



TRANSFERT DE TECHNOLOGIE EN AGRICULTURE

MADRPM/DERD

● N° 67 ● Avril 2000 ●

PNTTA

Réutilisation des eaux usées en Agriculture

Au niveau des petites et moyennes communes
Directives générales et expérience pilote de la commune de Drarga

Introduction

Un projet de traitement et de réutilisation des eaux usées est actuellement en cours de réalisation dans le cadre du Projet global PREM (Pérennité des Ressources en Eau au Maroc) financé par l'USAID en partenariat avec le Secrétariat d'Etat à l'Environnement du Maroc. Les différentes étapes du projet sont réalisées en étroite collaboration avec la Wilaya du Grand Agadir, la commune rurale de Drarga, l'Association Al Amal et en concertation permanente avec le comité régional et multi-institutionnel de traitement et de réutilisation des eaux usées. La population concernée a été également sollicitée à toutes les étapes pour participer aux choix des scénarios concernant le site d'implantation de la station d'épuration ainsi que ceux relatifs aux options de réutilisation. Des ateliers basés sur l'approche participative ont été organisés à cette fin.

L'étude de faisabilité, relative à l'implantation d'un système de traitement et de valorisation des eaux usées dans la commune de Drarga, a démontré les impacts économiques et environnementaux positifs de cette action. Rappelons que la localisation du projet dans la commune de Drarga se justifie par la présence d'un réseau d'assainissement, par la non appartenance de cette commune au Schéma Directeur d'Assainissement du Grand Agadir et par le cadre associatif favorable existant qui a donné ses preuves dans d'autres actions très significatives dont l'alimentation en eau potable et l'organisation de diverses campagnes de sensibilisation.

Il convient aussi de rappeler que ce projet, en plus de son impact positif irrefutable sur la protection du milieu récepteur, joue aussi un rôle de modèle pilote transposable aux communes riveraines de l'Oued Souss. Il est aussi important de souligner que le traitement des eaux usées brutes générera des effluents utilisables pour l'irrigation des cultures sur les terres disponibles à l'aval des effluents ainsi que des espaces verts. La pratique traditionnelle de l'irrigation dans la région favorise pleinement ce type de valorisation des eaux épurées en agriculture.

Les conclusions dégagées par les études spécifiques relatives au milieu physique et aux pratiques agricoles actuelles demeurent favorables à la réutilisation des eaux usées épurées moyennant des directives permettant une réutilisation raisonnée sans impacts négatifs. L'objet de ce bulletin est de faire un aperçu sur le contexte et la dimension du projet et de fournir quelques orientations de base

concernant la pratique de réutilisation des eaux usées et la surveillance de la santé et la qualité des ressources. La deuxième motivation de cette présentation condensée est l'information des intéressés par le domaine. En effet, la grande masse des études accumulées dans le cadre du projet n'est pas souvent facile à dépouiller.

Contexte général

Chaque projet de réutilisation doit tenir compte de la spécificité du milieu et du contexte socio-économique

La commune de Drarga est située sur la rive droite de l'Oued Souss. Elle fait partie du chapelet des communes riveraines de l'Oued Souss et ne s'inscrit pas dans le Schéma d'Assainissement du Grand Agadir. La zone se caractérise généralement par une aridité croissante avec de très faibles précipitations et un fort pouvoir évaporateur de l'air. Le projet de réutilisation des eaux usées dans cette commune se caractérise par les aspects suivants:

- Il s'agit d'une communauté de petits agriculteurs de niveau de technicité moyen mais ayant accumulé une ancienne expérience en irrigation et particulièrement du point de vue mode de gestion et de partage de l'eau. Ces agriculteurs se trouvent très touchés par la série des années de sécheresse. Ainsi, le projet mis en place permettra de donner à ces agriculteurs l'opportunité de capitaliser leur ancienne expérience en matière d'irrigation et de revitaliser leurs terres.
 - des sols à texture relativement légère à moyenne avec un taux d'infiltration élevé;
 - les interviews avec les agriculteurs concernés ont montré leur désir de garantir une autoconsommation en produits céréaliers et la promotion des cultures maraîchères rémunératrices;
 - la présence d'une association active ayant accumulé des expériences à travers des actions réalisées dans la commune avec la participation effective de la population locale;
 - la zone du projet fait une continuité avec le grand Agadir à vocation touristique qu'il convient de sauvegarder.
 - Le projet est à caractère pilote et jouera le rôle de modèle transférable à d'autres communes avoisinantes s'étalant sur plus de 100 km sur les deux rives de l'Oued Souss.
 - L'environnement se trouve sérieusement menacé par les rejets des eaux usées et par leur infiltration vers les eaux souterraines.
- L'ensemble de ces aspects est pris en considération dans l'étude des options de réutilisation des

