

L'ÉVALUATION DE LA POSSIBILITÉ DE RÉUTILISER EN AGRICULTURE
L'EFFLUENT TRAITÉ DE LA COMMUNE DE DRARGA

Par

El Mehdi Dadi

Essai présenté au Centre Universitaire de Formation en Environnement en vue de
l'obtention du grade de maître en environnement (M.Env.)

CENTRE UNIVERSITAIRE DE FORMATION EN ENVIRONNEMENT
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Sherbrooke, Québec, Canada, avril 2010

IDENTIFICATION SIGNALÉTIQUE

L'ÉVALUATION DE LA POSSIBILITÉ DE RÉUTILISER EN AGRICULTURE L'EFFLUENT TRAITÉ DE LA COMMUNE DE DRARGA

El Mehdi Dadi

Essai effectué en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M.Env.)

Sous la direction d'Alain Berrouard

Université de Sherbrooke

Avril 2010

Mots clés : eaux usées, infiltration-percolation, impacts environnementaux, impacts socio-économiques, réutilisation d'eaux usées, valorisation des boues.

La réutilisation des eaux usées traitées peut constituer une alternative importante à l'usage des eaux propres et fraîches dans le secteur agricole, notamment dans un pays comme le Maroc, où l'irrigation utilise jusqu'à 90 % des eaux consommées. Cet essai a pour but d'évaluer l'impact de cette réutilisation. L'effluent de la station d'épuration de la commune de Drarga, une commune qui connaît un déficit hydrique, a été choisi pour cette étude. L'évaluation identifie les impacts positifs et négatifs de la réutilisation sur la société, l'économie et l'environnement. En effet, l'efficacité de la station de traitement et la réutilisation de l'effluent sont les deux éléments évalués. Plusieurs recommandations techniques et socio-économiques sont identifiées pour mieux favoriser tous les avantages soulevés pendant l'évaluation. L'essai comporte aussi le calcul du gain économique en eau pour certaines cultures et le gain financier par la vente de l'effluent traité et des boues compostées.

SOMMAIRE

Le Maroc est un pays où la disponibilité des ressources en eau est un facteur déterminant dans le développement du secteur agricole qui est la base de l'économie marocaine. Les précipitations, les barrages hydro-électriques, les cours d'eau et les eaux souterraines alimentent quotidiennement les terres agricoles. Or, ces ressources en eau ont connu dans les dernières décennies une baisse de leur volume, à cause des conditions naturelles de plus en plus difficiles, de l'absence de politiques de gestion au plan institutionnel et du manque de sensibilité auprès des utilisateurs d'eau, notamment les agriculteurs. En effet, cette pression menée sur les ressources en eau a eu des répercussions sévères sur le secteur agricole dans plusieurs régions du Maroc et, en conséquence, sur l'économie, dont celle de la région de Souss Massa, où est située la commune de Drarga.

Afin de mieux contourner cette problématique et faire face à ce stress et déficit hydrique, le Secrétariat d'État marocain, chargé de l'eau et de l'environnement, avec certains organismes internationaux tels que United States Agency for International Development (USAID), ont élaboré des programmes et stratégies dans le secteur de l'eau. Ayant comme objectif la gestion et la protection des ressources en eau, ces stratégies ont visé principalement la construction de plusieurs projets d'assainissement. Un de ces projets est la station d'épuration de la commune de Drarga qui a comme objectif le traitement des eaux usées et la réutilisation de l'effluent traité pour l'irrigation agricole. Cependant, depuis plusieurs années, la réutilisation des eaux usées est perçue comme une pratique qui pourrait amener des risques sur la santé publique des agriculteurs et des consommateurs.

Le présent essai a pour objectif d'évaluer l'impact de cette réutilisation des eaux usées traitées de la commune, non seulement sur la santé publique, mais notamment sur l'environnement, l'économie et d'autres critères sociaux. Afin de mieux évaluer si l'impact est positif ou négatif une pondération a été attribuée à tous les éléments analysés. Cette méthode a permis d'identifier les principales faiblesses qui peuvent nuire à la concrétisation des objectifs préétablis lors de la mise en place du projet. Cet essai a aussi aidé à faire ressortir les principaux avantages qui peuvent découler d'une réutilisation des eaux usées épurées dans le domaine agricole.

L'élimination de la pollution, selon les normes marocaines de traitement, et l'irrigation par l'usage des eaux usées traitées selon les normes de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) permettront une très grande protection de toutes les composantes de l'environnement. Le choix d'une méthode d'épuration moins coûteuse, efficace et l'assurance du financement assurera une durabilité économique aux opérations de la station. La décision des agriculteurs face à l'acceptation ou au refus de l'usage des eaux usées traitées peut provoquer, d'une part, un échec total, parce que tous les avantages ne peuvent pas être générés, et d'autre part, leur acceptation assurera une protection de l'environnement par la préservation des ressources en eau, un développement économique, car la disponibilité de l'eau d'irrigation améliorera les rendements agricoles, par la suite, l'économie d'une commune composée généralement d'agriculteurs et, finalement, un développement social, en raison de la création d'emplois et l'amélioration du niveau de vie dans la commune. En effet, en vue d'assurer les impacts positifs et éliminer ceux qui sont négatifs, une série de recommandations et de calculs a été élaborée. Il s'agit de la sensibilisation des agriculteurs aux différents avantages environnementaux et socio-économiques de la réutilisation, l'identification des mécanismes de recouvrement des coûts de gestion de la station et le calcul des retombées économiques qui vont être générées.

Finalement, le présent essai propose un organisme qui s'occupera et organisera les opérations de vente des eaux traitées auprès des agriculteurs. Il s'agit de l'Agence du bassin hydraulique de Souss Massa (ABHSM) qui, en plus de la gestion des revenus, pourra organiser les ateliers nécessaires à l'exécution des principales recommandations.

REMERCIEMENTS

J'aimerais remercier mon directeur, M. Alain Berrouard qui m'a aidé tout au long de mon essai. Son expérience, ses réflexions et ses nombreux commentaires m'ont permis de bien avancer dans ma rédaction.

Je tiens également à remercier à la fois toute l'équipe du Centre universitaire de formation en environnement, mais spécialement, Mme Bénédicte Thérien, ma responsable pédagogique. Grâce à ses conseils précieux, j'ai pu poursuivre mon programme de maîtrise sans difficulté.

Je tiens à remercier également Mme Louise Lehouillier pour son implication et son orientation, qui m'ont permis à mieux m'organiser dans ma vie personnelle et aussi académique.

J'adresse aussi un remerciement à Mme Linda Pépin pour sa relecture du travail final.

Mes remerciements vont aussi à tous mes amis qui m'ont encouragé et soutenu, spécialement, Moulay El Mehdi Ettouhami, Rachid Abi et Imane Lehmami.

Je voudrais aussi remercier mes parents et ma sœur pour leur support financier, moral et affectif inconditionnel.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de mon projet.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
1. RÉUTILISATION DES EAUX USÉES ET L'AGRICULTURE	4
1.1 Définition	4
1.2 Historique	5
1.3 Problématique des eaux dans les pays en développement	6
2. ENJEUX DE LA RÉUTILISATION DES EAUX USÉES	8
2.1 Enjeux environnementaux	8
2.2 Enjeux économiques	9
2.3 Enjeux sociaux	10
3. PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE	12
3.1 Localisation	12
3.2 Caractéristiques géographiques	13
3.3 Population	13
3.4 Activités économiques de la commune de Drarga	13
3.5 Ressources en eau	14
3.5.1 Bassin de Souss	14
3.5.2 Nappe de Souss	14
3.6 Contraintes de la gestion de l'eau dans le bassin de Souss	15
4. EAUX USÉES DE LA COMMUNE DE DRARGA	18
4.1 Problématique de l'eau au Maroc	18
4.2 Potentiel d'eau usée au Maroc	18
4.3 Traitement des eaux usées au Maroc	20
4.4 Station de traitement des eaux usées de Drarga	21
4.4.1 Description de la station d'épuration	22
4.4.2 Performance de la station d'épuration de la commune de Drarga	28
5. ÉVALUATION DE LA RÉUTILISATION DES EAUX USÉES	30
5.1 Normes de la réutilisation des eaux usées	30
5.1.1 Normes de l'OMS	30
5.1.2 Contexte réglementaire marocain	32
5.2 Évaluation de l'impact de la réutilisation des eaux usées	33

5.2.1 La méthodologie _____	33
5.2.2 Critère environnemental _____	35
5.2.3 Critère économique _____	36
5.2.4 Critère du social _____	37
5.3 Impact sur l'environnement _____	37
5.4 Impact sur l'économie _____	40
5.4.1 Calcul du gain économique en eau _____	42
5.5 Impact sur le social _____	44
5.6 Représentation des résultats d'analyse _____	46
6. ÉVALUATION CRITIQUE ET RECOMMANDATIONS _____	48
6.1 Évaluation critique environnementale et socio-économique _____	48
6.2 Recommandations environnementales _____	50
6.2.1 Oxygénation _____	50
6.2.2 Maintenance de la roselière _____	50
6.2.3 Récupération du méthane _____	51
6.2.4 Valorisation des boues _____	51
6.3 Avantages de la réutilisation et recommandations socio-économiques _____	52
6.3.1 Avantages environnementaux _____	53
6.3.2 Avantages économiques _____	53
6.3.3 Avantages sociaux _____	54
6.3.4 Sensibilisation des agriculteurs _____	54
6.3.5 Recouvrement des coûts _____	57
CONCLUSION _____	61
RÉFÉRENCES _____	64
ANNEXE 1 POPULATION, IRRIGATION ET RESSOURCE EN EAU DISPONIBLE EN 2002 _____	71
ANNEXE 2 BILAN DE LA NAPPE DU SOUSS EN Mm³ _____	73
ANNEXE 3 LA QUALITÉ DE L'EAU RECOMMANDÉE PAR L'OMS _____	75
ANNEXE 4 LES NORMES MAROCAINES DE LA QUALITÉ DES EAUX DESTINÉES À L'IRRIGATION _____	77
ANNEXE 5 LA LISTE DES ÉQUIPEMENTS IMPORTÉS DES ÉTATS UNIS _	79
ANNEXE 6 GRILLES D'ÉVALUATION D'IMPACT _____	81
ANNEXE 7 L'INTÉRPRÉTATION DE L'IMPACT _____	85

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

Figure 1.1	Les projections calculées par le FAO du stress hydrique et de la pénurie dans plusieurs régions du monde en 2006 _____	7
Figure 3.1	Le découpage administratif de la région de Souss Massa Drâa _____	12
Figure 3.2	Le bassin de Souss _____	15
Figure 3.3	Évolution des prélèvements d'eau pour l'irrigation à partir de la nappe de Souss _____	16
Figure 4.1	Évolution des quantités en eau disponibles par habitant et par an en comparaison avec certains pays de la Méditerranée _____	18
Figure 4.2	Évolution de la population du Maroc en milieux rural et urbain _____	19
Figure 4.3	Évolution des rejets annuels des eaux usées au Maroc _____	19
Figure 4.4	Schéma descriptif de la station de traitement des eaux usées de Drarga _____	23
Figure 4.5	Les voies métaboliques de l'azote pendant le traitement des eaux usées _____	26
Figure 4.6	Schéma d'une roselière individuelle _____	27
Figure 5.1	Représentation graphique des résultats de l'évaluation d'impact _____	47
Tableau 3.1	Population légale de la commune rurale de Drarga _____	13
Tableau 3.2	Apport annuel en eau pour chaque bassin _____	14
Tableau 3.3	Répartition des eaux de la nappe entre l'irrigation et l'alimentation en eau potable et industrielle _____	15
Tableau 4.1	Stations d'épuration du Maroc en 1994 _____	20
Tableau 4.2	Situation des stations d'épuration au Maroc _____	21
Tableau 4.3	Performance de la station d'épuration de Drarga _____	28
Tableau 5.1	Directives concernant la qualité microbiologique des eaux usées utilisées en agriculture _____	31
Tableau 5.2	Exposition et risques de contamination par les composés chimiques qui se trouvent dans les eaux d'irrigation _____	32
Tableau 5.3	Grille d'évaluation d'impact _____	35
Tableau 5.4	Grille d'évaluation de l'impact sur l'environnement _____	39
Tableau 5.5	Coûts de gestion de la station d'épuration en \$/an _____	40
Tableau 5.6	L'épargne économique due à la réutilisation des eaux traitées en \$/ha _____	42
Tableau 5.7	Grille d'évaluation de l'impact sur l'économie _____	43
Tableau 5.8	Grille d'évaluation de l'impact sur la société _____	46
Tableau 6.1	Les rentrées financières des mécanismes de recouvrement _____	59

LISTE DES ACRONYMES, DES SYMBOLES ET DES SIGLES

\$	Dollars Canadien
ABHSM	Agence du Bassin Hydraulique de Souss Massa
CF	Coliformes fécaux
DBO	Demande biologique en oxygène
DCO	Demande chimique en oxygène
Dh	Dirham marocain
Eq-H	Équivalent habitant
ha	Hectare
HCP	Haut Commissariat au Plan
Kg	Kilogramme
Kg/j	Kilogramme par jour
m ²	Mètre carré
m ³	Mètre cube
MES	Matières en suspension
Mm ³	Million de mètres cubes
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONEP	Office National de l'Eau Potable
PED	Pays en voie de développement
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
t/an	Tonne par an
USAID	United States Agency for International Development

INTRODUCTION

L'agriculture est considérée comme l'un des principaux piliers du développement socio-économique au Maroc. En 2001, 46,6 % de la population demeure en milieu rural, où l'activité principale est l'agriculture (Ambassade de France au Maroc, 2007). De même, il existe une forte corrélation entre le PIB agricole et le PIB total avec une contribution qui varie entre 15 et 20 % (Haimoud, 2008). En fait, durant les années 1999 et 2000, l'économie marocaine a chuté parce qu'une forte sécheresse a frappé le pays conduisant ainsi à une importante baisse du PIB agricole (Ambassade de France au Maroc, 2007).

Depuis le 20^e siècle, la production agricole est influencée par la disponibilité des ressources d'eau. Toutefois, certains facteurs climatiques et d'autres d'origine humaine, tels que la croissance démographique, l'urbanisation rapide non contrôlée, le développement du secteur industriel et l'utilisation agressive de l'eau propre dans l'irrigation agricole ont tous augmenté la pression sur les ressources naturelles d'eau, pénalisant ainsi l'agriculture et le revenu des agriculteurs (FAO, 2007).

Au Maroc, l'irrigation demeure l'instrument le plus approprié pour développer le secteur agricole. Depuis l'indépendance du Maroc, en 1956, et jusqu'à nos jours, cette pratique reste un moyen privilégié par l'État en vue du développement du secteur agricole (Debbarh, 2004). Cependant, l'irrigation est attachée à plusieurs contraintes dont la plus importante est la disponibilité des eaux de surface et des eaux souterraines. En effet, si une région connaissait un déficit hydrique, cette pratique risquerait d'être abandonnée par les agriculteurs et aurait comme effet de faire diminuer la production agricole. Les agriculteurs cherchent d'autres alternatives aux eaux propres afin d'irriguer leurs cultures et d'augmenter leurs rendements agricoles.

La réutilisation des eaux usées est l'une de ces alternatives qui pourrait être fiable et très bénéfique pour l'irrigation et, en même temps, pour l'agriculture. En fait, les eaux usées peuvent être une alternative à l'utilisation des eaux propres dans l'agriculture, en laissant l'eau fraîche servir à d'autres utilisations, dont l'alimentation en eau potable (OMS, 1989). En effet, les avantages environnementaux et socio-économiques de cette réutilisation ne peuvent se concrétiser que si ces eaux traversent une station d'épuration qui assurera l'élimination de tous les éléments susceptibles de porter atteinte à l'environnement et à la santé publique.

Le présent essai, intitulé « *L'évaluation de la possibilité de réutiliser en agriculture l'effluent traité de la commune de Drarga* », s'inscrit dans cette optique. Il a comme objectif principal d'évaluer les impacts des eaux usées traitées de la station d'épuration sur l'agriculture de la commune de Drarga, située au sud du Maroc. D'autres objectifs sont aussi visés dans ce travail : l'identification des enjeux de la réutilisation des eaux usées, la présentation de la problématique de la gestion des eaux d'irrigation, l'explication des principes de traitement par la méthode d'infiltration-percolation, l'évaluation des impacts socio-économiques et environnementaux de la réutilisation des eaux épurées dans le but d'établir des recommandations afin de minimiser les risques qui sont identifiés par l'évaluation.

En effet, afin d'atteindre ces objectifs, il est important de donner une brève définition des eaux usées et de tous les types de pollution qui existent, tels que les pollutions chimique, organique et microbiologique. Ensuite, une présentation de la problématique des eaux dans les pays en voie de développement est présentée afin de voir de près la nécessité de trouver d'autres alternatives à l'eau propre, surtout dans le domaine agricole.

Ensuite, les différents enjeux environnementaux, économiques et sociaux sont abordés. Cela permet de connaître les principaux avantages et inconvénients de cette pratique sur le milieu naturel et les ressources en eau, la rentabilité des agriculteurs, l'agriculture et sur la population. Ensuite, dans la présente étude, il est question de la zone étudiée : la localisation géographique, la population, les principales activités économiques et, finalement, le portrait hydrique. Ce portrait présente toutes les ressources en eau qui se trouvent dans la région, ce qui permet d'évaluer la problématique à laquelle l'agriculture doit faire face.

À l'étape suivante, il est question des principes du traitement utilisé par la station d'épuration de la commune. Toutefois, il est primordial d'avoir d'abord une idée de la situation des eaux usées au Maroc, soit le potentiel de production de ces eaux et les modes d'épuration adoptés par les différentes stations du pays. Ensuite, les différents acteurs responsables du projet de la station sont abordés. Suit l'explication des étapes de traitement à l'aide d'illustrations et d'équations qui facilitent la compréhension des différents principes utilisés.

À l'étape subséquente, il est question de l'évaluation de l'impact de la réutilisation des eaux usées traitées. Tout d'abord, il est important de connaître les normes de la réutilisation des

eaux usées établies par l’OMS, et des normes marocaines, pour savoir si la qualité de l’effluent de la commune est conforme à la réutilisation. Ensuite, une grille d’évaluation est élaborée à partir d’un modèle d’analyse des projets d’assainissement dans un contexte de développement durable qui a été fait par le conseil général de Val-de-Marne. Cette évaluation est faite selon trois critères : l’environnement, l’économie et le social. En outre, tous les résultats qui sont obtenus grâce à la grille sont discutés et présentés sous forme d’un radar qui permet de déterminer le critère qui subit le plus d’impacts.

Enfin, le dernier chapitre est divisé en deux parties. La première partie s’intéresse à l’évaluation critique des impacts de la réutilisation définis par la grille pour chaque critère, tandis que la deuxième présente les différentes recommandations utiles pour concrétiser les différents avantages environnementaux et socio-économiques qui ont été déterminés durant la phase d’évaluation.

1. RÉUTILISATION DES EAUX USÉES ET L'AGRICULTURE

1.1 Définition

En milieu urbain, les eaux usées sont générées quotidiennement par les ménages, les institutions, les commerces et les industries. Toutefois, leurs caractéristiques changent en fonction du type d'utilisation. En fait, les eaux usées domestiques se caractérisent par la présence de composés azotés, de micro-organismes, de produits pharmaceutiques, de graisses et de détergents. Cette composition hétérogène peut donc impliquer à la fois différents types de pollution, dont : les pollutions organique, chimique, physique et microbiologique.

- **La pollution organique**

La pollution organique s'exprime par la demande biochimique en oxygène (DBO). Exprimée en mg/l (Chevalier, 2005), la DBO présente la quantité de composés organiques biodégradables par les micro-organismes (Olivier, 2007a). En fait, la biodégradation est un processus qui se déroule souvent en présence d'oxygène. En effet, plus l'eau est polluée en matière organique, plus les micro-organismes demandent de l'oxygène. Généralement, on mesure cette demande dans les laboratoires pendant cinq jours, d'où l'appellation : DBO₅ (Olivier, 2007a).

- **La pollution chimique**

Quant à la pollution par des matières non biodégradables, il faut calculer la demande chimique en oxygène (DCO). Cette fois, à la place des micro-organismes, on a des oxydants forts qui nécessitent, eux aussi, la présence d'oxygène pour compléter leurs réactions avec les polluants. Donc, lorsqu'on calcule une DCO élevée, cela indique que l'eau comprend des polluants chimiques. Comme la DBO₅, la DCO est exprimée en mg/l (Olivier, 2007a). La DCO mesure également la pollution organique. En fait, la DBO représente la portion biodégradable de la matière organique alors que la DCO représente l'ensemble de la matière organique (ou presque). La pollution chimique est surtout reliée à la présence de composés toxiques comme des résidus de médicaments, pesticides, solvants, etc., ainsi qu'à la présence de métaux lourds.

- **La pollution physique**

La couleur, la température et l'odeur sont toutes des indicateurs de la pollution physique d'une eau. Les modifications de ces paramètres sont généralement liées à la présence de matières en suspension (MES) qui affectent la qualité de l'eau, notamment la turbidité de l'eau. En fait, les MES sont des substances solides avec des diamètres variant en fonction de la grosseur des particules. En effet, une eau polluée très turbide est souvent trop chargée de matières en suspension.

- **La pollution microbiologique**

Cette pollution est en lien avec la présence de microorganismes vivants présents dans l'eau polluée et pouvant affecter la santé humaine, tels que : les bactéries, les virus, les parasites, etc. Dans le domaine du traitement des eaux, les coliformes fécaux (CF) sont les microorganismes les plus considérés dans la détection de la contamination pathogène. Leur présence est exprimée souvent en nombre de UCF/100 ml (C.E.A.E.Q, 2005).

1.2 Historique

La réutilisation des eaux usées pour des fins agricoles n'a pas commencé hier, il s'agit d'une pratique qui date de plusieurs milliers d'années. À l'époque, certains pays d'Asie utilisaient les matières fécales et l'urine comme amendement aux sols agricoles. Ainsi, entre les 17^e et 19^e siècles, certains pays de l'Europe ont commencé à réutiliser les eaux usées dans l'irrigation des cultures, sachant que le gouvernement de Londres était l'un des premiers à obliger le rejet des eaux usées dans des canaux construits à cette fin (Chevalier, 2005). Or, l'exploitation des eaux usées dans l'agriculture est devenue une pratique fréquente dans certains pays, comme l'Australie, l'Amérique du Nord et le Mexique, vers la fin du 19^e siècle, et jusqu'à nos jours (Khouri and al., 1994).

Dans le passé, cette réutilisation des eaux usées n'a pas été sans impact. L'effet négatif sur la santé humaine a conduit, au début du 20^e siècle, à la construction des premières stations de traitement des eaux usées pour réduire l'impact des eaux rejetées dans le milieu naturel, surtout dans les pays industrialisés (Chevalier, 2005). Toutefois, en 1950, dans les pays au

climat aride, où les ressources en eau sont moins disponibles, la réutilisation des eaux usées a trouvé un milieu favorable pour compenser le manque de précipitations (Khouri and al., 1994).

