



WORLD BANK GROUP
Water

**ETUDE PREALABLE A UN PLAN NATIONAL
'REUTILISATION DES EAUX USEES TRAITEES'
POUR LA TUNISIE
-
DIAGNOSTIC DE L'EXISTANT**

**LIVRABLE 2 : EXEMPLES
INTERNATIONAUX APPLICABLES AU
CONTEXTE TUNISIEN**

AOUT 2017

Auteurs : Nicolas CONDOM et Rémi DECLERCQ (Ecofilae)

**SOCIETE DU CANAL DE PROVENCE
ET D'AMENAGEMENT DE LA REGION PROVENÇALE**



RESUME

Le présent rapport s'inscrit dans un travail de diagnostic sur la Réutilisation des eaux usées traitées (REUT) en Tunisie, en préalable à un plan national.

La mission a été commanditée par l'ONAS, le Ministère de l'agriculture des ressources hydrauliques et de la pêche et le Ministère de la santé, sur un financement du Water partnership program de la Banque Mondiale. Elles'articule autour de différentes tâches :

- Etat de l'art de la REUT en Tunisie : cadre institutionnel, opérations actuelles, aménagement projetés, état de la recherche...
- Retour d'expérience international
- Diagnostic du système de contrôle de la qualité des eaux
- Campagne d'analyse de la qualité des eaux, des sols et des produits agricoles
- Base de données géomatique des opérations tunisiennes de REUT
- Diagnostic spécifique du fonctionnement des cas de REUT El Hajeb (STEP de Sfax Sud) et de BorjTouil (STEP du Grand Tunis)

Le présent rapport correspond à la seconde tâche.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	6 -
1 RETOURS D'EXPERIENCES - REGION MENA.....	7 -
1.1 EGYPT.....	7 -
1.1.1 Contexte national.....	7 -
1.1.2 Focus projets et retours d'expériences	9 -
1.2 MOROCCO.....	12 -
1.2.1 Contexte national.....	12 -
1.2.2 Focus projets et retours d'expériences	13 -
1.3 ALGERIE.....	15 -
1.3.1 Contexte national.....	15 -
1.3.2 Produire des légumes avec des EUT dans le désert – le projet Wawaria	15 -
1.4 ISRAËL	16 -
1.4.1 Contexte national.....	16 -
1.4.2 Utiliser le sol comme traitement pour la réutilisation indirecte – Projet de la région de Dan - 16 -	
1.5 JORDAN.....	19 -
1.6 OMAN.....	20 -
2 RETOURS D'EXPERIENCES - UNION EUROPEENNE	21 -
2.1 FRANCE.....	21 -
2.1.1 Contexte du pays.....	21 -
2.1.2 Création et responsabilisation des associations d'agriculteurs à Clermont Ferrand et Noirmoutier	21 -
2.2 ITALIE – MILAN.....	24 -
2.3 ESPAGNE	25 -
2.3.1 Région de Murcie.....	25 -
2.3.2 Projet de Llbgoregat del Prat.....	25 -
3 AUTRES RETOURS D'EXPERIENCES.....	27 -
3.1 AUSTRALIE – VILLE DE SYDNEY	27 -
3.2 SINGAPOUR – NEWATER	28 -
3.3 CALIFORNIA – WEST BASIN.....	29 -
4 REGLEMENTATIONS REUT ET NORMES INTERNATIONALES.....	30
4.1 INTRODUCTION	30
4.1.1 Sources d'inspiration internationales.....	30
4.1.2 La réglementation Européenne	31
4.2 STRUCTURE DES REGLEMENTATIONS INTERNATIONALES	31
4.2.1 Qualités d'eau en fonction des usages (et des cultures)	32
4.2.2 Paramètres suivis	32
4.2.3 Conditions d'applications.....	33
4.2.4 Mesures préventives complémentaires	33
4.2.5 Suivi requis	34
SYNTHESE	35
CONSTATS.....	35
PRECONISATIONS	36
BIBLIOGRAPHIE	38
GÉNÉRALE.....	38
SPECIFIQUE A LA REGLEMENTATION REUT.....	39
ANNEXES	40

Figures

Figure 1 : REUT en Egypte – Ecofilae (Condom et al, 2017)	- 8 -
Figure 2 : REUT directe en Egypte (graphique Ecofilae – chiffres Wahaab et al, 2013) (TWW = Treated WasteWater)	- 11 -
Figure 3 : REUT pour le lavage des phosphates (OCD, Water Program, COP22 2016)	- 14 -
Figure 4 : <i>Projet WAWARIA dans le désert algérien – Photo Ker Rault</i>	- 15 -
Figure 5 : Bassins d'infiltration du Projet de Dan	- 17 -
Figure 6 : Performance SAT - qualité bactérienne et virale	- 17 -
Figure 7 : Projet de DAN : Recharge d'eau souterraine et réutilisation agricole indirecte d'EUT – Diagramme Ecofilae	- 18 -
Figure 8 : Irrigation avec des eaux usées traitées près Amman en Jordanie – Ecofilae© Condom	- 19 -
Figure 9 : Grande mosquée de Muscat – Espaces verts irrigués avec des eaux usées traitées – Ecofilae© Condom	- 20 -
Figure 10 : Projet de réutilisation d'eaux usées traitées de Clermont-Ferrand – schéma Ecofilae	- 22 -
Figure 11 : Projets de réutilisation d'eaux usées traitées de Noirmoutier et Clermont-Ferrand – Partage des responsabilités entre les différents partis – schéma Ecofilae	- 23 -
Figure 12 : Système de réutilisation indirecte d'EUT à Milan - Schéma Ecofilae	- 24 -
Figure 13 : Fruit trees and vegetables irrigated with TWW in Murcia region	- 25 -
Figure 14 : STEP El Prat de Llobregat (osmose inverse à droite) – Ecofilae© Declercq	- 26 -
Figure 15 : Répartition par usage des volumes d'EUT produits – West Basin project (UWMP, 2010)	- 29 -

Tableaux

Tableau 1 : Classification des plantes et cultures autorisées pour l'irrigation à partir d'EUT	- 9 -
Tableau 2 : Normes de qualité d'eau pour la REUT (mg/l)	- 9 -
Tableau 3 : Guidelines OMS 2006	32
Tableau 4 : Paramètres de qualité de l'eau généralement suivis en REUT	32

INTRODUCTION

La Tunisie dispose de **ressources en eau très limitées** sensibles aux changements climatiques avec des successions de périodes de sécheresse qui les rendent de plus en plus vulnérables. Les défis à venir pour ce pays se situent essentiellement au niveau de la gestion de la demande et de la réutilisation des eaux usées traitées (REUT), levier majeur pour lutter contre les déficits hydriques aujourd'hui sous-exploité. Le niveau de REUT est actuellement jugé trop faible en Tunisie.

Ce document décrit différents **retours d'expériences de projets internationaux de réutilisation des eaux usées traitées**. Ils mettent en évidence les facteurs de réussites et les leviers mis en œuvre face à divers points de blocage qui peuvent être sources d'inspiration à plusieurs niveaux de décision tunisiens.

Plusieurs échelles sont ici considérées, depuis une **approche pays** permettant d'aborder les problématiques liées aux **politiques et réglementations mises en œuvre**, jusqu'à une **approche projet** permettant de faire remonter les points de blocages liés aux **pratiques et aux aspects organisationnels de terrain**.

Les informations contenues dans ce document sont issues d'un travail bibliographique et de données expertes acquises au fil des expériences par Ecofilae. Aucune visite terrain à l'international n'a été réalisée dans le cadre de cette étude. Une restitution des principaux résultats s'est déroulée à Tunis le 19 juillet 2017.

Les enjeux et problématiques suivants sont abordés dans la première partie du rapport :

- Aspects économiques et financiers : Tarification et structuration des coûts : France, Italie, Maroc
- Organisation et partage des responsabilités : Egypte, Israël, Italie, Espagne
- Innovations techniques : Israël, Espagne et Californie
- Gestion des risques : Israël, Maroc et Espagne
- Usages Industriels (lavage des phosphates) : Maroc
- L'intégration de la REUT dans des systèmes de gestion intégrée de la ressource en eau : Singapour et Australie

Le plan du rapport est structuré autour des pays cibles étudiés : lorsque jugé pertinent ils font l'objet d'une description du contexte général REUT avant que des projets ou problématiques spécifiques ne soient développées.

Une partie spécifique sur la conception des réglementations et standards internationaux spécifiques REUT est ensuite décrite dans un deuxième temps. Des standards internationaux et issus de réglementations nationales sont présentés en Annexes.

Enfin une troisième partie présentant les principaux constats et préconisations.

1 RETOURS D'EXPERIENCES - REGION MENA¹

1.1 Egypte

1.1.1 Contexte national

1.1.1.1 *Contexte*

Le contexte Egyptien est marqué par des ressources en eau limitées et par de forts besoins agricoles : le Nil et à sa nappe d'accompagnement sont surexploités. La mobilisation de ressources en eau supplémentaires est une problématique majeure pour le pays.

1.1.1.2 *La REUT: une pratique courante dans le Delta du Nil*

Le **Nil et son Delta** reçoivent des rejets d'eaux usées d'origines diverses : eaux usées domestiques traitées ou non, effluents industriels, eaux de drainage etc... Ces rejets sont à l'origine de pollutions sévères.

Les eaux de drainage agricoles et les eaux usées diluées dans les eaux du Nil sont depuis longtemps réutilisées en quantité à l'aval des points de rejets, et cela pour de nombreux usages dont l'irrigation agricole. Cette pratique est désormais **planifiée et contrôlée** en partie dans le Delta du Nil. Toutefois la réutilisation non planifiée et non contrôlée d'eaux usées est une pratique qui persiste encore à l'heure actuelle chez les agriculteurs en l'absence d'autres solutions. Le maintien de ces pratiques représente un **risque considérable pour la santé**.

En outre, un programme pour investiguer le potentiel et l'innocuité de la réutilisation des eaux usées traitées pour la **recharge de nappes** a été lancée en 2012 : l'objectif de ce programme est de trouver un moyen plus sûr et plus efficace de valoriser ces EUT en lieu et place de les déverser dans le Nil ou de les réutiliser directement sur des cultures destinées à la consommation humaines.

1.1.1.3 *Principaux obstacles à la REUT*

A l'heure actuelle **la réglementation et les normes sont très restrictives** : la réutilisation directe d'eaux usées traitées est limitée à l'irrigation de plantations d'arbres, de fourrages et de plantes textile (lin) (Partie 1.1.2.2). La prochaine révision de la réglementation devrait inclure l'irrigation de cultures alimentaires et fourragères, ainsi que la recharge de nappe.

Les fortes restrictions d'usages, ainsi que le faible coût des eaux du Nil et des eaux souterraines n'incitent pas aux investissements de REUT

De plus, dans la pratique, l'application et le respect de la réglementation et des normes sont très limités, les coûts et obligations induits sont trop contraignants.

De nombreux ministères et autorités sont impliqués dans les projets de REUT : le manque de coordination et de communication est un frein à de nombreux projets.

¹ Middle East and North Africa

La valeur globale des EUT n'a pas encore été pleinement évaluée et exploitée (El Arabi, 2012). Des méthodes d'évaluation économique complètes (type analyse coûts bénéfice complète) sont indispensables.

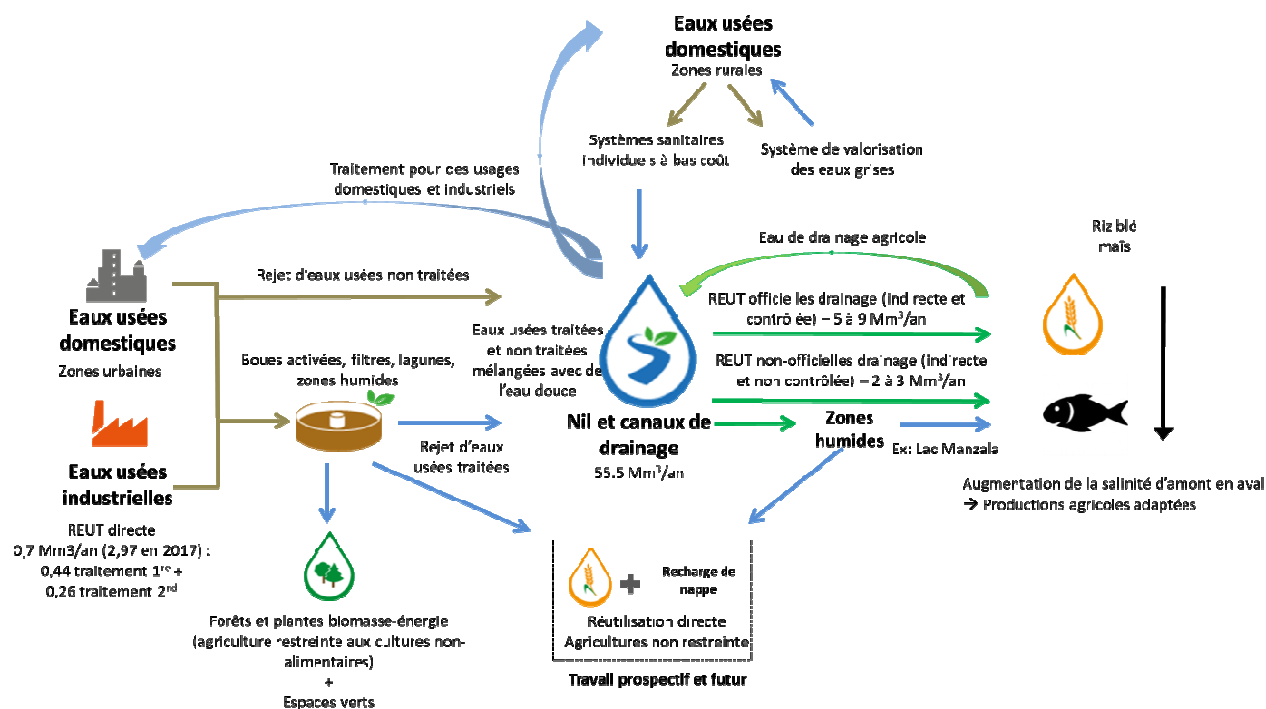


Figure 1 : REUT en Egypte – Ecofilae (Condom et al, 2017)

1.1.1.4 Législation pour la REUT

Les lois et décrets publiés incluaient : des instructions pour le mélange d'eaux de drainage et d'eau douce, des normes de qualité pour les EUT domestiques et industrielles, des cultures autorisées pour l'agriculture, des mesures de protection de la santé publique. (Wahaab et al, 2013)

Les textes liés à la REUT directe sont :

- Le décret n° 603/2002 et 1038/2009 qui interdit l'utilisation d'eaux usées traitées (EUT) ou non pour l'irrigation de cultures traditionnelles. L'irrigation est limitée uniquement à l'irrigation de cultures d'arbres destinés à la construction et à l'ornement, les travailleurs agricoles utilisant ce type d'eau sont tenus de prendre des mesures de protection pour leur santé.
- Le code Egyptien pour la REUT en agriculture (501/2005) : les plantes et cultures irriguées avec des EUT sont classifiées en trois groupes de cultures agricoles (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) qui correspondent à trois différents niveaux de traitement des EUT (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Les normes chimiques et biologiques pour ces trois niveaux de traitement y sont également définies. Le code stipule en outre, les conditions de mise en œuvre de l'irrigation et les mesures de protection de la santé des travailleurs agricoles, consommateurs et habitants proches de ces zones agricoles.

