVAR. (2011e). *Bordereau des prix pour le réseau d'assainissement, la step et le kit de pompage*. Massira.
- INOVAR. (2011f). *Dossier du Consultation pour l'Appel d'Offres Restreint Etude PAREUZT 26*.
- Jettou, D., Belfkih, M. A., & Filali, A. (1998). *Décret n°2-97-875 du 6 chaoual 1418 (4 février 1998) relatif à l'utilisation des eaux usées. Décret interministériel* (pp. 1–59).
- JICA, MATEE, & ABHT. (2007). *Etude du plan de gestion intégrée des ressources en eau dans la plaine du Haouz Royaume du Maroc: Rapport intermédiaire*.
- Khalid, E. L. G. (2010). *Bilan de la politique de l'eau au maroc*.
- MEF. (n.d.). *Stratégie de développement agricole: le Plan Maroc Vert*. Retrieved July 24, 2017, from <https://www.finances.gov.ma/fr/pages/stratégies/stratégie-de-développement-agricole--le-plan-maroc-vert.aspx?m=Investisseur&m2=Investissement>
- Météo-France. (2015). *Le système climatique (fonctionnement, composantes)*. Retrieved July 24, 2017, from <http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/comprendre-le-climat-mondial/le-systeme-climatique>
- Neumuller, M. (2012). *L'agriculture manque d'eau autour de Marrakech*. Retrieved July 25, 2017, from http://www.econostrum.info/L-agriculture-manque-d-eau-autour-de-Marrakech_a9813.html
- OMS. (2012). *Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères*. Genève.
- Réquier-desjardins, M. (2009). *Chapitre 4 - lutter contre la désertification*.
- SATESE. (2009). *Le curage des lagunes*.
- Secrétariat de l'Etat chargé du développement durable. (2015). *Valeurs limites spécifiques de rejet applicables aux déversements d'eaux usées des agglomérations urbaines*. Rabat.
- SEEE. (2007). *Normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation*. Rabat.

- Soudi, B., Kerby, M., & Choukr Allah, R. (2000). Réutilisation des eaux usées en agriculture au niveau des petites et moyennes communes. Directives générales et expérience pilote de la commune de Drarga. *Programme Nationale de Transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA)*, N° 67(Rabat), 1–4.
- USAID. (2006). *Guide Methodologique pour la Realisation de Projets Pilotes de Traitement et de Reutilisation de eaux Usees Domestiques*. Rabat.
- USAID. (2011). *Projet d’assainissement et de réutilisation des eaux usées dans la zone de Tidili - Province du Haouz*.