SOMMAIRE

n° 67

Valorisation de l'eau II

- Introduction.....p.1
- Contexte général et Cadre réglementaire.....p.1-2
- Filière d'épuration des eaux usées.....p.2
- Directives environnementales et sanitaires.....p.3
- Effets multiplicateurs du projet.....p.4

eaux épurées en irrigation. En effet, la directive préalable à chaque projet de réutilisation des eaux usées exige une étude particulière pour tenir compte aussi bien de la qualité de l'eau utilisée et des caractéristiques des sols ainsi que du contexte socio-économique.

L'objectif de ce bulletin est de guider et rationaliser la réutilisation des eaux usées épurées. On exposera également les principales directives environnementales et sanitaires qui doivent être respectées pour garantir la pérennité de la qualité des ressources en eau et en sols et pour la protection de la santé humaine et animale.

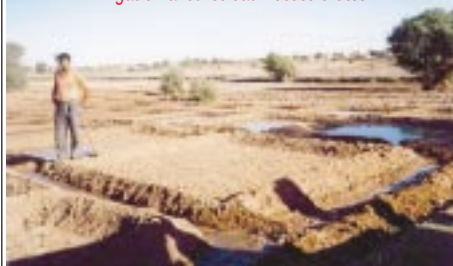
La réutilisation des eaux usées brutes est à proscrire

On peut classer les constituants des eaux usées en deux catégories: des constituants néfastes représentés par les germes pathogènes, les micropolluants organiques et métaux lourds et les matières en suspension et des constituants bénéfiques qui enrichissent les sols: matière organique et éléments fertilisants. L'azote ne doit pas se trouver en concentrations élevées dans les effluents pour éviter la pollution nitrique des eaux souterraines et les effets négatifs sur la production végétale.

L'irrigation avec les eaux usées brutes sur la rive gauche de l'Oued Souss est une pratique courante (voir photo, page 2). Dans ce cas, l'exposition aux risques sanitaires est maximale aussi bien pour l'ouvrier que pour le consommateur. Aussi, les sols sableux de cette région favorisent une infiltration de polluants et surtout de l'azote nitrifiable vers les eaux souterraines. Plusieurs puits ont atteint un niveau de pollution nitrique élevé et l'eau est devenue impropre à la consommation.



Irrigation avec les eaux usées brutes



Cadre réglementaire

Dans ce qui suit, sont relatés quelques extraits de la Loi 10-95 sur l'Eau, en relation avec les eaux usées:

Article 54. Il est interdit:

- de rejeter des eaux usées ou des déchets solides dans les oueds à sec, dans les puits, abreuvoirs et lavoirs publics, forages, canaux ou galeries de captage des eaux. Seule est admise l'évacuation des eaux résiduaires ou usées domestiques dans des puits filtrants précédés d'une fosse septique.

- D'effectuer tout épandage ou enfouissement d'effluents et tout dépôt de déchets susceptibles de polluer par infiltration les eaux souterraines ou par ruissellement les eaux de surface.

Article 84. L'utilisation des eaux usées à des fins agricoles est interdite lorsque ces eaux ne correspondent pas aux normes fixées par voie réglementaire.

Filière d'épuration des eaux usées à Drarga

L'infiltration-percolation consiste à infiltrer les eaux usées issues de traitements primaires ou secondaires (cas de Drarga: un bassin anaérobie de décantation et un bassin anaérobie de dénitrification); dans des bassins remplis de massifs sableux (Cas de Drarga: cinq bassins d'infiltration en parallèle et fonctionnant de manière séquentielle, schéma ci-dessous). Les matières en suspension sont arrêtées à la surface du massif filtrant, leur accumulation entraîne un colmatage qui doit être géré en alternant phases d'infiltration et phases de séchage avec raclage des boues. Les micro-organismes contenus dans l'eau usée sont éliminés par adsorption et biodégradation microbienne. Les protozoaires et les helminthes sont retenus dès les premiers centimètres du sol. Ce type d'épuration nécessite une infiltration en milieu non saturé permettant une aération et oxygénation pour l'oxydation des matières organiques et de l'azote ammoniacale. Un système de re-circulation des eaux épurées et un traitement tertiaire par une roselière permettront de rabattre les concentrations nitriques à environ 30 mg/l. D'après les