Le code classe les EUT en trois catégories (désignées par A, B et C) en fonction du niveau de traitement qu'elles ont reçues, il spécifie les concentrations maximales de contaminants pour

chaque catégorie, et les cultures qui peuvent ou ne doivent pas être irriguées (Tableau 1 et Tableau 2).

- La catégorie A est assimilée à un traitement avancé ou tertiaire qui peut être atteint en équipant les STEP disposant uniquement d'un traitement secondaire (STEP de catégories B) d'un filtre à sable, d'une désinfection ou d'autres procédés.
- La catégorie B est associée à un traitement secondaire effectué dans la plupart des usines de traitement recevant les effluents des villes, cantons et villages égyptiens. Ce traitement est assuré par l'une des techniques suivantes : boues activées, bassins d'oxydation, lit bactérien, lagunes.
- La catégorie C correspond à un traitement primaire qui se limite aux étapes de dégrillage, dessablage, déshuilage et bassins de sédimentation. » (USAID EGYPT, 2010)

Tableau 1 : Classification des plantes et cultures autorisées pour l'irrigation à partir d'EUT

Grade	Agricultural Group	
A	G1-1: Plants and trees grown for greenery at touristic villages and hotels.	Palm, Saint Augustin grass, cactaceous plants, ornamental palm trees, climbing plants, fencing bushes and trees, wood trees and shade trees.
	G1-2: Plants and trees grown for greenery inside residential areas at the new cities.	Palm, Saint Augustin grass, cactaceous plants, ornamental palm trees, climbing plants, fencing bushes and trees, wood trees and shade trees.
B	G2-1: Fodder/ Feed Crops	Sorghum sp
	G2-2: Trees producing fruits with epicarp.	On condition that they are produced for processing purposes such as lemon, mango, date palm and almonds.
	G2-3: Trees used for green belts around cities and afforestation of high ways or roads	Casuarina, camphor, athel tamarix (salt tree), oleander, fruit-producing trees, date palm and olive trees.
	G2-4: Nursery Plants	Nursery plants of wood trees, ornamental plants and fruit trees
	G2-5: Roses & Cut Flowers	Local rose, eagle rose, onions (e.g. gladiolus)
	G2-6: Fiber Crops	Flax, jute, hibiscus, sisal
	G2-7: Mulberry for the production of silk	Japanese mulberry
C	G3-1: Industrial Oil Crops	Jjoba and Jatropha
	G3-2: Wood Trees	Caya, camphor and other wood trees.

Excerpted from: "Egyptian Code for the Use of Treated Wastewater in Agriculture," February 2005

Tableau 2 : Normes de qualité d'eau pour la REUT (mg/l)

Treatment Grade Requirements		A	B	C
Effluent limit values for BOD and Suspended Solids (SS)	BOD ₅	<20	<60	<400
	SS	<20	<50	<250
Effluent limit value for fecal coliform and nematode cells or eggs (per liter)	Fecal coliform count (2) in 100 cm ³	<1,000	<5,000	Unspecified

Excerpted from: "Egyptian Code for the Use of Treated Wastewater in Agriculture," February 2005

1.1.2 Focus projets et retours d'expériences

1.1.2.1 La REUT en zone rurale

Des études économiques mettent en évidence qu'il ne sera pas possible d'équiper les **zones rurales égyptiennes de réseaux d'eaux usées dans les prochaines années**. En plus des technologies de traitement conventionnelles mises en œuvre dans les zones urbaines (boues activées, lits bactériens, etc.), le gouvernement prévoit donc le développement de

technologies de traitement des eaux usées à faibles coûts en zones rurales. Ces systèmes de traitement permettent :

- D'assurer un abattement bactériens conséquent ;
- D'obtenir des coûts de maintenance et de fonctionnement très faibles ;
- De limiter la production de boues ;

Des systèmes de réutilisation des eaux grises à petite échelle ou Bayaras (fosses septiques) sont ainsi en cours de développement dans ces zones rurales.

1.1.2.2 L'aménagement paysager et l'irrigation des arbres : vers un partenariat public-privé

Depuis les années 90, l'Egypte a décidé de **réutiliser les EUT pour irriguer des forêts plantées**. Des projets pilotes de plantations forestières ont ainsi été mis en place dans 10 gouvernorats représentatifs de la diversité climatique d'Egypte. L'objectif de ces projets est **de limiter la désertification**. L'Egypte est l'un des premiers pays à avoir développer les **partenariats publics-privés** pour ces projets. La REUT est ainsi utilisée pour répondre aux besoins en eau des forêts plantées dans le désert mais n'est pas mise en place pour irriguer les jardins maraîchers ou les cultures alimentaires.

Pour des raisons économiques et environnementale, le gouvernement d'Egypte a indiqué en 2010 que l'utilisation d'EUT en agriculture serait considérablement élargie et que le secteur privé serait invité à jouer un rôle majeur dans ce processus. L'Egypte développe depuis un **programme visant à recruter des investisseurs privés dans des entreprises agricoles commerciales utilisant les EUT** (USAID EGYPT 2010). L'état Egyptien ne peut en effet pas financer ces projets seuls et doit donc convaincre les investisseurs privés de développer les chaines de REUT agricole (des cultures de biomasse bois jusqu'aux marchés et chaines de distribution) au travers de partenariats publics-privés.

Sur la base de l'expérience acquise au cours des projets pilotes de plantations forestières, le ministère de l'Agriculture et de la Réhabilitation des terres (MALR) s'est accordé avec le Programme pour la Réforme de la Politique Agricole pour établir une nouvelle politique afin que le Gouvernement puisse vendre ou louer des terres désertiques à des investisseurs privés pour des plantations forestières. Les secteurs privés peuvent ainsi tirer profit de la REUT.

L'Egypte encourage les entreprises privées à utiliser des combinaisons de cultures qui permettraient de réaliser des retours rapides sur les investissements initiaux et les premiers coûts de fonctionnement (USAID EGYPT, 2010).

En parallèle les EUT sont également utilisées pour l'irrigation des arbres présents dans les jardins et au bord des routes des zones urbaines.

Parmi les projets les plus importants qui ont été mise en œuvre, nous pouvons citer :

- Les projets pilotes pour l'irrigation des forêts plantées (167 000 feddans) dans l'Est du Caire, Abu Rawash, Sadat City, Luxor, et Ismailia (plus de projets sont détaillés dans les tableaux ci-dessous) ;
- Les plantations de Jatropha pour la production de bio fuel à Luxor (120 feddans), Sohag (150 feddans), et Suez (400 feddans) irriguées avec des EUT.
- Voir les tableaux de l'Annexe 1.

En 2013 plus de 0,7 milliards de m³/an d'EUT ont été utilisés pour l'irrigation directe, parmi lesquels 0,26 milliards de m³ l'ont été après un traitement secondaire et 0,44 milliards de m³ l'ont été après un traitement primaire. En général, le traitement secondaire est le minimum requis pour la plupart des chaînes de réutilisation des eaux usées pour l'agriculture (Wahaab et al, 2013).



Figure 2 : REUT directe en Egypte (graphique Ecofilae–chiffres Wahaab et al, 2013) (TWW = TreatedWasteWater)

1.1.2.3 Utilisation de zones humides naturelles comme traitement tertiaire

Le fleuve du Nil et les canaux d'irrigation d'Egypte sont impactés par des eaux de drainage contenant des sels, des nutriments, des pesticides ainsi que des effluents industriels et urbains en provenance des villes et des villages.

De nombreuses études ont rapporté que les **zones humides artificielles et les lagunes** étaient un moyen efficace pour traiter les eaux de drainage agricoles avant dilution dans les cours d'eau.

La zone humide de Manzala est alimentée par des eaux de drainage du Delta du Nil. La zone humide permet ainsi de traiter l'eau avant qu'elle ne soit elle-même réutilisée (service écosystémique).

Des projets expérimentaux sont également en cours pour évaluer l'efficacité des zones humides pour le traitement des eaux grises et noires dans les zones rurales (Masi et al., 2010).

1.2 Morocco

1.2.1 Contexte national

Le Maroc est en retard sur la Tunisie sur le sujet de la REUT, mais la situation évolue et cet écart se comble peu à peu avec notamment la construction de nombreuses STEP dans les villes de tailles moyennes dont la plupart utilisent un traitement lagunaire. Désormais les nouveaux projets de construction de STEP intègrent la REUT dans leurs objectifs.

L'objectif de cette orientation politique est de prévenir la crise de l'eau à venir et de restreindre la réutilisation non contrôlée d'eaux usées non traitées en zone péri-urbaine.

1.2.1.1 Expériences remarquables

Dans de nombreuses grandes villes, les EUT sont d'ores et déjà réutilisées pour l'arrosage de golfs ou d'espaces verts. La ville de taille moyenne de Settat, avec 300 Ha de maïs, blé, fourrage et oliviers irrigués avec des EUT, est un des meilleurs exemples de REUT au Maroc.

La réutilisation d'eaux usées brutes est encore une pratique courante. En 2009, une estimation faisait état de près de 70 Mm³ d'eaux brutes utilisées pour irriguer une surface d'au moins 7 200 Ha à la périphérie de certaines grandes villes (Marrakech, Meknès, Oujda, Fez, etc.) en aval des points de rejets des effluents, ou autour des réseaux de collecte. **Au Maroc, il est interdit d'utiliser les eaux usées brutes pour irriguer des cultures maraîchères destinées au commerce.**

1.2.1.2 Principaux obstacles

Le Gouvernement n'est pas capable de contrôler la réutilisation des eaux usées brutes. Il est au fait des retombées économiques que cette pratique induit. Les consommateurs sont informés de cette situation mais ne sont pas prêts à accepter la légalisation de cette pratique, même si des systèmes contrôlés sont mis en place. Le Maroc a récemment été confronté à de **sérieux problèmes de santé publique** du fait de cette pratique.

La concurrence des ressources en eau conventionnelles sollicitées sans aucune restriction d'usage et gratuitement, combinée à l'efficacité limitée des STEP, ont conduit à l'échec de nombreux projets REUT en particulier dans les petites collectivités.

Le cadre législatif et réglementaire de la gestion des eaux usées est incohérent et incomplet.

Dans de nombreux projets agricoles, il est demandé aux agriculteurs d'assumer les coûts d'exploitation et de maintenance des réseaux et du traitement de désinfection : ces coûts associés sont estimés à 3 dirham/m³ (30 cts €/m³) ce qui est cher mais insuffisant pour couvrir l'ensemble des coûts. La tarification existante et les mécanismes financiers sont inefficaces. Pour le projet de Settat, l'usage d'eaux usées traitées présente un coût de revient de 42 cts €/m³ pour les agriculteurs.

1.2.1.3 Perspectives futures

Un nouveau projet de réglementation est en cours d'élaboration par un groupement interministériel (Reval). La REUT émerge lentement comme un levier majeur pour lutter contre les pénuries d'eau. Malgré les contraintes organisationnelles et financières, le gouvernement essaye d'encourager et de promouvoir les projets REUT centralisés et décentralisés (systèmes ruraux à petite échelle).

1.2.2 Focus projets et retours d'expériences

1.2.2.1 *La problématique de salinité au golf d'Agadir*

Dans la région d'Agadir, les agriculteurs dont les produits sont exportés à l'étranger sont réticents à utiliser les EUT afin de ne pas compromettre leurs marchés.

Les EUT de la station d'épuration d'Agadir M'zarest utilisée pour l'irrigation des parcours de golf et des espaces verts de la région d'Agadir (potentiel de 10 000 m³/j d'EUT réutilisés). Des problèmes de salinité ont été observés depuis que des conserveries de poissons ont été connectés au réseau de collecte de la station d'épuration. La salinité des eaux usées traitées est comprise entre 3 et 4,5 dS/m.

La chloration à la javel (hypochlorite de sodium) est la technique de désinfection la moins chère et celle qui est systématiquement utilisée dans les systèmes de désinfection rudimentaires. Elle n'a pas été mise en œuvre à Agadir où elle aurait participé à une augmentation de la salinité des EUT et affecté la perméabilité des sols et des cultures (Mouhanni et al., 2011).

Le projet est désormais opérationnel : (1) un système de désinfection UV (plus cher) a été mis en place, et (2) la salinité dans les sols et dans l'eau **est suivie, gérée, et contrôlée au niveau du golf (tolérance des greens, drainage, etc.)**.

1.2.2.2 *La problématique de la gouvernance et du partage des responsabilités à Marrakech*

La ville de Marrakech est à la porte du désert et est soumise à une augmentation de la demande en eau (augmentation du tourisme et de la population). Il y a actuellement **11 golfs à Marrakech** (3 ne sont pas impliqués dans la REUT, 8 sont impliqués dont 7 sont encore en projet). Il a été établi au cours de la COP 22 que tous les golfs de Marrakech devaient être irrigués avec des EUT.

La REUT a ainsi été imposée à tous les nouveaux projets de golf à Marrakech. Le prix de l'eau pour les golfs est d'environ 0,25 €/m³ avec un extra de 3 M d'€ comme frais d'entrée pour 30 ans.

La RADEEMA, l'organisme public en charge de la REUT, a dû payer la moitié des frais d'investissement pour la mise en place du traitement tertiaire étant donné que les consommateurs n'étaient pas assez nombreux.

Les gestionnaires des golfs se sont sentis contraints et dominés depuis que la REUT leur a été imposée et alors même que personne n'a été chargé d'assurer la surveillance de la qualité de l'eau : les teneurs en nutriments et les blooms algaux dans les bassins de stockage constituent une véritable problématique pour eux et est à l'origine d'une baisse de l'attractivité touristique.

Selon le CIRAD, **les grands perdants dans ce projet sont les agriculteurs locaux** et les autres consommateurs qui n'ont pas été pris en compte lors de la définition des orientations stratégiques et politiques.

1.2.2.3 *Lavage des phosphates*

Près de 30% des eaux réutilisées au Maroc le sont pour le lavage des phosphates.

Dans **l'usine de lavage des phosphates de Lahrach à Khouribga** (exploitée par le groupe OCP) 87% de l'eau utilisée est recyclée et **70% du besoin annuel en eau est assurée par la STEP de Khouribga**. La STEP aura une capacité de 15 700 m³/j en 2020 (AHT, 2009).

« Le groupe OCP a construit 3 STEP à Khouribga, Benguerir et Youssoufia, assurant le traitement et la réutilisation de plus de 10 Mm³ par an d'eaux usées urbaines pour le lavage des phosphates. De plus, une partie des EUT de la STEP de Benguerir est utilisée pour l'arrosage des espaces verts de la Ville Verte Mohammed VI. Ces usines ont été conçues pour traiter les eaux usées avec des techniques de pointe ». (OCP, water program, COP 22 2016)

Les procédés utilisés comprennent : (1) Boues activées ; (2) la microfiltration ; et la (3) désinfection,

D'autres projets de lavage des phosphates sont prévus à Kasbat-Tadla, Fkih Ben Saleh, El Jadida, et Safi.