1.3 Problématique des eaux dans les pays en développement

En plus de son rôle vital dans la vie humaine, l'eau joue un rôle très important dans le développement économique de plusieurs pays, où l'agriculture est considérée comme une activité dominante et primordiale. Actuellement, certains pays vivent un état économique critique, car les ressources en eau sont de plus en plus rares. Cette situation délicate est due principalement au manque d'une gestion intégrée des ressources en eau (Fernandez et al., 2004). Toutefois, il n'y a pas que la mauvaise gestion de l'eau qui est responsable de cette situation, mais aussi d'autres facteurs comme : l'intensité de l'irrigation agricole, la croissance démographique et les changements climatiques qui exercent également une grande pression sur les ressources en eau.

Certains pays en développement (PED) connaissent une croissance démographique élevée, ce qui les oblige à augmenter leur activité agricole pour répondre aux besoins à la fois alimentaires et économiques. Cette agriculture intense a engendré des impacts significatifs sur l'environnement, surtout dans les pays où l'agriculture irriguée et la surexploitation des ressources en eaux souterraines sont très présentes. En fait, l'agriculture est une activité qui demande de l'eau en grande quantité, sachant que les prélèvements faits par elle, atteignent en moyenne 63 % des eaux prélevées pour l'ensemble des usages (résidentiel, agricole et industrie). L'agriculture peut même utiliser jusqu'à 90 % des eaux consommées dans certains pays méditerranéens (annexe 1) (Fernandez et al., 2004).

De plus, l'usage de l'eau dans d'autres secteurs comme la production énergétique et industrielle, peut aggraver la situation en rendant l'eau agricole de moins en moins disponible. En réalité, l'eau n'est pas totalement rare dans ces pays, elle est simplement mal répartie. Les pays d'Amérique latine ont 31 % des ressources mondiales d'eau douce, soit 12 fois plus d'eau par personne que les habitants de l'Asie du Sud (PNUD, 2006). En effet, on distingue trois situations critiques en ce qui concerne la disponibilité de l'eau. Premièrement, lorsqu'il y a moins de 1700 m³ d'eau disponibles par habitant par an, on parle d'un stress hydrique. Deuxièmement, avec moins de 1000 m³/personne/an, on parle d'une pénurie d'eau, tandis

qu'une quantité de moins de 500 m³/personne/an représente une pénurie absolue (PNUD, 2006). Actuellement, plusieurs pays vivent soit un stress ou une pénurie qui, selon les experts, ont plus d'impacts lorsqu'ils sont soutenus par des conditions climatiques rudes et fermes, comme dans le cas des climats arides et semi-arides. Le graphique de la figure 1.1 montre des projections qui prévoient un stress hydrique et une pénurie, surtout dans l'Afrique subsaharienne et dans les États arabes.

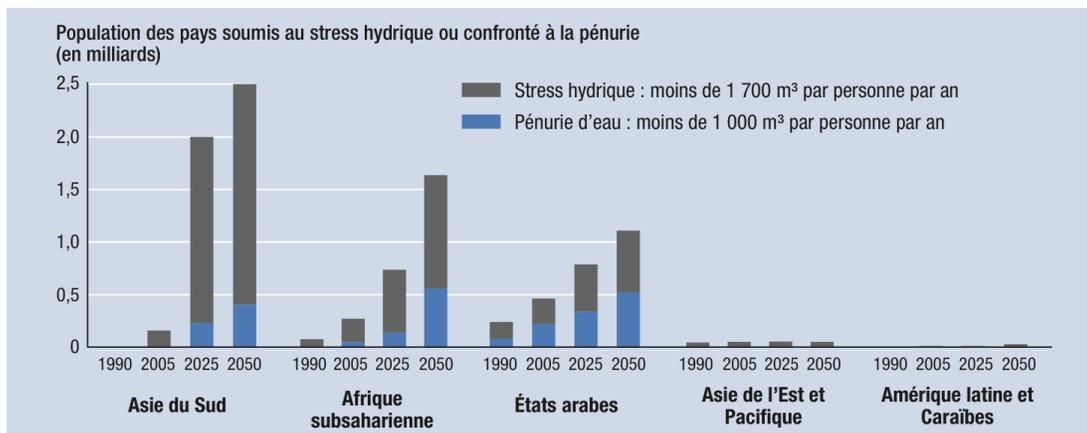


Figure 1.1 : Les projections calculées par le FAO du stress hydrique et de la pénurie dans plusieurs régions du monde en 2006. Tirée de PNUD, 2006, p. 136.

Donc, afin de préserver les ressources en eau, certains pays, dont le Maroc, devront trouver des alternatives aux eaux propres, surtout dans le secteur agricole où la consommation est très forte. Dès lors, la réutilisation des eaux usées après leur traitement apparaît comme une solution qui peut réduire la pression par les autres besoins ou usages, qu'ils soient : domiciliaire, industriel ou énergétique.

2. ENJEUX DE LA RÉUTILISATION DES EAUX USÉES

2.1 Enjeux environnementaux

De par leur charge en différents types de polluants, les eaux usées rejetées directement dans le milieu naturel constituent un risque sur les ressources naturelles et l'environnement. Néanmoins, une fois épurées adéquatement, les eaux usées pourraient être une source d'eau pour les secteurs connus pour leur forte consommation d'eau, comme l'agriculture.

Dans les régions arides et semi-arides, les variations dans les précipitations accompagnées par des périodes de sécheresse successives engendrent des impacts à long terme sur la disponibilité des eaux pour les agriculteurs (Khouri and al., 1994). Pour cela, d'un point de vue quantitatif, les eaux usées sont une source d'eau toujours disponible étant donné que la consommation d'eau propre ne s'arrête pas. En effet, les eaux usées traitées peuvent assurer l'équilibre du cycle naturel d'eau et préserver les ressources en réduisant les rejets néfastes dans le milieu naturel (Bouchet, 2008).

En fait, le recyclage des eaux usées traitées permettrait de générer une grande quantité d'eau qui serait disponible pour le secteur agricole. En 2005, la ville de Milan, en Italie, a pu irriguer 22 000 hectares de cultures maraîchères grâce à une usine de réutilisation des eaux usées ayant une capacité de 345 000 m³/j (Lazarova et Brissaud, 2007). Dans la même optique, le gouvernement espagnol a adopté, en 2000, un plan dont l'objectif est le recyclage des eaux usées pour l'irrigation des parcours de golfs (300 golfs), à cela s'ajoute 408 millions de m³ déjà réutilisés dans le domaine de l'environnement (Lazarova et Brissaud, 2007). En effet, cette approche de recyclage des eaux usées permettrait d'encourager la construction d'infrastructures de traitement de la pollution, ce qui engendrerait un impact positif sur le milieu récepteur à long terme. En plus, la construction de ces infrastructures limiterait la construction de réservoirs d'eau et de barrages, ce qui minimiserait les impacts négatifs de ces grands aménagements hydrauliques sur l'environnement.

L'usage des eaux usées traitées pour l'irrigation peut également aider à améliorer les rendements agricoles à cause de certains composés résiduels présents dans les eaux après leurs traitements. Généralement, ces eaux sont riches en certains éléments nutritifs et en matières organiques comme l'azote minéral, l'azote organique, le phosphore et les micronutriments.

Ces derniers sont importants à la fois pour augmenter la fertilité et la structure du sol et la productivité agricole (MAAARO, 2009). Cela permettrait de remplacer, en partie, l'usage d'engrais minéraux.

2.2 Enjeux économiques

En plus des avantages environnementaux, les eaux usées épurées pourraient avoir un impact économique positif sur les agriculteurs. À la suite de la forte demande d'eau dans le secteur agricole, l'acheminement de l'eau traitée vers les champs agricoles diminuerait les incidences négatives causées par l'utilisation d'eaux propres en irrigation. En fait, l'irrigation peut avoir une incidence sur l'économie des agriculteurs pauvres, surtout lorsque l'égalité d'accès aux terres et à l'eau est absente, en plus des coûts élevés des ouvrages de transfert et de pompage d'eau agricole (FAO, 2005). Dès lors, les eaux traitées pourraient diminuer toutes ces dépenses et rendraient l'irrigation moins coûteuse et à la portée des agriculteurs locaux, ce qui leur permettrait d'investir leur argent dans la diversification des cultures et de s'orienter vers une agriculture à grande valeur ajoutée et plus durable. Cela augmenterait aussi la valeur foncière des terrains irrigués, en assurant des bénéfices économiques importants aux agriculteurs. Même les responsables de l'assainissement et du traitement des eaux pourraient bénéficier du prix de vente de l'eau traitée et des produits dérivés au lieu de la rejeter directement dans le milieu naturel (Lazarova et Brissaud, 2007).

D'autre part, l'agriculture est un secteur connu aussi par sa forte consommation d'engrais chimiques et minéraux dont le but principal est d'augmenter la récolte. Actuellement, le marché des engrais connaît une hausse des prix qui a commencé en 2007 avec l'augmentation de la demande d'engrais dans certains pays d'Asie, comme la Chine et l'Inde, et dans les pays de l'Amérique du Sud à cause de plusieurs facteurs dont principalement : la croissance économique, le changement des modes de consommation, l'augmentation de la production animale et la production des fourragères (Triferto, 2008). À cela s'ajoute la fabrication de biocarburants. Cette augmentation des prix des engrais pourrait ainsi avoir un impact sur la rentabilité des agriculteurs, s'ajoutant à cela les coûts de l'utilisation d'eau fraîche. Pour cette raison, le remplacement des engrais par une source de nutriments moins coûteuse, comme les eaux usées traitées, est vu comme une solution prometteuse. Cette source, riche en phosphore, en azote, en potassium et en macronutriments essentiels à la croissance des plantes, pourrait

jouer le même rôle que l'engrais, selon la concentration de ces éléments dans l'eau, le type de culture et le niveau de fertilité des sols (Janssen and al., 2005). En conséquence, la réutilisation des eaux usées traitées pourrait limiter et même éliminer l'utilisation des engrais chimiques dans l'irrigation en réduisant toutes les dépenses impliquées par cet usage.

2.3 Enjeux sociaux

Bien que la réutilisation des eaux usées traitées ait été appliquée et bien acceptée depuis plusieurs décennies dans les régions rurales et urbaines de certains PED à cause de la croissance démographique, elle a toujours soulevé des questions socioculturelles (Al Khateeb, 2001). Dès lors, une variation dans les croyances, les coutumes et les valeurs peut influencer l'acceptabilité culturelle de cette nouvelle source d'eau. L'appui du public est un enjeu déterminant dans les projets de gestion de l'eau, surtout dans les pays où les sources d'eau sont disponibles et abondantes (Marsalek et al., 2002), d'où l'importance de concevoir un système de communication et de sensibilisation pour les personnes impliquées dans cette réutilisation (Marsalek et al., 2002).

La santé publique est aussi un enjeu important à tenir en compte, étant donné que plusieurs risques ont été identifiés lors de la réutilisation des eaux usées en irrigation, surtout lorsque ces eaux ne respectent pas les normes de réutilisation établies, ayant pour objectifs la protection de la santé humaine. Les eaux usées contiennent plusieurs micro-organismes pathogènes qui pourraient se retrouver dans l'effluent final qui sera réutilisé pour irriguer les cultures destinées à la consommation humaine. Certains risques ont un impact à court terme, selon la fréquence, le type et la durée de contact entre l'environnement, l'homme et l'animal, et un impact à long terme qui augmente avec l'utilisation continue des eaux usées (Toze, 2005).

Par ailleurs, la réutilisation des eaux usées traitées a montré plusieurs avantages. En fait, l'irrigation par ces eaux a permis d'augmenter la récolte des légumes chez des personnes pauvres n'ayant pas les moyens d'acheter du poisson et de la viande. En conséquence, cette augmentation a engendré un impact positif sur la diététique de la population et sur le revenu des agriculteurs (Agunwamba, 2001).

À l'échelle institutionnelle, la réutilisation des eaux usées pousserait les responsables à améliorer la réglementation environnementale et à adopter de nouvelles politiques de gestion

de l'eau afin de protéger l'environnement et la santé publique contre les répercussions négatives des usages non contrôlés des eaux usées brutes.

3. PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

3.1 Localisation

Drarga est une commune rurale située dans la région de Souss Massa Draa, l'une des 16 régions du Maroc. Cette région est caractérisée par une localisation géographique très importante, puisqu'elle est limitée à l'Est par l'Algérie, qui est un pays connu par sa richesse en ressources naturelles tels que le gaz naturel et le pétrole, à l'Ouest par l'Océan Atlantique, au Nord par la région de Tadla Azilal, qui est une région fortement agricole, et au Sud par le Sahara marocain (Portail national du Maroc, 2006). Cette région, qui couvre une superficie d'environ 70 880 km², soit 9,9 % de la superficie totale du Maroc, est divisée en deux préfectures et cinq provinces, comme indiqué à la figure 3.1. On trouve : la grande division administrative d'Agadir, appelée la Wilaya d'Agadir, qui comprend les circonscriptions administratives où les préfectures d'Agadir Ida Outanane, d'Inzegane Ait Melloul et la province de Chtouka-Ait Baha, ainsi que les provinces de Tiznit, Taroudant, Ouarzazate et Zagora (Portail national du Maroc, 2006).



Figure 3.1 : Le découpage administratif de la région de Souss Massa Drâa. Tirée de wikipedia, 2008.

La commune rurale de Drarga fait partie de la préfecture d'Inzegane Ait Melloul (figure 3.1) située à 17 km au Sud Est de la préfecture d'Agadir Ida Outanane, sur la route nationale numéro 8 qui lie la ville d'Agadir à la ville de Marrakech (Commune de Drarga, 2009).

3.2 Caractéristiques géographiques

La commune rurale de Drarga occupe une superficie de 216 km², dont 60 % de la région est formée de montagnes, et l'autre 40 % de la région est composé de plaines qui s'étendent sur le côté nord de la rivière Souss. En ce qui concerne le climat, à cause du côté océanique à l'Ouest, du Sahara au sud et du nord montagneux de la commune, le climat varie entre semi-continental à tempéré en progressant vers la plaine, selon les courants maritimes qui proviennent de l'Océan (Commune de Drarga, 2009). Quant au couvert végétal, il est composé principalement d'arbres.

3.3 Population

Selon le dernier recensement général de la population et de l'habitat organisé par le Haut Commissariat au Plan, en 2004 (HCP : un organisme gouvernemental marocain responsable des recensements et des statistiques), on compte dans toute la commune un total de 37 114 habitants (tableau 3.1), dont une population rurale de 20 044 habitants et une population de 17 071 habitants qui vivent au centre de Drarga (HCP, 2005).

Tableau 3.1 : Population légale de la commune rurale de Drarga. Inspiré de HCP, 2005, p. 24.

La commune rurale	Nombre de ménages	Population
Drarga	6910	37 114
Centre de Drarga	3306	17 070
Population rurale	3304	20 044

3.4 Activités économiques de la commune de Drarga

Les principales activités économiques de la commune de Drarga sont de 3 types : agricole, industriel et commercial.

L'agriculture est l'activité dominante de toute la région Souss Massa Drâa ainsi que dans la commune de Drarga. Dans la région, on distingue deux principaux types d'agriculture : l'agriculture dite « classique », qui touche la majorité des agriculteurs à cause de leur niveau de vie moyen et de l'utilisation des techniques agricoles moins coûteuses. Le second type d'agriculture, dit « moderne », est destiné à la commercialisation (Commune rurale de Drarga, 2009).

Quant à l'industrie, c'est un secteur qui est en développement dans la commune. À l'heure actuelle, seule l'industrie de transformation des produits des carrières et sablières est présente.

Pour sa part, le commerce est une activité liée aux besoins des citoyens. On y trouve donc des commerces de détail des produits de consommation, comme : les épiceries, les boucheries et autres produits alimentaires. Il existe aussi des commerces de vêtements, de matériaux de construction, etc. (Commune rurale de Drarga, 2009).

3.5 Ressources en eau

La commune rurale de Drarga est alimentée par le bassin versant de Souss, comme ressource en eau de surface, et par la nappe de Souss, comme ressource d'eau souterraine.

3.5.1 Bassin de Souss

Le bassin de Souss fait partie des cinq principales ressources en eau de surface dans la région de Souss Massa avec un apport annuel en eau qui atteint 437 Mm³, ce qui constitue 65 % des ressources en eau de surface de la région (tableau 3.2). Les autres bassins sont : le bassin de Massa (21 %), le bassin de Tiznit-Adoudou (2 %), le bassin de Sidi Ifni (1 %) et les bassins côtiers atlantiques de Tamri et Tamraght (7 %). En plus du bassin de Souss, les autres bassins se caractérisent par des irrégularités dans les précipitations interannuelles, ce qui influe par la suite sur les apports en eau dans la région (ABHSM, s. d.).

Tableau 3.2: Apport annuel en eau pour chaque bassin. Tiré d'ABHSM, s. d.

Bassins	Souss	Massa	Tamraght	Tamri	Tiznit	Sidi ifni
Apport annuel en Mm ³	437	138	25	50	10,6	6,15

3.5.2 Nappe de Souss

Le bassin hydrogéologique de la nappe de Souss est limité par le Haut Atlas, au nord, et l'Anti-Atlas, au sud. Cette nappe occupe une superficie de 4150 km² et débouche dans l'Océan Atlantique (figure 3.2). La profondeur de la nappe varie entre 150 m et 500 m, selon les formations géologiques retrouvées dans les différentes parties de la région de Souss Massa (ABHSM, 2005).

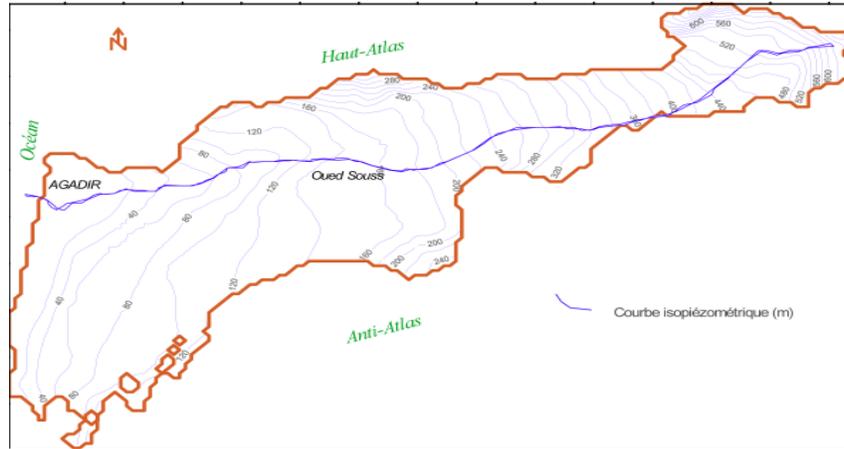


Figure 3.2 : Le bassin de Souss. Tirée d'ABHSM, 2005, p. 4.

3.6 Contraintes de la gestion de l'eau dans le bassin de Souss

Des études ont été effectuées sur les ressources en eau par les organismes responsables de la gestion de l'eau. Ces études ont révélé des résultats démontrant des aspects contraignants concernant la disponibilité d'eau pour les usages agricoles en pleine expansion.

En fait, l'irrigation agricole prélève à elle seule 95,5 % des eaux de la nappe face à 4,5 % utilisées par l'alimentation en eau potable et l'usage industriel (tableau 3.3). En fait, les prélèvements d'eau pour l'agriculture n'ont fait qu'augmenter au fil des années en raison de l'intensification agricole. Or, le volume prélevé par le domaine agricole est passé de 366,6 Mm³ en 1976 à 516 Mm³, en 2003 (figure 3.3) (ABHSM, 2005).

Tableau 3.3 : Répartition des eaux de la nappe entre l'irrigation et l'alimentation en eau potable et industrielle. Tiré d'ABHSM, 2005, p. 7.

Nappe	Irrigation			AEPI		
	Nombre d'exploitations agricoles	Nombre de points d'eau	Prélèvements Mm ³ /an	Nombre d'entités	Nombre de points d'eau	Prélèvements Mm ³ /an
Souss	7034	8597	608	513	545	28,7

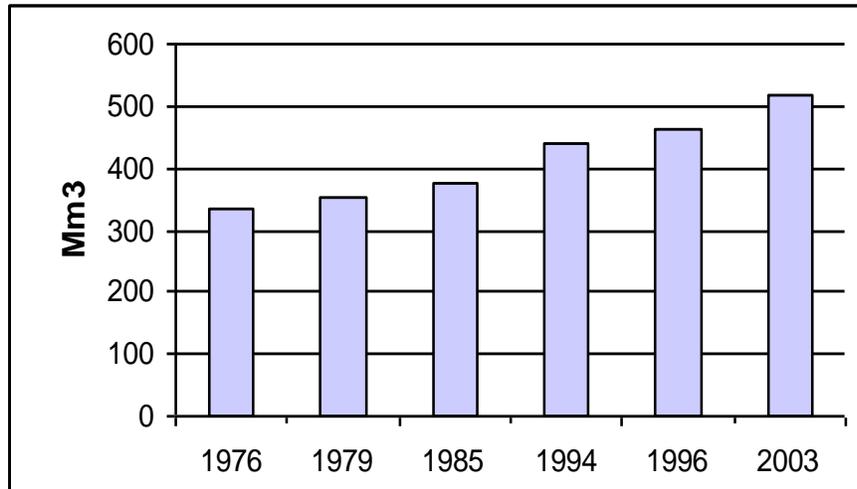


Figure 3.3 : Évolution des prélèvements d'eau pour l'irrigation à partir de la nappe de Souss. Tirée d'ABHSM, 2005, p. 8.

Toutefois, ce problème de prélèvement n'est pas seulement lié à la surexploitation agricole qui ne cesse d'augmenter : déjà, les apports annuels en eau sont insuffisants pour combler la demande en matière d'irrigation. De plus, l'utilisation des technologies modernes de pompage aggrave davantage la situation. Dès lors, on se trouve avec un bilan annuel négatif de l'ordre de 228 Mm³ (ABHSM, 2005), ce qui n'est plus souhaitable pour l'économie de la région qui est basée principalement sur l'agriculture (annexe 2).

En conséquence, cette exploitation non contrôlée de la nappe, avec les apports en eau insuffisants, accompagnés de longues périodes de sécheresse, ont causé une diminution des réservoirs d'eau non renouvelables (ABHSM, 2005). Si on continue à vider ces réserves d'eau souterraine sans prendre en considération les principaux problèmes et sans essayer de trouver d'autres alternatives aux eaux d'irrigation, on portera atteinte à la fois à l'environnement, à la population et à l'économie qui dépend principalement de la disponibilité de ces eaux.

Donc, afin de réduire la pression sur les ressources en eau, il faudra utiliser d'autres types d'eau pour éviter une pénurie d'eau dans les horizons de l'an 2020. En effet, la réutilisation des eaux épurées pourrait bien remplir cet objectif, même si cet usage ne peut se faire qu'au niveau des communes et des villes qui possèdent des stations d'épuration sur leur territoire. Or, au niveau de la commune de Drarga, une station d'épuration est en fonction depuis 2002, dont l'eau traitée pourrait bien servir à diminuer ce risque de pénurie. En revanche, les eaux de

la station ne pourront pas résoudre la problématique à grande échelle, mais la réussite de cette expérience locale pourrait encourager les autres stations à penser à la réutilisation des eaux traitées, ce qui peut amener des impacts positifs sur tout le bassin.