Tableau 1: Caractéristiques des eaux usées brutes et épurées de la commune de Drarga

Caractéristique	Eaux brutes	Eaux épurées	Rendement (%)
DBO ₅ (mg O ₂ /l)	886	30	97
DCO (mg O ₂ /l)	1306	58	96
NTK (mg/l)	110	38	65
MES (mg/l)	1102	4,4	96,6
N-NH ₄ ⁺ (mg/l)	51	0	100
N-NO ₃ ⁻ (mg/l)	0	30	-
Coliformes fécaux (nb/100 ml)	1,5 x 10 ⁸	< 1000	99
Streptocoques fécaux (nb/100ml)	2,1 x 10 ⁸	< 1000	99
Helminthes (nb/l)	241	0	100

performances escomptées et les expériences acquises dans la station de Ben Sergao, les performances épuratoires de cette filière de traitement permet d'obtenir des effluents de catégorie A, d'après les normes de l'OMS.

Performances épuratoires du système d'épuration des eaux usées à Drarga

D'après l'étude de faisabilité, la composition escomptée des eaux usées épurées par le procédé d'infiltration-percolation avec la variante de dénitrification est rapportée dans le tableau 1.

D'après les directives microbiologiques de l'OMS (1989), les effluents de la station de Drarga correspondront à la catégorie A qui peut permettre l'irrigation des cultures dont les produits sont destinés à être consommés à l'état cru. Les autres caractéristiques physico-chimiques sont également favorables à la réutilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation des cultures et des espaces verts sans restriction majeure.

Stockage et régulation des eaux épurées

Le stockage des eaux épurées se fait dans un bassin jouant le rôle de réservoir de régulation de capacité 2500 m³. Cet ouvrage offre les avantages suivants:

- garantir une offre d'eau épurée à la demande du calendrier d'irrigation des cultures et indépendamment des variations de débit journalier des effluents épurés;
- Disposer d'une réserve d'eau en cas d'arrêt momentané de la station d'épuration à cause d'une panne particulière;

Valorisation des eaux usées épurées

Caractéristiques du périmètre à irriguer

Le volume des effluents épurés passera de 62.000 m³ en fin de l'an 2000 à 150.000 m³ en l'an 2010. Ce volume permettra d'irriguer une superficie agricole 6 à 8 ha durant la campagne agricole

2000-2001 et environ 2,5 ha d'espaces verts à partir de 2005. A partir de 2010, l'excédent d'eau produit sera acheminé vers les cultures de serres avoisinantes. La petitesse de la superficie agricole constitue la contrainte majeure de la mise en eau du périmètre.

Les cultures à promouvoir: céréales, cultures fourragères et cultures maraîchères.

Les modes d'irrigation examinés sont: le gravitaire avec la technique de Robta (pratique ancienne dans la région) et

Bassin tampon (Station Ben Sergao)



l'irrigation localisée de type goutte à goutte. Cette dernière peut être généralisée pour tout le périmètre étant donné ses avantages en terme d'économie d'eau et en termes environnementaux et sanitaires.

Mode de gestion des eaux d'irrigation

L'option retenue consiste à adopter la méthode traditionnelle AMAZAL. Celui-ci, choisi par les agriculteurs, s'occupera de la distribution de l'eau d'irrigation. En ce qui concerne la rémunération de l'AMAZAL, la tradition prévoyait une rémunération en nature (part très faible des rendements). En concertation avec les agriculteurs, la rémunération en nature n'est plus adaptée au contexte actuel et peut se faire de deux manières différentes:

- les usagers de l'eau payent une somme supplémentaire de 0,10 Dh/m³ et qui servirait à payer l'AMAZAL.

- L'association attribue un salaire mensuel (à déterminer) à partir de recettes sur l'eau épurée vendue à 0,5 Dh/m³.