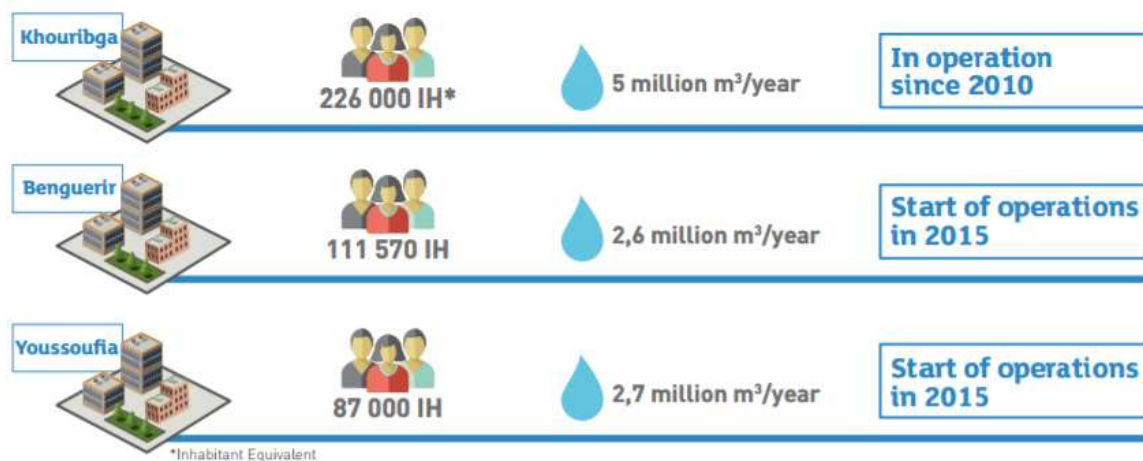


Figure 3 : REUT pour le lavage des phosphates (OCD, Water Program, COP22 2016)

1.3 Algérie

1.3.1 Contexte national

«L'Algérie va faire face à de graves problèmes de pénurie d'eau au cours des prochaines années et décennies. »(Kellis et al., 2013)

«La loi algérienne **interdit totalement la REUT pour l'irrigation des cultures qui pourraient être consommées crues**, mais permet d'arroser les cultures fourragères, les pâturages et les arbres (Kamizoulis et al., 2005, MARD algérienne)».

Fin 2011, le volume d'EUT réutilisé était estimé à environ 17 Mm³/an et permettait d'irriguer plus de 10 000 Ha de terres agricoles (MRE, 2012). Ces chiffres sont sujet à caution, les informations concernant la REUT en Algérie semblent limitées et peu accessibles. La réglementation REUT algérienne est accessible en ligne mais payante. Elle est limitée aux éléments suivants :

- A- Décret Exécutif n°07/149 du 20/05/2007 fixant les modalités de concession d'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation ainsi que le cahier des charges - type y afférant
- B-Arrêté interministériel fixant les spécifications des eaux usées épurées utilisées à des fins d'irrigation
- C- Arrêté interministériel fixant la liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées
- D-Arrêté interministériel fixant la liste des laboratoires qualifiée d'analyses de la qualité des eaux usées épurées utilisées à des fins d'irrigation.

1.3.2 Produire des légumes avec des EUT dans le désert –le projet Wawaria

Le projet WAWARIA est un projet pilote expérimental dans le désert algérien pour étudier l'efficacité du traitement tertiaire à partir de technologies membranaires pour l'irrigation de légumes dans les conditions arides et désertiques. L'accumulation de métaux lourds, de sels, d'agents pathogènes dans le sol et dans les plantes (tomates, concombres, pommes de terre, laitue, haricots, betteraves) et 3 qualités d'eau (eaux souterraines, eaux usées traitées, eaux usées filtrées par membrane) ont été comparées. Les résultats contribuent à la définition de nouvelles et futures normes algériennes (Ker Rault et al., 2015)



Figure 4 : Projet WAWARIA dans le désert algérien – Photo Ker Rault

1.4 Israël

1.4.1 Contexte national

Israël est le pays leader mondial dans la proportion d'EUT réutilisée.

«Sur un total de 500 Mm³ d'eaux usées brutes générées en Israël, environ 96% sont collectées dans les égouts centraux et 67% des effluents sont réutilisés (300 Mm³). » Ces chiffres sont probablement sous-évalués aujourd'hui. « Selon la loi, les autorités locales sont tenues de traiter les eaux usées municipales. Au cours des dernières années, des usines de traitement intensif, nouvelles ou modernisées, ont été mises en place dans les municipalités du pays. L'objectif ultime est de traiter 100% des eaux usées d'Israël à un niveau permettant une irrigation sans restriction en fonction de la sensibilité du sol et sans risque pour le sol et les sources d'eau. » (Inbar, 2007)

La REUT, combinée à d'autres leviers d'économie en eau, permet à Israël de faire face à de nombreuses périodes de pénurie d'eau, mais également à développer et à utiliser l'eau récupérée comme point d'appui pour **créer de nouvelles entreprises et opportunités économiques**.

Israël est également à la pointe de la technologie sur les systèmes d'irrigation, en particulier sur les systèmes goutte à goutte et localisés.

1.4.2 Utiliser le sol comme traitement pour la réutilisation indirecte – Projet de la région de Dan

Le **projet de la région de Dan** est le plus grand système de REUT en Israël. Il intègre : (1) la collecte et le traitement des eaux usées de la région métropolitaine de Tel-Aviv et de plusieurs autres municipalités voisines (population totale d'environ 1,3 million d'habitants avec un débit moyen d'eaux usées municipales de **270 000 m³/jour**), (2) la recharge des eaux souterraines, et (3) le pompage des eaux souterraines pour une REUT indirecte. 100% des eaux usées de la région métropolitaine de Tel-Aviv sont ainsi traitées et réutilisées pour l'agriculture et les travaux publics. Ce projet a été cité comme un modèle mondial par les Nations Unies.

La méthode spécifique de recharge-pompage pour la REUT indirecte inclut un **traitement par l'aquifère du sol (TAS) qui devrait être considéré comme une partie intégrante du processus de traitement des eaux usées municipales**. Le TAS consiste en une alimentation séquentielle des bassins d'infiltration (bassins d'étalement) et en un passage contrôlé d'effluent à travers la zone insaturée et l'aquifère, principalement à des fins d'épuration, ainsi que pour le **stockage saisonnier et pluriannuel**. L'opération de recharge s'effectue au moyen de **bassins d'étalement** qui entourent des puits de récupération adéquatement espacés (pompage d'eau pour réutilisation indirecte) permettant de séparer la zone rechargée du reste de l'aquifère.



Figure 5 : Bassins d'infiltration du Projet de Dan

Les principaux processus de purification du TAS sont : une filtration lente par le sable, une précipitation chimique, une adsorption, des échanges d'ions, une dégradation biologique, une nitrification-dénitrification et une désinfection. Le suivi de la qualité de l'eau dans la zone de recharge est exhaustif et permet d'assurer une grande variété d'utilisations, en particulier pour **l'irrigation agricole sans restriction** (y compris l'irrigation des légumes à manger crus et l'abreuvement du bétail) (Kanarek Et al., 1996). Il est également approprié pour les utilisations industrielles, les utilisations municipales et les utilisations récréatives. La consommation accidentelle d'eau rechargeable (comme de l'eau potable) ne présente pas de danger significatif pour la santé en raison de sa haute qualité microbiologique.

	Units	Before SAT (RE)	After SAT (RW)
Total bacteria	No./ml	110,000	288
Coliforms	MPN/100 ml	1,100,000	0
<i>E. coli</i>	MPN/100 ml	130,000	0
<i>Streptococcus faecalis</i>	MPN/100 ml	29,000	0
Enteroviruses	PFU/200 l	2	0

Note: PFU = plaque-forming units; MPN = Most Probable Number.

Figure 6 : Performance SAT - qualité bactérienne et virale

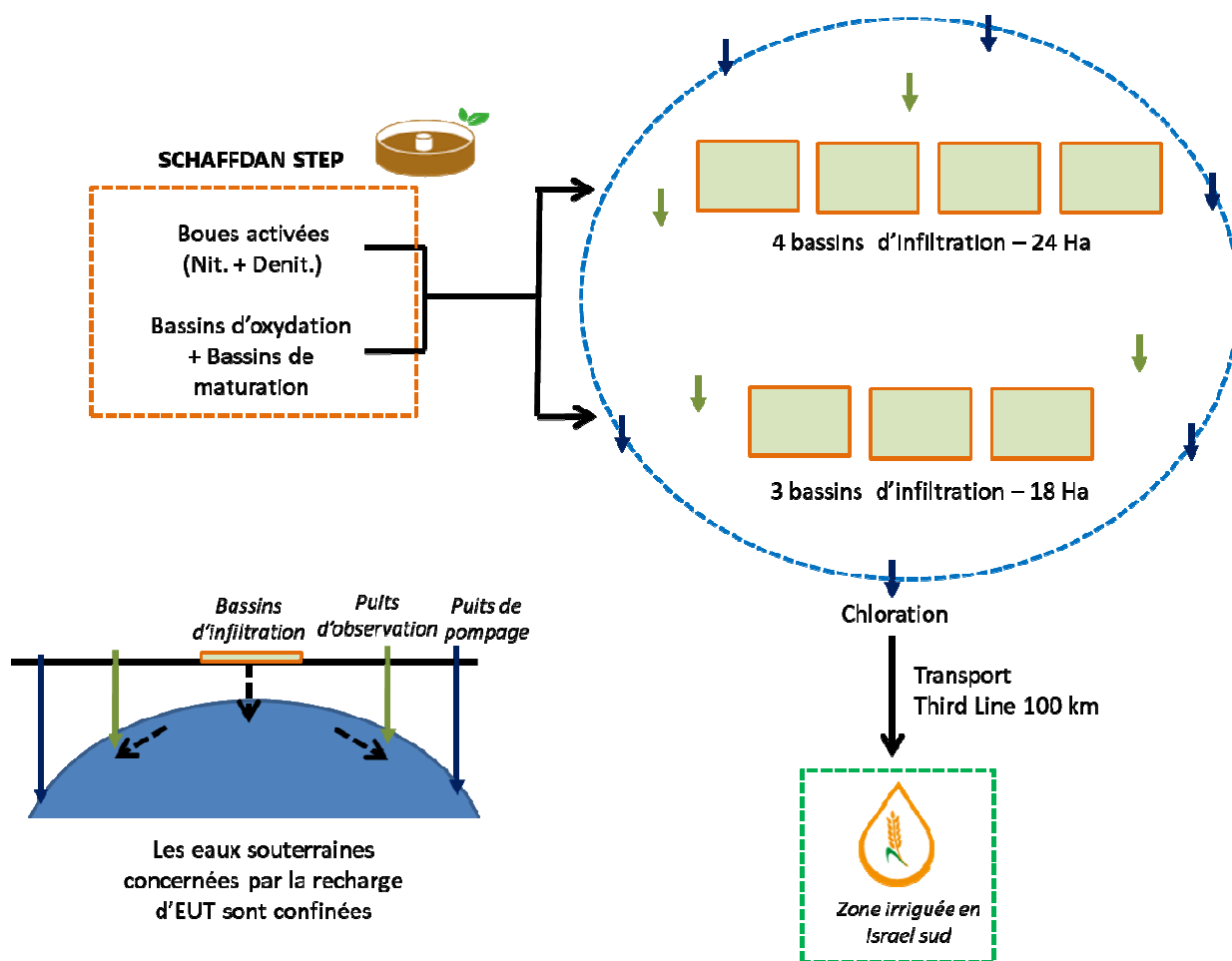


Figure 7 : Projet de DAN : Recharge d'eau souterraine et réutilisation agricole indirecte d'EUT – Diagramme Ecofilae²

²Israël vise une augmentation progressive de la qualité de l'eau rechargée : le développement technologique est permis par le prix de vente de l'eau. Aujourd'hui il semblerait qu'un traitement membranaire soit ajouté avant le TAS

1.5 Jordan

En Jordanie, pays avec de forts déficits hydriques, la REUT est depuis longtemps intégrée comme un levier pour la gestion des ressources en eaux sur le long terme. La REUT est une alternative à la désalinisation et aux transferts d'eaux très coûteux.

La Jordanie réutilise jusqu'à 80% de ses EUT. Toutes les EUT collectées dans les deux villes majeures (Amman et Zarqa) sont **mélangées avec de l'eau douce** (King Talal réservoir) et utilisées **pour l'irrigation sans restriction dans la vallée du Jourdan.**



Figure 8 : Irrigation avec des eaux usées traitées près Amman en Jordanie – Ecofilae© Condom

Néanmoins la surcharge de la STEP d'As-Samra a provoqué par le passé une production d'EUT de faible qualité. Lorsque les EUT ne sont pas diluées, elles ne peuvent ainsi n'être utilisées légalement que pour de l'irrigation restreinte. Cependant, de très nombreux prélèvements illégaux existent sur le réseau entre la STEP et les réservoirs.

Un des principaux challenges de la Jordanie est la réhabilitation de STEP : les possibilités de REUT doivent être examinées et incluent dans chaque nouveau projet. Le **devenir des coproduits (tels que les boues)** doit être anticipé avant toute nouvelle construction. Aucune chaîne de traitement n'a été anticipée pour les boues de la STEP d'As-Samra (Amman). La valorisation d'environnement salinisé doit aussi être considérée en tant que potentiel pour la REUT.

Les expériences en Jordanie révèlent que des actions menées dans un cadre légal doivent être supportées par des campagnes de sensibilisation. Le public doit aussi faire partie du processus de REUT pour assurer leur adhésion et pour réduire l'utilisation d'eaux usées non contrôlée. (Condom et al., 2017)

1.6 Oman

Le **Project Haya** à Mascate (Oman) permet de fournir **11 000 m³/jour** d'EUT depuis 2010 pour divers usages (**espaces verts, golfs et paysages**, mais aussi pour la recharge de nappe souterraine et l'irrigation agricole). Le réseau est actuellement en extension.

L'irrigation agricole rencontre toujours certaines réticences.

Plusieurs STEP sont intégrées au projet conduisant ainsi à des chaînes technologiques variées (boues activées, biomembranes, UF membrane) mais également à divers systèmes de désinfection (lagunes, ultrafiltration, chloration). (Oman Energy and Water Exhibition & Conference May 2016)



Figure 9 : Grande mosquée de Muscat – Espaces verts irrigués avec des eaux usées traitées – Ecofilae© Condom

2 RETOURS D'EXPERIENCES - UNION EUROPEENNE

2.1 France

2.1.1 Contexte du pays

La France n'est soumise qu'à des épisodes locaux et saisonniers de déficit en eau. C'est pourquoi, **la REUT est limitée à certaines régions particulières** et seulement 40 projets de REUT opérationnels ont été identifiés pour des golfs, paysages ou de l'irrigation en agriculture. En France, le volume moyen journalier **d'eaux usées traitées réutilisées a été estimé à 5 Mm³ en 2014** (chiffre Ecofilae) dont près de la moitié pour les golfs. Les EUT représentent environ **0.2% des eaux usées produites et moins de 0.3% la quantité d'eau totale consommée par l'agriculture**.

L'utilisation d'eaux usées traitées de STEP pour l'irrigation en agriculture et pour les paysages est **régulée depuis 2010**. Avant 2010 la régulation de la réutilisation d'eaux usées traitées était floue et peu de projets émergeaient. La régulation de 2010 introduisit des standards de qualité pour les eaux usées traitées selon **4 niveaux de qualités** (de la haute qualité A à D). Plus le risque d'exposition à l'homme est important (valorisation des cultures, certain type d'irrigation), plus les EUT doivent avoir un niveau de qualité élevé. Cette régulation a été mise à jour en 2014.

Les propositions de régulation à venir devraient inclure l'élargissement aux nouvelles valorisations tel que les usages urbains, la lutte contre les incendies, les zones humides, etc. L'utilisation d'autres types d'eaux (grises ou brutes) est pour l'instant toujours interdite sauf pour les usages industriels.