4. EAUX USÉES DE LA COMMUNE DE DRARGA

4.1 Problématique de l'eau au Maroc

Le Maroc est l'un des pays reconnus pour son important stress hydrique. Le pays se dirige vers une situation de pénurie d'eau à l'horizon de 2020 (figure 4.1). En fait, la disponibilité de l'eau varie entre 180 m³/hab/an dans les zones pauvres en eau, comme la région de Souss Massa, et 1850 m³/hab/an dans les régions riches en eau, comme la région méditerranéenne (Jemali et Kefati, 2002). Cette répartition inégale des ressources en eau entre les différents bassins est due principalement au climat régional et surtout à l'irrégularité des précipitations.

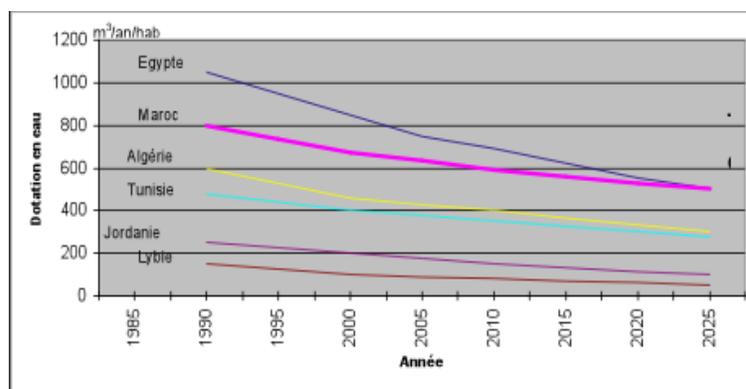


Figure 4.1 : Évolution des quantités en eau disponibles par habitant et par an en comparaison avec certains pays de la Méditerranée. Tirée de Jemali et Kefati, 2002, p. 7.

4.2 Potentiel d'eau usée au Maroc

Pendant le 20e siècle, le Maroc a connu une croissance démographique très importante (figure4.2),

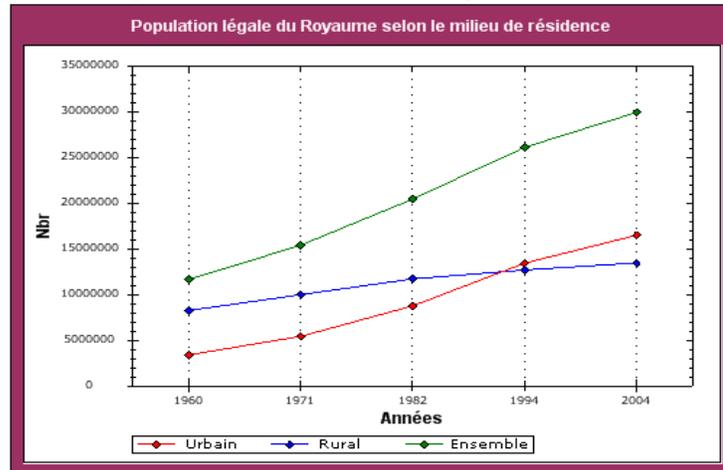


Figure 4.2 : Évolution de la population du Maroc en milieux rural et urbain. Tirée de HCP, 2007.

ce qui a eu pour effet d'augmenter la demande en eau potable dans les centres urbains et, par la suite, le taux de branchements au réseau d'eau potable et, conséquemment, celui de l'assainissement des eaux usées. Avec l'agrandissement des milieux urbains et l'expansion des réseaux d'assainissement, le volume annuel des eaux usées rejetées a augmenté de 48 Mm³ en 1960, à 500 Mm³ en 1999 (figure 4.3) (Jemali et Kefati, 2002).

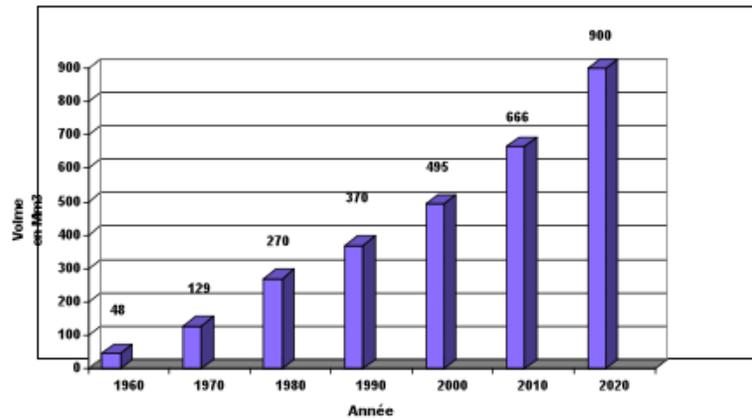


Figure 4.3 : Évolution des rejets annuels des eaux usées au Maroc. Tirée de Jemali et Kefati, 2002, p. 8.

4.3 Traitement des eaux usées au Maroc

Malgré la grande quantité d'eaux usées rejetées annuellement, le nombre de stations d'épuration qui sont en fonction reste faible. Aucune des grandes villes marocaines ne dispose d'une station d'épuration, sauf dans certaines petites et moyennes villes (Jemali et Kefati, 2002). Pourtant, dans les grands centres urbains, la plus grande partie de la population dispose d'un réseau d'assainissement avec un taux de raccordement qui peut atteindre 75 % (Yacoubi, 1999), alors que dans les petites villes le raccordement au réseau reste faible et ne dépasse pas les 35 % (Yacoubi, 1999). En fait, selon le Tableau 4.1 ci-dessous, on présume que les modes de traitement des eaux usées qui existent varient d'une ville à une autre. On trouve des procédés mécanisés comme le traitement par boues activées et d'autres imitant les processus naturels, comme le traitement par les lits bactériens ou par lagunage.

Tableau 4.1 : Stations d'épuration du Maroc en 1994. Tiré de CIEDE, 1994.

Localisation	Nombre d'habitants raccordés	Débit en m ³ /j	Quantité d'eau traitée en m ³ /an	Pourcentage du total
Boues activées				
Nador	100 000	10 000	3 650 000	
Khouribga	75 000	7 500	2 737 500	
M'diq	3 000	3 000	109 500	
Cabo Negro	22 000	2 200	803 000	
Benegrir	5 000	1 260	459 900	
Total	205 000		7 759 900	68,4
Lagunage				
Boujaad	20 000	2 500	912 500	
Bouznika	12 000	1 400	511 000	
Total	32 000		1 423 500	12,6
Infiltration-Percolation				
Ben-Sergao	5000	750	273 750	2,4
Lits bactériens				
Berrechid	12 000	1080	394 200	
Al Ghara	5 000	350	127 750	
Boujniba	3 600	225	82 125	
Hattan	3 600	375	136 875	
Station Recette	25 000	2700	985 500	

Station Boulanouar Total	2 500 54 700	430	156 950 1 883 400	16,6
Total	296 700		11 340 550	100

Actuellement, on compte plus de 69 stations d'épuration (tableau 4.2), dont seulement 43 % sont fonctionnelles. Les autres ne sont plus en fonction à cause des coûts élevés de la maintenance et du choix non adéquat du mode de traitement pour certaines eaux usées. Donc, parmi les 69 stations, il y en a 29 qui sont en fonction et 37 qui ne fonctionnent pas, dont 7 stations qui sont construites, mais qui ne sont pas raccordées au réseau d'assainissement.

Tableau 4.2 : Situation des stations d'épuration au Maroc. Tiré de Jemali et Kefati, 2002, p. 12.

STEP	Nombre	En Fonction	Hors Service	Non- Raccordée	Pourcentage en fonctionnement
Boues activées	20	12	5	3	60
Lits bactériens	11	5	6	0	45,5
Décanteurs- Digesteurs	17	2	13	2	11,8
Egouttage	3	0	3	0	0
Lagunage	13	7	5	1	53,8
Infiltration- Percolation	2	2	0	0	100
Chenal Algal	3	1	1	1	33,3
Total	69	29	33	7	42,0

4.4 Station de traitement des eaux usées de Drarga

Dans le cadre d'un programme environnemental appelé Pérennité des Ressources en Eau du Maroc (P.R.E.M), l'Agence américaine pour le développement international (USAID) et le Secrétariat d'État chargé de l'eau et de l'environnement ont financé le projet de la station d'épuration des eaux usées de la commune rurale de Drarga comme étant une station pilote dont le but est de traiter et de recycler les eaux épurées en irrigation agricole (Environmental Alternatives Unlimited et L.L.C, 2009). Le contrat de réalisation a été donné à Environmental Alternatives Unlimited, un holding composé des sociétés américaines ECODIT.Inc et Chemonics (*Id.*, p. 1). En fait, le projet de Drarga avait comme objectif d'assister le

gouvernement marocain dans la réforme de la politique de l'eau, dans la mise en place de nouvelles technologies visant la durabilité des ressources en eau et d'assurer la participation publique dans la gestion des ressources en eau (Kerby, s. d.).

Toutefois, la construction n'a commencé qu'après une étude de faisabilité, dont l'objectif était de choisir un mode de traitement adéquat pour les eaux usées de la commune, afin d'assurer un fonctionnement durable contrairement aux autres stations qui ne sont plus fonctionnelles à cause d'un mauvais choix. Or, les études ont révélé que seulement trois types de traitement peuvent être adaptés à la situation locale : le lagunage intégral, l'infiltration-percolation et l'infiltration-percolation avec recirculation (Environmental Alternatives Unlimited et al., 2004). Le choix final s'est arrêté sur le troisième type de traitement, parce que c'est un système peu coûteux, qui ne demande pas de grands espaces et qui réduit le risque de la pollution par les nitrates (Environmental Alternatives Unlimited et al., 2004).

4.4.1 Description de la station d'épuration

La station d'épuration de Drarga est composée de quatre étapes de traitement. Chacune de ces étapes assure une fonction particulière. La première consiste en un prétraitement composé d'un dégrilleur et d'un dessableur. La deuxième assure le traitement primaire et comprend un bassin anaérobique et un bassin de dénitrification. La troisième est responsable du traitement secondaire en utilisant des filtres à sable. Finalement, la dernière étape consiste en un traitement tertiaire, grâce à une roselière. De plus, il existe d'autres équipements responsables de la gestion des excédents d'eau, comme le déversoir d'orage. D'autres assurent la distribution et le pompage des eaux usées et le stockage des eaux épurées, comme : les chambres de répartition, les stations de pompage intermédiaire et le bassin de stockage des eaux traitées. En ce qui concerne les boues générées par le processus de traitement, des lits de séchage ont été mis en place afin de récupérer les boues et de les faire sécher (figure 4.4).

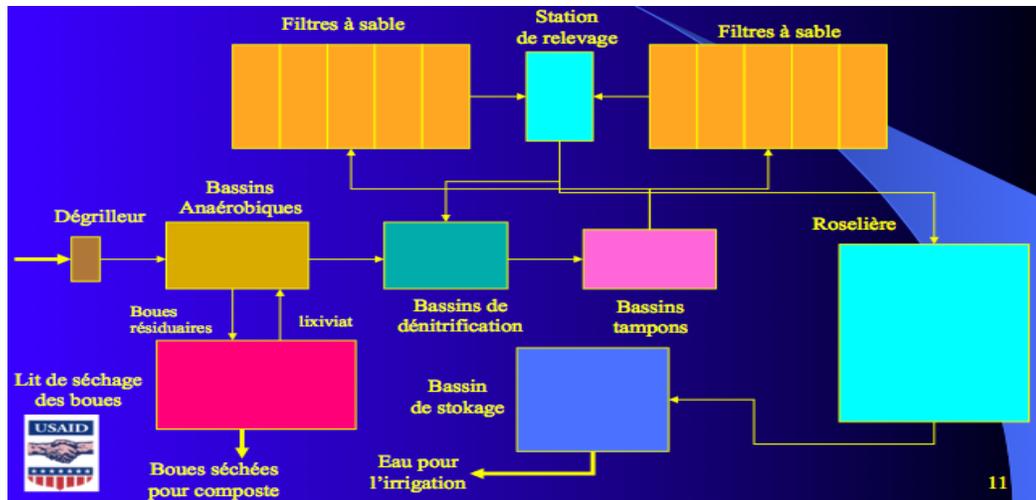


Figure 4.4 : Schéma descriptif de la station de traitement des eaux usées de Drarga. Tirée d'USAID, 2002, p. 11.

- **Dégrilleur**

Le dégrilleur est constitué de barres d'aluminium espacées de 20 mm (Environmental Alternatives Unlimited et L.L.C, 2009). Son objectif principal est d'éliminer les matières volumineuses et grossières qui arrivent directement des ménages ou qui passent de la rue au réseau d'assainissement à travers les regards de branchement, comme : les feuilles végétales, papiers, cartons, résidus plastiques, etc.

- **Dessableurs**

Il existe deux dessableurs dans la station de traitement, avec 7,0 m de longueur chacun, une profondeur de l'aire de décantation de 0,100 m et capables d'accueillir un débit de pointe de 1090 m³/j (*Id.*, p. 2). Les deux bassins assurent l'élimination des particules de sable qui peuvent causer une usure prématurée des différents équipements de la station par abrasion des conduites et des pompes.

- **Bassins anaérobies**

Il s'agit de deux bassins faits en béton, avec une longueur de 27 m et une épaisseur de 8,5 m, une profondeur de 4 m, ce qui lui confère un volume de 918 m³, alors que le temps de rétention atteint 3 jours dans chaque lagune (*Id.*, p. 3).

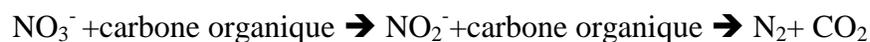
Ces lagunes non aérées sont généralement facultatives, l'oxygénation se fait d'une manière naturelle par contact de l'air avec la surface, ce qui induit une stratification d'oxygène au niveau du bassin : une première couche aérobie, une couche inférieure anaérobie et une zone intermédiaire de transition entre aérobie et anaérobie (Bernier, 2001).

L'objectif de cette étape de traitement est d'amener une décomposition biologique anaérobie grâce à une microflore qui se développe au fond du bassin dans des conditions anaérobies pour réduire la DCO (Bernier, 2001). Cette décomposition engendrera la formation de boues qui se déposeront dans le fond des bassins. Ces boues peuvent produire du biogaz composé principalement de méthane et de dioxyde de carbone.

- **Bassin de dénitrification**

On trouve dans la station deux bassins de dénitrification construits en béton. La longueur de chacun est de 23 m, avec 8 m de largeur et 4 m de profondeur. La capacité de chaque bassin atteint 736 m³ avec un temps de rétention de 2,4 jours (*Id.*, p. 4).

Ces bassins assurent la réduction biologique des nitrates et nitrites en azote moléculaire dans un milieu qui ne contient pas d'oxygène (anoxique). En fait, ce sont des micro-organismes hétérotrophes qui font ce travail en utilisant le carbone organique comme source d'énergie. Ce processus de dénitrification passe par deux étapes, la première consiste en la réduction des nitrates NO₃⁻ en nitrites NO₂⁻, suivi par la deuxième étape, qui est la réduction des nitrites en azote moléculaire N₂, selon la formule suivante (Environnement Canada et al., 2003) :



- **Bassins de régulation**

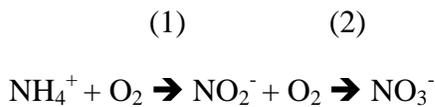
Ces bassins sont conçus pour emmagasiner l'eau qui sort du bassin de dénitrification avant qu'elle ne rejoigne les filtres à sable. Ces deux bassins sont faits en béton, chacun d'une longueur de 50 m, sur une largeur de 12 m et une profondeur de 0,6 m pour une capacité de 360 m³ chacun. Le temps qu'il faut pour remplir chaque bassin est de 4,2 heures.

- **Filtres à sable**

On compte 10 filtres à sable dans la station, qui ont comme objectif d'étayer le traitement secondaire de l'effluent. Chaque filtre présente une longueur de 56,5 m et une largeur de 15,8 m, soit une surface totale unitaire de 892,7 m². Le filtre comprend deux couches : une est faite avec du sable sur une profondeur qui atteint 1,6 m; l'autre sous-jacente, est faite de gravier sur une profondeur 0,45 m. Le volume de chaque filtre est le même que celui des bassins de régulation (*Id.*, p. 5).

Ce traitement secondaire a pour but la mise en place du processus de nitrification pour éliminer l'ammoniac. En fait, la nitrification est un procédé en deux étapes : dans la première, appelée la nitrification, on assiste à une oxydation de l'ammoniac total NH₄⁺ en nitrites NO₂⁻. Quant à la deuxième étape, appelée nitrification, on obtient les nitrates NO₃⁻ par l'oxydation des nitrites (Environnement Canada et al., 2003). Toutefois, ces réactions ne peuvent se produire en l'absence de micro-organismes. En effet, la nitrification fait appel aux micro-organismes hétérotrophes aérobies. On en distingue deux types, les Nitrosomonas et les Nitrobacters. Chaque espèce fait un travail précis. Les premiers sont responsables de la nitrification, alors que les deuxièmes font la nitrification. Dans les deux cas, ces micro-organismes ont besoin d'une source d'énergie tels que l'azote et d'une source de carbone inorganique, le CO₂, disponible dans l'air ambiant (Environnement Canada et al., 2003).

La réaction suivante résume le processus de nitrification :



(1) : Nitrosomonas; (2) : Nitrobacters

En outre, cette réaction de nitrification est productrice de l'énergie nécessaire aux réactions d'oxydation, selon la formule suivante (*Id.*, p. 9) :



Le schéma de la figure 4.5 résume les principales voies métaboliques de l'azote dans le traitement des eaux usées :

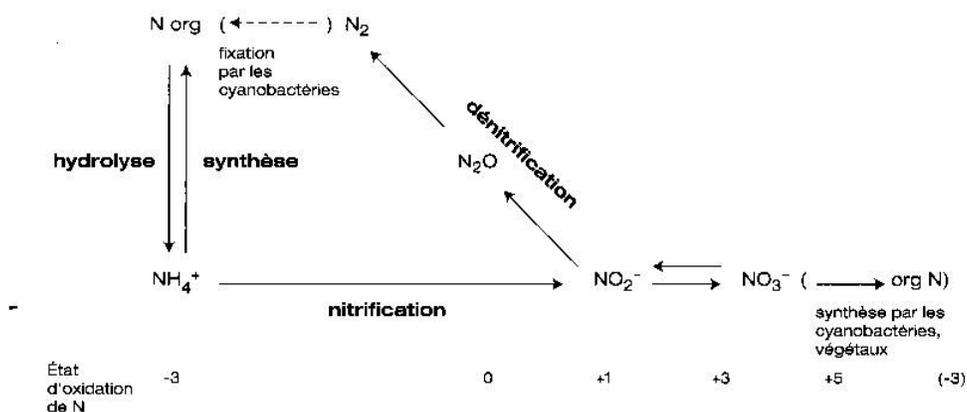


Figure 4.5 : Les voies métaboliques de l'azote pendant le traitement des eaux usées. Tirée de Environnement Canada et al., 2003, p. 30.

Toutefois, il n'y a pas juste la nitrification qui peut avoir lieu, mais la dénitrification qui pourrait aussi s'installer à l'intérieur des filtres (Environmental Alternatives Unlimited et L.L.C, 2009). En fait, au début du processus de la nitrification, la DBO enregistre des niveaux élevés. Une réduction de la DBO entraîne des conditions anaérobies dans le milieu. Les bactéries hétérotrophes présentes dans le milieu peuvent faire leur travail soit en présence ou en l'absence d'oxygène. Les micro-organismes changent leur rôle de nitrificateurs et commencent à dénitrifier les nitrates. Par ailleurs, l'introduction de l'oxygène dans les filtres réinstalle les conditions aérobies dans le milieu. L'oxygénation se fait à partir de l'air ambiant; aussi, le ratissage de la couche supérieure du sable permet l'acheminement de l'oxygène au fond des filtres (*Id.*, p. 5).

- **Roselières**

La station d'épuration de la commune de Drarga se distingue par un traitement tertiaire assuré par deux roselières. Chacune d'elle est faite de trois couches; du bas vers le haut, on trouve : une géomembrane faite de polyéthylène HD, une deuxième couche faite de gravier et une dernière de sable. La profondeur de la couche du gravier est de 0,6 m et celle du sable est de 1,8 m (*Id.*, p. 7).

Le traitement par roselière est apparu dans les années 1960, en Allemagne de l'Ouest (Alp'Epur, s. d.a). En raison de son principe de fonctionnement simple et moins coûteux, ce

type de traitement s'est développé dans plusieurs pays, tels que : la France, l'Autriche, le Danemark, la Hollande, les États-Unis et l'Australie (Alp'Epur, s. d.a).

Plusieurs éléments assurent le traitement dans ces roselières. Tout d'abord, la végétation ou les roseaux. Ensuite, les micro-organismes épurateurs d'eaux usées. Finalement, le sable et le gravier sont responsables de la filtration et servent de support à la végétation (W2O, s. d.). En fait, la végétation fournit l'oxygène nécessaire aux micro-organismes aérobies en utilisant la photosynthèse. Les roseaux participent aussi dans l'épuration en assimilant des nutriments comme l'azote et les phosphates qui sont importants pour leur développement (Alp'Epur, s. d.a). En plus de la distribution de l'oxygène, les racines maintiennent la structure du lit et assurent le brassage du milieu, ce qui permet d'éviter le colmatage en plus de garantir l'apport d'oxygène dans les zones profondes (W2O, s. d.). La figure 4.6 montre le principe de traitement par roselière.

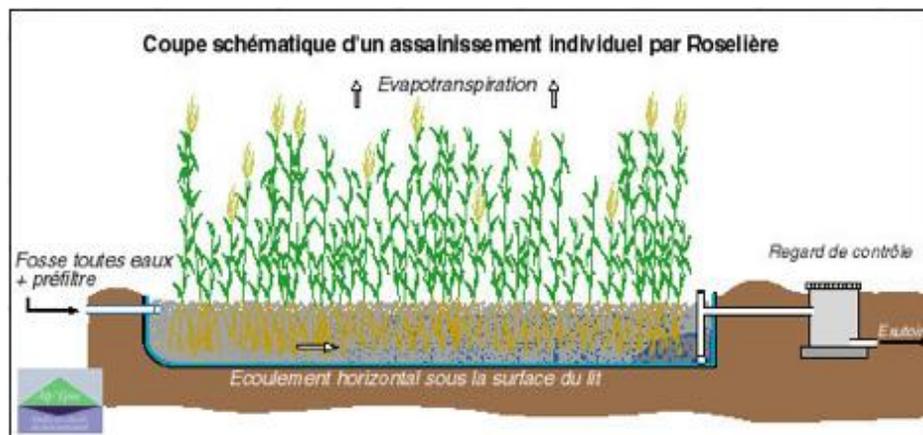


Figure 4.6 : Schéma d'une roselière individuelle. Tirée de Alp'Epur, s. d.b.

- **Lits de séchage des boues**

Les boues liquides qui résultent des bassins non aérés et de la dénitrification sont acheminées directement à l'aide des pompes vers les lits de séchage des boues. On trouve trois lits de séchage dans la station construite en béton. Chaque lit a une longueur de 22,5 m et une largeur de 15 m (Environmental Alternatives Unlimited et L.L.C, 2009).

Le séchage des boues a pour but de réduire la teneur en eau des boues par l'évaporation naturelle. En effet, cette technique dépend fortement des conditions météorologiques du lieu où se trouve la station et donne aux boues une siccité de 35 à 40 % (ADEME, s. d.a).