Gain économique

Le gain économique généré par la réutilisation des eaux épurées par rapport à l'irrigation avec des eaux conventionnelles est rapporté dans le tableau 2. Ce gain est dû à l'apport des eaux épurées en tant que ressource en eau alternative et aux éléments nutritifs véhiculés par ces eaux. En effet, une lame d'eau épurée de 100 mm (soit 1000 m³/ha) apporterait aux cultures selon un mode équivalent à la fertiligation:

- 40 Kg d'azote minéral et minéralisable/ha
- 11 kg de phosphore assimilable/ha
- 28 kg de potassium/ha

En plus de ces gains liés uniquement à l'eau et sa composition en éléments nutritifs, on escompte un gain significatif en matière de rendements de cultures: Le rendement sera au minimum doublé sinon triplé pour toutes les cultures à promouvoir. Les faibles rendements de cultures pratiquées actuellement sont attribués au manque d'eau, au coût élevé des eaux de pompages et au faible taux d'encadrement technique des agriculteurs. Ainsi, on peut déduire que le projet de réutilisation des eaux épurées, couplé à un soutien technique des techniciens de l'ORMVA du Souss Massa, permettra aux agriculteurs d'atteindre des rendements beaucoup plus élevés que ceux obtenus

Tableau 2: gain économique de l'irrigation avec les eaux usées épurées

Culture	GN ¹ (Dh/ha)	GF ² (Dh/ha)	GT (Dh/ha)
Blé tendre	750	1492	2242
Maïs grain	1588	3614	5140
Maïs fourrager	1568	3572	5140
Bersim	774	1539	2313
Courgette	677	1545	2222
Courge	611	1216	1827
Tomate	1553	3542	5095
Pomme de terre	940	2140	3080

GN: Gain Net sur l'eau; GF: Gain en Fertilisants équivalents; GT: Gains totaux (en Dirhams) (1): Calculée sur base du prix de l'eau de pompage dans le Souss-Massa (0,70 Dirh/m³) et du prix de vente des eaux épurées (0,5 Dh/m³) (2): Calcul effectué sur la base d'une valorisation totale des éléments fertilisants véhiculés par les eaux traitées

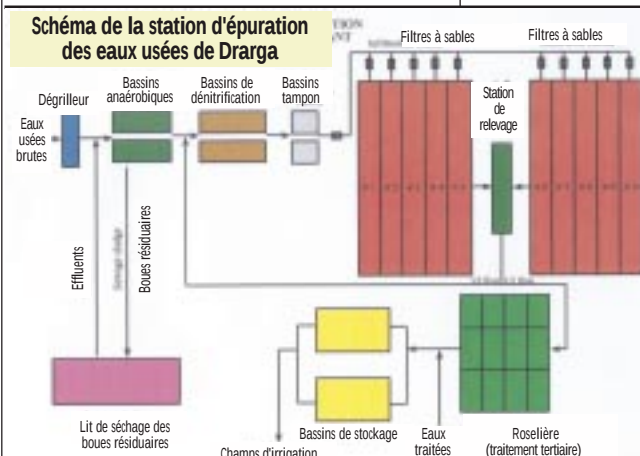


Tableau 3: Rendements actuels et escomptés pour les principales cultures à promouvoir dans le projet de réutilisation des eaux usées épurées

Culture	Rendement moyen actuel ⁽¹⁾	Rendement escompté ⁽²⁾
Blé tendre	8 à 16 Qx/ha	40 Qx/ha
Mais grain	10 à 15 Qx/ha	50 Qx/ha
Mais fourrager	10 Qx/ha	20 Qx/ha
Bersim	Non pratiqué	30 Qx/ha
Courgette	Peu pratiquée	35 T/ha
Courge	5 à 10 T/ha	25 T/ha
Tomate	10 à 25 T/ha	55 T/ha
Pomme de terre	Très peu pratiquée	35 T/ha

(1) valeurs moyennes de rendements issues des enquêtes auprès des agriculteurs concernés, (2) valeurs moyennes des rendements obtenus par les agriculteurs performants en irrigation; pour les cultures maraîchères, seules les cultures en plein champ sont considérées. Qx: Quintaux, T: Tonne; ha: hectare

actuellement. Le tableau 3 donne une idée sur l'augmentation prévisible des rendements suite à l'irrigation avec les eaux usées épurées et à l'encadrement technique des agriculteurs.

A ces gains, s'ajoute aussi celui généré par les produits de la roselière et par la valorisation des boues résiduelles. Celles-ci seront co-compostées avec les déchets ménagers et les déchets verts agricoles. Le tonnage de compost produit atteindra près de 943 T/an en l'an 2010. Etant donné le marché favorable pour l'écoulement du compost dans la zone du projet, cela générera des recettes pour la commune. En outre, on mettra en place un modèle de gestion intégrée des déchets basé essentiellement sur le recyclage et la valorisation des déchets liquides et solides.