2.1.2 Création et responsabilisation des associations d'agriculteurs à Clermont Ferrand et Noirmoutier

Clermont-Ferrand et l'île de Noirmoutier sont 2 projets succès de REUT pour l'irrigation agricole **avec une rentabilité économique avérée**. Dans les deux cas :

- le manque d'eau était un important moteur au projet ;
- des systèmes tertiaires peu coûteux et faciles à utiliser ont été mis en place ;
- les associations d'agriculteurs (à but non lucratif) ont été spécialement créées pour gérer l'exploitation et les aspects financiers (les agriculteurs doivent payer une cotisation pour l'eau directement aux associations).

2.1.2.1 *Clermont-Ferrand*

A Clermont-Ferrand **700 Ha de maïs semence, de maïs consommation, de betterave et de blé** sont irrigués chaque année, depuis 1996, avec 900 000 m³ d'EUT. Du maïs grain de haute qualité peut être cultivé grâce à cet apport d'eau. L'association d'agriculteurs de la Limagne Noir ainsi que les systèmes de distributions (réseaux et pompes) ont été spécialement mis en place au début du projet.

La commune de Clermont-Ferrand possède la STEP mais n'est presque pas engagée dans le projet : elle fournit gratuitement des eaux usées traitées aux associations d'agriculteurs à un niveau de qualité permettant le rejet dans le milieu naturel (pas de la REUT). **L'association d'agriculteurs est alors en charge de la désinfection** afin d'atteindre la qualité standard pour l'irrigation.¹² Ha des lagunes appartenant à une sucrerie³ voisine sont utilisées pour cela.

Les coûts d'investissement (environ 8M€) ont été pris en charge par l'association d'agriculteurs (accompagnée de la sucrerie) et presque 60% de ces investissements ont été subventionnés par des organismes publics. Les coûts d'exploitation et d'entretien sont divisés, proportionnellement aux volumes, entre la sucrerie et les associations d'agriculteurs.

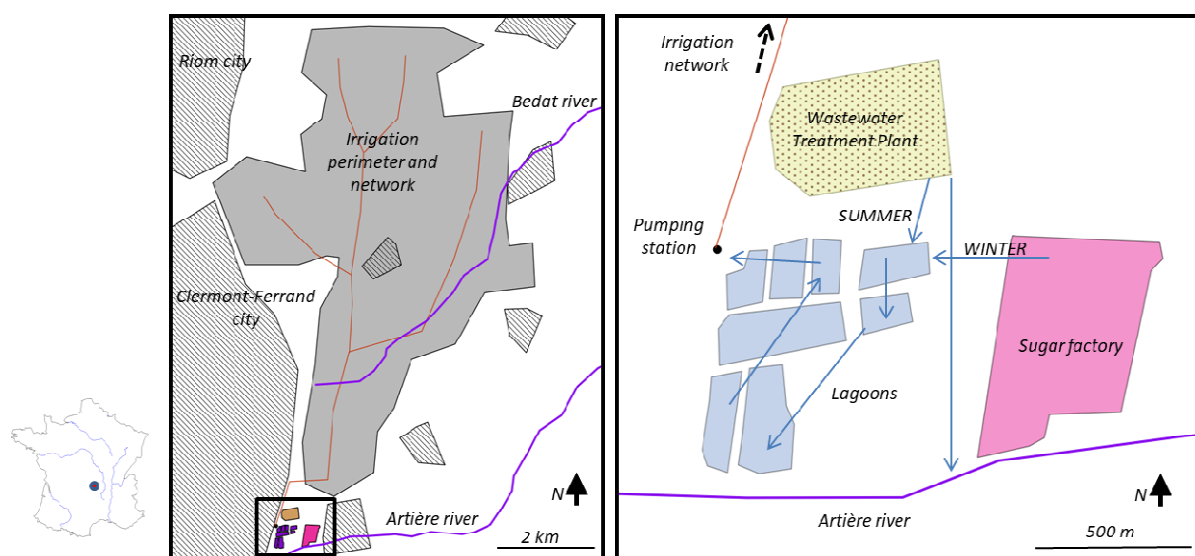


Figure 10 : Projet de réutilisation d'eaux usées traitées de Clermont-Ferrand – schéma Ecofilae

2.1.2.2 Noirmoutier

Sur l'île de Noirmoutier (côte Atlantique) **380 Ha de pomme de terres labellisées** sont irriguées avec des EUT, cela représente un volume moyen de **300 000 m³/an**. La culture de pomme de terre a alors pu être étendue plus tard en été, permettant d'obtenir de meilleures marges brutes pour les agriculteurs

La communauté locale est en charge du traitement et de la désinfection (lagunes), et est responsable de la qualité de l'eau. **Une association d'agriculteurs a été créée pour le projet**. Elle est en charge **du système de distribution** (exploitation et entretien).

Les coûts d'investissements pour les lagunes et le système de stockage (environ 1.8M€) ont été pris en charge par la communauté locale avec des subventions d'autres organismes publics. Les coûts d'investissement pour les pompes et les systèmes de distribution (environ 3.8M€) ont été pris en charge par l'association d'agriculteurs avec des subventions d'autres organismes publics.

La communauté locale gère et est responsable du système de traitement complet mais **les frais d'exploitation et d'entretien de l'ensemble du système sont à la charge de**

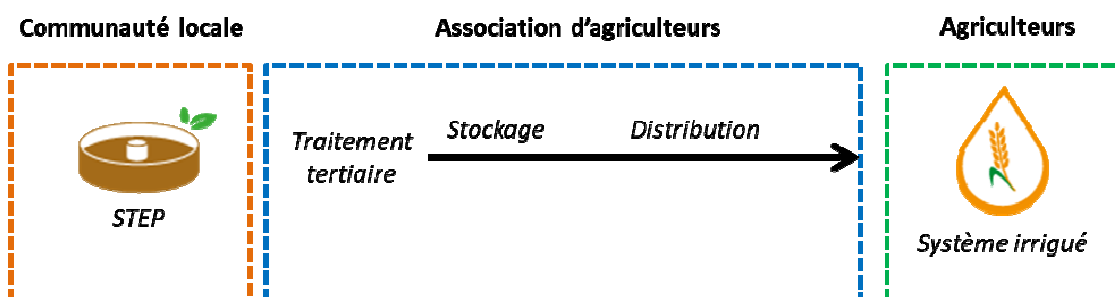
³La sucrerie utilise les lagunes pour stocker ses effluents en hiver puis le réseau hydraulique pour épandre ses effluents sur les terres agricoles.

l'association d'agriculteurs qui répercute les coûts sur les subventions individuelles des agriculteurs : $0,3 \text{ €/m}^3 + 190 \text{ €/ha/an}$ correspondant à presque 54 c€/m^3 (moins cher que l'eau potable qui est l'unique alternative).

Un second réseau parallèle avec de l'eau potable a été conservé afin de couvrir des demandes supplémentaires en été lors des piques d'irrigation.

Un autre bénéfice pour la communauté locale est la diminution du volume d'EUT déversé dans l'océan (ayant un très fort impact environnemental).

CLERMONT-FERRAND



NOIRMOUTIER

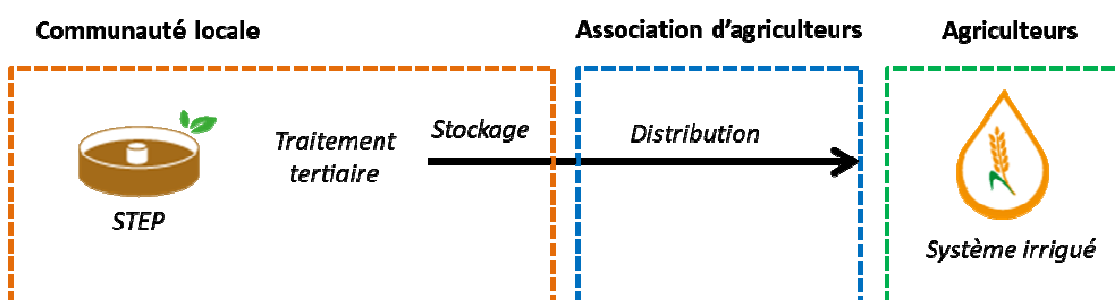


Figure 11 : Projets de réutilisation d'eaux usées traitées de Noirmoutier et Clermont-Ferrand – Partage des responsabilités entre les différents partis – schémaEcofilae

2.2 Italie –Milan

Historiquement, les eaux usées (souvent non traitées) de la ville de Milan étaient responsables (1) de la **dégradation de l'environnement dans toute la vallée du Pô** et (2) d'**impacts négatifs sur les terres agricoles** (contamination et dégradation de la perméabilité des terres via les matières en suspension).

2 grandes STEP ont été construites dans la zone urbaine de Milan: la STEP de Nosedo et la STEP de San Rocco. Au cours de la période d'irrigation, l'eau récupérée est distribuée aux agriculteurs à travers les canaux existants (Figure 12).

La région de Lombardie et la municipalité de Milan restent les entités administratives les plus importantes en matière de prise de décision. **2 consortiums d'irrigation** sont chargés de la livraison d'EUT, des contrats avec les agriculteurs et de l'attribution de l'eau.

La distribution de l'eau ne fait pas l'objet de redevance spécifique depuis l'époque où les eaux usées brutes étaient diluées dans les canaux. Dans un contexte local de déclin des activités agricoles, des subventions institutionnelles permettent d'aider les agriculteurs à maintenir et à diversifier leur activité. Par conséquent les EUT sont fournis gratuitement. Seuls les coûts de l'énergie (pompage) sont couverts par les associations d'agriculteurs du Consortium Di Bonificia. Les agriculteurs du consortium de Vettabbia (Usine de Nosedo) ont une concession pour utiliser les EUT sur la base d'un paiement symbolique

Les coûts liés au traitement tertiaire étant pris en charge par la collectivité (bénéfice environnemental lié au non rejet des EUT), et les canaux d'irrigation préexistants aux projets de REUT, les coûts de revient pour les agriculteurs sont très faibles.

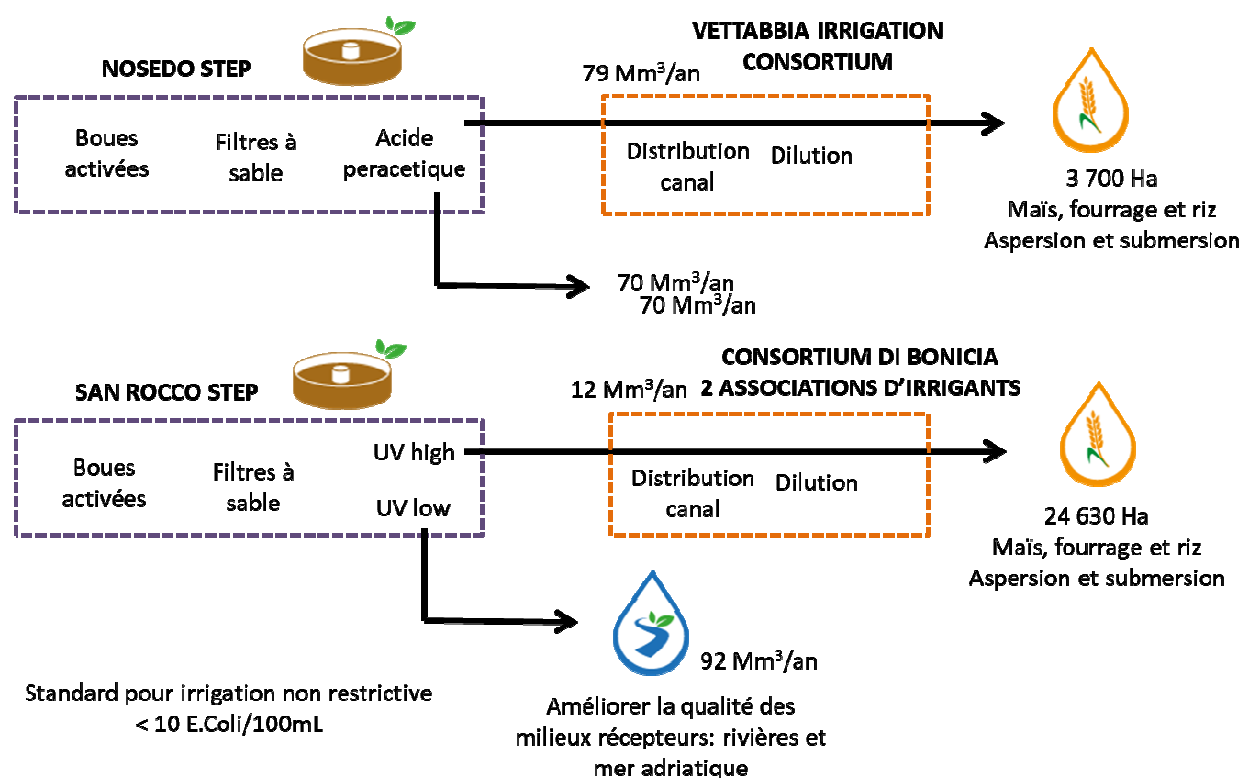


Figure 12 : Système de réutilisation indirecte d'EUT à Milan - SchémaEcofilae

2.3 Espagne

2.3.1 Région de Murcie

Le traitement et la réutilisation de l'eau régénérée dans la région de Murcie sont considérés comme la réalisation la plus remarquable de la Région et ses Municipalités. **110 Mm³ d'eau recyclée sont réutilisés chaque année représentant ainsi 20% du volume d'eau utilisé sur le territoire.**

Le nombre d'installations REUT est estimé à environ 100 pour un investissement de 635 M€, la moitié d'entre elles sont petites pour atteindre toute la population régionale. On considère qu'une installation de REUT est composée de l'ensemble : système STEP+ traitement tertiaire + réseau + usage(s).

Quelques idées clés pour illustrer le rôle de cette ressource hydrique non conventionnelle:

- Tous les citoyens financent les coûts d'exploitation (40 M€/an) avec une taxe spéciale payée sur la facture d'eau;
- Le système (installations, fiscalité, etc.) est géré par une seule entité administrative, non dépendante de chaque municipalité. Mais une forte implication des municipalités, des irrigateurs et des résidents a été nécessaire;
- Le traitement accordé aux eaux usées est tertiaire, de sorte que l'eau régénérée est pre-potable;
- L'eau recyclée est attribuée aux utilisations de l'irrigation et de l'environnement (flux de rivières et zones humides).



Figure 13 : Fruit trees and vegetables irrigated with TWW in Murcia region

2.3.2 Projet de Llobregatdel Prat

Dans la ville d'El Prat située au sud de Barcelone, un projet multi-usages de REUT a été mis en place. La STEP possède un procédé de boues activées. L'exutoire des EUT est la mer Méditerranée. Une chaîne de traitement supplémentaire dédiée à la REUT a été mise en place avec des systèmes de filtres à lamelles, de microfiltration et d'UV.

Les EUT peuvent être ensuite réutilisées pour alimenter des zones humides, recharger la rivière Llobregat située à 8 km en amont de points de prélèvement d'eau potable, fournir des installations industrielles, alimenter les toilettes de nouveaux quartiers, irriguer 1000 Ha de terres agricoles et espaces verts, et recharger les eaux souterraines pour limiter les intrusions salées. Pour la recharge des eaux souterraines, un autre traitement supplémentaire a été établi : il comprend une ultrafiltration, de l'osmose inverse et des UV (potentiel de 15 000 m³/jour).