4.4.2 Performance de la station d'épuration de la commune de Drarga

Dès la phase d'étude du projet, les responsables ont fixé pour l'effluent final rejeté, en 2000, 2010 et 2020, des concentrations de pollution fixes de manière à respecter les normes. La concentration de la DBO₅ et l'azote organique doit être inférieur à 30 mg/l, celle de l'azote total ne doit pas dépasser 38 mg/l, puis les coliformes fécaux ne doivent pas excéder 1000 UCF/ 100 ml (Environmental Alternatives Unlimited et L.L.C, 2009).

Or, après la construction de la station, les analyses ont montré que l'effluent traité répond à tous les objectifs du traitement fixés auparavant (Environmental Alternatives Unlimited et al., 2004). Le tableau 4.3 présente la performance de la station d'épuration de la commune de Drarga.

Tableau 4.3 : Performance de la station d'épuration de Drarga. Tiré de Environmental Alternatives Unlimited et al., 2004, p. 17.

Paramètre	Effluents bruts	Eaux usées traitées	Réduction %
Total azote (NTK) en mg/l	317	10	96,8
DBO ₅ en mg/l	625	9	98,5
Coliformes fécaux en UCF/100 ml	1,6 10 ⁷	500	99,9
Parasites (œufs d'helminthe/l)	5	0	100

Compte tenu des performances épuratoires obtenues, la documentation permet de croire qu'il serait possible de réutiliser ces eaux en agriculture. Cependant, il serait important d'évaluer les différents impacts dans un contexte environnemental et socio-économique. Dans le but de soulever les principaux points négatifs et positifs du traitement et de sa réutilisation, cette évaluation permettra d'apporter les recommandations nécessaires, de façon à ce que la

réutilisation n'engendre que des impacts positifs sur l'économie de la commune, sur la société dont font partie principalement les agriculteurs et, finalement, sur l'environnement.

5. ÉVALUATION DE LA RÉUTILISATION DES EAUX USÉES

5.1 Normes de la réutilisation des eaux usées

5.1.1 Normes de l'OMS

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) reconnaît, depuis les années 1970, l'importance de la réutilisation des eaux usées en agriculture ainsi que ses avantages environnementaux et socio-économiques. Toutefois, en se basant sur des études épidémiologiques, les experts de l'OMS ont conclu que la consommation d'aliments provenant de cultures irriguées par ces eaux entraîne des effets négatifs sur la santé publique, en raison de l'existence d'organismes pathogènes d'origines fécales, comme : les virus, les protozoaires, les bactéries et les helminthes (OMS, 1989).

En effet, l'OMS a défini quatre mesures pour réduire le risque de la réutilisation des eaux usées sur la santé publique, dont : le traitement de l'eau, la limitation des cultures, le contrôle de l'utilisation des eaux usées et le contrôle de l'exposition avec amélioration (OMS, 1989). Par conséquent, l'OMS a élaboré une directive qui prend en considération ces quatre mesures en vue d'une réutilisation adéquate des eaux usées en agriculture. Elle a été nommée : la directive concernant la qualité microbiologique des eaux usées utilisées en agriculture.

Cette directive fixe le nombre de bactéries coliformes considérées comme indicateurs d'organismes pathogènes et le nombre d'œufs de nématodes acceptables dans un effluent final, dépendamment de la catégorie d'irrigation et du groupe exposé aux cultures irriguées. Plus le groupe exposé est à risque, plus les normes de qualité d'eau traitée sont restrictives. Or, on distingue trois catégories d'irrigation : la catégorie A dont le groupe exposé est composé de consommateurs publics et d'ouvriers agricoles. Cette catégorie représente l'irrigation des cultures destinées à être consommées crues et l'irrigation des terrains de sport et des jardins publics. Dans ce type d'irrigation, le taux de coliformes permis dans 100 ml d'eau ne doit pas dépasser 1000 coliformes, tandis que le nombre d'œufs de nématodes par litre d'eau ne doit pas dépasser un œuf. Dans la catégorie B, le groupe exposé est composé principalement d'ouvriers agricoles, travaillant dans l'irrigation de cultures céréalières, fourragères, de pâturages et de plantations d'arbres. Dans cette catégorie, on recommande le même nombre d'œufs de nématodes, cependant, rien n'est recommandé pour les coliformes fécaux. La

dernière catégorie, appelée C, comprend la même irrigation que celle identifiée dans la catégorie B, mais sans que les ouvriers y soient exposés (tableau 5.1). En effet, aucune dose maximale n'est définie, ni pour les œufs de nématodes ni pour les coliformes fécaux.

Tableau 5.1 : Directives concernant la qualité microbiologique des eaux usées utilisées en agriculture. Modifié d'OMS, 1989, p. 38.

Catégorie	Condition de réutilisation	Groupe exposé	Nombre d'œufs de nématodes dans un litre d'eau	Nombre de coliformes dans 100 ml d'eau
A	Irrigation de cultures destinées à être consommées crues, terrains de sport, jardins publics	Ouvriers agricoles, consommateurs publics	≤ 1	≤ 1000
B	Irrigation de cultures céréalières, fourragères, industrielles, de pâturages et des plantations	Ouvriers agricoles	≤ 1	Aucune norme n'est recommandée
C	Irrigation de cultures de la catégorie B, sans exposition des ouvriers agricoles	Néant	Sans objet	Sans objet

En 2006, l'OMS a publié une nouvelle directive en lien avec la réutilisation des eaux usées en agriculture (Lazarova et Brissaud, 2007). Cette fois, la directive a conclu qu'il faut tenir compte des aspects environnemental, économique et socioculturel et des questions relatives à la santé publique de chaque région concernée par des projets de réutilisation des eaux usées,

en raison que chaque région représente ses risques spécifiques liés à la santé publique. En fait, les risques de la réutilisation des eaux usées sur la santé en Afrique ne seront pas les mêmes risques que ceux observés en Argentine (OMS, 2010). De même, l'OMS a établi des concentrations limites de certains éléments chimiques en fonction des exigences de la plante et non en fonction de l'impact sur la santé (OMS, 2006). Ces concentrations sont affichées à l'annexe 3. Ainsi, le tableau 5.2 résume les différentes façons de transmission de risques à l'homme à partir de l'irrigation.

Tableau 5.2 : Exposition et risques de contamination par les composés chimiques qui se trouvent dans les eaux d'irrigation. Tiré de Weber and al., 2006, p. 57.

Schéma de contamination	Scénario
Recyclage d'eau en irrigation→sol→absorption par les plantes→production alimentaire→toxicité pour l'homme	Ingestion des plantes alimentaires irriguées par des eaux recyclées
Recyclage d'eau en irrigation→ sol→ absorption par les plantes et les animaux→ toxicité pour l'homme	Ingestion de la viande d'origine animale provenant d'animaux de pâturage sur des terres irriguées avec des eaux recyclées
Recyclage d'eau en irrigation→ sol→zone de saturation→eaux souterraines→ toxicité pour l'homme	Ingestion de l'eau potable produite à partir des eaux souterraines polluées par des eaux recyclées
Recyclage d'eau en irrigation→atmosphère→ toxicité pour l'homme	Inhalation des contaminants volatils durant le processus d'irrigation

5.1.2 Contexte réglementaire marocain

Le Maroc est un pays dont l'économie est basée principalement sur les activités agricoles. Or, l'agriculture est le secteur économique le plus exigeant en termes d'utilisation de l'eau à travers le monde. En effet, la réutilisation des eaux usées en agriculture est une pratique qui a pu trouver une place chez l'agriculteur marocain qui n'a pas assez de moyens financiers et techniques pour s'approvisionner en eau fraîche.

Dans le but de protéger la santé des ouvriers agricoles qui travaillent avec ces eaux et les consommateurs des produits irrigués par ces eaux usées, le secrétariat d'État du ministère de l'énergie chargé de l'eau et de l'environnement, en collaboration avec une entreprise

allemande de coopération internationale pour le développement durable, a établi des normes de qualité des eaux usées destinées à l'irrigation. Ces normes ont été créées sur la base de la législation qui vise la protection et la gestion intégrée des ressources en eau. On retrouve la Loi 10-95 sur l'eau, qui a donné naissance aux agences de bassin dont l'objectif est de gérer et d'assurer une utilisation rationnelle des ressources en eau par chaque bassin versant (ABHT, 2009a). Deuxièmement, le Décret n° 2-97-787, relatif aux normes de qualité des eaux et à l'inventaire du degré de pollution des eaux, qui définit les normes de qualité des eaux selon l'utilisation qui en sera faite, conformément à l'article 51 de la Loi sur l'eau (S.E.E.E, 2007). Troisièmement, le Décret n° 2-97-875, relatif à l'utilisation des eaux usées, fixe les conditions qu'il faut remplir en vue d'acquiescer une autorisation de l'utilisation des eaux usées (S.E.E.E, 2007). Parmi ces conditions, on trouve : la déposition d'une demande d'autorisation auprès du directeur de l'agence du bassin hydraulique, la réalisation d'une étude technique de la qualité des eaux usées épurées, l'élaboration d'un plan du système d'épuration et une étude d'impact du projet sur les eaux du bassin (SEMIDE, 2007). Finalement, l'Arrêté conjoint n° 1276-01 portant sur la fixation des normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation (S.E.E.E, 2007). En plus du respect de la réglementation décrite ci-dessus, il faut respecter la directive élaborée par l'OMS sur la qualité microbiologique des eaux usées utilisées en agriculture (tableau 5.1), à l'exception qu'aucune présence d'œufs de nématodes n'est permise, même dans le critère A, même si l'OMS accepte un œuf/litre d'eau dans ce critère. (S.E.E.E, 2007). De plus, d'autres normes élaborées fixent des valeurs limites acceptables pour d'autres micro-organismes ainsi que pour des substances toxiques et certains éléments physico-chimiques. Ces valeurs limites avec les différents paramètres sont affichées à l'annexe 4.

5.2 Évaluation de l'impact de la réutilisation des eaux usées

5.2.1 La méthodologie

Dans le but d'évaluer l'impact de la réutilisation des eaux usées traitées en irrigation dans la présente étude, on se basera sur une grille d'évaluation qui a été développée par le Conseil général du Val-de-Marne. On utilisera le même concept que celui adapté dans cette grille. En fait, la grille a été élaborée afin de disposer d'un outil d'évaluation et d'analyse des projets au regard du concept de développement durable (Conseil général de Val de Marne, 2004). Dans cette grille, les projets sont analysés selon les principaux critères du développement durable

qui sont : la gouvernance, l'environnement, l'économie, le social et la politique. Dans le cas de la présente étude, seuls les critères suivants seront considérés : l'environnement, l'économie et le social. Chacun des critères sera divisé en sous-critères pour faciliter l'analyse. Ensuite, pour chaque sous-critère, une série de questions relatives à la nature du projet sera établie. Après, chaque question aura sa propre réponse sous forme de commentaires, de manière à faciliter, par la suite, l'évaluation des sous-critères.

En ce qui concerne l'évaluation des questions, une autre méthode inspirée du modèle de l'Institut du développement durable des Premières Nations du Québec et du Labrador sera appliquée. Il s'agit d'attribuer une note à chaque question selon le degré d'importance de la question envers le sous-critère étudié (IDDPNQL, 2006). Dans le cas de notre analyse, les notes situées entre 0 et 3 seront attribuées aux questions et vont indiquer l'intensité de l'impact des composantes suivantes : la station de traitement et l'irrigation par les eaux usées traitées, sur les principaux sous-critères. Dans le cas d'une note 0, l'impact des composantes sera non significatif, ce qui est considéré comme l'idéal. La note 1 signifie que l'impact des composantes est faible. La note 2 indique un impact moyen, ce qui veut dire que les composantes affectent de manière significative les sous-critères identifiés dans la grille, qu'il faut le prendre en considération et essayer de le réduire. La note 3, elle, signifie que l'impact est fort et que la composante affecte gravement les sous-critères, par conséquent, il faut prévoir des mesures pour réduire et éliminer l'impact.

Une fois que les notes sont attribuées aux différentes questions, l'évaluation se poursuivra par la pondération de chaque question de manière à ce que le total soit égal à 1. En fait, le degré d'importance de chaque question déterminera la pondération à donner. Cette importance sera évaluée selon un jugement personnel sur la sensibilité des critères environnementaux et socio-économiques. Par exemple, dans le critère de l'environnement, une question qui portera sur l'impact de l'irrigation sur la qualité des eaux souterraines aura une pondération supérieure à la question qui portera sur l'impact de la station sur la qualité de l'air.

Finalement, en vue d'évaluer l'impact du traitement des eaux usées et de leur réutilisation sur les principaux critères, une moyenne pondérée sera calculée pour chaque critère. Ces critères seront présentés sous forme d'un triangle.

Donc, le résultat final s'interprétera comme suit : si la moyenne est localisée entre 3 et 2, l'impact des composantes sera très important sur le critère choisi et il faudra trouver des solutions immédiates aux différents problèmes identifiés dans l'analyse. Si la moyenne se situe entre 2 et 1, l'impact sera moyennement important sur le critère, mais il faudra trouver des mesures correctives. Or, lorsque la moyenne sera entre 1 et 0, l'impact sur le critère sera non significatif et la composante aura un impact positif sur le critère établi (annexe 7).

En fait, la grille d'évaluation d'impact (tableau 5.3) prendra la forme suivante :

Tableau 5.3 : Grille d'évaluation d'impact.

				Evaluation d'impact				
				Négligeable	Faible	Moyen	Fort	
Critères	sous-critères	Questions	Pondération	0	1	2	3	Commentaires

5.2.2 Critère environnemental

L'évaluation d'impact sur l'environnement est devenue une étape primordiale avant la conception de chaque projet. D'ailleurs, la majorité des bailleurs de fonds (institutions financières, organismes internationaux de développement, etc.) et d'investisseurs exigent la réalisation d'études et d'évaluations d'impact sur l'environnement à la suite de l'importance de cet enjeu à l'échelle internationale. Donc, afin d'évaluer ce critère, l'impact sur l'environnement a été décomposé en sous-critères : eau, air, sol, écosystème et matières résiduelles. Ensuite, pour chaque sous-critère a été déterminé un certain nombre de questions dont la réponse permettra d'évaluer l'impact. Donc, pour le sous-critère « eau », l'évaluation a pour but de déterminer le degré d'efficacité du traitement et d'abattement de la pollution des eaux usées, l'impact de l'utilisation des eaux usées épurées sur les ressources en eau, etc.

Quant au sous-critère nommé « sol », l'évaluation est concentrée sur le risque potentiel des eaux usées traitées qui seront utilisées en irrigation, sur la qualité et les propriétés du sol agricole, à savoir si cette eau pourra modifier les caractéristiques du sol.

Le sous-critère appelé « écosystème » comprend une seule question qui a pour but de connaître l'impact de l'irrigation sur la faune et la flore.

Pour le sous-critère appelé «air», il comprend des questions ayant comme objectifs de connaître les principales émissions de gaz à partir de la station d'épuration et de déterminer le degré d'impact qu'elles engendrent sur la qualité de l'air.

Finalement, le sous-critère appelé « matières résiduelles » a pour objectif de savoir si la station d'épuration produit des déchets qui seront dangereux sur l'environnement.

5.2.3 Critère économique

Actuellement, l'économie est considérée comme un enjeu important dans les études de projets, principalement dans le domaine de l'assainissement où la disponibilité des ressources financières est un enjeu déterminant. En fait, un projet qui n'a pas assez de ressources financières pour couvrir ses dépenses ne pourra pas être durable dans le temps, car les principaux procédés d'épuration engendrent des coûts importants qu'il faut prendre en charge. D'ailleurs, au Maroc, l'absence de financement a causé l'arrêt de plusieurs stations (section 4.3). En effet, afin d'évaluer quel genre d'impact causera la station d'épuration et la réutilisation des eaux épurées, deux sous-critères ont été choisis : l'économie locale et l'efficacité économique.

À travers le premier sous-critère, on veut évaluer l'impact que peut induire la réutilisation des eaux traitées sur l'économie locale de la commune de Drarga, à savoir si cette opération permettrait de créer une certaine dynamique économique, qu'elle soit industrielle ou agricole, comme : l'encouragement des investissements dans la région par la création d'autres filières industrielles et l'augmentation de la rentabilité des terres agricoles. En outre, on évaluera même l'impact de l'irrigation sur les rentrées financières de la commune et celles des agriculteurs.

Quant au deuxième sous-critère, on évaluera l'efficacité économique des différentes opérations, qu'il s'agisse du traitement ou de l'irrigation. En fait, cette évaluation permettra de savoir si le projet tombera dans un déficit financier ou permettra de réaliser des gains économiques importants. Donc, les coûts de fonctionnement et de maintenance de la station et les mécanismes de recouvrement des dépenses seront tous évalués. De plus, on analysera aussi l'impact de la station sur le niveau de vie de la population de la commune de Drarga.

5.2.4 Critère du social

Comme les critères environnemental et économique, le critère social est un enjeu important dans les études d'impact de la majorité des projets. L'évaluation du critère social implique souvent les concepts de santé-sécurité, la création d'emplois, l'acceptabilité publique du projet et l'amélioration de la qualité de vie.

En fait, pour la création d'emplois, l'analyse a porté sur l'impact de la station et de l'irrigation sur l'emploi, de manière à savoir s'ils vont encourager la création d'emplois ou le contraire. Aussi, l'analyse permettra d'évaluer l'impact de la présence ou de l'absence des formations en techniques d'assainissement sur l'emploi. De plus, le concept de l'égalité des sexes envers l'accès à l'emploi sera aussi évalué.

La santé-sécurité est le deuxième sous-critère qui a été analysé. Pour ce faire, plusieurs enjeux ont été analysés, tels que : la sécurité des employés qui travaillent dans la station d'épuration et l'évaluation des risques sanitaires de contamination des usagers de l'eau et des consommateurs de produits irrigués par les eaux traitées. D'autres enjeux, comme la santé des consommateurs et des agriculteurs, ont aussi été évalués à cause de leur importance dans la prise de décision concernant l'acceptabilité de l'irrigation. Cette dernière sera évaluée à part. En fait, on essayera de savoir si les agriculteurs accepteront d'acheter les eaux traitées pour irriguer leurs champs et si la population acceptera d'acheter une telle production alimentaire irriguée par ces eaux.

5.3 Impact sur l'environnement

D'après la grille d'évaluation d'impact, le critère de l'environnement présente un résultat de 1,2 sur 3 (tableau 5.4) (annexe 6), ce qui est considéré comme un impact moyennement important. L'obtention de ce résultat s'explique comme suit : tout d'abord, l'impact de l'irrigation sur les ressources en eau ne sera pas très significatif parce que, selon les résultats d'analyse de l'effluent final (tableau 4.5), la qualité de l'eau rencontre les normes de l'OMS et la pollution est bien éliminée (Environmental Alternatives Unlimited and al., 2004). Toutefois, ce traitement pourrait bien être perturbé sur le plan des filtres et de la roselière parce que, dans les premiers, l'oxygénation se fait manuellement et, dans la deuxième, les roseaux n'ont jamais été coupés. L'oxygénation permet d'accroître l'efficacité du traitement biologique alors

que le renouvellement de la plantation de roseaux permet d'optimiser le prélèvement des différents nutriments présents dans les eaux usées. En effet, en cas de dysfonctionnement de l'une des étapes de traitement, l'effluent final risque de causer une contamination des ressources en eau, notamment par la contamination des eaux souterraines par les nitrates par percolation de l'eau d'irrigation vers la nappe phréatique.

Concernant le sous-critère de l'air, la production de biogaz (méthane) reste le principal problème (gaz explosif) qui risque de nuire à la qualité de l'air. En plus du méthane, la dégradation dans le bassin non aéré se fait en l'absence d'oxygène, ce qui peut causer un dégagement d'odeurs nauséabondes dans l'entourage de la station. En plus des risques d'explosion, le méthane est un puissant gaz à effet de serre.

Quant à l'impact sur la qualité et les propriétés du sol, il est considéré comme faible tant que la qualité de l'effluent final rencontre les normes. Cependant, un dysfonctionnement de l'une des étapes de traitement constituerait un risque potentiel sur le sol, causant ainsi la contamination par la présence de métaux potentiellement toxiques ou l'augmentation de la concentration de certains minéraux dans le sol, ce qui peut nuire à la croissance des cultures (Azad, 1987). Toutefois, si le traitement fonctionne bien, tous ces éléments seront éliminés rapidement parce que toutes les eaux usées traitées proviennent essentiellement d'un secteur entièrement résidentiel, où la concentration des métaux lourds est souvent non-significative.

Enfin, l'évaluation du sous-critère des matières résiduelles a montré un impact fort des déchets sur l'environnement. En raison des bassins de dénitrification et des bassins non aérés, la station génère des boues qui décantent au fond des bassins. Ensuite, elles sont envoyées vers des lits de séchage grâce à des pompes submersibles (Environmental Alternatives Unlimited et L.L.C., 2009). Une fois séchées, les boues sont acheminées vers la décharge municipale pour qu'elles soient éliminées avec les déchets ménagers. En conséquence, ces boues peuvent engendrer des conséquences sur l'environnement et sur les personnes qui habitent près de cette décharge parce qu'elles pourraient constituer une source de contamination pour les sources d'alimentation en eau potable, notamment les eaux de puits.

Tableau 5.4 : Grille d'évaluation de l'impact sur l'environnement.

Critères	Sous-critères	Questions	Pondération	Évaluation	
L'environnement	Eau	Le manque de OD peut-il perturber le traitement?	0,04	1	
		La méthode de diffusion de l'oxygène est-elle fiable?	0,04	1	
		La DBO5 est-elle suffisamment éliminée?	0,04	2	
		La DCO est-elle suffisamment éliminée?	0,04	0	
		Le traitement élimine-t-il les métaux lourds de l'eau?	0,04	3	
		L'azote généré par la station comporte-t-il un danger sur l'environnement?	0,04	0	
		Le traitement réduit-il la concentration de l'ammoniac dans l'effluent final?	0,04	2	
		Le traitement élimine-t-il les substances toxiques de l'eau?	0,04	3	
		Le traitement élimine-t-il les coliformes fécaux de l'eau?	0,035	0	
		L'irrigation a-t-elle un impact sur les eaux de surface?	0,035	0	
		L'irrigation a-t-elle un impact sur les eaux souterraines?	0,04	1	
		L'irrigation a-t-elle un impact sur le bilan hydrique de la région?	0,04	1	
		Air	Le traitement engendre-t-il des émissions de monoxyde de carbone?	0,035	0
			Le traitement engendre-t-il des émissions de dioxyde de carbone?	0,04	1
	Le traitement engendre-t-il des émissions du méthane?		0,045	3	
	Le traitement engendre-t-il des émissions particulières?		0,04	0	
	Le traitement dégage-t-il des odeurs?		0,04	2	
	Le traitement engendre-t-il du bruit?		0,04	0	
	Sol		L'irrigation cause-t-elle une contamination du sol?	0,045	1
		L'irrigation cause-t-elle une amélioration de la qualité du sol?	0,045	0	
		L'irrigation change-t-elle les propriétés du sol?	0,04	1	
	Écosystème	L'irrigation a-t-elle un impact sur l'écosystème?	0,045	1	
	Matière résiduelle	Les déchets produits constituent-t-ils un danger sur l'environnement?	0,045	3	
		La station produit-t-elle des déchets dangereux?	0,04	3	
		Existe-t-il un plan de gestion des matières résiduelles?	0,03	1	
	Moyenne pondérée	1,2	Total de la pondération	1	

5.4 Impact sur l'économie

Le critère de l'économie a obtenu un résultat de 1,6 sur 3 (tableau 5.7) (annexe 6), ce qui est l'équivalent d'un impact moyennement fort. En fait, plusieurs éléments affectent l'efficacité économique du projet de la réutilisation. Premièrement, la majorité des équipements installés dans la station, comme les plaques d'arrêt de l'écoulement, les vannes, les pompes de recyclage, les pompes à effluents et les pompes à boues, ont tous été importés des États-Unis (annexe 5). Dès lors, en cas d'un bris mécanique d'un équipement, les responsables sont obligés d'importer les pièces de rechange de l'extérieur du Maroc à des prix élevés et s'attendre à de longs délais. De plus, des pièces qui viendront de l'extérieur auront parfois besoin d'une main-d'œuvre qualifiée. Donc, en plus de l'achat du matériel, il faudra payer le déplacement, le séjour et les heures de travail de cette main d'œuvre, ce qui risque d'augmenter les charges financières de façon non durable. Deuxièmement, tous les coûts de gestion de la station d'épuration sont calculés, mais ils ne sont pas bien détaillés (tableau 5.5), surtout la rubrique « Divers » et celle des « Salaires ». Dans la première, on ne sait pas quelle est la nature des dépenses qui sont liées à « Divers » et, dans la deuxième, on ne connaît pas le nombre d'emplois disponibles dans la station.