Directives environnementales et sanitaires de la réutilisation des eaux usées et des boues résiduelles

Considérations générales

Malgré l'épuration des eaux usées, des directives de précaution en termes environnementaux et sanitaires méritent d'être émises pour la protection des usagers, les consommateurs des produits agricoles, ainsi que les ressources en eaux et en sols. En effet, d'après les directives de la FAO en matière de réutilisation des eaux usées, les mesures de protection suivantes doivent être mises en pratique:

- Application des normes de réutilisation des eaux usées;
- Traitement efficace des eaux usées;
- Contrôle de la qualité de l'eau épurée;
- Contrôle de canalisation de transport, de distribution et de stockage des eaux épurées;
- Contrôle des personnes exposées.

D'après l'Office International de l'Eau, en se référant aux directives de l'Organisation Mondiale de la Santé (1989), on retient trois catégories de contraintes sanitaires C, B et A. Ces contraintes à risques croissants sont liées aux types d'usage des eaux et aux systèmes d'irrigation. Ces contraintes sont de deux types: contraintes biologiques et contraintes chimiques

Tableau 4: Valeurs seuils des métaux appliqués au sol par les eaux usées et/ou les boues (Conseil Supérieur de l'Hygiène Publique de France, 1997)

Paramètres	Valeurs limites (Kg/ha/an)
Cadmium	0,15
Cuivre	12
Nickel	3
Plomb	15
Zinc	30
Mercure	0,1
Chrome	4,5

Production de melon sous-serre avec l'eau usée épurée (Station Ben Sergao)



Contraintes biologiques

Contraintes de type C

Concernant la qualité microbiologie, aucune limite n'est fixée étant donné les techniques mises en jeu et les types de cultures pratiquées qui ne permettent pas une transmission des risques hydriques. Il s'agit principalement des techniques d'irrigation souterraine ou localisées (micro-irrigation), pour des cultures céréalières, industrielles et fourragères, des vergers et des zones forestières mais aussi pour les espaces verts non ouverts au public.

Contraintes de type B

Les contraintes de type B consistent à respecter le niveau de contraintes suivant: teneur en œufs d'helminthes intestinaux (ténia, ascaris) de 1 par litre. Ceci permettra d'assurer une protection de la population vis à vis du risque parasitologique. La catégorie de personnel concernée directement est celle des agriculteurs et ouvriers. Ce niveau est requis pour l'irrigation par le système gravitaire des cultures céréalières et fourragères, des pépinières et des cultures de produits végétaux consommables après cuisson (pommes de terre, choux, carottes, tomate ...).

En cas d'irrigation par aspersion, des précautions et mesures particulières arrêtant la dispersion des eaux doivent être prises.

Le niveau de contraintes de type B peut être atteint par une série de bassins de décantation, présentant un temps de séjour d'une dizaine de jours, ou par tout autre procédé présentant une efficacité équivalente.

Contraintes de type A

Le niveau de contrainte A est exprimé par une teneur en œufs d'helminthes intestinaux (ténia, ascaris) de 1 par litre et par une teneur en coliformes thermotolérants de 10.000 par litre.

Sur le plan bactériologique, une protection supplémentaire que le niveau de contraintes A stipule consiste à assurer, outre la protection des personnels des exploitations et du bétail, celle des consommateurs de produits pouvant être consommés crus. Cette exigence de qualité doit être complétée par la mise en œuvre de techniques d'irrigation limitant le mouillage des fruits et légumes.

Ce niveau sera également toléré pour l'arrosage des terrains de sport et d'espaces verts ouverts au public, moyennant des mesures additionnelles minimisant le contact avec la population.

Contraintes chimiques

Selon les recommandations du Conseil Supérieur de l'Hygiène Publique de France, la qualité chimique à laquelle doivent répondre ces eaux est la suivante:

Les effluents à dominante domestique [(de rapport DCO/DBO₅ < 2,5, DCO < 750 mg/l et NTK (azote total Kjeldhal < 100 mg/l)] peuvent être utilisés, après épuration, pour l'irrigation des cultures et l'arrosage des espaces verts. L'utilisation d'effluents à caractère non domestique, du fait de la présence possible (en quantité excessive) de micropolluants chimiques minéraux ou organiques, reste assujettie à un examen particulier de leur qualité

Tableau 5: Avantages et inconvénients des spéculations à promouvoir

Cultures	Avantages Spécifiques	Contraintes environnementales et risque sanitaire
Céréales: blé tendre et maïs grain	Couverture maximale du sol	● très faibles (la catégorie B suffit) ● l'irrigation gravitaire est polluante (sols filtrants)
Cultures fourragères: bersim, ray-gras d'Italie	Exportations d'azote élevées	● faibles (la catégorie B suffit)
Cultures maraîchères: tomate, courge, courgette, pomme de terre	Valorisation de l'eau et des éléments nutritifs	● Qualité exigée: catégorie A + micro-irrigation, le risque sanitaire persiste ● Emploi parallèle de pesticides ● Tubercules de PdT au contact de l'eau

chimique; dans certains cas, elle pourra être interdite.