Toutes les infrastructures de traitement ont été construites en 2012, mais elles ne fonctionnent pas depuis (sauf en cas de sécheresse extrême avec un débit minimum pour maintenir le système opérationnel) en raison de choix politiques: les décideurs sont conscients de tous les avantages environnementaux et économiques du projet mais ils ont décidé de ne pas faire tourner un système aux consommations énergétiques élevées et aux retombées économiques indirectes (en raison de la crise économique).



Figure 14 : STEP El Prat de Llobregat (osmose inverse à droite) – Ecofilae© Declercq

3 AUTRES RETOURS D'EXPERIENCES

3.1 Australie–ville de Sydney

Les principales ressources en eau de Sydney sont constituée des cours d'eau Hawkesbury et Nepean. D'autres ressources (autres cours d'eau, réservoirs artificiels) ont été mises à contribution, certaines étant localisées à plusieurs centaines de kilomètres de la ville.

Les volumes disponibles sont très variables et sensibles aux sécheresses et ne pourront satisfaire la demande d'une population sans cesse croissante : un **système de gestion intégré de la ressource en eau** a ainsi été mis en place.

Plusieurs leviers de lutte face à au déficit hydrique ont été mis en place : (1) la désalinisation d'eau de mer, (2) la mise en place de stockage, (3) la réduction des fuites, (4) la récupération d'eau de pluie et (5) la REUT (Anderson, 2013).

70 Mm³/an d'EUT sont ainsi réutilisés pour des usages urbains, résidentiels, industriels, agricoles et environnementaux. Plus de 160 000 nouveaux foyers sont alimentés par des EUT pour des usages d'arrosage de jardins ou de chasses d'eau pour les toilettes.

3.2 Singapour –NEWater

Bien que les pluies soient abondantes Singapour est une île aux **ressources en eau douce limitées** : la taille trop limitée du pays ne permet pas de fournir une ressource suffisante pour l'ensemble des besoins. Les ressources mobilisées face à au déficit hydrique sont : (1) l'importation d'eau depuis la Malaisie, (2) la désalinisation d'eau de mer et (3) **la REUT via le projet NEWater** (Lim et al., 2013).

Les eaux usées, qui étaient initialement rejetées en mer, sont ainsi traitées avec des systèmes à haut niveaux de performance et valorisées pour des usages directs (non potable) et indirects (production d'eau potable). Le programme NEWater conduit à l'échelle municipale a permis de fournir une ressource additionnelle substantielle indépendante des effets climatiques.

Exemple modèle de succès mettant en avant l'économie circulaire de l'eau ce projet a été initié en 1998. Plusieurs pilotes démonstrateurs de filières REUT (orientés traitements et usages) ont été mis en place depuis le lancement jusqu'à aboutir à un système qui permet actuellement de subvenir à **30% de la demande totale en eau** avec un objectif sur le long terme de parvenir à 50% (2060).

Plusieurs STEP sont intégrées au projet : 531 Mm³/an d'eaux usées sont ainsi traitées dont **194 Mm³/an sont réutilisés**. Les technologies avancées membranaires sont utilisées. Le prix de l'eau pour les usagers (hors eau potable) est de 75 c€/m³.

Une **approche multi-barrière** permet d'assurer la qualité de l'eau. Les barrières recensées depuis la source jusqu'au point d'usage sont ainsi : (1) une forte proportion d'eau usées d'origine domestique, (2) un traitement secondaire, (3) des technologies de traitement complémentaires de désinfection très poussées (microfiltration, osmose inverse and UV), (4) un système intégré et complet de surveillance de la qualité d'eau (plus de 300 paramètres de qualité de l'eau sont suivis), (5) de procédures d'opération très strictes, et (6) et une dilution. Si une barrière est déficiente, les autres peuvent compenser.

Pour minimiser les risques de contamination **les EUT ne constituent que 2.5% de la production d'eau potable pour des usages domestiques** (forte dilution). Environ 4.7% des EUT réutilisées le sont pour cet usage. La majeure partie des EUT est réutilisée pour des **usages industriels, de climatisation ou de nettoyage** : elles sont moins chères que l'eau potable.

Une Agence unique (le PUB) gère les eaux usées et l'eau potable : elle dispose d'une vision holistique de l'ensemble des filières REUT et de la gestion globale de l'eau. Le PUB est très fortement soutenu par le gouvernement. Des campagnes efficaces d'éducation et de sensibilisation des consommateurs ont été menées.

3.3 California – West basin

La REUT est un levier qui doit permettre à la ville de Los Angeles: (1) d'augmenter les ressources disponibles face à l'augmentation constante de la population, (2) de limiter la dépendance en eau aux ressources extérieures importées (et (3) de limiter les rejets en mer près des zones de baignade. Le West Basin Municipal Water District est en charge de la REUT. (UWMP, 2010)

Les EUT sont revendues pour des usages non potables tels que l'arrosage d'espaces verts, des usages commerciaux ou industriels, ou encore pour la production indirecte d'eau potable à partir de recharge de nappe.

En 2010 West Basin a produit **37.5 Mm³ d'eau réutilisée** qui ont permis d'économiser environ la consommation en eau potable de 61 000 foyers. Il est prévu que d'ici 2035 **27% de la production en eau de West Basin soit fournie par des EUT.**

Les EUT proviennent de la STEP d'Hyperion de Los Angeles. **Plusieurs types de qualité d'eau sont produits en fonction des demandes des clients :**

- un traitement tertiaire de filtration/désinfection est utilisé pour l'irrigation agricole ;
- Une nitrification est mise en place pour enlever l'ammoniaque de EUT à destination de tours réfrigérantes ;
- Une microfiltration suivie d'une osmose inverse permet la recharge de nappe. Cette eau est mélangée à l'eau potable avant d'être réinjectée pour lutter contre les intrusions salines (remplacer l'eau prélevée pour la production d'eau potable par les puits).

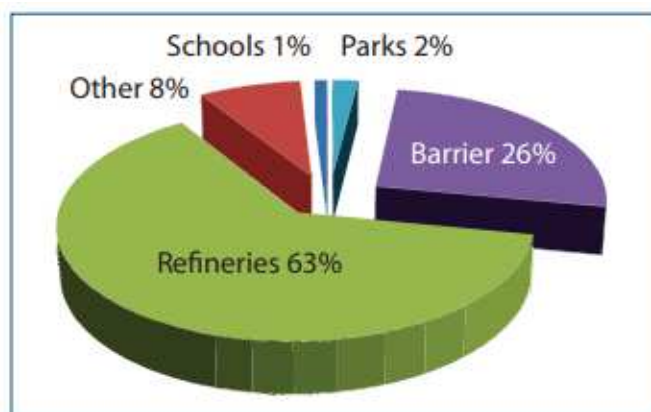


Figure 15 : Répartition par usage des volumes d'EUT produits – West Basin project (UWMP, 2010)

4 REGLEMENTATIONS REUT ET NORMES INTERNATIONALES

4.1 Introduction

4.1.1 Sources d'inspiration internationales

Lors de l'élaboration de réglementations à l'échelle nationale et européenne, les travaux se basent sur **une analyse des réglementations et guidelines phares**. Les réglementations algériennes, françaises, espagnoles portugaises, italiennes et égyptiennes en sont l'exemple. Parmi les sources de référence on retrouve :

- Les guidelines de l'OMS ;
- US EPA guidelines ;
- Australian guidelines ;
- L'ISO international ;
- La réglementation de l'état pionnier de Californie.

Il s'agit de **sources d'inspiration**, il faut néanmoins ne pas les considérer comme des textes à "copier-coller". **La REUT est par nature spécifique aux territoires, aux climats et à la nature de l'eau**. A titre d'exemple, nombre de réglementations s'inspirant des guidelines de l'OMS n'intègrent pas, à tort, les risques liés à la salinité.

4.1.1.1 Les guidelines de l'OMS

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) afin de s'attaquer aux **risques sanitaires et environnementaux** causés par les contaminants microbiologiques et chimiques potentiellement présents dans l'eau, recommande de mettre en œuvre les principes d'un **système de gestion des risques** (OMS, 2001). Elle suggère qu'une approche de gestion des risques soit appliquée à l'eau potable, à l'eau récupérée et à l'eau récréative. Une approche de gestion des risques fournit le cadre conceptuel des Lignes directrices de l'OMS pour la qualité de l'eau potable (OMS, 2004 et 2011), les **Lignes directrices pour l'utilisation sécuritaire des eaux usées, des excréments et des eaux grises** (OMS, 2006).

Les Lignes directrices pour l'utilisation sécuritaire des eaux usées, des excréments et des eaux grises (OMS, 2006) sont divisées en quatre volumes, consacrés à différents sujets : Volume I, Politiques et aspects réglementaires; Volume II, Utilisation des eaux usées dans l'agriculture; Volume III, Utilisation des eaux usées et des excréments dans l'aquaculture; et Volume IV, Excréta et utilisation des eaux grises dans l'agriculture. Les directives de l'OMS traitent de la **réutilisation de l'eau pour l'agriculture**, alors que d'autres utilisations ne sont pas prises en considération.

4.1.1.2 Les guidelines australiens

Selon une approche de gestion des risques, le gouvernement australien a élaboré les **Lignes directrices australiennes pour le recyclage de l'eau** et les Lignes directrices australiennes sur l'eau potable (NHMRC-NRMMC, 2011). Les lignes directrices australiennes pour le recyclage de l'eau fournissent un cadre générique pour la gestion de la qualité de l'eau récupérée et l'utilisation qui **s'applique à toutes les combinaisons d'eau récupérée et d'utilisations finales, y compris l'irrigation agricole et la recharge des aquifères**.

4.1.1.3 Les guidelines nord-américains

L'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (EPA) a publié, en 2012, la dernière version des **Lignes directrices pour la réutilisation de l'eau (USEPA, 2012)**. Ces lignes directrices comprennent une **large gamme d'usages** (par exemple, l'irrigation agricole et la recharge des aquifères) et applique une approche similaire décrite par l'OMS et les lignes directrices australiennes pour le contrôle des risques pour la santé et l'environnement. Ils reposent principalement sur la **conception et le contrôle rigoureux des installations de récupération de l'eau et du contrôle de la qualité de l'eau**. Les objectifs de qualité de l'eau ont été validés par des évaluations quantitatives des risques et des évaluations de l'impact environnemental et agronomique dans des programmes de recherche exhaustifs.

4.1.1.4 Les guidelines ISO

En 2015, l'Organisation internationale de normalisation (ISO) a publié les **Lignes directrices pour l'utilisation des eaux usées traitées pour les projets d'irrigation, y compris l'irrigation agricole (ISO 16075, 2015)**. Ces lignes directrices de l'ISO fournissent des conseils pour un bon fonctionnement, une surveillance et un entretien sain, environnemental et hydrologique des projets de réutilisation de l'eau pour l'irrigation sans restriction et restreinte des cultures agricoles, des jardins et des zones de paysage utilisant des eaux usées traitées.

4.1.2 La réglementation Européenne

Les conditions de santé et de sécurité environnementales dans lesquelles les eaux usées peuvent être réutilisées ne sont **pas spécifiquement réglementées au niveau de l'UE** à ce jour. Un texte est en préparation.

Malgré l'absence de critères communs de REUT au niveau de l'UE, plusieurs États membres ont publié leur propre règlement ou des lignes directrices pour différentes applications de REUT. Cependant, après une évaluation effectuée par la Commission Européenne sur les normes de réutilisation de l'eau de plusieurs États membres, il a été conclu qu'il existe des divergences importantes entre les différentes réglementations concernant les utilisations autorisées, les paramètres à surveiller et les valeurs limites autorisées (CCR, 2014).

4.2 Structure des réglementations internationales

Les réglementations quelques soient leur origine, ont quasi toutes en commun de préciser les points suivants :

- les qualités attendues des EUT (sanitaire, chimique) ;

- des couples type d'usages/qualités d'eau ;
- des conditions d'application au champ ;
- les suivis requis.

4.2.1 Qualités d'eau en fonction des usages (et des cultures)

Concernant les usages agricoles les qualités requises diffèrent classiquement selon les catégories de culture suivantes (NRMHC-EPHC-AMHC, 2006; WHO, 2006; USEPA, 2012) :

- Les cultures vivrières consommées crues ;
- Les cultures vivrières transformées: les cultures destinées à la consommation humaine ne doivent pas être consommées brutes mais après un processus de traitement (cuit, transformé industriellement) ;
- Les cultures non alimentaires: cultures qui ne sont pas destinées à la consommation humaine, y compris les cultures pour les animaux producteurs de lait ou de viande (par exemple, les pâturages, les fourrages, les fibres, les plantes ornementales, les graines, l'énergie et les cultures de gazon).

Tableau 3 : Guidelines OMS 2006

Table 2.5 Verification monitoring^a (*E. coli* numbers per 100 ml of treated wastewater) for the various levels of wastewater treatment in Options A–G presented in Figure 2.1

Type of irrigation	Option (Figure 2.1)	Required pathogen reduction by treatment (log units)	Verification monitoring level (<i>E. coli</i> per 100 ml)	Notes
Unrestricted	A	4	$\leq 10^3$	Root crops
	B	3	$\leq 10^4$	Leaf crops
	C	2	$\leq 10^5$	Drip irrigation of high-growing crops
	D	4	$\leq 10^3$	Drip irrigation of low-growing crops
	E	6 or 7	$\leq 10^1$ or $\leq 10^0$	Verification level depends on the requirements of the local regulatory agency ^b
Restricted	F	3	$\leq 10^4$	Labour-intensive agriculture (protective of adults and children under 15 years of age)
	G	2	$\leq 10^5$	Highly mechanized agriculture
	H	0.5	$\leq 10^6$	Pathogen removal in a septic tank

^a "Verification monitoring" refers to what has previously been referred to as "effluent standards" or "effluent guideline" levels.

^b For example, for secondary treatment, filtration and disinfection: five-day biochemical oxygen demand (BOD₅), <10 mg/l; turbidity, <2 nephelometric turbidity units (NTU); chlorine residual, 1 mg/l; pH, 6–9; and faecal coliforms, not detectable in 100 ml (State of California, 2001).

4.2.2 Paramètres suivis

Les indicateurs de qualité d'eau à suivre sont présentés dans le tableau ci-dessous (cas de la REUT par irrigation).

Tableau 4 : Paramètres de qualité de l'eau généralement suivis en REUT

Courants	E. coli, BOD, MES, Turbidité, Phages, virus, œufs d'helminthes, Coliformes, Entérocoques
Complémentaires	Conductivité électrique, métaux lourds
	Contaminants émergents (pas encore identifiés dans les réglementations)

4.2.3 Conditions d'applications

Les méthodes d'irrigation sont également prises en compte. Il faut minimiser les risques d'exposition, considéré comme une mesure préventive. Toutes les méthodes d'irrigation agricole (par exemple, les asperseurs, l'égouttage, l'irrigation par inondation) sont autorisées lors de l'utilisation d'EUT. L'irrigation superficielle est associée à un risque plus élevé pour la santé que l'irrigation par goutte de surface ou subsurface. Les délais de retenue minimum obligatoire pour le bétail à titre préventif sont également établis. L'irrigation par aspersion est souvent considérée comme étant la plus à risque pour les impacts sanitaires (aérosols).