Tableau 5.5 : Coûts de gestion de la station d'épuration en \$/an. Modifié de Environmental Alternatives Unlimited and al., 2004, p. 18.

Rubrique	Coût (\$/an)	Coût (%)
Électricité	7894	23,1
Salaires	9209	26,9
Analyses de laboratoire	10 525	30,8
Divers	6578	19,2
Total des coûts de gestion	34 206	100

Finalement, la station devra faire face au problème de financement. Depuis le début du fonctionnement de la station, le paiement de la facture d'alimentation en eau potable par la population reste la seule source de revenus de la station. Au Maroc, le manque de financement a causé l'arrêt de plusieurs stations d'épuration. Souvent, le choix des méthodes de traitement

des eaux usées implique des coûts largement supérieurs à la capacité économique des organismes responsables. En effet, le financement de la station d'épuration représente une importance majeure pour le maintien des opérations de traitement ainsi que le conditionnement des eaux usées avant leur réutilisation, si bien que, dans le cas de la commune de Drarga, le versement d'un montant symbolique par les agriculteurs lors de l'utilisation d'une eau conditionnée ayant une valeur agronomique pourrait assurer le financement et la couverture des frais de fonctionnement de la station d'épuration.

En fait, cette mesure de vente des eaux épurées a été prise en considération par les responsables de la station. Néanmoins, les agriculteurs refusent de les utiliser, considérant ainsi la valeur de l'effluent final comme étant nulle, voir comme un déchet. De plus, ils exigent que cette eau soit gratuite parce qu'ils ne sont pas prêts à payer pour une eau qui sera, de toute manière, rejetée dans la nature après son traitement (ONEP, 2009).

En plus de la vente des eaux, d'autres mécanismes de recouvrement des coûts ont été déterminés, mais sans qu'ils ne soient toutefois appliqués. Il s'agit de la vente des boues résiduelles après leur compostage aux agriculteurs, la vente des roseaux après leur récolte aux agriculteurs et la valorisation du biogaz des bassins non aérés pour produire l'électricité nécessaire à la station afin de réduire les coûts d'opération.

Cependant, depuis la mise en marche de la station d'épuration, aucun de ces mécanismes n'a fonctionné, d'une part à cause du manque de moyens techniques essentiels : c'est le cas des boues. L'absence d'une plate-forme de compostage pour la stabilisation des boues ne permet pas de les valoriser et de leur donner une valeur agronomique importante qui facilitera, par la suite, leur vente auprès des agriculteurs; d'autre part, en raison de l'absence de l'exécution des tâches de la part des employés. C'est le cas des roseaux qui n'ont jamais été coupés pour être vendus depuis la mise en marche de la station. Aussi, le biogaz n'a jamais été valorisé alors qu'un groupe électrogène a été mis en place pour produire de l'électricité à partir d'un mélange de biogaz et de diesel (Environmental Alternatives Unlimited et L.L.C., 2009).

Quant à l'impact sur l'économie locale, l'évaluation a montré un impact positif au cas où l'irrigation par les eaux usées traitées serait appliquée. L'irrigation permettrait d'augmenter le rendement agricole parce l'eau essentielle pour satisfaire les besoins des cultures serait

disponible. À cela s'ajoutent les épargnes importantes que les agriculteurs réaliseraient, du fait que la valeur agronomique des eaux usées qui remplacerait l'achat d'engrais minéraux (tableau 5.6). Tout cela permettrait d'améliorer la production agricole et la rentabilité des agriculteurs, qui constituent la majeure partie de la population, et la sécurité alimentaire dans la commune de Drarga. Ainsi, l'analyse a démontré que le développement du secteur agricole encouragerait certaines filières industrielles et d'autres activités de commerce à s'installer dans la commune, comme l'industrie agroalimentaire et le commerce de produits et d'équipements agricoles essentiels à l'irrigation.

Tableau 5.6 : L'épargne économique due à la réutilisation des eaux traitées en \$/ha. Modifié de Environmental Alternatives Unlimited and al., 2004, p. 17.

Culture	Blé	Tomates	Maïs	Luzerne	Courgette
Engrais économisés en \$/ha	196,30	466,02	475,49	202,48	203,27

5.4.1 Calcul du gain économique en eau

Selon le Tableau 5.6, un agriculteur qui utilisera les eaux épurées dans l'irrigation des cultures de blé et de tomates à la place d'engrais réalisera un gain qui atteint 662,32 \$/ha. De même, cette réutilisation permettra aussi de réaliser des économies en eau très importantes.

En fait, pour les cultures de tomates, elles ont besoin de 500 litres d'eau par 100 m² de sol par jour pendant les 40 premiers jours suivant la transplantation et un autre 500 l/100 m²/jour pendant les 40 jours de floraison et de maturation (Symbiose, 2006). Or, pour un hectare de tomates, on aura besoin de 2000 m³ par 40 jours (sachant que l'équivalent de 1 ha est 10 000 m², ce qui est l'équivalent de 4000 m³/ha pour couvrir toute la période de croissance de la tomate. Selon le prix de vente des eaux usées traitées, qui est de 0,063 \$/m³ (ONEP, 2009), l'agriculteur paierait 252 \$/ha au lieu de 508 \$/ha s'il utilisait de l'eau propre qui coûte 0,127 \$/m³ (ONEP, 2009).

En ce qui concerne le blé, cette culture a besoin de 600 mm jusqu'à 1500 mm de précipitations bien réparties par an (Ministère de l'agriculture de la République de Madagascar, s. d.). Si

1 mm de pluie est l'équivalent d'un litre d'eau par m² de sol, donc, pour irriguer un hectare, on aura besoin d'au moins 6000 m³ d'eau. Étant donné que les précipitations sont faibles dans la région de Drarga (chapitre 3), les agriculteurs achètent souvent des eaux fraîches pour irriguer leurs cultures, c'est pourquoi, en achetant des eaux usées traitées, l'agriculteur paierait 378 \$/ha au lieu de 762 \$/ha.

En calculant la différence de prix pour les deux cultures, on note que l'agriculteur pourrait économiser 256 \$/ha pour les tomates (508 \$ - 252 \$ = 256 \$/ha) et pour la culture du blé 384 \$/ha (762 \$ - 378 \$ = 384 \$/ha).

Tableau 5.7 : Grille d'évaluation de l'impact sur l'économie.

Critères	sous-critères	Questions	Pondération	Évaluation		
Économie	Économie locale	L'irrigation encourage-t-elle les investissements dans la région?	0,06	1		
		L'irrigation engendre-t-elle une dynamique économique?	0,055	1		
		L'irrigation aura-t-elle un impact sur les rentrées financières de la commune?	0,055	2		
		L'irrigation aura-t-elle un impact sur la valeur foncière du terrain agricole?	0,05	2		
		L'irrigation pourra-t-elle encourager certains types de commerce?	0,06	1		
		L'irrigation encouragera-t-elle la création d'autres filières industrielles?	0,06	0		
		L'irrigation engendrera-t-elle un impact sur les dépenses financières des agriculteurs?	0,06	1		
	L'efficacité économique	L'irrigation augmentera-t-elle la rentabilité des agriculteurs?	0,06	1		
		La station aura-t-elle un impact sur la facture de l'eau?	0,06	3		
		Le matériel utilisé dans le fonctionnement de la station de traitement provient-il du Maroc?	0,065	3		
		Les coûts d'exploitation de la station ont-ils été évalués?	0,065	0		
		La station ne sera-t-elle pas auto-suffisante?	0,055	3		
		L'irrigation est-elle rentable pour la station?	0,06	1		
		Les coûts de recouvrement des frais ont-ils été évalués?	0,055	2		
		Les mécanismes de recouvrement des coûts sont-ils identifiés?	0,06	3		
		Est-ce qu'il y a un budget de fonctionnement annuel disponible?	0,06	3		
		Le prix de vente des eaux traitées est-il adapté à la réalité et au niveau de vie des agriculteurs?	0,06	1		
		Moyenne pondérée	1,635	Total de la pondération	1	

5.5 Impact sur le social

Le critère social a obtenu un résultat de 2,10 sur 3, ce qui est considéré comme un impact fort (tableau 5.8) (annexe 6). En fait, l'analyse a montré que la station d'épuration et l'irrigation présentent des impacts négatifs dans le succès du projet. En fait, la station d'épuration pourrait bien créer de l'emploi, mais les formations académiques dans le domaine de l'assainissement sont presque absentes de la région de Souss Massa. Donc, en cas de besoin de main-d'œuvre, la région ne sera pas capable de combler ce besoin. De plus, pendant l'étude et la réalisation du projet, les responsables du projet n'ont eu recours qu'à des sociétés américaines, comme les sociétés ECODIT Inc. et Chemonics et la société de conseil en ingénierie Stearns et Wheler, LLC (Environmental Alternatives Unlimited et L.L.C., 2009), sauf pour le financement qui a été assuré par la collaboration de l'USAID et le gouvernement marocain (Environmental Alternatives Unlimited et al., 2004). En conséquence, l'expérience marocaine dans le domaine de l'assainissement n'a pas profité au projet. Ainsi, lors d'un problème technique à la station, seuls les responsables américains ayant fait la mise en marche de la station pourront le réparer. C'est ainsi que l'aide internationale serait plus bénéfique s'il était effectué en partenariat avec tous les pays bénéficiaires, au niveau du financement et aussi au niveau technique.

Par contre, si les agriculteurs acceptent de réutiliser les eaux épurées, cela pourrait bien générer des emplois dans le domaine agricole, parce qu'il faudra contrôler la qualité de l'effluent, le transport et l'utilisation de l'eau auprès des agriculteurs.

Quant au sous-critère de santé-sécurité, l'analyse a soulevé certains points négatifs, comme le ratissage manuel des lits de sable, ce qui constitue un risque sur la sécurité et la santé des employés qui seront en contact direct avec ces eaux gorgées de polluants et de micro-organismes pathogènes. Il y a également des contraintes de nature microbiologique qui peuvent nuire à la santé des agriculteurs, lorsque ces derniers entrent en contact direct avec ces eaux sans prendre en considération les mesures de précaution qui assurent la protection de la santé humaine, surtout lorsque la qualité de l'effluent final ne rencontre pas les normes de réutilisation préétablies. De même, la station se trouve sous le risque d'inondation, parce qu'elle est bordée par la rivière de l'Oued Irhzer qui est sèche toute l'année, mais qui se remplit à des niveaux dangereux pendant la période des crues (Environmental Alternatives Unlimited et L.L.C., 2009).

En ce qui concerne le sous-critère de l'acceptabilité, ce dernier risque d'être l'enjeu le plus important dans l'équation. D'une part, si les agriculteurs ne veulent pas utiliser ces eaux, ils vont continuer à épuiser la nappe et à acheter des engrais minéraux pour augmenter leurs rendements agricoles, causant ainsi des dommages inhérents à l'environnement, en raison de l'épuisement des ressources hydriques qui sont déjà en déficit, en plus de la contamination des nappes par les nitrates qui se trouvent dans les engrais. D'autre part, l'acceptabilité des produits agricoles irrigués par ces eaux épurées par les citoyens joue un rôle déterminant. Dans ce cas, le contexte socioculturel, les valeurs, les croyances et les coutumes peuvent amener des changements sur l'acceptabilité (Al Khateeb, 2001). Prenons l'exemple d'un projet de réutilisation des eaux usées en Palestine : un sondage réalisé auprès du grand public et des agriculteurs pour évaluer leur acceptabilité a conclu certains éléments (Al Khateeb, 2001). Premièrement, les Palestiniens croient que l'islam accepte l'utilisation des eaux usées traitées en irrigation, tant que la qualité de l'effluent final ne comporte aucun danger sur la santé publique. Deuxièmement, les citoyens voient que le pays souffre d'une pénurie d'eau, donc il serait pertinent de réutiliser les eaux usées traitées dans l'irrigation à la place de l'eau fraîche. Troisièmement, les répondants pensent que l'utilisation des eaux usées brutes dans l'irrigation est dangereuse contrairement à la réutilisation des eaux traitées. Finalement, les participants au sondage acceptent la consommation des produits irrigués par les eaux traitées.

Étant donné que la commune de Drarga fait partie d'un pays qui partage la même référence religieuse et qui a une culture assez semblable à celle de la Palestine, on peut conclure que les habitants de la commune auront les mêmes prestations à propos de l'usage des eaux usées traitées et de la consommation des produits irrigués par ces eaux.

Tableau 5.8 : Grille d'évaluation de l'impact sur la société.

Critères	Sous-critères	Questions	Pondération	Évaluation
Social	Emploi	La station offre-t-elle des emplois à temps complet?	0,065	0
		Est-ce que les emplois sont accessibles à la population?	0,065	1
		Existe-il des formations sur les techniques d'assainissement?	0,06	3
		L'irrigation offre-t-elle des emplois à temps complet?	0,074	2
		Est-ce qu'il y a eu recours aux expériences nationales dans la construction de la station?	0,065	3
		La maintenance de la station sera-t-elle assurée par des Marocains?	0,08	3
	Santé et sécurité	La station assure-t-elle la protection des employés?	0,066	2
		Existe-t-il un plan d'évacuation des eaux usées au niveau de la station?	0,075	2
		Existe-il un risque d'inondation de la station?	0,07	3
		L'irrigation engendre-t-elle un risque sur les agriculteurs?	0,075	1
		La sécurité de la station est-elle assurée?	0,065	3
		Existe-t-il un risque sur la santé des consommateurs?	0,08	1
	Acceptabilité	L'irrigation est-elle acceptée par les agriculteurs?	0,08	3
		La population achètera-t-elle des produits provenant des terres irriguées par les eaux traitées?	0,08	1
Moyenne pondérée	2,102	Total de la pondération	1	

5.6 Représentation des résultats d'analyse

La figure 5.1 représente la moyenne pondérée obtenue lors de l'analyse de l'impact de la station et de la réutilisation des eaux usées traitées en irrigation. En effet, cette analyse a montré que l'impact sur l'environnement et l'économie sera moyennement important, tandis que l'impact sur la société est très important. Donc, il faudra bien établir des recommandations pertinentes afin de réduire les impacts négatifs identifiés dans l'analyse et favoriser les différents points positifs obtenus sur le plan des trois critères.

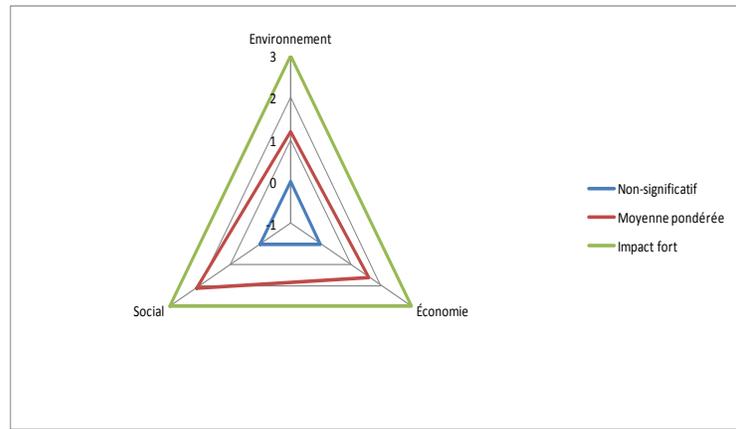


Figure 5.1 : Représentation graphique des résultats de l'évaluation d'impact.

6. ÉVALUATION CRITIQUE ET RECOMMANDATIONS

6.1 Évaluation critique environnementale et socio-économique

Malgré les nombreux avantages de la station d'épuration et de la réutilisation des eaux usées traitées en irrigation agricole, l'analyse des différentes données relatives au fonctionnement de la station ainsi que l'évaluation de l'impact probable de l'utilisation de l'effluent final dans le secteur agricole ont soulevé certaines contraintes environnementales et socio-économiques.

Du point de vue environnemental, l'analyse des différents impacts a soulevé les faiblesses suivantes :

- le processus d'oxygénation manuelle des filtres à sable, recommandé par les concepteurs de la station, demeure une opération qui risque d'affecter le traitement secondaire basé principalement sur la disponibilité de l'oxygène pour que les micro-organismes puissent bien remplir leurs tâches;
- la maintenance de la roselière n'a jamais été faite depuis l'implantation des roseaux, ce qui risque d'affecter la qualité de l'effluent final, sachant que la roselière joue un rôle important à cause de sa capacité d'absorber les polluants comme les métaux lourds, les phosphates et les composés azotés;
- le traitement primaire se fait dans un milieu anaérobie, où la dégradation microbienne de la pollution est accompagnée d'une production de gaz composée principalement de méthane. Ce biogaz reste, jusqu'à aujourd'hui, non valorisé malgré la mise en place d'équipements sophistiqués. En plus de ne pas servir à réduire la dépendance énergétique de la station, ce biogaz contribue au réchauffement climatique;
- les boues sont considérées comme étant des déchets ordinaires par les responsables de la station. Donc, elles finissent par se retrouver mélangées avec les déchets de la décharge publique de la commune de Drarga.

Quant à l'économie, l'analyse a montré que la station d'épuration risque de souffrir de problèmes financiers, à cause des facteurs suivants :

- tous les équipements de traitement de la station ont été importés des États-Unis. Donc, une éventuelle panne mécanique dans la station risque d'alourdir la facture de la station et d'occasionner des défaillances sur le plan de la qualité de l'eau traitée;
- les mécanismes de recouvrement des coûts de fonctionnement de la station ont été définis, mais sans évoquer les détails et les preneurs de certains des extrants comme les boues et les eaux traitées;
- aucun de ces mécanismes de recouvrement identifiés précédemment n'est appliqué.

Toutefois, l'installation des compteurs d'alimentation en eau potable a permis de comptabiliser la consommation en eau dans les ménages et de déduire un coût relatif à l'assainissement afin de couvrir les dépenses de la station d'épuration.

Finally, l'analyse du critère social a obtenu la pondération la plus élevée parce que ce critère est déterminant dans la réutilisation de l'effluent traité en irrigation. Ce sont ainsi les points suivants qui sont responsables de la pondération obtenue :

- le manque de formation en techniques d'assainissement nuit aux efforts de la station à trouver une main-d'œuvre qualifiée pour assurer un bon contrôle aux différentes étapes d'assainissement;
- l'absence de l'expérience marocaine lors de la conception de la station ne va pas aider les institutions d'assainissement à développer une expertise qui serait utile lors de la construction d'autres stations d'épuration;
- les agriculteurs refusent d'acheter des eaux usées traitées pour irriguer leurs terres agricoles;
- un vide dans la législation marocaine concernant la réutilisation des eaux usées traitées ne permet pas de désigner un organisme qui puisse prélever et gérer les revenus si les agriculteurs acceptent d'acheter les eaux épurées et les boues compostées.

Par conséquent, il serait important d'élaborer des recommandations adaptées aux différentes contraintes nommées ci-dessus qui seront des éléments clés permettant de limiter les impacts négatifs et d'atteindre les objectifs souhaités par les responsables de la station de traitement.

6.2 Recommandations environnementales

6.2.1 Oxygénation

Dans les filtres à sable, l'oxygène est un élément essentiel pour le fonctionnement des micro-organismes et pour les processus d'élimination de l'ammoniac. En revanche, cette biodégradation diminue la concentration de l'oxygène dans l'eau. Donc, pour assurer l'oxygénation des bassins, on a proposé le ratissage manuel à l'aide d'un râteau. Toutefois, ce type de ratissage présente deux points négatifs. Le premier concerne l'existence d'un risque sur la santé et la sécurité du ratisseur, car il va être en contact direct avec les eaux usées; le deuxième a trait à l'oxygénation qui doit couvrir toute la surface des bassins afin de limiter la formation des zones non aérées où des processus de dénitrification peuvent avoir lieu, ce qui n'est pas souhaité pendant cette étape de traitement. Par ailleurs, une oxygénation mécanique des bassins pourra être plus sécuritaire pour l'employé et va même mieux remplir son rôle en assurant l'apport d'oxygène à toute la surface. Pour ce faire, la station devra se doter d'une machine qui remplira convenablement ce rôle, comme un râteau qui peut fonctionner avec un bras mécanisé. De plus, la mise en place d'un système de lavage à contre-courant, comme une pompe qui utilise l'eau usée traitée pour le lavage peut à la fois nettoyer les filtres et en même temps assurer leur oxygénation.

6.2.2 Maintenance de la roselière

La maintenance de la roselière ne demande pas d'opérateurs hautement qualifiés. Tout ce qui est requis, c'est une vérification des plantes pour savoir si elles remplissent bien leur rôle. Cela se fait à l'aide d'analyses de l'effluent à l'entrée et à la sortie de la roselière pour déterminer son efficacité de traitement. Il faut également enlever les roseaux morts gorgés de polluants dans le bassin, parce que leur dégradation pourrait augmenter la concentration de certains éléments dans l'effluent final. Enfin, il faut prendre soin des feuilles de roseaux et essayer de les couper de temps à autre pour qu'elles occupent leur fonction adéquatement. On parle ici de la photosynthèse assurée par les feuilles des roseaux, qui assure le transfert de l'oxygène par l'intermédiaire des racines aux micro-organismes aérobies, responsables de la biodégradation des polluants.

6.2.3 Récupération du méthane

Selon le rapport technique de la station d'épuration, le biogaz du méthane est utile pour produire l'électricité à partir d'un groupe électrogène déjà mis en place dans la station pour alimenter le laboratoire et d'autres équipements (Environmental Alternatives Unlimited et L.L.C., 2009), alors que le reste de la station est alimenté par la régie d'électricité. Malgré sa mise en place, ce groupe électrogène n'a jamais servi à produire de l'électricité. En fait, le fonctionnement de ce groupe est bien détaillé dans le rapport technique de la station, il suffit simplement de suivre les étapes décrites et de donner une courte formation à la personne qui se chargera du groupe afin d'éviter les imprévus. En effet, le démarrage du groupe électrogène réduirait la facture d'électricité de la station et limiterait la contribution de la station dans l'émission d'un gaz à effet de serre qui représente un effet sur l'atmosphère de 24 fois plus grand que l'effet du CO₂ (Olivier, 2007b).