En ce qui concerne les boues, les valeurs des concentrations mesurées ne doivent pas dépasser, pour au moins un paramètre concernant les éléments traces (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn), les niveaux fixés par la norme (tableau 4). Un examen plus précis de la qualité de l'eau épurée devra être effectué notamment si cette eau est destinée à l'irrigation des cultures maraîchères, céréalières, industrielles et fourragères ainsi qu'aux pâturages.

Il a été rapporté également la nécessité de connaître et de vérifier régulièrement la composition des eaux usées épurées en éléments fertilisants (N, K, P). Ces données permettront d'adapter en conséquence les éventuels apports nécessaires au plan agronomique et d'éviter les apports excessifs d'azote.

Les directives environnementales relatives à la réutilisation des eaux épurées dans la commune de Drarga sont de quatre types:

- Directives liées aux cultures pratiquées
- Directives liées à la pratique de l'irrigation
- Directives pour la valorisation des boues résiduelles
- Directives de contrôle et de surveillance de la qualité des sols et des eaux souterraines

L'élaboration de ces directives tient compte des aspects spécifiques de la commune de Drarga: niveau de technicité des usagers, nature des sols, et niveau de la nappe. Leur application sera mise en œuvre par le comité régional constitué.

Cultures à promouvoir: avantages et inconvénients

Sur la base de la liste retenue pour les cultures à promouvoir, on reporte dans le tableau 5 les avantages et inconvénients de chacune des spéculations.

Directives liées aux pratiques d'irrigation

L'irrigation gravitaire nécessite des mesures majeures de protection:

- bien maîtriser la dose appliquée pour éviter une percolation des eaux en profondeur qui entraînerait des nitrates vers la nappe;
- les ouvriers irriguants doivent être protégés et sensibilisés.
- éviter la stagnation d'eau sur le sol

Les produits des céréales ne représentent aucun risque. Les cultures fourragères doivent faire l'objet d'un contrôle de qualité microbiologique.

L'irrigation au goutte à goutte, à part son coût relativement plus élevé mais compensé par l'efficacité élevée, ne posera à priori aucun risque sanitaire étant donné le très faible contact possible entre les organes des plantes cultivées et l'eau d'irrigation. Toutefois, les précautions suivantes doivent être prises:

- choisir des types de goûteurs moins sensibles à l'obstruction;
- manipuler avec soins les fruits et particulièrement pour le cas de la tomate qui peut être consommée à l'état frais;

- bien entretenir les canalisations et vannes;
- bien laver les produits, notamment maraîchers, avant livraison à domicile ou sur le marché.

Tous les produits doivent être soumis à un contrôle de qualité microbiologique à la récolte.

Directives liées à la valorisation des boues résiduaires

Comme il a été souligné auparavant, les boues résiduaires doivent être compostées pour garantir une suppression totale des germes pathogènes. Dans le cadre d'une gestion intégrée des déchets liquides et solides, il serait préférable de procéder à un co-compostage des boues avec les déchets ménagers et les déchets verts agricoles.

Le risque majeur qui persiste après le compostage réside dans les métaux lourds. Dans le contexte actuel de la localité de Drarga où les activités industrielles génératrices d'une pollution métallique sont quasi-inexistantes et où on prévoit un tri à la source des déchets ménagers permettant de valoriser les 80 % de matières fermentescibles par compostage, on peut considérer que le risque lié à ce type de pollution est minime. Toutefois, une surveillance par des analyses des éléments traces dans le compost s'imposera. Sur la base de ces analyses et des normes disponibles, les doses d'application seront définies. Les normes de quelques principaux métaux lourds plus fréquent et à caractère nocif élevé sont présentées dans le tableau 4.

Directives de surveillance

La surveillance s'opère par un suivi régulier des différentes composantes du système de traitement et de réutilisation des eaux usées, des canaux et différentes composantes du système d'irrigation, des boues résiduaires, des produits agricoles etc.... Le tableau 6 relate les principaux paramètres de suivi de qualité et la fréquence de suivi.