4.2.4 Mesures préventives complémentaires

En complément de la technologie de désinfections ou d'irrigation, des mesures complémentaires sont recommandées afin de limiter les risques.

- **Le contrôle des sources d'eaux usées:** il est nécessaire d'établir des programmes de contrôle des sources et de surveiller les décharges industrielles et commerciales dans les systèmes d'égout connectés à une station d'épuration.
- **Sol:** une évaluation appropriée des caractéristiques du sol (par exemple, la texture, la conductivité hydraulique, la capacité de rétention d'eau, le pH, la teneur en matière organique) doit être effectuée pour évaluer et minimiser les effets néfastes sur les sols comme **la salinité et la sodicité**. La pente du site doit également être évaluée pour éviter le ruissellement de surface.
- **Eaux souterraines:** une évaluation hydrogéologique doit être effectuée afin de déterminer les impacts possibles sur les eaux souterraines.
- **Eaux de surface:** les effets négatifs potentiels sur les eaux de surface de l'eau récupérée pour l'irrigation (par exemple par écoulement) devraient être évalués pour ne pas constituer un risque pour la réalisation des objectifs environnementaux connexes (objectifs de réussite et de non-détérioration).
- **Sources d'eau potable:** la vulnérabilité des sources d'eau potable existantes à l'utilisation de l'eau récupérée pour l'irrigation doit être évaluée.
- **Climat:** le comportement des substances est fortement affecté par les conditions des sols, les précipitations et l'évaporation qui peuvent varier considérablement en fonction du climat. Il est nécessaire d'évaluer les paramètres liés à l'irrigation (par exemple, l'évapotranspiration, les précipitations) à contrôler en fonction des conditions climatiques.
- **Choix des cultures:** le choix des cultures doit être effectué en fonction de la tolérance des cultures (par exemple, la tolérance aux sels et aux ions spécifiques), la qualité de l'eau récupérée et les propriétés du sol pour produire des rendements satisfaisants.
- **Calendrier d'irrigation:** les taux d'application de l'eau réutilisée doivent être contrôlés afin que l'irrigation soit cohérente dans l'évaporation maximale, tout en minimisant les impacts sur les environnements récepteurs (y compris les sols, les eaux souterraines et les eaux de surface). Les systèmes d'irrigation doivent être installés et exploités pour minimiser l'étanchéité de la surface et pour contrôler le ruissellement de surface.
- **Accès de contrôle et zones tampons:** les contrôles d'accès, les distances aux zones sensibles et les périodes de retenue doivent être établis au besoin pour minimiser l'exposition aux risques pour la santé chez les humains et les animaux.

- **Contrôle du système de stockage et de distribution:** dans le système de distribution, qui peut inclure le stockage (réservoirs ouverts et fermés), l'eau récupérée pour l'irrigation peut subir des changements qui affectent sa qualité chimique et biologique (par exemple : repousse microbienne, nitrification, croissance des algues, désintégration naturelle des microorganismes). Ainsi, des stratégies de gestion doivent être entreprises afin d'éviter autant que possible la détérioration de la qualité de l'eau récupérée.
- **Education et formation:** l'éducation et la formation des travailleurs sur place et des gestionnaires impliqués dans l'irrigation agricole revêtent une importance majeure en tant que composants de la mise en œuvre et du maintien de mesures préventives. Le personnel doit être tenu pleinement informé de l'utilisation de l'eau réutilisée. Les travailleurs agricoles sont particulièrement vulnérables, et une gamme de mesures d'exposition humaine (par exemple, équipement de protection individuelle, lavage des mains et hygiène personnelle) doit également être mise en œuvre.
- **Signalisation:** l'exposition accidentelle à l'eau récupérée peut être réduite grâce à des mesures telles que la signalisation à l'irrigation

4.2.5 Suivi requis

4.2.5.1 *Les eaux usées traitées*

Il est requis d'effectuer une **surveillance de vérification**, également appelée surveillance de routine, pour vérifier que l'effluent d'eau réutilisée satisfait aux critères de qualité de l'eau requise selon l'utilisation spécifique.

Cette surveillance de vérification comprend également le suivi des matrices environnementales qui peuvent être affectées par l'utilisation de l'eau récupérée pour l'irrigation.

4.2.5.2 *Les sols et les eaux*

Les **sols** et les **eaux de surface** sont les matrices environnementales qui doivent aussi faire l'objet de suivis. Un programme de surveillance de la vérification doit être établi pour les matrices environnementales qui, en fonction de l'évaluation des risques selon les conditions spécifiques du site, sont considérées comme à risque en raison de l'utilisation récurrente de l'eau pour l'irrigation. Ce programme de surveillance doit inclure, au moins, les paramètres à surveiller, les valeurs de seuil dans le sol, la fréquence d'échantillonnage et les lieux d'échantillonnage. Une indication pour effectuer une évaluation des risques pour les matrices environnementales dans les programmes de réutilisation de l'eau est décrite dans les lignes directrices australiennes (NRMMC-EPHC-NHMRC, 2009).

SYNTHESE

Constats

Les facteurs de réussite généraux de la REUT aux échelles nationale et terrain peuvent être capitalisés sur la base des retours d'expérience internationaux capitalisés:

- des **institutions opérationnelles et coordonnées** autour de la REUT ;
Qu'un seul organisme unique (exemple de Singapour) ou plusieurs (exemples : France et Italie) soient en charge de la gestion intégrée de la ressource en eau et de la REUT sur un territoire, une délimitation des compétences et des responsabilités claire et renforcée est nécessaire. Le cas de golfs de Marrakech (absence de suivi de la qualité de l'eau dans les bassins de stockage) illustre un « vide » dans les prérogatives et un manque de communication entre gestionnaires et usagers.
- une **réglementation adaptée et évolutive** intégrant les contraintes des irrigants avec un équilibre à respecter entre les enjeux sanitaires et agronomiques (exemples égyptiens) ;
- une **politique de gestion intégrée des ressources en eau** (exemples : Sydney et Singapour) dans laquelle la REUT prend toute sa place.
- des **systèmes de traitement adaptés et performants**(exemples : Singapour);
- des **systèmes contrôlés et sécurisés** ;
Les exemples de Dan (Israël) et de Singapour sont deux exemples de contrôle complet des filières REUT. L'exemple de Singapour illustre une approche contrôle multi-barrière.
- une **acceptation publique** ;
A Singapour les campagnes de sensibilisation et de communication au public ont permis de favoriser l'acceptation de la REUT jusqu'à l'usage de production d'eau potable. Ces campagnes pédagogiques doivent être menées sur le moyen terme (20 ans à Singapour)
- une **viabilité économique et financière** des projets.
Plusieurs retours d'expérience marocains et égyptiens mettent en avant la tarification comme un des facteurs d'échec de la REUT : le prix des EUT et des ressources alternatives ne permettent pas de favoriser les EUT lorsque c'est pertinent.
En Espagne (Murcie) la collectivité via des taxes sur la population finance une partie des coûts d'exploitation des systèmes de REUT.

Préconisations

Des retours d'expérience internationaux, on peut lister un ensemble de préconisations qui paraissent pertinentes à considérer pour la Tunisie.

Adopter un cadre intégré

Il est fortement recommandé d'inclure la REUT dans différents plans de gestion intégrée des territoires et de la connecter avec d'autres secteurs économiques (composantes alimentaires, sociales et économiques). La gestion des boues comme coproduit doit également être intégrée lors de la réflexion sur la REUT.

Il est recommandé de limiter la dispersion des prérogatives entre institutions et à la multitude des réglementations. Une réglementation spécifique et un cadre organisationnel doivent être ainsi mis au point pour permettre un partage approprié des responsabilités entre les différents, et souvent nombreux, partenaires des projets. Les lignes directrices et les politiques doivent promouvoir des normes fondées sur les capacités propres à chaque pays : fixer des normes et des suivis pas trop stricts afin de s'assurer qu'ils soient respectés.

Toutes les parties prenantes doivent être intégrées dès le début dans les plans de réutilisation de l'eau. Des plates-formes multi-acteurs pour faciliter le dialogue et le développement de méthodes participatives sont autant d'outils facilitant l'absorption de l'innovation et l'apprentissage social.

Mettre en place des systèmes plus sûrs et contrôlés par le choix des technologies et de systèmes de suivis appropriés

Le choix des technologies de traitement doit être basé sur les qualités d'eau requises par les usages aval, la réutilisation des EUT doit donc être intégrée dès les phases de réflexion des systèmes de traitement.

Il n'y a pas de modèle unique d'assainissement pour la REUT. Il est recommandé : (1) de choisir un modèle d'assainissement tout d'abord adapté à l'usage tout en étant adapté à la nature et à la qualité de la ressource (eaux usées) ; (2) de rechercher des solutions simples, reproductibles et spécifiques aux conditions locales (niveaux de compétence, conditions physiques et climatiques, capacités financières) ; et (3) de se poser la question du type d'assainissement (collectif ou non-collectif) ; (4) d'envisager la séparation des flux d'eaux usées lors de la collecte (flux d'origines industrielles et domestiques) et au cours de traitement (différents traitements tertiaires pour différents usages).

L'approche « top-down » adoptée dans le cas de systèmes d'assainissement traditionnel qui consiste à collecter et traiter des eaux usées sans envisager leur réutilisation doit être délaissée au profit d'une approche « bottom-up » considérant les besoins (usages) au regard des ressources (différents flux d'eaux usées et effluents) et ajustant le traitement en conséquence.

Préparer une nouvelle génération de décideurs et de professionnels

La formation et la sensibilisation des décideurs sont requises :

- à l'échelle nationale et régionale pour les décideurs, afin de leur donner les clés pour identifier les zones à fort potentiel et créer un cadre organisationnel adapté (réglementation, partage des responsabilités, etc.) ;
- à l'échelle locale et à l'échelle des projets pour les acteurs locaux en charge d'un projet de réutilisation, afin de leur fournir un cadre certifié pour mener à bien leur projet depuis le stade initial (l'idée) jusqu'à un système durable.

Évaluer les impacts sur les ressources et développer des outils d'aide à la décision

La salinité est une question clé souvent sous-évaluée dans les projets et les règlements. Une gestion appropriée de la salinité de l'eau et du sol doivent pourtant être mise en œuvre pour atténuer les effets.

La composante économique du projet est une préoccupation majeure pour les décideurs et les bailleurs de fonds. Des outils spécifiques et accessibles - et les bases de données associées - doivent être développés afin de permettre aux départements techniques d'ingénierie locaux de mener des ACB privées et sociales qui tiennent compte de l'équité sociale lors de la définition des mécanismes de recouvrement des coûts.

A ce titre l'exemple de Llobregat est éclairant, avec un investissement considérable mis en place pour viser une qualité de l'eau optimale, et une volte-face des décideurs, une fois les ouvrages en place, devant le coût énergétique.

BIBLIOGRAPHIE

Générale

R.A. Wahaab, E.M. El-Din Omar, 2013, Wastewater Reuse in Egypt: Opportunities and Challenges, 2013, 37p

N. Condom, R. Declercq, 2017, Wastewater reuse for agricultural irrigation in peri-urban areas in developing countries : practices, challenges and operational solutions, Ecofilae, AFEID-COSTEA, 63p

Nahed El Arabi, 2012, Environmental Management of Groundwater in Egypt via Artificial Recharge Extending the Practice to Soil Aquifer Treatment (SAT), International Journal of Environment and Sustainability, ISSN 1927 - 9566 | Vol. 1 No. 3, pp. 66 - 82 (2012)

F. Masi, B. El Hamouri, H. Abdel Shafi, A. Baban, A. Ghrabi and M. Regelsberger, Treatment of segregated black/grey domestic wastewater using constructed wetlands in the Mediterranean basin: the zer0-m experience, Q IWA Publishing 2010 Water Science & Technology—WST, 61.1, 2010

USAID EGYPT 2010, INTEGRATED WATER RESOURCE MANAGEMENT II - FEASIBILITY OF WASTEWATER REUSE - REPORT NO. 14, June 2010

Hind Mouhanni, AbelazizBendou and Salah Er-Raki, Disinfection of Treated Wastewater and its Reuse in the Irrigation of Golf Grass: The Case of Plant M'zar Agadir-Morocco, Water 2011, V3, p1128-1138

Kanarek, M. Michail, Groundwater recharge with municipal effluent: Dan Region Reclamation Project, Israel, Published December 1996, 34 (11) 227-233

Yossi Inbar, NEW STANDARDS FOR TREATED WASTEWATER REUSE IN ISRAEL Senior Deputy Director General, Industries Ministry of Environmental Protection, Jerusalem, 95464 Israel, 2007

M. KELLIS, I.K. KALAVROUZOTIS, P. GIKAS, REVIEW OF WASTEWATER REUSE IN THE MEDITERRANEAN COUNTRIES, FOCUSING ON REGULATIONS AND POLICIES FOR MUNICIPAL AND INDUSTRIAL APPLICATIONS, Global NEST Journal, Vol 15, No 3, pp 333-350, 2013

Dr Philippe Ker Rault, Dr Amar Chouikh, Gerard Sijl, Ton de Kort , Dr JoopHarnsem, Non-Conventional Water Reuse for Irrigation Global Innovative Oasis & WAWARIA, Alterra, 2015

Mong-Hoo Lim and Harry Seah, 2013, NEW Water: A key element of Singapore's water sustainability, IWA Publishing

John Anderson, 2013, Water for life: diversification and water reuse as in Sydney integrated water plan, IWA Publishing

Urban Water Management Plan 2010, West basin, Section 9 Recycled Water

Spécifique à la réglementation REUT

FAO (1985). Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 29, rev. 1. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

QEPA (2005) Queensland Water Recycling Guidelines. WaterWise. Queensland Environmental Protection Agency. Brisbane, Australia.

RD (2007) RD 1620/2007 Legal framework for the reuse of treated wastewater.

USEPA (2004) Guidelines for water reuse. EPA/625/R-04/108. United States Environmental Protection Agency, Washington, DC, USA.

USEPA (2006) National Primary Drinking Water Regulations: Groundwater rule. Final Rule. 40 CFR, Federal Register, Vol. 71, n. 216; Washington, DC, USA.

USEPA (2009). National Primary Drinking Water Regulations. EPA 816-F-09-004. United States Environmental Protection Agency, Washington DC, USA.

USEPA (2012) Guidelines for water reuse. (EPA/600/R-12/618) United States Environmental Protection Agency, Washington, DC, USA.

USEPA (2012) Guidelines for water reuse. (EPA/600/R-12/618) United States Environmental Protection Agency, Washington, DC, USA.

WHO (2001) Water Quality: Guidelines, Standards and Health. Assessment of risk and risk management for water-related infectious disease. IWA Publishing, London, UK. ISBN: 1 900222 28 0.

WHO (2004) Guidelines for drinking-water quality. World Health Organization, Geneva, Switzerland.

WHO (2006) Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Volume 2: Wastewater use in agriculture. World Health Organization, Geneva, Switzerland.

WHO (2009) Water safety plan manual: step-by-step risk management for drinking-water suppliers. World Health Organization, Geneva, Switzerland.

WHO (2011) Guidelines for drinking-water quality. World Health Organization, Geneva, Switzerland.

WHO (2015) Sanitation safety planning: manual for safe use and disposal of wastewater, greywater and excreta. World Health Organization.

WHO (2016) Background paper on microbiologically safe water and microbiological parameters. Revision of Annex I of the Council Directive on the Quality of Water Intended for Human Consumption (Drinking Water Directive). World Health Organization, Geneva, Switzerland.