6.2.4 Valorisation des boues

Les boues produites par la station d'épuration sont rejetées après leur séchage dans la décharge publique, malgré leurs avantages agronomiques reconnus. En fait, les boues issues d'une station de traitement peuvent être considérées comme étant des fertilisants agricoles parce qu'elles renferment souvent des éléments nutritifs dont les plantes ont toutes besoin, principalement de l'azote et du phosphore, du calcium et du soufre un peu de potassium et du magnésium (ADEME, s. d.b). De plus, les boues compostées possèdent une bonne teneur en matière organique. Un sol riche en matière organique est propice pour l'agriculture et permet une meilleure rétention de l'eau, ce qui permet de pouvoir espacer les arrosages et réduire le risque de stress hydrique pour les plantes en période de sécheresse. En effet, au lieu de jeter les boues dans la décharge publique, les responsables de la station pourraient vendre ces matières fertilisantes aux agriculteurs. Cela ne peut cependant se faire que si les boues respectent les exigences sanitaires applicables, parce qu'elles peuvent contenir des polluants chimiques et aussi des micro-organismes pathogènes (MDDEP, 2002). Toutefois, on ne trouve aucun règlement marocain qui suggère l'utilisation des boues dans le domaine agricole. En effet, pour mieux profiter des boues dans le domaine agricole, il faudrait :

- effectuer des analyses périodiques des boues de la station d'épuration;

- analyser les paramètres chimiques de type agroenvironnemental, comme l'azote et le phosphate, de type agronomique, comme le potassium, et de type environnemental, tel que le cadmium (MDDEP, 2008);
- analyser les parcelles du sol où l'épandage serait appliqué afin de déterminer le besoin du sol en nutriments (MDDEP, 2008);
- valider la qualité des fertilisants auprès du ministère de l'Agriculture et du Secrétariat de l'État chargé de l'eau et de l'environnement;
- éviter l'épandage pendant les périodes de l'année où les précipitations sont dominantes (entre décembre et février) à cause des risques liés à des fuites d'azote vers les nappes souterraines (MDDEP, 2002);
- procéder au compostage des boues : cela permettrait une bonne valorisation de la matière et des résidus du traitement des eaux usées (Chambre d'agriculture Maine et Loire, 2007);
- assurer un suivi auprès des agriculteurs dans un but de sensibilisation et de formation;
- aviser les agriculteurs de limiter le stockage des boues près des cours d'eau (MDDEP, 2002) et des sources d'approvisionnement en eau souterraine.

En plus de leur valorisation agricole, les boues pourraient bien être vendues auprès des carrières et sablières qui sont actives dans la commune. Elles serviraient au réaménagement et à la réhabilitation des sites ayant connu une détérioration de leur paysage après leur exploitation. Il serait toutefois très important, avant la réutilisation des boues, de procéder à leur caractérisation et à leur analyse de manière à éviter toutes sortes de contaminations potentielles ou de modifications de la composition du sol, par des éléments chimiques et autres qui peuvent entrer dans la composition de ces boues. Néanmoins, les boues ne seront pas simplement considérées comme matériel de remplissage des sites, mais elles serviront aussi à revégétaliser les sites grâce à leur valeur agronomique.

6.3 Avantages de la réutilisation et recommandations socio-économiques

Même si l'analyse des caractéristiques de la station de traitement des eaux usées a montré plusieurs points négatifs quant aux critères analysés, l'évaluation de l'impact de la réutilisation

des eaux épurées dans l'agriculture a fait ressortir plusieurs impacts positifs sur l'environnement, l'économie et la société.

6.3.1 Avantages environnementaux

En ce qui concerne le critère de l'environnement, la réutilisation des eaux usées traitées assurera la protection des ressources en eau par la réduction des prélèvements d'eau à partir de la nappe, en rendant l'eau plus disponible pour des fins agricoles au niveau local. En conséquence, cela pourrait améliorer le bilan négatif causé principalement par des prélèvements d'eau excessifs lors de l'irrigation, alors que les apports en eau demeurent insuffisants. De plus, les analyses de l'eau épurée ont indiqué une valeur nutritive pour les terres agricoles et les plantes à cause de la présence de l'azote et de phosphore en quantité importante dans l'effluent final (Soudi et al., 2002). En effet, cela pourrait réduire le risque potentiel de la contamination des nappes d'eau vulnérables à l'utilisation des engrais minéraux en agriculture et même améliorer et préserver la qualité du sol agricole.

6.3.2 Avantages économiques

Du point de vue économique, la réutilisation des eaux traitées en irrigation contribuerait à l'amélioration de la situation économique auprès des agriculteurs. En fait, la disponibilité des eaux permettrait aux agriculteurs d'oublier le risque de la sécheresse qui affecte souvent la récolte, pour ce qui est de l'agriculture dite « classique » basée principalement sur les précipitations. L'augmentation des récoltes est l'autre facette positive de cette réutilisation, en raison de la disponibilité des eaux pendant toutes les périodes de l'année à cause de la production quotidienne des eaux usées, ce qui encouragerait les agriculteurs à augmenter le niveau d'irrigation et les variétés de cultures. Un autre avantage est, cette fois, en lien avec les coûts liés à l'utilisation des engrais. En fait, l'analyse environnementale et économique a démontré que cette réutilisation permettrait aux agriculteurs de réaliser des économies importantes en remplaçant l'achat d'engrais par la réutilisation des eaux, puisque ces dernières représentent la même valeur agronomique que celle des amendements agricoles. De même, la réutilisation et le développement du domaine agricole encourageraient le commerce des équipements et des installations d'irrigation agricole dans la commune. En outre, la vente d'eaux traitées permettrait à la station de couvrir ses dépenses et aux agriculteurs de sauver de

l'argent, étant donné que le prix de vente de l'eau traitée équivaut à la moitié de celui de l'eau propre (la section 5.4.1 : calcul du gain économique en eau).

6.3.3 Avantages sociaux

Du côté des avantages sociaux, l'irrigation serait avantageuse pour la commune, parce qu'elle créerait de l'emploi, limiterait la migration rurale vers les grandes villes et améliorerait la qualité de vie de la commune. En fait, le développement de l'irrigation et l'augmentation des rendements agricoles influenceraient d'une manière positive le niveau de vie dans la commune dont la majorité de la population est composée d'agriculteurs (Commune rurale de Drarga, 2009). Aussi, au Maroc, l'agriculture est considérée comme un moteur de développement à l'échelle macroéconomique du pays et de création d'emplois. Il s'agit d'une contribution de 15 à 20 % dans le PIB national et de l'existence de 3 à 4 millions de travailleurs ruraux dans le secteur agricole, dont 60 à 100 000 emplois dans le secteur agroalimentaire (Haimoud, 2008).

Toutefois, les avantages socio-économiques et environnementaux décrits ci-dessus ne peuvent avoir lieu tant que l'acceptation des agriculteurs au fait de réutiliser les eaux traitées dans l'irrigation n'est pas concrétisée sur le terrain. Aussi, il faut améliorer l'efficacité économique de la station de manière à ce que ces activités deviennent plus rentables et couvrent les dépenses financières de la station d'épuration.

6.3.4 Sensibilisation des agriculteurs

Pour amener les agriculteurs à accepter de réutiliser ces eaux usées, les responsables du secteur agricole doivent mener une campagne de sensibilisation élargie auprès des agriculteurs en faisant ressortir les avantages qui découlent de cette pratique.

Si les agriculteurs de la commune de Drarga ne veulent pas utiliser les eaux usées épurées, c'est parce qu'ils demandent que les eaux traitées soient fournies gratuitement, car il s'agit d'une eau qui sera rejetée de toute manière dans la nature une fois qu'elle sortira de la station.

Donc, avant d'effectuer une sensibilisation auprès des agriculteurs, il faudrait analyser et comprendre leurs arguments. Premièrement, les agriculteurs veulent des eaux gratuites, ce qui signifie qu'ils n'ont aucune idée des besoins financiers d'une station d'épuration, ni combien coûte le traitement des eaux usées. Deuxièmement, ils pensent que le milieu récepteur peut,

pendant longtemps, recevoir les eaux traitées sans qu'il y ait de conséquences négatives à long terme sur leurs terres agricoles et leur qualité de vie. Par ailleurs, la réalité est bien loin de ce qui est constaté par ces agriculteurs. En fait, les stations d'épuration ne peuvent fonctionner à long terme si elles ne reçoivent pas les revenus nécessaires. Déjà, le problème de financement a causé l'arrêt de plusieurs stations de traitement au Maroc (tableau 4.2) (Maarouf, 2002). Il serait avantageux de réacheminer les eaux traitées vers l'irrigation au lieu de les rejeter dans le milieu naturel. Même si ces eaux ne semblent pas représenter des risques pour l'environnement, à long terme, elles peuvent causer l'eutrophisation des cours d'eau ou la salinisation de la nappe.

En effet, une sensibilisation des agriculteurs sur les avantages socio-économiques de la réutilisation des eaux usées traitées serait une étape importante pour concrétiser l'acceptation de cette réutilisation. Pour ce faire, il faudra :

- présenter la situation hydrique actuelle du bassin de Souss aux agriculteurs;
- expliquer les conséquences liées à l'utilisation continue des ressources d'eau;
- présenter les impacts négatifs du rejet des eaux usées sur les eaux souterraines et les cours d'eau;
- montrer aux agriculteurs que n'on peut utiliser d'eau usée brute ou traitée de façon rudimentaire pour l'irrigation, pour leur sécurité et celle de leurs récoltes;
- expliquer le rôle important d'une station de traitement des eaux usées dans la protection de leur environnement;
- expliquer aux agriculteurs que la disponibilité des fonds financiers est importante pour le maintien du fonctionnement de la station, ainsi qu'un traitement plus complexe exige des coûts plus importants;
- présenter les impacts négatifs de l'utilisation d'engrais minéraux sur la qualité des terres agricoles et les ressources en eau;

- exposer les avantages environnementaux de la réutilisation des eaux traitées pour l'irrigation, notamment les avantages agronomiques dont les cultures pourraient pleinement profiter;
- montrer les bénéfices économiques de la réutilisation des eaux traitées et l'impact positif sur l'amélioration de la rentabilité des utilisateurs;
- expliquer aux agriculteurs que la réutilisation des eaux usées permettrait de remplacer partiellement l'usage des engrais sur les terres agricoles;
- présenter les expériences antérieures des pays ayant eu recours à la réutilisation des eaux usées traitées;
- présenter aux agriculteurs les risques à long terme d'utiliser une eau fraîche pour l'agriculture de façon aussi intensive par rapport aux réserves disponibles;
- montrer aux agriculteurs que la qualité de l'effluent final est conforme aux normes internationales et marocaines;
- présenter l'avantage économique du prix symbolique de vente de l'eau traitée qui est de l'ordre de 0,063 \$/m³ vis-à-vis le prix de l'eau propre qui coûte 0,127 \$/m³;
- présenter les avantages sociaux du développement agricole aux agriculteurs, surtout celui de la création de l'emploi dans la commune.
- Et enfin, assurer une formation aux agriculteurs sur les modes de combinaison entre les eaux usées traitées et l'utilisation engrais, parce qu'un suramendement des terres agricoles n'est pas toujours mieux.

En plus de ces recommandations, les organismes locaux responsables de la gestion de l'eau et du secteur agricole, dont l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole de Souss-Massa, le ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime, l'Agence du Bassin Hydraulique de Souss-Massa et l'Office National de l'Eau Potable, doivent maintenir des rencontres en continu avec les agriculteurs de la commune. Ce contact permettrait aux deux parties de connaître leurs besoins, soit en matière d'irrigation pour les agriculteurs ou les types d'aide que les organismes devront fournir. Ces derniers vont guider les agriculteurs dans leur réutilisation

des eaux traitées pour qu'elle soit plus productive. Ils vont également élaborer des plans et programmes dans le but d'augmenter leur rendement agricole et pour éliminer tous les risques potentiels qui peuvent survenir à la station de traitement.

6.3.5 Recouvrement des coûts

Afin que les agriculteurs profitent des eaux usées traitées, il faudrait que la station d'épuration puisse fonctionner pendant toute l'année. Cela ne sera possible que si la station arrive à couvrir toutes ses dépenses financières.

En premier lieu, la vente des boues compostées, comme des amendements agricoles, pourrait générer des revenus importants pour la station. Afin de calculer le revenu de cette vente, il faudrait connaître la quantité de boue produite par la station.

Selon le directeur de l'ONEP, à la commune de Drarga, la station d'épuration traite 1000 m^3 d'eau usée chaque jour. Ainsi, les boues qui sont récupérées dans les lits de séchage proviennent directement du bassin non aéré. Or, selon une étude réalisée sur la station d'épuration de la ville de Settat ($175\,000 \text{ Eq-H}$), où les eaux sont traitées par lagunage tertiaire, selon les fréquences de curage, les trois bassins anaérobiques ont produit, sur une période de dix ans, 240 t de boues à 45% de matière sèche (Beraud et al., 2009). Si on considère que les trois bassins produisent la même quantité de boues, on comprend qu'un seul bassin produit 80 t ($240 \text{ t}/3 = 80 \text{ t}$) de boues, ce qui est l'équivalent d'une production annuelle de 8 t , soit 8000 kg/an . La production journalière de chaque bassin est donc estimée à $21,91 \text{ kg/j}$ ($8000 \text{ kg/an}/365 \text{ j/an} = 21,91 \text{ kg/jour}$) de boue. Or, la station de la commune de Drarga est dimensionnée pour 8000 Eq-H (Jemali et Kefati, 2002). En effet, la station générerait environ, $1,001 \text{ kg}$ de boue par jour. De plus, les autres étapes de traitement et la biomasse de la roselière devraient amener le volume de boues autour de 20 kg/j à 30 kg/j . Ces boues sont acheminées vers les lits de séchage, où le taux de siccité dépend majoritairement des conditions climatiques. Dans ces lits, le taux de matières sèches varie entre 35 et 40% . Par conséquent, la station produirait environ 12 kg ($30 \text{ kg/j} * 0,40 = 12 \text{ kg}$) de boues déshydratées par jour.

Afin de mieux valoriser ces boues, le recours à leur compostage avec certains déchets (feuilles, bois, papier, carton, écorces, etc.) permettrait de réduire leur volume de 2 à 3 fois. Par

conséquent, le compostage d'une tonne de boues donne environ 350 kg de compost (Communauté d'agglomération Bourges Plus, s. d.).

En se basant sur ces chiffres, on pense que le compostage des boues de la station d'épuration de Drarga, générerait 4,2 kg/j ($12 \text{ kg/j} * 0,001 \text{ t/kg} * 350 \text{ kg/t} = 4,2 \text{ kg/j}$). Donc, le compostage produirait annuellement 1,537 t/an ($4,2 \text{ kg/j} * 366 = 1537 \text{ kg/an}$).

Or, le compost ne contient que 0,2 à 1 % de N, de P_2O_5 et de K_2O (Brady and Weil, 1996). De plus, au Québec la valeur marchande d'une tonne de compost, soit 1000 kg est d'environ 100 \$ s'il est vendu en sac et normé (avec suivi de la qualité et analyse de laboratoire inclus) (Berrouard, 2010). Donc, avec la production faible de compost (1,5 t/an), il faut voir ce dernier comme un matériel qui serait pris par certains agriculteurs limitrophes à la station probablement gratuitement plutôt que de payer pour le transport et la disposition. En effet, la distribution du compost auprès des agriculteurs pourrait bien promouvoir l'achat de l'eau traitée.

En second lieu, la vente des eaux usées serait aussi bénéfique, surtout que le prix de vente de 0,063 \$/m³ serait à la portée des agriculteurs puisqu'il est très bas, au prix de vente de l'eau propre. Donc, sachant que la station reçoit quotidiennement 1000 m³ d'eaux usées et admettant que la même quantité se trouve à la sortie, on peut dire que la vente d'eaux épurées générerait environ 23 058 \$/an pour la station pour une production journalière de 1000 m³ en eaux d'irrigation.

De même, les utilisateurs de l'eau propre (les citoyens), peuvent contribuer dans le recouvrement des coûts de gestion de la station. Au Maroc, les ménages sont dotés de compteurs de consommation d'eau potable. Donc, à la fin de chaque mois, les citoyens payent une facture qui affiche à la fois la consommation et les coûts d'assainissement associés. Ceux-ci se chiffrent en moyenne à 0,32 \$/m³ (2,61 Dh/ m³) pour la première tranche et 0,81 \$/m³ (6,51 Dh/ m³) pour la deuxième (ONEP, 2009) (annexe 8). On se limitera à la première tranche pour le cas de la commune de Drarga, celle-ci étant relativement petite. Avec sa consommation quotidienne de l'ordre de 1000 m³, la commune générerait 116 800 \$/an ($0,32 \text{ \$/m}^3 * 1000 \text{ \$/m}^3 * 365 \text{ jours} = 116 800 \text{ \$/an}$). De ce fait, ce grand montant permettrait non seulement de couvrir les dépenses de la station, mais aussi, de contribuer dans le financement et le développement des infrastructures d'assainissement de la commune, en

fixant 50 % du montant pour le recouvrement des coûts, soit : 58 400 \$/an et l'autre 50 % pour le secteur d'assainissement liquide.

De plus, la valorisation du biogaz éliminerait une partie importante des frais relatifs au paiement de l'électricité. Estimons que cette élimination couvrirait 30 % de la facture, la station n'aura à payer que 5525,80 \$/an.

Donc, la consommation de l'eau potable, la vente des eaux traitées et la valorisation du biogaz seront très avantageuses pour la station puisqu'elles couvriraient en grande partie les dépenses liées au fonctionnement et à la gestion de la station d'épuration (tableau 6.1).

Tableau 6.1 : Les rentrées financières des mécanismes de recouvrement.

Les mécanismes de recouvrement	Les rentrées financières générées par la station en \$/an
La vente d'eaux usées traitées	23 058
La valorisation des boues	----
La valorisation du biogaz	2368,20
La consommation d'eau potable	58 400
Total	83 826,20

Donc, non seulement les coûts seraient couverts, mais un montant de 49 620,20 \$/an serait gagné, ce qui permettrait à la station de réaliser des économies importantes et d'investir dans d'autres projets, dont l'amélioration de la performance de la station. En fait, la station est en fonction depuis 2002, c'est pourquoi on estime que, après cette longue période de fonctionnement, il faudrait réaliser un diagnostic technique à la station. Cela permettrait d'apporter les modifications nécessaires à la station, par le changement des équipements détériorés dont le rendement est faible. En revanche, les équipements de la station posent un problème auprès des responsables de la station, du fait qu'ils ont tous été importés des États-Unis (annexe 5). De ce fait, ce diagnostic devrait être accompagné d'une recherche sur des fournisseurs locaux spécialisés en vente d'équipements d'assainissement, ce qui permettrait de limiter les coûts élevés dus à l'importation et à l'achat d'équipements à l'étranger.

Quant au problème de la gestion des revenus de la vente d'eaux épurées, l'Agence du bassin hydraulique de Souss Massa pourrait bien remplir cette mission, en raison de ses fonctions qui prennent naissance de la Loi sur l'eau 10-95, dont :

- la gestion et le contrôle des ressources d'eau mobilisées;
- la protection qualitative et quantitative des ressources en eau (ABHT, 2009b);
- la fixation des redevances sur les volumes d'eau prélevés (ABHT, 2009b).

Toutefois, l'organisme va simplement se charger de la collecte des fonds, alors qu'une partie sera dirigée vers les responsables de la station d'épuration pour couvrir les frais de fonctionnement. Une deuxième partie pourrait être investie dans le domaine agricole, soit par l'encouragement et la mise en place de l'agriculture durable, le développement des programmes d'aide à ceux qui pratiquent l'agriculture classique et même par l'organisation d'ateliers de formation en faveur des agriculteurs.

CONCLUSION

Dans le cadre de notre étude, les impacts de la station d'épuration des eaux usées de la commune de Drarga et de l'effluent traité, qui sera utilisé en irrigation agricole, ont été évalués. Ce projet de traitement, qui a été réalisé par l'Agence américaine pour le développement international, s'inscrit dans le cadre d'un programme environnemental appelé « Pérennité des ressources en eau du Maroc ». En fait, la région où est située la commune de Drarga connaît un déficit hydraulique de l'ordre de 228 Mm³ dû principalement à la surexploitation agricole et au manque d'apports annuels en eau nécessaires pour satisfaire les besoins en matière d'irrigation. Par conséquent, l'utilisation d'une source alternative à l'eau fraîche, dont celle de l'effluent traité de la station de traitement, s'impose comme une solution fiable pour corriger la situation critique des ressources en eau.

L'évaluation de la fiabilité de cette solution a été fixée comme principal objectif. Elle a pris en compte l'impact de la station de traitement et celui de l'irrigation sur les différentes composantes de l'environnement. L'efficacité du projet et l'impact sur l'économie locale de la commune ont également été considérés. Finalement, dans l'analyse du critère social, l'évaluation a porté essentiellement sur l'emploi au plan de la commune ainsi qu'à l'acceptabilité des agriculteurs à réutiliser des eaux usées épurées et celle des citoyens à acheter des aliments irrigués par la même catégorie d'eau.

Le risque de perturbation du traitement sur le plan des filtres à sable et dans la roselière en plus du manque de valorisation du biogaz (méthane) et des boues issues du traitement primaire ont mené à la conclusion qu'il faut procéder à certaines mesures correctives à l'intérieur de la station de traitement. Il s'agit de remplacer l'oxygénation manuelle par une autre qui est mécanisée pour ainsi assurer une bonne maintenance de la roselière qui joue un rôle primordial dans le traitement de l'effluent. À cela s'ajoute la valorisation du biogaz et des boues que les responsables ne doivent pas négliger à cause de leurs valeurs environnementales et économiques très importantes.

L'efficacité économique du projet et l'impact sur l'économie locale ont donné lieu à deux résultats différents. Dans le premier, l'analyse a démontré que le projet ne serait pas en mesure de couvrir ses coûts de maintenance et de gestion de la station, qui sont de l'ordre de 34 206 \$/an, parce qu'aucune des sources financières préétablies par les responsables de la station

n'était activée, principalement : la vente des eaux usées traitées, la vente des roseaux et des boues compostées. En conséquence, le problème du manque de financement risque de se répéter et de nuire à la durabilité du fonctionnement de la station de traitement. Néanmoins, dans le deuxième résultat, l'impact de l'irrigation a été évalué positivement parce que cette dernière va procurer plusieurs avantages économiques à la région, notamment ceux de l'augmentation du rendement agricole des agriculteurs, du développement du domaine de l'irrigation et de l'encouragement du commerce d'équipements agricoles.