Pour le cas de la qualité des eaux souterraines, il est recommandé d'installer des lysimètres (deux par bande) pour évaluer la qualité des percolats et particulièrement la concentration nitrrique des eaux infiltrées au delà des zones racinaires. En effet, étant donné la faible superficie irriguée avec les eaux usées épurées et l'impact négatif déjà démontré de la fertilisation azotée abusive des cultures maraîchères et de bananier cultivées dans l'environnement du site du projet, seule la méthode lysimétrique permettra d'avoir des indicateurs d'impacts de la réutilisation des eaux usées épurées sur la qualité des eaux.

Tableau 6: Principaux paramètres de suivi de qualité et la fréquence de suivi

Paramètre	Fréquence
EAUX EPUREES	
Salinité (CE)	3 fois par an
Bilan ionique	1 fois par an
Alcalinité sodique (SAR)	1 fois par an
DBO5 et DCO	1 fois par mois
Nitrates	1 fois par mois
Eléments traces	1 fois par an
MES	1 fois par semaine
Qualité biologique (CF, SF, Helminthes)	1 fois par semaine la première année
PRODUITS AGRICOLES	
Qualité microbiologique	à la récolte, et pour chaque
Eléments traces si nécessaire	coupe pour les cultures fourra-
(selon les analyses de l'eau et du	gères à cycles répétés. Le
compost de déchets appliqué	contrôle concerne toutes les
comme amendement du sol	parties consommables par
	l'Homme et l'animal
SOLS	
Salinité (CEps)	1 fois par (avant premières pluies)
Sodicité (ESP)	1 fois tous les deux ans
Taux d'infiltration	1 fois tous les deux ans
Stabilité des agrégats	1 fois tous les deux ans
Matière organique	1 fois tous les deux ans
Eléments traces	1 fois tous les deux ans
PERCOLATS LYSIMETRIQUES	
Nitrates (avec volume percolé)	1 fois par semaine
Salinité	1 fois par semaine

Tableau 7: Indicateur d'impact de l'épuration sur le milieu récepteur

IMPACTS NEGATIFS AVANT PROJET	IMPACTS POSITIFS DU PROJET
Nuisances: odeurs, moustiques	Nuisances anéanties
Charges azotées rejetées: 12.7 tonnes/an	Charges azotées restantes dans l'eau épurée: 1.6 tonnes/an dont une grande partie est absorbée par les cultures, les boues, les roseaux (8 % de la biomasse)
Pollution nitrrique potentielle: 8.43 Tonnes d'azote nitrifiable/an	99 % de réduction de la pollution nitrrique
Effets néfastes sur la santé humaine et animale	Atténuation des effets néfastes sur la santé

Un suivi sanitaire et agronomique doit donc être assuré de manière périodique.

Directives liées à l'information des agriculteurs irriguants

Les agriculteurs doivent être sensibilisés et bien informés sur les faits suivants:

- la réutilisation des eaux usées épurées en tant que méthode fiable de substitution;
- les mesures nécessaires à entreprendre pour éviter les risques sanitaires;
- les changements de qualité des effluents épurés et les pannes éventuelles;

Cette sensibilisation doit être renforcée par un encadrement technique des agriculteurs qui leur fournira les conseils en matière de protection des ouvriers en contact avec les eaux usées, en matière de bonnes pratiques agricoles et en matière d'interprétations des analyses de sols.

Indicateurs d'impact de l'épuration sur le milieu récepteur

En plus des impacts socio-économiques positifs sur la population de la localité de Drarga, l'épuration des eaux usées permettra d'anéantir un certain nombre de processus de détérioration du milieu récepteur et de nuisances pour la santé humaine et animale. Ceci est illustré par les indicateurs d'impacts récapitulés dans le tableau 7.

Pour évaluer l'impact réel de la réutilisation des eaux usées épurées à l'échelle du site du projet sur la pollution nitrrique potentielle de la nappe, il conviendrait d'implanter des lysimètres. Ceci permettra d'évaluer les quantités réelles de nitrates lixivies au delà de la zone racinaire pendant les différents cycles de cultures pratiquées. En effet, dans le contexte de la zone du projet, et considérant le principe de la filière d'épuration des

eaux usées, la pollution qui mérite le plus de surveillance est la pollution nitrrique des eaux souterraines. En effet, l'azote nitrrique non absorbé par les cultures pratiquées est susceptible d'atteindre la nappe phréatique. Ce phénomène de lixiviation des nitrates est facilité par le grand pouvoir filtrant des sols. Il faut également noter que la hauteur d'eau d'irrigation a une influence majeure sur la migration des nitrates.