ANNEXES

Annexe 1 : Main Water reuse projects for forests irrigation - Source Saadi, NWRC ppt

Table (1a) An overview of the wastewater reuse Marginal Desert Lands

Governorate	Number of Manmade Forests	Design Discharge of WWTPs (thousand m ³ /day)	Consigned Feddan		
			Cultivated	Uncultivated	Total
El Menufia	1	35	1,200	—	1,200
10 th of Ramadan	1	—	—	4,776	4,776
Beni Suef	3	74	300	1,821	2,121
El Mina	2	110	—	7,000	7,000
Al Fayoum	2	7	80	140	220
Assiut	9	472	400	12,507	12,907
Sohag	8	292	3,800	11,158	14,758
Luxor	3	56	700	1,506	2,206
Qena	11	325	900	16,340	17,240
Aswan	7	153	2,025	2,469	4,494
New Valley	5	79	850	4,283	4,933
Ismailia	1	20	500	—	500
Red Sea	4	94	200	4,609	4,809
Marsa Matruh	1	50	950	1,105	2,055
North Sinai	2	65	250	2,350	2,600
South Sinai	3	68	300	2,420	2,720
Total	63	1,900	12,055	67,708	79,763

Source: HCWW statistics

Table (1b) Status of Manmade Forests Irrigated with Wastewater

No.	Forest Name	Governorate	Feddan*	Irrigation	Trees Grown
1	Alexandria, N9	Alexandria	70	Drip	Eucal, Casuarina, Salsaf
2	Gamassa	Dakahlia	100	Drip	Serwe, Eucal, Terminalia
3	Sadat Egypt/Chinese	Menofia	500	Drip	Serwe, Eucal, Pines, Casuarina, Ornamental Palm
4	Abu Rawash	Giza	80	Surface	Eucal, Casuarina, Zanzalaght
5	ElSaf	Giza	120	Drip	Khaya, Serwe
6	Arab AlMadabegh	Assiut	45	Drip	Khaya
7	Awlad Azaz	Sohag	267	Surface	Khaya
8	AlGola	Sohag	250	Drip	Jatropha
9	Luxor 1	Luxor	260	Surface	Jatropha, Mulberry
10	Luxor 2	Luxor	700	Drip	Eucal, Khaya, Acacia
11	Qena	Qena	300	Surface	Khaya
12	Edfu	Aswan	300	Surface	Khaya
13	Ballana	Aswan	280	Drip	Khaya
14	Wadi ElAqil	Aswan	60	Drip	Khaya
15	Naser ElNuba	Aswan	100	Surface	Khaya
16	ElKharga	New Valley	300	Surface	Khaya, Neem, Casua, Terminalia
17	Paris	New Valley	60	Surface	Khaya
18	Mout	New Valley	160	Drip	Jatropha, Joghba
19	ElRashda	New Valley	25	Surface	Eucal, Terminalia
20	Serabium	Ismailia	500	Drip	Serwe, Pines, Eucal, Khaya, Mulberry
21	Hurgada	Red Sea	200	Drip	Khaya, Casuarina
22	Sharm ElSheikh	Red Sea	20	Drip	Eucal, Casuarina
23	ElArish	North Sinai	80	Drip	Serwe, Pines
24	ElToor	South Sinai	200	Surface	Serwe, Eucal, Casua, Ornamental Palm

Source: HCWW statistics

Wastewater-irrigated forest plantation pilot projects in Egypt

Site Names	Area (feddans) Feddan = 4200 m ²	Soils	Irrigation methods
Ismailia	500	Desert sandy	Drip
Sadat	500	Desert sandy	Drip
Luxor	1,000	Desert sandy	Modified flood
Qena	500	Desert sandy	Modified flood
Edfu	500	Desert sandy	Modified flood
New Valley (El Kharga)	800	Desert sandy	Modified flood
New Valley (Paris)	50	Desert sandy	Modified flood
South Sinai	200	Desert sandy	Drip
Abu Rawash	50	Desert sandy	Modified flood

Source: (Ministry of Water Resources and Irrigation/US Agency for International Development) (2000)

No.	Forest Name	Governorate	Feddan*	Irrigation	Trees Grown
1	Alexandria, N9	Alexandria	70	Drip	Eucal, Casuarina, Salsaf
2	Gamassa	Dakahlia	100	Drip	Serwe, Eucal, Terminalia
3	Sadat Egypt/Chinese	Menofia	500	Drip	Serwe, Eucal, Pines, Casuarina, Ornamental Palm
4	Abu Rawash	Giza	80	Surface	Eucal, Casuarina, Zanzalaght
5	ElSaf	Giza	120	Drip	Khaya, Serwe
6	Arab AlMadabegh	Assiut	45	Drip	Khaya
7	Awlad Azaz	Sohag	267	Surface	Khaya
8	AlGola	Sohag	250	Drip	Jatropha
9	Luxor 1	Luxor	260	Surface	Jatropha, Mulberry
10	Luxor 2	Luxor	700	Drip	Eucal, Khaya, Acacia
11	Qena	Qena	300	Surface	Khaya
12	Edfu	Aswan	300	Surface	Khaya
13	Ballana	Aswan	280	Drip	Khaya
14	Wadi ElAqil	Aswan	60	Drip	Khaya
15	Naser ElNuba	Aswan	100	Surface	Khaya
16	ElKharga	New Valley	300	Surface	Khaya, Neem, Casua, Terminalia
17	Paris	New Valley	60	Surface	Khaya
18	Mout	New Valley	160	Drip	Jatropha, Joghba
19	ElRashda	New Valley	25	Surface	Eucal, Terminalia
20	Serabium	Ismailia	500	Drip	Serwe, Pines, Eucal, Khaya, Mulberry
21	Hurgada	Red Sea	200	Drip	Khaya, Casuarina
22	Sharm ElSheikh	Red Sea	20	Drip	Eucal, Casuarina
23	ElArish	North Sinai	80	Drip	Serwe, Pines
24	ElToor	South Sinai	200	Surface	Serwe, Eucal, Casua, Ornamental Palm

Annexe 2 : Guidelines de la FAO

IRRIGATION

Potential irrigation problem	Units	Degree of restriction on use		
		None	Slight to moderate	Severe
Salinity				
Ec_w^1	dS/m	< 0.7	0.7 - 3.0	> 3.0
or				
TDS	mg/l	< 450	450 - 2000	> 2000
Infiltration				
$SAR^2 = 0 - 3$ and EC_w		> 0.7	0.7 - 0.2	< 0.2
3 - 6		> 1.2	1.2 - 0.3	< 0.3
6 - 12		> 1.9	1.9 - 0.5	< 0.5
12 - 20		> 2.9	2.9 - 1.3	< 1.3
20 - 40		> 5.0	5.0 - 2.9	< 2.9
Specific ion toxicity				
Sodium (Na)				
Surface irrigation	SAR	< 3	3 - 9	> 9
Sprinkler irrigation	me/l	< 3	> 3	
Chloride (Cl)				
Surface irrigation	me/l	< 4	4 - 10	> 10
Sprinkler irrigation	m ³ /l	< 3	> 3	
Boron (B)	mg/l	< 0.7	0.7 - 3.0	> 3.0
Trace Elements (see Table 10)				
Miscellaneous effects				
Nitrogen (NO ₃ -N) ³	mg/l	< 5	5 - 30	> 30
Bicarbonate (HCO ₃)	me/l	< 1.5	1.5 - 8.5	> 8.5
pH	Normal range 6.5-8			

¹ EC_w means electrical conductivity in deciSiemens per metre at 25°C

² SAR means sodium adsorption ratio

³ NO₃-N means nitrate nitrogen reported in terms of elemental nitrogen

Source: FAO(1985)

Annexe 3 : US EPA Guidelines

Types of Reuse	Treatment	Reclaimed Water Quality ²	Reclaimed Water Monitoring	Setback Distances ³	Comments
Urban Reuse All types of landscape irrigation, (e.g., golf courses, parks, cemeteries) – also vehicle washing, toilet flushing, use in fire protection systems and commercial air conditioners, and other uses with similar access or exposure to the water	• Secondary ⁴ • Filtration ⁵ • Disinfection ⁶	• pH = 6-9 • ≤ 10 mg/l BOD ⁷ • ≤ 2 NTU ⁸ • No detectable fecal coli/100 ml ^{9,10} • 1 mg/l Cl ₂ residual (minimum) ¹¹	• pH - weekly • BOD - weekly • Turbidity - continuous • Coliform - daily • Cl ₂ residual - continuous	• 50 ft (15 m) to potable water supply wells	• See Table 2-7 for other recommended limits. • At controlled-access irrigation sites where design and operational measures significantly reduce the potential of public contact with reclaimed water, a lower level of treatment, e.g., secondary treatment and disinfection to achieve < 14 fecal coli/100 ml, may be appropriate. • Chemical (coagulant and/or polymer) addition prior to filtration may be necessary to meet water quality recommendations. • The reclaimed water should not contain measurable levels of viable pathogens. ¹² • Reclaimed water should be clear and odorless. • A higher chlorine residual and/or a longer contact time may be necessary to assure that viruses and parasites are inactivated or destroyed. • A chlorine residual of 0.5 mg/l or greater in the distribution system is recommended to reduce odors, slime, and bacterial regrowth. • See Section 3.4.3. for recommended treatment reliability.
Restricted Access Area Irrigation Sod farms, silviculture sites, and other areas where public access is prohibited, restricted or infrequent	• Secondary ⁴ • Disinfection ⁶	• pH = 6-9 • ≤ 30 mg/l BOD ⁷ • ≤ 30 mg/l TSS • ≤ 200 fecal coli/100 ml ^{9,13,14} • 1 mg/l Cl ₂ residual (minimum) ¹¹	• pH - weekly • BOD - weekly • TSS - daily • Coliform - daily • Cl ₂ residual - continuous	• 300 ft (90 m) to potable water supply wells • 100 ft (30 m) to areas accessible to the public (if spray irrigation)	• See Table 2-7 for other recommended limits. • If spray irrigation, TSS less than 30 mg/l may be necessary to avoid clogging of sprinkler heads. • See Section 3.4.3 for recommended treatment reliability.
Agricultural Reuse – Food Crops Not Commercially Processed ¹⁵ Surface or spray irrigation of any food crop, including crops eaten raw.	• Secondary ⁴ • Filtration ⁵ • Disinfection ⁶	• pH = 6-9 • ≤ 10 mg/l BOD ⁷ • ≤ 2 NTU ⁸ • No detectable fecal coli/100 ml ^{9,10} • 1 mg/l Cl ₂ residual (minimum) ¹¹	• pH - weekly • BOD - weekly • Turbidity - continuous • Coliform - daily • Cl ₂ residual - continuous	• 50 ft (15 m) to potable water supply wells	• See Table 2-7 for other recommended limits. • Chemical (coagulant and/or polymer) addition prior to filtration may be necessary to meet water quality recommendations. • The reclaimed water should not contain measurable levels of viable pathogens. ¹² • A higher chlorine residual and/or a longer contact time may be necessary to assure that viruses and parasites are inactivated or destroyed. • High nutrient levels may adversely affect some crops during certain growth stages. • See Section 3.4.3 for recommended treatment reliability.
Agricultural Reuse – Food Crops Commercially Processed ¹⁵ Surface Irrigation of Orchards and Vineyards	• Secondary ⁴ • Disinfection ⁶	• pH = 6-9 • ≤ 30 mg/l BOD ⁷ • ≤ 30 mg/l TSS • < 200 fecal coli/100 ml ^{9,13,14} • 1 mg/l Cl ₂ residual (minimum) ¹¹	• pH - weekly • BOD - weekly • TSS - daily • Coliform - daily • Cl ₂ residual - continuous	• 300 ft (90 m) to potable water supply wells • 100 ft (30 m) to areas accessible to the public (if spray irrigation)	• See Table 2-7 for other recommended limits. • If spray irrigation, TSS less than 30 mg/l may be necessary to avoid clogging of sprinkler heads. • High nutrient levels may adversely affect some crops during certain growth stages. • See Section 3.4.3 for recommended treatment reliability.
Agricultural Reuse – Non-food Crops Pasture for milking animals; fodder, fiber, and seed crops	• Secondary ⁴ • Disinfection ⁶	• pH = 6-9 • ≤ 30 mg/l BOD ⁷ • ≤ 30 mg/l TSS • < 200 fecal coli/100 ml ^{9,13,14} • 1 mg/l Cl ₂ residual (minimum) ¹¹	• pH - weekly • BOD - weekly • TSS - daily • Coliform - daily • Cl ₂ residual - continuous	• 300 ft (90 m) to potable water supply wells • 100 ft (30 m) to areas accessible to the public (if spray irrigation)	• See Table 2-7 for other recommended limits. • If spray irrigation, TSS less than 30 mg/l may be necessary to avoid clogging of sprinkler heads. • High nutrient levels may adversely affect some crops during certain growth stages. • Milking animals should be prohibited from grazing for 15 days after irrigation ceases. A higher level of disinfection, e.g., to achieve ≤ 14 fecal coli/100 ml, should be provided if this waiting period is not adhered to. • See Section 3.4.3 for recommended treatment reliability.