Toutefois, ce présent travail a fait ressortir que l'acceptabilité du public est un enjeu très déterminant pour atteindre les objectifs qui sont souvent fixés avant la réalisation de n'importe quel projet. L'évaluation a conclu que les agriculteurs doivent être bien sensibilisés sur les différents avantages de la réutilisation des eaux usées traitées parce qu'ils ne sont pas très enclins à acheter une eau qui provient d'une station d'épuration. Ils sont aussi loin de comprendre les différents impacts économiques associés à cette réutilisation. Afin d'améliorer cette situation et d'en assurer l'acceptation, certaines recommandations ont été élaborées, principalement : la présentation de la situation critique du bilan hydraulique de la région, ce qui va leur permettre de mieux comprendre la raison de remplacer l'utilisation d'une eau propre par une eau traitée; l'explication des impacts négatifs de l'utilisation excessive d'engrais minéraux sur la qualité de certaines ressources en eau; la présentation des avantages économiques de la réutilisation d'eaux épurées, notamment, l'impact sur leurs rentrées économiques; et finalement, le rôle important de l'achat du paiement d'eaux usées traitées pour le maintien du fonctionnement de la station d'épuration.

Cependant, l'acceptabilité de la réutilisation d'eaux usées traitées n'était pas le seul problème à résoudre. Le recouvrement des coûts de gestion de la station d'épuration est aussi l'un des points critiques de ce projet, c'est pourquoi l'identification de certains mécanismes de recouvrement avec les coûts qui seront générés a été une étape importante dans le présent travail. La vente d'eau potable aux citoyens de la commune et des eaux usées traitées et la valorisation du biogaz constituent les principaux mécanismes qui permettraient d'apporter à la station environ 83 826,20 \$/an, ce qui aiderait à couvrir une grande partie des dépenses et à contribuer au développement du secteur agricole de la commune. De même, un organisme capable de gérer les différents fonds générés par les activités de vente a été désigné parce

qu'aucun organisme n'est encore autorisé pour ce type d'activité. En vue des différentes missions accomplies par l'Agence du bassin hydraulique de Souss Massa, dont celle de la gestion et du contrôle des ressources d'eau mobilisées, de la protection qualitative et quantitative des ressources en eau et de la fixation des redevances sur les volumes d'eau prélevés, cette Agence s'impose comme étant le seul organisme à présenter les moyens et les ressources nécessaires.

Enfin, il semble que les objectifs de cette étude aient été atteints. De plus, à la lumière des différents résultats obtenus par l'évaluation des impacts, on peut assumer que cette réutilisation de l'effluent traité n'aura aucun danger sur l'environnement. Elle va, en revanche, protéger l'environnement, développer l'économie des agriculteurs et améliorer la qualité de vie dans la commune de Drarga. Toutefois, même si la commune produit une grande quantité d'eau quotidiennement ($1000 \text{ m}^3/\text{jour}$), soit $365\,000 \text{ m}^3/\text{an}$. La région de Souss-Massa connaît un déficit hydrique de $228\,000\,000 \text{ m}^3/\text{an}$. Ainsi, l'irrigation couvrirait $0,16\%$ ($365\,000/228\,000\,000 * 100 = 0,16\%$) du manque à gagner. En fait, ce chiffre donne l'air que l'impact de la réutilisation sur la situation hydraulique est faible. Mais, la réussite de l'expérience de Drarga encouragerait d'autres centres urbains, qui sont plus peuplés et qui génèrent une grande quantité d'eaux usées à construire des stations d'épuration dans le but de traiter la pollution et réutiliser l'effluent traité en irrigation, c'est à ce moment que l'impact de la réutilisation pourrait devenir plus significatif. En fin de compte, cette réutilisation des eaux usées traitées aura beaucoup plus de répercussions positives que négatives à l'échelle de la commune et aussi à toute la région de Souss-Massa.

RÉFÉRENCES

- Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) (s. d.a). La stabilisation des boues. In ADEME. *Les différents types de boues d'épuration et leurs traitements*, [En ligne]. <http://www.ademe.fr/partenaires/boues/pages/f15.htm> (Page consultée le 17 décembre 2009).
- Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) (s. d.b). La conjonction de l'intérêt agronomique et des capacités épuratrices du sol. In ADEME. *L'épandage agricole : pour tirer parti de l'intérêt agronomique des boues d'épuration*, [En ligne]. <http://www.ademe.fr/partenaires/Boues/Pages/chap21.htm> (Page consultée le 8 février 2010).
- Agence du Bassin Hydraulique de Souss Massa et Draa (ABHSM) (2005). *Stratégie de sauvegarde des ressources en eau souterraine dans le bassin du Souss Massa*, [En ligne]. <http://www.abhsm.ma/spip.php?article239> (Page consultée le 26 octobre 2009).
- Agence du Bassin Hydraulique de Souss Massa et Draa (ABHSM) (s. d.). *Les eaux de surface*, [En ligne]. <http://www.abhsm.ma/spip.php?rubrique28> (Page consultée le 26 octobre 2009).
- Agence du Bassin Hydraulique de Tensift (ABHT) (2009a). *Le cadre organisationnel : La Loi 10-95 sur l'Eau -Français*, [En ligne]. <http://www.eautensift.net/x/reglementation/cadre-organisationnel.html> (Page consultée le 9 janvier 2010).
- Agence du Bassin Hydraulique de Tensift (ABHT) (2009b). *Le cadre organisationnel*, [En ligne]. <http://www.eautensift.net/x/reglementation/cadre-organisationnel.html> (Page consultée le 9 janvier 2010).
- Agunwamba, J. C. (2001). *Analysis of Socioeconomic and Environmental Impacts of Waste Stabilization Pond and Unrestricted Wastewater Irrigation: Interface with Maintenance. Environmental Management*, vol. 27, n° 3, p. 463-476.
- Al Khateeb, N. (2001). *L'acceptabilité socioculturelle de la réutilisation des eaux usées en Palestine*. In Faruqui, N.I. Biswas, A.K. et Binoet, M.J (réd). *La gestion de l'eau selon l'Islam*, [En ligne]. http://www.idrc.ca/fr/ev-93955-201-1-DO_TOPIC.html (Page consultée le 5 octobre 2009).
- Alp'Epur (s. d.a). *Assainissement individuel par roselière à flux horizontal*. In ECI-habitat. *Dossier complet-épuration des eaux usées*, [En ligne]. <http://www.eci-habitat.com/index.php?rubrique=downloads&theme=1> (Page consultée le 17 décembre 2009).

- Alp'Epur (s. d.b). Assainissement par filtre planté de roseaux, [En ligne].
<http://www.alpepur.fr/roseliere.html> (Page consultée le 17 décembre 2009).
- Ambassade de France au Maroc (2007). Agriculture. In Ambassade de France au Maroc. Économie, [En ligne]. <http://www.ambafrance-ma.org/maroc/agriculture.cfm> (Page consultée le 22 février 2010).
- Association des professeurs de sciences expérimentales en nouvelle Calédonie (Symbiose) (2006). Fiche technique : la tomate, [En ligne]. http://www.symbiose-nc.com/cahier_agri/pdf/articles/16_fiche-tomate.pdf (Page consultée le 3 février 2010).
- Azad, A.S. (1987). Effect of sewage waste waters on some soil properties. Indian journal of ecology, vol. 14, n° 1, p. 7-13.
- Beraud, J. Cadillon, M. Chibani, A. Lacassin, J.C. Moulay R'chid, M. et Zahry, M. (2009). Élaboration d'un scénario optimal pour la mise en place d'un périmètre irrigué de réutilisation des eaux usées épurées à Settat (Maroc). In Beraud, J. Cadillon, M. Chibani, A. Lacassin, J.C. Moulay R'chid, M. Zahry, M. Symposium international : « Agriculture durable en région méditerranéenne (AGDUMED)», Rabat, les 14 et 16 mai 2009.
- Bernier, B. (2001). Guide pour l'étude des technologies conventionnelles de traitement des eaux usées d'origine domestique. In Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs, Direction des politiques du secteur municipal, service de l'expertise technique en eau. Lagunage [En ligne].
<http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/domestique/chapitre6-2.htm> .
- Berrouard, A. (20 mars 2010). La vente des boues. Courrier électronique à El Mehdi Dadi, adresse destinataire : mdadi1694@gmail.com.
- Bouchet, C. (2008). Recyclage et réutilisation des eaux usées : ou en sommes-nous ? L'eau, l'industrie, les nuisances, n°308, p. 33-42.
- Brady, N.C. and Weil, R.R (1996). Practical Nutrient Management. In Brady, N.C. and Weil, R.R, The nature and properties of soils (chap.16, p.512-561). New Jersey, Prentice-Hall, Inc.
- Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (C.E.A.E.Q) (2005). Recherche et dénombrement des coliformes totaux : méthode par filtration sur membrane. In C.E.A.E.Q. Méthodes d'analyses biologiques, microbiologiques et toxicologiques, [En ligne]. http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/methodes/bio_toxico_micro.htm#colifecaux (Page consultée le 17 septembre 2009).
- Centre d'information sur l'énergie durable et l'environnement (CIEDE) (1994). Module 6 : Déchet. In CIEDE. Émission des GES en 1994, [En ligne].

- <http://www.ciede.org.ma/siedcc/siedcc/InfosTechniques/Inventaire94.html> (Page consultée le 18 octobre 2009).
- Chambre d'agriculture Maine et Loire (2007). Pour vous aider dans l'utilisation des boues d'épuration urbaine, [En ligne]. http://www.maine-et-loire.chambagri.fr/iso_album/la_boussol_n11.pdf (Page consultée le 16 février 2010).
- Chevalier, P. (2005). Les eaux usées urbaines. In Chevalier, P., Technologies d'assainissement et prévention de la pollution (chap.2, p. 51-120). Québec, Télé-Université.
- Communauté d'agglomération Bourges Plus (s. d.). Le compostage des boues issues de la communauté d'agglomération Bourges Plus, [En ligne]. <http://www.agglomeration-bourgesplus.fr/au-service-des-usagers.php?ID=116> (Page consultée le 20 février 2010).
- Commune de Drarga (2009). Monographie de la commune rurale de Drarga. Communication personnelle. Visite à la direction de la commune rurale, les 14-16 décembre 2009, Drarga.
- Conseil général de Val de Marne (2004). La grille d'analyse des projets du Conseil général au regard du développement durable, [En ligne]. <http://www.cg94.fr/node/7289> (Page consultée le 2 janvier 2010).
- Debbarh, A. (2004). L'irrigation au Maroc : un choix stratégique pour le développement agricole et la sécurité alimentaire. In Centre National de documentation du Maroc. Agriculture et sécurité alimentaire, [En ligne]. <http://doc.abhatoo.net.ma/doc/spip.php?article1543> (Page consultée le 22 février 2010).
- Environnement Canada, École polytechnique (Montréal), Hydromantis Inc., et Axor Experts-Conseils Inc. (2003). NH3 procédés de traitement pour l'enlèvement de l'ammoniac des eaux usées municipales. Ottawa, Environnement Canada, 281 p.
- Environmental Alternatives Unlimited, Chemonics International Inc. ECODIT, University of Georgia, Planning Assistance, G.S. Engineering Coverdale Organization Inc. (2004). Projet Pérennité des Ressources en Eau au Maroc. In United States Agency for International Development (USAID). USAID Documents, [En ligne]. http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PDABZ562.pdf (Page consultée le 23 octobre 2009).
- Environmental Alternatives Unlimited et L.L.C. (2009). Manuel d'exploitation et de maintenance de la station de traitement des eaux usées de Drarga. Communication personnelle. Visite à la division de l'ONEP, les 14-16 décembre 2009, la commune de Drarga.
- Fernandez, S. Verdier, J. et IPTRID (2004). Problématique de l'eau agricole en méditerranée. In Fernandez, S. Verdier, J. et IPTRID. Problématique de l'eau agricole en méditerranée,

- [En ligne]. ftp://ftp.fao.org/AGL/IPTRID/conf_france_04.pdf (Page consultée le 25 septembre 2009).
- Haimoud, A. (2008). Plan Maroc Vert : L'agriculture marocaine à la croisée des chemins. In *Aujourd'hui Le Maroc. Couverture*, [En ligne]. <http://www.aujourd'hui.ma/couverture-details61331.html> (Page consultée le 18 février 2010).
- Haut-Commissariat au Plan (HCP) (2005). Population légale du Maroc. In HCP. Recensement général de la population et de l'habitat, [En ligne]. <http://www.hcp.ma/frmEnquetes.aspx?id=0101> (Page consultée le 25 octobre 2009).
- Haut-Commissariat au Plan (HCP) (2007). Population légale du royaume selon le milieu de résidence. In HCP. Indicateurs et agrégats, [En ligne]. <http://www.hcp.ma/frmInd.aspx?id=0406000000&vara=10> (Page consultée le 17 octobre 2009).
- Institut de développement durable des premières nations du Québec et du Labrador (IDDPNQL) (2006). Guide de l'utilisateur : Grille d'analyse en développement durable pour une planification communautaire et une gestion territoriale. In IDDPNQL. *Stratégie de développement durable des Premières Nations du Québec et du Labrador 2006-2009*, [En ligne]. http://www.iddpnql.ca/fichiers/GUIDE_UTILISATEUR.pdf (Page consultée le 2 janvier 2010).
- Janssen, B.H. Boesveld, H. and Rodriguez, M.J. (2005). Some theoretical considerations on evaluating wastewater as a source of N, P and K for crops. *Irrigation and drainage*, vol. 54, p. 35-47.
- Jemali, A. et Kefati, A. (2002). Réutilisation des eaux usées au Maroc. In Jemali, A. et Kefati, A. *Forum sur la gestion de l'eau*, [En ligne]. www.crdi.ca/uploads/user-S/10637175471Maroc.doc (Page consultée le 15 octobre 2009).
- Kerby, M. (s.d.). The Drarga Wastewater Treatment and Reuse Project: A Model for Small Communities. In *Water Authority Jordan. First Regional Water Reuse Conference*, [En ligne]. <http://www.mwi.gov.jo/English/WAJ/WaterReuse/Pages/Conferences.aspx> (Page consultée le 19 octobre 2009).
- Khouri, N. Kalbermatten, J.M. and Bartone, C.R. (1994). The reuse of wastewater in agriculture : A guide for planners. In Khouri, N. Kalbermatten, J.M. and Bartone, C.R. *Water and sanitation*, [En ligne]. http://www.wds.worldbank.org/external/default/main?pagePK=64193027&piPK=64187937&theSitePK=523679&menuPK=64187510&searchMenuPK=64187283&siteName=WDS&entityID=000009265_3961006165519 (Page consultée le 26 septembre 2009).

- Lazarova, V. et Brissaud, F. (2007). Intérêt, bénéfices et contraintes de la réutilisation des eaux usées en France. *L'eau, L'industrie, Les nuisances*, n°299, p. 43-52.
- Maarouf, H. (2002). Analyse critique de l'efficacité des stations d'épuration des eaux usées au Maroc. Essai de maîtrise en environnement, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, 67 p.
- Marsalek, J., Schaefer, K. Exall, K. Brannen L. et Aidun, B. (2002). Réutilisation et recyclage de l'eau. In Marsalek, J., Schaefer, K. Exall, K. Brannen L. et Aidun, B. Compte rendu de l'atelier sur les sciences de l'eau et les politiques, Calgary, les 30 et 31 mai 2002. Winnipeg, Série d'ateliers du Conseil canadien des ministres de l'environnement sur les sciences de l'eau et les politiques.
- Ministère de l'Agriculture de la République de Madagascar (s. d.). Le blé, [En ligne]. <http://www.maep.gov.mg/filtecble.htm> (Page consultée le 3 février 2010).
- Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires Rurales de l'Ontario (MAAARO) (2009). Biosolides d'épuration - La gestion responsable des éléments nutritifs urbains pour l'agriculture. In MAAARO. Agriculture, [En ligne]. <http://www.omafra.gov.on.ca/french/nm/nasm/info/brochure.htm> (Page consultée le 2 octobre 2009).
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) (2002). Questions et réponses sur des éléments soulevés par le documentaire Tabou(e)! sur la valorisation agricole des boues municipales, [En ligne]. [http://www.mddep.gouv.qc.ca/matieres/articles/documentaire/tabou\(e\).asp](http://www.mddep.gouv.qc.ca/matieres/articles/documentaire/tabou(e).asp) (Page consultée le 15 février 2010).
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (2008). Guide sur la valorisation des matières résiduelles fertilisantes, Critères de référence et normes réglementaires. Québec, Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs, 143 p.
- Office National de l'Eau Potable (ONEP) (2009). Le prix de vente des eaux usées traitées. Communication personnelle. Visite à la division de l'ONEP, les 14-16 décembre 2009, la commune de Drarga.
- Olivier, M.J. (2007a). L'hydrosphère. In Olivier, M.J., Chimie de l'environnement (chap. 1, p. 7-48). Québec, Les productions Jacques Bernier.
- Olivier, M.J. (2007b). Les grands problèmes atmosphériques décrits par la chimie de l'environnement. In Olivier, M.J., Chimie de l'environnement (chap.4, p. 114-155). Québec, Les productions Jacques Bernier.

- Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) (2005). Utilisation de l'eau dans l'agriculture. In FAO. Focus 2005, [En ligne].
<http://www.fao.org/AG/fr/magazine/0511sp2.htm> (Page consultée le 2 octobre 2009).
- Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) (2006). Utilisation des engrais par culture au Maroc, [En ligne].
<ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertusemaroc.pdf> (Page consultée le 20 février 2010).
- Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) (2007). Lancement d'un important projet de lutte contre la sécheresse au Maroc, [En ligne].
<http://www.fao.org/newsroom/fr/news/2007/1000595/index.html> (Page consultée le 22 février 2010).
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (1989). L'utilisation des eaux usées en agriculture et en aquiculture : recommandations à visées sanitaires, [En ligne].
http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_778_fre.pdf (Page consultée le 5 janvier 2010).
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (2006). Good irrigation practice. In OMS. Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Volume 2: Wastewater use in agriculture, [En ligne].
http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/wwuvol2ann1.pdf (Page consultée le 5 janvier 2010).
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (2010). L'OMS publie une troisième édition (en anglais) de ses directives relatives à l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères, [En ligne].
<http://www.who.int/mediacentre/news/new/2006/nw03/fr/index.html> (Page consultée le 5 janvier 2010).
- Portail national du Maroc (2006). Les régions du Royaume, [En ligne].
<http://www.maroc.ma/PortailInst/Fr/MenuGauche/Portrait+du+Maroc/R%C3%A9gions/> (Page consultée le 25 octobre 2009).
- Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) (2006). Au delà de la pénurie : pouvoir, pauvreté, et crise mondiale de l'eau. In PNUD. Rapport mondial sur le développement humain 2006, [En ligne].
<http://hdr.undp.org/en/reports/global/hdr2006/chapters/french/> (Page consultée le 28 septembre 2009).
- Secrétariat d'État auprès du Ministère de l'Énergie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement, chargé de l'Eau et de l'Environnement (S.E.E.E) (2007). Normes de qualité : eaux destinées à l'irrigation, [En ligne]. www.eau-

- tensift.net/fileadmin/user_files/pdf/publications/3_Irrigation.pdf (Page consultée le 9 janvier 2010).
- Soudi, B. Kerby, M. et Choukr Allah, R. (2002). Réutilisation des eaux usées en agriculture au niveau des petites et moyennes communes, Directives générales et expérience pilote de la commune de Drarga. Bulletin Transfert de technologie en agriculture, n° 67, p. 1-4.
- Système Euro-Méditerranéen d'Information sur les savoir-faire dans le Domaine de l'Eau (SEMIDE) (2007). Point focal national marocain : Législation, [En ligne].
<http://www.water.gov.ma/semide/FR/themes/p-text875.htm> (Page consultée le 9 janvier 2010).
- Toze, S. (2005). Reuse of effluent water -benefits and risks. Agricultural Water Management, vol. 80, p. 147-159.
- Triferto (2008). Le marché des engrais chimiques en mouvement, [En ligne].
http://www.triferto.org/index.php/id_structuur/12162/bulletin-dinformation.html (Page consultée le 2 octobre 2009).
- United States Agency for International Development (USAID) (2002). Forum sur la réutilisation des eaux usées. In Centre de Recherche pour le Développement International (CRDI). Recherche, [En ligne]. www.idrc.ca/uploads/user-S/10637151371Morocco-French.ppt (Page consultée le 24 octobre 2009).
- W2O Environnement (s. d.). Comment fonctionnent-elles ? In W2O Environnement. Technologie de remplacement, [En ligne].
<http://www.w2oenvironment.net/languages/french/alternative.html> (Page consultée le 17 décembre 2009).
- Weber, S. Khan, S. and Hollender, J. (2006). Human risk assessment of organic contaminants in reclaimed wastewater used for irrigation. Desalination, Vol. 187, p. 53-64.
- Wikipedia (2008). Découpage administratif Souss Massa Draa, [En ligne].
http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Decoupage_administratif_Souss_Massa_Draa.JPG (Page consultée le 25 octobre 2009).
- Yacoubi, S.M. (1999). Les ressources en eau au Maroc : bilan, perspective et plan d'action. In Centre National de documentation du Maroc. Développement économique et social, [En ligne]. <http://doc.abhatoo.net.ma/DOC/spip.php?article1125> (Page consultée le 18 octobre 2009).