Effets multiplicateurs du projet Drarga

Malgré la faible dimension du projet en termes du nombre d'agriculteurs impliqués et de superficie irriguée, ce projet de réutilisation aura un certain nombre de répercussions positives:

- il représente un modèle pilote transférable aux autres communes riveraines de l'Oued Souss et à d'autres régions du Maroc.
- il offrira un ensemble d'outils méthodologiques qui faciliteront la réalisation de projets similaires.
- Il jouera le rôle d'une station expérimentale et d'une unité pédagogique pour les établissements universitaires de la région: Complexe horticole de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II à Ait Melloul et l'Université Cadi Aayad d'Agadir.

Il a un effet d'entraînement en matière d'assainissement solide. En effet, des projets en cours d'étude concernent la mise en place d'une unité de compostage des déchets ménagers. Ceci permettra de mettre en place un système de gestion intégrée des déchets liquides et solides. Une première étude de pré-faisabilité d'implantation de cette unité de compostage a été réalisée par l'USAID (Office of Environment and Urban Programs). Un autre projet de mise en place de cette unité est soumis pour financement à la coopération belgo-marocaine. Ce projet sera exécuté par l'IAV Hassan II en collaboration avec la commune de Drarga et concernera tous les aspects relatifs: (i) au tri à la source, (ii) à la méthode de collecte, (iii) au processus de compostage, (iv) à la valorisation du compost et (v) à l'impact du compost sur la qualité des sols et des eaux ■.

Par Prof. Brahim SOUDI⁽¹⁾, Dr. Mario KERBY⁽²⁾ et Prof. Rédouane CHOUKR ALLAH⁽¹⁾⁽²⁾

⁽¹⁾ Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II
⁽¹⁾⁽²⁾ Projet "Pénitence des Ressources en Eau au Maroc" (PREM)

إعادة استخدام المياه المستعملة في الفلاحة على صعيد الجماعات الصغرى و المتوسطة القواعد العامة وتجربة جماعة الداركة	
تقع جماعة داركة على الضفة اليمنى لنهر سوس، ولا يشملها التصميم المبدئي للتطهير بأكادير الكبرى. ينتمي سكانها إلى فئة الفلاحين الصغار، ويستعملون تقنيات فلاحية متوسطة و لهم خبرة طويلة في تدبير المياه. و لجماعة داركة مؤهلات سيلاحية، و لكن بيئتها مهددة بالمياه المستعملة التي تنسرب إلى الفرشا المائية الجوفية. و تجدر الإشارة إلى أن القانون المتعلق بالماء رقم 95-10 يحدد في البندين 54 و 84 الإطار التنظيمي لرمي المياه المستعملة و إعادة استخدامها في الزراعة.	و من المتوقع أن ترتفع كمية المياه المعالجة من حوالي 62000 متر مكعب سنة 2000 إلى حوالي 150000 سنة 2010. ويتم خزن المياه المستعملة بعد تطهيرها في خزان لإستعمالها في الري الزراعي. و بعد سنة 2010 ستستفيد الحقول المغطاة المجاورة من فائض المياه المعالجة، و يمكن تطوير زراعات الحبوب و
الزراعات الحقلية و البقول، و سيتم اعتماد نظام تدبير مياه الري التقليدي المتبع في الجماعة (امزال).	
و يتجلى المردود المادي لاستخدام المياه المعالجة في الزراعة في أنها تغذي التربة بمواد مخصبة، و ترفع من مردودية الهكتار من الإنتاج الزراعي، بالإضافة إلى عائدات بيع القصب و الأوحال المترسبة. و من المتوقع أن يبلغ حجم السماد المستخرج من الأوحال المترسبة و المواد العضوية 950 طنًا في أفق سنة 2010.	
و يتعين الالتزام بقواعد الحيطه على المستوى البيئي و الصحي، و ضمان جودة المياه المطهرة، عند استخدامها في ري حقول الخضرا، و ضبط الحجم اللازم من المياه الموجهة إلى الري الفلاحي لمنع إغراق الحقول. و من جهة أخرى، يجب إخضاع الزراعات الحقلية للرقابة الميكروبيولوجية ■.	