Types of Reuse	Treatment	Reclaimed Water Quality ²	Reclaimed Water Monitoring	Setback Distances ³	Comments
Recreational Impoundments Incidental contact (e.g., fishing and boating) and full body contact with reclaimed water allowed	• Secondary ⁴ • Filtration ⁵ • Disinfection ⁶	• pH = 6-9 • ≤ 10 mg/l BOD ⁷ • ≤ 2 NTU ⁸ • No detectable fecal coli/100 ml ^{9,10} • 1 mg/l Cl₂ residual (minimum) ¹¹	• pH - weekly • BOD - weekly • Turbidity - continuous • Coliform - daily • Cl₂ residual - continuous	• 500 ft (150 m) to potable water supply wells (minimum) if bottom not sealed	• Dechlorination may be necessary to protect aquatic species of flora and fauna. • Reclaimed water should be non-irritating to skin and eyes. • Reclaimed water should be clear and odorless. • Nutrient removal may be necessary to avoid algae growth in impoundments. • Chemical (coagulant and/or polymer) addition prior to filtration may be necessary to meet water quality recommendations. • The reclaimed water should not contain measurable levels of viable pathogens. ¹² • A higher chlorine residual and/or a longer contact time may be necessary to assure that viruses and parasites are inactivated or destroyed. • Fish caught in impoundments can be consumed. • See Section 3.4.3. for recommended treatment reliability.
Landscape Impoundments Aesthetic impoundment where public contact with reclaimed water is not allowed	• Secondary ⁴ • Disinfection ⁶	• ≤ 30 mg/l BOD ⁷ • ≤ 30 mg/l TSS • ≤ 200 fecal coli/100 ml ^{9,12,14} • 1 mg/l Cl₂ residual (minimum) ¹¹	• pH - weekly • TSS - daily • Coliform - daily • Cl₂ residual - continuous	• 500 ft (150 m) to potable water supply wells (minimum) if bottom not sealed	• Nutrient removal may be necessary to avoid algae growth in impoundments. • Dechlorination may be necessary to protect aquatic species of flora and fauna. • See Section 3.4.3 for recommended treatment reliability.
Construction Use Soil compaction, dust control, washing aggregate, making concrete	• Secondary ⁴ • Disinfection ⁶	• ≤ 30 mg/l BOD ⁷ • ≤ 30 mg/l TSS • ≤ 200 fecal coli/100 ml ^{9,12,14} • 1 mg/l Cl₂ residual (minimum) ¹¹	• BOD - weekly • TSS - daily • Coliform - daily • Cl₂ residual - continuous		• Worker contact with reclaimed water should be minimized. • A higher level of disinfection, e.g., to achieve ≤ 14 fecal coli/100 ml, should be provided when frequent work contact with reclaimed water is likely. • See Section 3.4.3 for recommended treatment reliability.
Industrial Reuse Once-through cooling	• Secondary ⁴ • Disinfection ⁶	• pH = 6-9 • ≤ 30 mg/l BOD ⁷ • ≤ 30 mg/l TSS • ≤ 200 fecal coli/100 ml ^{9,12,14} • 1 mg/l Cl₂ residual (minimum) ¹¹	• pH - weekly • BOD - weekly • TSS - daily • Coliform - daily • Cl₂ residual - continuous	• 300 ft (90 m) to areas accessible to the public	• Windblown spray should not reach areas accessible to workers or the public.
Recirculating cooling towers	• Secondary ⁴ • Disinfection ⁶ (chemical coagulation and filtration ⁵ may be needed)	• Variable depends on recirculation ratio (see Section 2.2.1) pH = 6-9 • ≤ 30 mg/l BOD ⁷ • ≤ 30 mg/l TSS • ≤ 200 fecal coli/100 ml ^{9,12,14} • 1 mg/l Cl₂ residual (minimum) ¹¹	• pH - weekly • BOD - weekly • TSS - daily • Coliform - daily • Cl₂ residual - continuous	• 300 ft (90 m) to areas accessible to the public. May be reduced or eliminated if high level of disinfection is provided.	• Windblown spray should not reach areas accessible to workers or the public. • Additional treatment by user is usually provided to prevent scaling, corrosion, biological growths, fouling and foaming. • See Section 3.4.3 for recommended treatment reliability.
Other Industrial Uses	Depends on site specific uses (See Section 2.2.3)				
Environmental Reuse Wetlands, marshes, wildlife habitat, stream augmentation	• Variable • Secondary ⁴ and disinfection ⁶ (minimum)	Variable, but not to exceed: • ≤ 30 mg/l BOD ⁷ • ≤ 30 mg/l TSS • ≤ 200 fecal coli/100 ml ^{9,12,14}	• BOD - weekly • TSS - daily • Coliform - daily • Cl₂ residual - continuous		• Dechlorination may be necessary to protect aquatic species of flora and fauna. • Possible effects on groundwater should be evaluated. • Receiving water quality requirements may necessitate additional treatment. • The temperature of the reclaimed water should not adversely affect ecosystem. • See Section 3.4.3 for recommended treatment reliability.

<i>Groundwater Recharge</i> By spreading or injection into aquifers not used for public water supply	• Site-specific and use dependent • Primary (minimum) for spreading • Secondary ⁴ (minimum) for injection	• Site-specific and use dependent	• Depends on treatment and use	• Site-specific	• Facility should be designed to ensure that no reclaimed water reaches potable water supply aquifers • See Section 2.5 for more information. • For spreading projects, secondary treatment may be needed to prevent clogging. • For injection projects, filtration and disinfection may be needed to prevent clogging. • See Section 3.4.3 for recommended treatment reliability.
<i>Indirect Potable Reuse</i> Groundwater recharge by spreading into potable aquifers	• Secondary ⁴ • Disinfection ⁶ • May also need filtration ⁵ and/or advanced wastewater treatment ¹⁶	• Secondary ⁴ • Disinfection ⁶ • Meet drinking water standards after percolation through vadose zone	Includes, but not limited to, the following: • pH - daily • Coliform - daily • Cl₂ residual - continuous • Drinking water standards - quarterly • Other ¹⁷ - depends on constituent • BOD - weekly • Turbidity - continuous	• 500 ft (150 m) to extraction wells. May vary depending on treatment provided and site-specific conditions.	• The depth to groundwater (i.e., thickness to the vadose zone) should be at least 6 feet (2 m) at the maximum groundwater mounding point. • The reclaimed water should be retained underground for at least 6 months prior to withdrawal. • Recommended treatment is site-specific and depends on factors such as type of soil, percolation rate, thickness of vadose zone, native groundwater quality, and dilution. • Monitoring wells are necessary to detect the influence of the recharge operation on the groundwater. • See Sections 2.5 and 2.6 for more information. • The reclaimed water should not contain measurable levels of viable pathogens after percolation through the vadose zone. ¹² • See Section 3.4.3 for recommended treatment reliability.
<i>Indirect Potable Reuse</i> Groundwater recharge by injection into potable aquifers	• Secondary ⁴ • Filtration ⁵ • Disinfection ⁶ • Advanced wastewater treatment ¹⁶	Includes, but not limited to, the following: • pH = 6.5 - 8.5 • ≤ 2 NTU ⁸ • No detectable total coli/100 ml ^{9,10} • 1 mg/l Cl₂ residual (minimum) ¹¹ • ≤ 3 mg/l TOC • ≤ 0.2 mg/l TOX • Meet drinking water standards	Includes, but not limited to, the following: • pH - daily • Turbidity - continuous • Total coliform - daily • Cl₂ residual - continuous • Drinking water standards - quarterly • Other ¹⁷ - depends on constituent	• 2000 ft (600 m) to extraction wells. May vary depending on site-specific conditions.	• The reclaimed water should be retained underground for at least 9 months prior to withdrawal. • Monitoring wells are necessary to detect the influence of the recharge operation on the groundwater. • Recommended quality limits should be met at the point of injection. • The reclaimed water should not contain measurable levels of viable pathogens after percolation through the vadose zone. ¹² • See Sections 2.5 and 2.6 for more information. • A higher chlorine residual and/or a longer contact time may be necessary to assure virus and protozoa inactivation. • See Section 3.4.3 for recommended treatment reliability.
<i>Indirect Potable Reuse</i> Augmentation of surface supplies	• Secondary ⁴ • Filtration ⁵ • Disinfection ⁶ • Advanced wastewater treatment ¹⁶	Includes, but not limited to, the following: • pH = 6.5 - 8.5 • ≤ 2 NTU ⁸ • No detectable total coli/100 ml ^{9,10} • 1 mg/l Cl₂ residual (minimum) ¹¹ • ≤ 3 mg/l TOC • Meet drinking water standards	Includes, but not limited to, the following: • pH - daily • Turbidity - continuous • Total coliform - daily • Cl₂ residual - continuous • Drinking water standards - quarterly • Other ¹⁷ - depends on constituent	• Site-specific	• Recommended level of treatment is site-specific and depends on factors such as receiving water quality, time and distance to point of withdrawal, dilution and subsequent treatment prior to distribution for potable uses. • The reclaimed water should not contain measurable levels of viable pathogens. ¹² • See Sections 2.6 for more information. • A higher chlorine residual and/or a longer contact time may be necessary to assure virus and protozoa inactivation. • See Section 3.4.3 for recommended treatment reliability.

Annexe 4 : Réglementation REUT espagnole – Normes et standards

APPENDIX I.A: QUALITY CRITERIA FOR THE REUSE OF WATER ACCORDING TO ITS INTENDED USE

REQUIRED QUALITY

INTENDED USE OF WATER	MAXIMUM ACCEPTABLE VALUE (MAV)				
	INTESTINAL NEMATODES ¹	ESCHERICHIA COLI	SUSPENDED SOLIDS	TURBIDITY	OTHER CRITERIA
1. URBAN USES					
QUALITY 1.1: RESIDENTIAL ² a) Irrigation of private gardens ³ b) Supply to sanitary appliances ³	1 egg/10 L	0 (CFU ⁴ /100 mL)	10 mg/L	2 NTU ⁵	OTHER CONTAMINANTS ⁶ included in the treated effluent disposal permit: discharge of these contaminants to the environment must be limited. In the case of hazardous substances ⁷ , use of reclaimed water must comply with environmental quality standards. ⁸
QUALITY 1.2: SERVICES a) Landscape irrigation of urban areas (parks, sports grounds and similar) ³ b) Street cleansing ⁹ c) Fire hydrants ⁹ d) Industrial washing of vehicles ⁹	1 egg/10 L	200 CFU/100 mL	20 mg/L	10 NTU	Legionella spp. 100 CFU/L (if there is a risk of aerosolization)

INTENDED USE OF WATER	MAXIMUM ACCEPTABLE VALUE (MAV)				
	INTESTINAL NEMATODES	ESCHERICHIA COLI	SUSPENDED SOLIDS	TURBIDITY	OTHER CRITERIA
2. AGRICULTURAL USES¹					
QUALITY 2.1 ² a) Crop irrigation using a system whereby reclaimed water comes into direct contact with edible parts of crops to be eaten raw.	1 egg/10 L	100 CFU/100 mL Based on a 3-class sampling plan ³ with the following values: n = 10 m = 100 CFU/100 mL M = 1,000 CFU/100 mL c = 3	20 mg/L	10 NTU	OTHER CONTAMINANTS included in the treated effluent disposal permit: discharge of these contaminants to the environment must be limited. In the case of hazardous substances, use of reclaimed water must comply with environmental quality standards. Legionella spp. 1,000 CFU/L (if there is a risk of aerosolization) It is compulsory to conduct detection tests for presence-absence of pathogen (Salmonella, etc.) when results repeatedly show that c=3 for M=1,000.

INTENDED USE OF WATER	MAXIMUM ACCEPTABLE VALUE (MAV)				
	INTESTINAL NEMATODES	ESCHERICHIA COLI	SUSPENDED SOLIDS	TURBIDITY	OTHER CRITERIA
QUALITY 2.2 a) Irrigation of crops for human consumption using application methods that do not prevent direct contact of reclaimed with edible parts of the plants, which are not eaten raw but after an industrial treatment process. b) Irrigation of pasture land for milk- or meat-producing animals. c) Aquaculture.	1 egg/10 L	1,000 CFU/100 mL Based on a 3-class sampling plan ³ with the following values: n = 10 m = 1,000 CFU/100 mL M = 10,000 CFU/100 mL c = 3	35 mg/L	No set limit	OTHER CONTAMINANTS included in the treated effluent disposal permit: discharge of these contaminants to the environment must be limited. In the case of hazardous substances, use of reclaimed water must comply with environmental quality standards. Taenia saginata and Taenia solium: 1 egg/L (when irrigating pasture land for milk- or meat-producing animals) It is compulsory to conduct detection tests for presence-absence of pathogen (Salmonella, etc.) when results repeatedly show c=3 for M=10,000.
QUALITY 2.3 a) Localized irrigation of tree crops whereby reclaimed water is not allowed to come into contact with fruit for human consumption. b) Irrigation of ornamental flowers, nurseries and greenhouses whereby reclaimed water does not come into contact with the crops. c) Irrigation of industrial non-food crops, nurseries, silo fodder, cereals and oilseeds.	1 egg/10 L	10,000 CFU/100 mL	35 mg/L	No set limit	OTHER CONTAMINANTS included in the treated effluent disposal permit: discharge of these contaminants to the environment must be limited. In the case of hazardous substances, use of reclaimed water must comply with environmental quality standards. Legionella spp. 100 CFU/L

INTENDED USE OF WATER	MAXIMUM ACCEPTABLE VALUE (MAV)				
	INTESTINAL NEMATODES	ESCHERICHIA COLI	SUSPENDED SOLIDS	TURBIDITY	OTHER CRITERIA
3. INDUSTRIAL USES					
QUALITY 3.1¹ a) Process and cleaning water, except for use in the food industry. b) Other industrial uses.	No set limit	10,000 CFU/100 mL	35 mg/L	15 NTU	OTHER CONTAMINANTS included in the treated effluent disposal permit: discharge of these contaminants to the environment must be limited. In the case of hazardous substances, use of reclaimed water must comply with environmental quality standards. <i>Legionella spp.</i> : 100 CFU/L
c) Process and cleaning water for use in the food industry.	1 egg/10 L	1,000 CFU/100 mL Based on a 3-glass sampling plan ² with the following values: n = 10 m = 1,000 CFU/100 mL M = 10,000 CFU/100 mL c = 3	35 mg/L	No set limit	OTHER CONTAMINANTS included in the treated effluent disposal permit: discharge of these contaminants to the environment must be limited. In the case of hazardous substances, use of reclaimed water must comply with environmental quality standards. <i>Legionella spp.</i> : 100 CFU/L It is compulsory to conduct detection tests for presence-absence of pathogen (<i>Salmonella</i> , etc.) when results repeatedly show that c=3 for M=10,000
QUALITY 3.2 a) Cooling towers and evaporative condensers.	1 egg/10 L	Absence CFU/100 mL	5 mg/L	1 NTU	<i>Legionella spp.</i> : Absence CFU/L Authorization is subject to: - Approval by public health authorities of a facility's specific control program, as provided for in Royal Decree 885/2003, of 4 July, on the health and hygienic criteria for the prevention and control of legionnaires' disease. - Use for industrial purposes only and in facilities that are not located in urban areas or near public or /commercial buildings.

INTENDED USE OF WATER	MAXIMUM ACCEPTABLE VALUE (MAV)				
	INTESTINAL NEMATODES	ESCHERICHIA COLI	SUSPENDED SOLIDS	TURBIDITY	OTHER CRITERIA
4. RECREATIONAL USES					
QUALITY 4.1¹ a) Golf course irrigation.	1 egg/10 L	200 CFU/100 mL	20 mg/L	10 NTU	OTHER CONTAMINANTS included in the treated effluent disposal permit: discharge of these contaminants to the environment must be limited. In the case of hazardous substances, use of reclaimed water must comply with environmental quality standards. If irrigation water is directly applied to soil (drip irrigation, micro-sprinkler), criteria for Quality 2.3 shall apply. <i>Legionella spp.</i> : 100 CFU/L (if there is a risk of aerosolization)
QUALITY 4.2 a) Ornamental ponds and lakes in which public access to water is prohibited.	No set limit	10,000 CFU/100 mL	35 mg/L	No set limit	OTHER CONTAMINANTS included in the treated effluent disposal permit: discharge of these contaminants to the environment must be limited. In the case of hazardous substances, use of reclaimed water must comply with environmental quality standards. P ₁ : 2 mg P/L (in standing water)

INTENDED USE OF WATER	MAXIMUM ACCEPTABLE VALUE (MAV)				
	INTESTINAL NEMATODES	ESCHERICHIA COLI	SUSPENDED SOLIDS	TURBIDITY	OTHER CRITERIA
5. ENVIRONMENTAL USES					
QUALITY 5.1 a) Aquifer recharge by localized percolation through the ground.	No set limit	1,000 CFU/100 mL	35 mg/L	No set limit	N _T ¹ : 10 mg N/L NO ₃ : 25 mg NO ₃ /L
QUALITY 5.2 a) Aquifer recharge by direct injection.	1 egg/10 L	0 CFU/100 mL	10 mg/L	2 NTU	Articles 257 to 259 of RD 849/1986.
QUALITY 5.3 a) Irrigation of woodland, green areas and other spaces not accessible to the public. b) Silviculture.	No set limit	No set limit	35 mg/L	No set limit	OTHER CONTAMINANTS included in the treated effluent disposal permit: discharge of these contaminants to the environment must be limited. In the case of hazardous substances, use of reclaimed water must comply with environmental quality standards.
QUALITY 5.4 a) Other environmental uses (maintenance of wetlands, minimum stream flows and similar).	Minimum quality requirements will be set on a case-by-case basis.				