ANNEXE 1

POPULATION, IRRIGATION ET RESSOURCE EN EAU DISPONIBLE EN 2002

Tirée de Fernandez et al. (2004)

	Population (Mhab) en 2000	Eaux bleues (km ³ /an)	Res./habitant (m ³ /hab/an) ¹⁶	Prélèvements (km ³)	Irrigation (milliers ha)	Surface irriguée/surface totale cultivée
Algérie	30	14,3	480	6,1 (43 %) ¹⁷	560 (65 %) ¹⁸	7 %
Chypre	0,8	0,8	995	0,2 (25 %)	40 (71 %)	28 %
Égypte	68	58,3	859	68,7 (118 %)	3 291 (78 %)	100 %
Espagne	40	111,5	2794	35,6 (32 %)	3 655 (68 %)	20 %
France	59	170	2 880	38 (22 %)	1 700 (10 %)	13 %
Grèce	11	74,3	6998	7,8 (10 %)	1 451 (81 %)	38 %
Israël	6	1,7	276	2,0 (118 %)	194 (63 %)	46 %
Italie	58	191,3	3325	44,4 (23 %)	2 700 (45 %)	24 %
Jordanie	5	0,9	179	4 (501 %)	75 (75 %)	19 %
Liban	3	4,4	1261	1,4 (32 %)	104 (67 %)	31 %
Libye	5	0,6	113	4,8 (800 %)	470 (89 %)	22 %
Malte	0,4	0,05	129	0,06 (120 %)	2 (25 %)	22 %
Maroc	30	29	970	12,8 (44 %)	1 300 (90 %)	13 %
Syrie	16	26,3	1622	20 (76 %)	1 211 (95 %)	23 %
Tunisie	9	4,5	500	2,7 (60 %)	400 (82 %)	8 %
Turquie	67	229,3	3439	37,5 (16 %)	4 500 (74 %)	17 %

ANNEXE 2

BILAN DE LA NAPPE DU SOUSS EN Mm³

Tiré de l'ABHSM (2005)

Bassin	1976	1979	1985	1994	1996	1998	2003
Recharge de la nappe :							
Infiltration de la pluie et du ruissellement dispersé	66,2	62,8	57,8	31,3	105,0	29,7	39,6
Infiltration dans les lits des oueds	88,7	208,5	50,2	17,3	490,0	31,0	199,3
Retour des eaux d'irrigation superficielles	14,3	13,7	8,0	10,2	80,0	17,4	15,8
Drainance ascendante à partir des nappes profondes	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Apport par abouchement des nappes	48,0	48,8	43,7	46,2	192,0	174,9	65,0
Total entrées	220	337	163	108	870	256	323
Sorties de la nappe:							
Ecoulement souterrain vers la mer	22,0	19,9	15,0	19,0	142,0	16,4	3,8
Drainage par le Souss aval	8,2	60,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Prélèvement net d'irrigation du secteur traditionnel	116,0	73,7	11,1	65,4	33,8	67,6	516,6
Prélèvement net d'irrigation par pompage des secteurs publics et privés modernes	250,6	278,1	365,4	375,0	431,0	488,0	
Sorties par drains et sources	8,1	9,8	16,8	18,6	30,0	41,9	2,3
Prélèvement d'eau potable et industrielle							28,7
Total sorties	405	442	408	478	637	614	551
Bilan	-185	-105	-245	-370	233	-358	-228

ANNEXE 3

LA QUALITÉ DE L'EAU RECOMMANDÉE PAR L'OMS

Tirée de l'OMS (2006)

Parameter	Units	Degree of restriction on use			
		None	Slight to moderate	Severe	
Salinity EC _w ^a	dS/m	<0.7	0.7–3.0	>3.0	
TDS	mg/l	<450	450–2000	>2000	
TSS	mg/l	<50	50–100	>100	
SAR ^b	0–3	meq/l	>0.7 EC _w	0.7–0.2 EC _w	<0.2 EC _w
SAR	3–6	meq/l	>1.2 EC _w	1.2–0.3 EC _w	<0.3 EC _w
SAR	6–12	meq/l	>1.9 EC _w	1.9–0.5 EC _w	<0.5 EC _w
SAR	12–20	meq/l	>2.9 EC _w	2.9–1.3 EC _w	<1.3 EC _w
SAR	20–40	meq/l	>5.0 EC _w	5.0–2.9 EC _w	<2.9 EC _w
Sodium (Na ⁺)	Sprinkler irrigation	meq/l	<3	>3	
Sodium (Na ⁺)	Surface irrigation	meq/l	<3	3–9	>9
Chloride (Cl ⁻)	Sprinkler irrigation	meq/l	<3	>3	
Chloride (Cl ⁻)	Surface irrigation	meq/l	<4	4–10	>10
Chlorine (Cl ₂)	Total residual	mg/l	<1	1–5	>5
Bicarbonate (HCO ₃ ⁻)		mg/l	<90	90–500	>500
Boron (B)		mg/l	<0.7	0.7–3.0	>3.0
Hydrogen sulfide (H ₂ S)		mg/l	<0.5	0.5–2.0	> 2.0
Iron (Fe)	Drip irrigation	mg/l	<0.1	0.1–1.5	>1.5
Manganese (Mn)	Drip irrigation	mg/l	<0.1	0.1–1.5	>1.5
Total nitrogen (TN)		mg/l	<5	5–30	>30
pH			Normal range 6.5–8		
Trace elements (see Table A1.2)					

TDS, total dissolved solids; TSS, total suspended solids

Sources: Ayers & Westcot (1985); Pescod (1992); Asano & Levine (1998).

^a EC_w means electrical conductivity in deciSiemens per metre at 25 °C.

^b SAR means sodium adsorption ratio ([meq/l]^{1/2}); see section A1.5.

ANNEXE 4

LES NORMES MAROCAINES DE LA QUALITÉ DES EAUX DESTINÉES À

L'IRRIGATION

Tiré de SEEE (2007)

	Paramètres	Valeurs limites
PARAMETRES BACTERIOLOGIQUES		
1	Coliformes fécaux	1000/100 ml*
2	Salmonelle	Absence dans 5 l
3	Vibrion 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	Mercuré (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	1
12	Plomb (Pb) en mg/l	5
13	Cuivre (Cu) en mg/l	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	Béryllium (Be) en mg/l	0,1
21	Cobalt (Co) en mg/l	0,5
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	2
27	Vanadium (V) en mg/l	0,1
PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES		
Salinité		
28	Salinité totale (STD) en mg/l	7680
	Conductivité électrique (CE) en mS/cm à 25°C**	12
29	Infiltration	
	Le SAR*** = 0-3 et CE =	<0,2
	Le SAR*** = 3-6 et CE =	<0,3
	Le SAR*** = 6-12 et CE =	<0,5
	Le SAR*** = 12-20 et CE =	<1,3
	Le SAR*** = 20-40 et CE =	<3
Ions toxiques (affectant les cultures sensibles)		
30	Sodium (Na) en mg/l	
	Irrigation en surface (SAR****)	69
	Irrigation par aspersion	9
31	Chlorure (Cl) en mg/l	
	Irrigation en surface	350
	Irrigation par aspersion	15
32	Bore (B) en mg/l	3
Effets divers (affectant les cultures sensibles)		
33	Température (°C)	35
34	pH	6,5 à 8,4
35	Matières en suspension en mg/l	
	Irrigation gravitaire	200
	Irrigation par aspersion localisée	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

*1000 CF/100 ml pour les cultures consommées crues. **à partir d'une conductivité électrique de m mS/cm, une eau nécessite des restrictions sévères pour l'irrigation, mais des rendements de 50% du rendement potentiel peuvent être réalisés avec des eaux de 8,7 mS/cm (cas de l'orge). ***SAR = Sodium Absorption Ratio (coefficient d'absorption du sodium). (1) contrôlés uniquement lorsque l'eau concernée est susceptible d'être atteinte par une eau usée.

ANNEXE 5

LA LISTE DES ÉQUIPEMENTS IMPORTÉS DES ÉTATS UNIS

Tirée d'Environmental Alternatives Unlimited et L.L.C., 2009

Plaques d'arrêt

Numéro de modèle : Non disponible

Fabricant: Washington Aluminum Co.
1330 Knecht Ave.

Baltimore, MD 21229- 5511 (USA)
(410)-242-1000

Vannes

Numéro de modèle : QS-4000F

Fabricant : Waterman Industries, Inc.

P.O. Box 456

Exeter, CA 93221 (Etats-Unis)

(209)-562-4000

Vannes à glissières

Numéro de modèle : A-261-Y

Fabricant : Waterman Industries, Inc.

P.O. Box 456

Exeter, CA 93221 (USA)

(209)-562-4000

Vannes Télescopiques

Numéro de modèle : N/A

Fabricant : On-Line Engineering, Inc.

3460 Riverhills Drive

Cincinnati, OH 45244 (Etats-Unis)

(513)561-8878

Pompe Intermédiaire

Numéro de modèle : AFP1041-M30/4

Fabricant:ABS Pumps, Inc.

140 Pond View DriveMeriden, CT

06450-7156 (Etats-Unis)

(203)-238-2700

Pompes de Rejet

Numéro de modèle : AFP0841-M15/4

Fabricant: ABS Pumps, Inc.

140 Pond View Drive

Meriden, CT 06450-7156 (Etats-Unis)

(203)-238-2700

Pompes de Recyclage

Numéro de modèle : AFP0841-M15/4

Fabricant: ABS Pumps, Inc.

140 Pond View Drive

Meriden, CT 06450-7156 (Etats-Unis)

(203)-238-2700

Pompes à Boue

Numéro de modèle : 3x3x11 CESR

Fabricant: WEMCO Pump

P.O. Box 209

440 W. 800 S. Salt Lake City, UT

84101-0209 (Etats-Unis)

(801)-359-8731

Groupe Electrogène

Numéro de modèle : D20P1

Fabricant: Olympian/Caterpillar

6455 Washington Blvd.

Elkridge, MD 21075-5398 (Etats-Unis)

ANNEXE 6
GRILLES D'ÉVALUATION D'IMPACT

GRILLE D'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE

Critères	Sous-critères	Questions	Pondération	Évaluation d'impact				Commentaires
				Négligeable	Faible	Moyen	Fort	
				0	1	2	3	
L'environnement	Eau	Le manque de OD peut-il perturber le traitement?	0,04		1			Si l'oxygène dissout disponible dans les lits de sable n'est pas suffisant pour les micro-organismes, le processus de nitrification ne peut pas avoir lieu.
		La méthode de diffusion de l'oxygène est-elle fiable?	0,04		1			Le ratisage manuel suggéré pour introduire de l'oxygène dans le milieu risque de ne pas être suffisant pour couvrir toute la demande de la biomasse.
		La DBO5 est-elle suffisamment éliminée?	0,04			2		Selon les résultats d'analyse de l'effluent final, la concentration de la DBO diminue de 625 mg/l à 9 mg/l, mais on ne trouve pas de mise à jour des analyses en 2010.
		La DCO est-elle suffisamment éliminée?	0,04	0				Dans les bassins non aérés, les micro-organismes travaillent sur la dégradation de la pollution, ce qui diminue par la suite la DCO.
		Le traitement élimine-t-il les métaux lourds de l'eau?	0,04				3	S'il y a une maintenance permanente de la roselière, cette dernière pourrait éliminer les métaux, sauf que, selon un responsable, les plantes n'ont jamais été coupées.
		L'azote généré par la station comporte-t-il un danger sur l'environnement?	0,04	0				L'azote qui sera produit par la station et qui sera acheminé vers les cultures représentera une valeur agronomique importante qui remplacera l'achat des engrais chimiques par les agriculteurs et donnera de bons résultats à la fin de la saison.
		Le traitement réduit-il la concentration de l'ammoniac dans l'effluent final?	0,04			2		Les filtres à sable assurent la nitrification, ce qui permet l'élimination de l'ammoniac, mais le processus de dénitrification peut avoir lieu si l'oxygène manque dans le milieu.
		Le traitement élimine-t-il les substances toxiques de l'eau?	0,04				3	On ne parle pas de substances toxiques dans le rapport technique, ce qui pourrait s'expliquer soit par leur absence dans l'eau usée, ou leur présence a été négligée.
		Le traitement élimine-t-il les coliformes fécaux de l'eau?	0,035	0				Selon les résultats d'analyse, la concentration de coliformes fécaux dans l'effluent final est conforme à la directive de la qualité microbiologique de l'OMS.
		L'irrigation a-t-elle un impact sur les eaux de surface?	0,035	0				Tant que la qualité des eaux traitées est conforme à la norme, il n'y aura pas d'impact.
		L'irrigation a-t-elle un impact sur les eaux souterraines?	0,04		1			En cas d'un dysfonctionnement de la station, ou un manque de suivi, l'irrigation par des eaux traitées risque de contaminer les eaux souterraines.
		L'irrigation a-t-elle un impact sur le bilan hydrique de la région?	0,04		1			La réutilisation des eaux traitées en irrigation doit être une politique appliquée au niveau de toute la région, mais il y aura un impact positif au niveau de la commune.
	Air	Le traitement engendre-t-il des émissions de monoxyde de carbone?	0,035	0				Il n'y a pas de production de monoxyde de carbone.
		Le traitement engendre-t-il des émissions de dioxyde de carbone?	0,04		1			Le processus de dégradation anaérobie dans les bassins n'engendre pas l'émission de dioxyde de carbone, mais il reste que cette étape est importante dans le traitement.
		Le traitement engendre-t-il des émissions du méthane?	0,045				3	La dégradation dans des conditions anaérobies produit le gaz de méthane, sans qu'il soit valorisé.
		Le traitement engendre-t-il des émissions particulières?	0,04	0				Le processus de traitement appliqué ne génère pas de poussière.
		Le traitement dégage-t-il des odeurs?	0,04			2		Les odeurs sont dégagées au cours du traitement anaérobie, mais le rapport technique ne mentionne aucun problème par rapport à ce point.
		Le traitement engendre-t-il du bruit?	0,04	0				Le traitement par infiltration-percolation avec recirculation ne comprend pas de grandes machines qui peuvent produire du bruit.
	Sol	L'irrigation cause-t-elle une contamination du sol?	0,045		1			Dans le cas d'un dysfonctionnement de la station, il peut y avoir une contamination du sol par des composés azotés et d'autres substances.
		L'irrigation cause-t-elle une amélioration de la qualité du sol?	0,045	0				La disposition des eaux traitées riches en matières enrichissantes, peut améliorer la qualité du sol, surtout si ce dernier en manque beaucoup.
		L'irrigation change-t-elle les propriétés du sol?	0,04		1			Si l'eau traitée est riche en matières minérales, cela peut avoir un impact sur quelques propriétés du sol, comme sa conductivité.
	Écosystème	L'irrigation a-t-elle un impact sur l'écosystème?	0,045		1			Tant que les eaux usées sont parfaitement traitées, il n'y aura pas d'impact ni sur la faune ni sur la flore.
	Matière résiduelle	Les déchets produits constituent-ils un danger sur l'environnement?	0,045				3	Certains déchets, comme les boues, sont acheminés directement dans la décharge municipale, ce qui peut engendrer un impact négatif sur l'environnement.
		La station produit-elle des déchets dangereux?	0,04				3	Les opérations de maintenance de la station peuvent générer des déchets dangereux qui seront mélangés avec les autres types de déchets au niveau de la décharge publique.
		Existe-t-il un plan de gestion des matières résiduelles?	0,03		1			Le rapport technique de la station ne fait signe à aucun plan de gestion des matières résiduelles.
	Moyenne pondérée	1,2	Total de la pondération	1				

GRILLE D'ÉVALUATION ÉCONOMIQUE

Critères	sous-critères	Questions	Pondération	Évaluation d'impact				Commentaires
				Négligeable 0	Faible 1	Moyen 2	Fort 3	
Économie	Économie locale	L'irrigation encourage-t-elle les investissements dans la région?	0,06		1			La disponibilité des eaux pour l'agriculture peut encourager les investissements agricoles.
		L'irrigation engendre-t-elle une dynamique économique?	0,055		1			La disponibilité des eaux pourrait augmenter le rendement agricole, ce qui créerait une dynamique économique parce que l'économie locale est basée sur l'agriculture.
		L'irrigation aura-t-elle un impact sur les rentrées financières de la commune?	0,055			2		Le recours aux demandes administratives par les agriculteurs sera considéré comme une ressource financière pour la commune.
		L'irrigation aura-t-elle un impact sur la valeur foncière du terrain agricole?	0,05			2		Si le rendement agricole augmente, le prix de la terre agricole augmentera aussi, ce qui n'est pas encourageant pour les investissements agricoles.
		L'irrigation pourra-t-elle encourager certains types de commerce?	0,06		1			L'irrigation va encourager le commerce des équipements agricoles nécessaires pour l'irrigation des champs agricoles et sera plus avantageuse si ce commerce se trouve dans la commune.
		L'irrigation encouragera-t-elle la création d'autres filières industrielles?	0,06	0				L'augmentation du rendement agricole peut encourager l'industrie agro-alimentaire et l'industrie du compostage.
		L'irrigation engendrera-t-elle un impact sur les dépenses financières des agriculteurs?	0,06		1			Le prix de vente des eaux traitées permettra aux agriculteurs de réaliser des économies importantes, ainsi l'utilisation des engrais ne sera pas la même, donc ils n'auront plus les mêmes dépenses.
	L'efficacité économique	L'irrigation augmentera-t-elle la rentabilité des agriculteurs?	0,06		1			Si le rendement agricole augmente en utilisant des eaux usées traitées en irrigation.
		La station aura-t-elle un impact sur la facture de l'eau?	0,06				3	La facture d'eau payée par la population ne sera pas la même parce qu'il y a le prix du traitement qui sera ajouté en fonction de la quantité d'eau potable consommée.
		Le matériel utilisé dans le fonctionnement de la station de traitement provient-il du Maroc?	0,065				3	Tous les équipements de fonctionnement de la station ont été importés des États-Unis d'Amérique
		Les coûts d'exploitation de la station ont-ils été évalués?	0,065	0				Selon le rapport final de l'USAID, les coûts d'exploitation sont de 22 000 \$/an.
		La station ne sera-t-elle pas auto-suffisante?	0,055				3	Au cas où la station réussisse à vendre les eaux traitées et les boues compostées, elles sera capable de couvrir ses dépenses.
		L'irrigation est-elle rentable pour la station?	0,06		1			Si les agriculteurs acceptent d'acheter les eaux épurées, cela pourrait être rentable. Toutefois, la rentabilité n'est pas le but du projet.
		Les coûts de recouvrement des frais ont-ils été évalués?	0,055			2		Les coûts de recouvrements sont évalués, mais ne sont pas détaillés suffisamment.
		Les mécanismes de recouvrement des coûts sont-ils identifiés?	0,06				3	Les mécanismes de recouvrement sont identifiés, mais on ne sait pas combien d'argent va rapporter chacun d'eux.
		Est-ce qu'il y a un budget de fonctionnement annuel disponible?	0,06				3	Le rapport ne contient aucun budget fixe, seuls les frais d'exploitation sont annoncés.
		Le prix de vente des eaux traitées est-il adapté à la réalité et au niveau de vie des agriculteurs?	0,06		1			Le prix de vente est très encourageant pour la réutilisation, puisqu'il s'agit de la moitié du prix de l'eau ordinaire.
		Moyenne pondérée	1,635	Total de la pondération	1			

GRILLE D'ÉVALUATION SOCIALE

Critères	Sous-critères	Questions	Pondération	Évaluation d'impact				Commentaires
				Négligeable	Faible	Moyen	Fort	
				0	1	2	3	
Social	Emploi	La station offre-t-elle des emplois à temps complet?	0,065	0				Le fonctionnement de la station nécessite un suivi journalier, ce qui implique la mise en place d'une main-d'œuvre qualifiée à temps complet.
		Est-ce que les emplois sont accessibles à la population?	0,065		1			Si une personne de la population se trouve capable d'occuper un poste disponible puis s'il a réussi le concours, il pourra obtenir le poste.
		Existe-il des formations sur les techniques d'assainissement?	0,06				3	Il n'existe aucun établissement d'enseignement dans la commune qui donne des formations techniques sur l'assainissement.
		L'irrigation offre-t-elle des emplois à temps complet?	0,074			2		Actuellement, les agriculteurs n'utilisent pas les eaux épurées dans l'irrigation, mais une fois qu'elles seront utilisées, des emplois pourront être créés.
		Est-ce qu'il y a eu recours aux expériences nationales dans la construction de la station?	0,065				3	Des établissements américains étaient responsables de l'étude du projet et de sa mise en marche.
		La maintenance de la station sera-t-elle assurée par des Marocains?	0,08				3	Si un problème technique arrive à la station de traitement, les responsables américains seront consultés pour trouver des solutions, car ce sont eux qui ont conçu la station.
	Santé et sécurité	La station assure-t-elle la protection des employés?	0,066			2		Certaines opérations de maintenance, comme le ratissage des lits de sable, sont faites manuellement.
		Existe-t-il un plan d'évacuation des eaux usées au niveau de la station?	0,075			2		Le rapport technique de la station contient une description des différentes situations d'urgence au cas où les eaux usées dépassent le niveau maximal, dans ce cas, elles seront rejetées directement dans le milieu naturel.
		Existe-il un risque d'inondation de la station?	0,07				3	La station se trouve en aval de la commune, une inondation peut donc avoir lieu si des précipitations arrivent à des niveaux alarmants, ce qui est rare.
		L'irrigation engendre-t-elle un risque sur les agriculteurs?	0,075		1			Si les eaux usées traitées ne rencontrent pas les normes et si les agriculteurs entrent en contact direct ou indirect avec ces eaux.
		La sécurité de la station est-elle assurée?	0,065				3	À l'entrée de la station, il y a un gardien, mais l'absence d'un mur autour de la station peut laisser entrer des enfants ou des animaux à l'intérieur de la station, en l'absence du gardien.
		Existe-t-il un risque sur la santé des consommateurs?	0,08		1			Les eaux réutilisées en irrigation rencontrent les normes de l'OMS, donc il n'y aura un risque que si le rendement du traitement diminue.
	Acceptabilité	L'irrigation est-elle acceptée par les agriculteurs?	0,08				3	Les agriculteurs veulent utiliser les eaux traitées gratuitement, sans rien payer.
		La population achètera-t-elle des produits provenant des terres irriguées par les eaux traitées?	0,08		1			Si les aliments ne présentent pas de risques sur la santé publique et le prix de vente est convenable, les citoyens pourront acheter ces aliments.
Moyenne pondérée	2,102	Total de la pondération	1					

ANNEXE 7

L'INTÉRPRÉTATION DE L'IMPACT

La moyenne pondérée	Le type d'impact
Entre 0 et 1	L'impact est non significatif
Entre 1 et 2	L'impact est moyennement fort
Entre 2 et 3	L'impact est fort

ANNEXE 8
FACTURE DE LA CONSOMMATION D'EAU POTABLE D'UNE VILLE
MAROCAINE



فاتورة FACTURE

REGIE AUTONOME INTERCOMMUNALE DE
DISTRIBUTION D'EAU, D'ELECTRICITE ET
D'ASSAINISSEMENT LIQUIDE DE TADLA
BUREAU AV HASSAN II B.P 174 - BENI MELLAL
PATEENTE : 41313025
TEL : (0523) 48 32 07/08
Fax : (0523) 48 33 87

الوكالة المستقلة الجماعية لتوزيع الماء والكهرباء
وللتطهير السائل بتادلة
مكتب : شارع الحسن الثاني، صندوق البريد : 174 بني ملال
الهاتف : 41313025
الهاتف : (0523) 48 32 07/08
الفاكس : (0523) 48 33 87

HAKKACH MOHAMED
LOT NAIMA 286 BD HASSAN 2

N° Facture : 805543

رقم الفاتورة :

Emise le : 03/03/2010

تاريخ الإصدار :

الجولة Référence	العقدة Police	فترة الاستهلاك Période de	آخر أجل لاداء Dernier délai de Paiement
10-A-049-561-003	029989	12/2009	18/03/2010

Informations Compteur				معلومات العداد	
الدليل السابق Anc.Index	تاريخ Date	الدليل الحالي Nouv.Index	تاريخ Date	استهلاك الماء م ³ Consommation eau en m ³	حالة العداد Etat Compteur
1555	23/09/2009	1596	23/12/2009	41	

Detail de la Facture

فصيل الفاتورة

Rubrique	القائمة	الكمية Quantité	ثمن الوحدة Prix Unitaire	المبلغ بالدرهم Montant H.T (DH)	النسبة Taux	ض.ق.م T.V.A
Eau :						
1 ère Tranche		18	2.61	46.98	7.000	3.29
2 ème Tranche		23	6.51	149.73	7.000	10.48
3 ème Tranche		0	10.14	0.00	7.000	0.00
4 ème Tranche		0	10.19	0.00	7.000	0.00
redevance fixe				18.20	7.000	1.27
Assainissement :						
1 ère Tranche		18	0.51	9.18	7.0000	0.64
2 ème Tranche		23	1.28	29.44	7.0000	2.06
3 ème Tranche		0	2.55	0.00	7.0000	0.00
4 ème Tranche		0	2.55	0.00	7.0000	0.00
redevance fixe				9.35	7.0000	0.65
Total Facture H.T DH				262.88		
				مجموع الفاتورة نون احتساب الرسوم الدرهم		
Total T.V.A DH				18.39		
				ض.ق.م بالدرهم		
Total T.V.A DH				0.00		
				ض.ق.م بالدرهم		
Timbre DH				0.70		
				التمير بالدرهم		
Total Facture T.T.C DH				281.97		
				الواجب أدائه بالدرهم		

Le Directeur
Général

المدير
العالم

Avis Très Important: En cas de non règlement de votre part de la présente facture, le Compteur sera déposé à votre charge le : 26/03/2010

