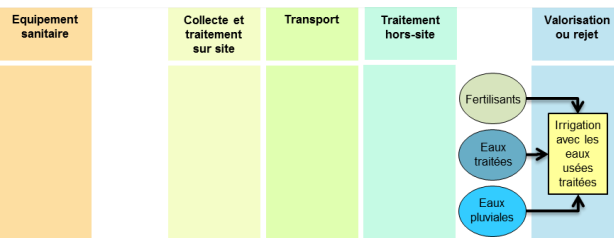


# 24 Irrigation avec les eaux usées traitées

## Valorisation

Juin 2015



### Informations générales

L'irrigation est une pratique culturale qui consiste à combler la différence qui peut exister entre l'apport d'eau par les précipitations et le besoin des cultures. Il ne s'agit pas ici d'un traité sur l'irrigation, branche technique vaste de l'agriculture irriguée. Il s'agit plutôt d'aborder les spécificités et les modalités de l'utilisation de l'eau usée traitée (EUT), aussi appelée souvent eau usée épurée (EUE) pour l'irrigation des cultures.

Cette fiche technique se réfère à l'EUE en général, mais pour les détails on doit distinguer entre l'eau usée domestique, issue uniquement des ménages, l'eau usée municipale, qui peut comporter une petite part industrielle et les eaux grises. Dès lors, le risque sanitaire lié à la réutilisation doit être appréhendé différemment qu'il s'agisse de l'une ou de l'autre de ces eaux usées. A titre d'exemple, l'irrigation avec des eaux grises traitées représente moins de risques que les deux autres.

**Autres noms:** Réutilisation des eaux usées épurées (REUE) pour l'irrigation; réutilisation des eaux usées traitées (REUT) en agriculture, réutilisation des eaux usées traitées en irrigation (REUTI)

**En anglais:** Irrigation (with treated wastewater), fertigation, treated wastewater reuse in agriculture; agricultural reuse of treated wastewater; re-use

### Impacts et durabilité

Critères de durabilité	Appréciation*
Protection de la santé	Non applicable <sup>a</sup>
Protection de l'environnement	Non applicable <sup>a</sup>
Facilité de mise en œuvre	+++ <sup>b</sup>
Robustesse de la technologie	Non applicable
Facilité d'exploitation, d'entretien et de maintenance	+++ <sup>b</sup>
Coûts et bénéfices	+++
Facilité d'intégration dans le contexte socioculturel et institutionnel	++

\* +++: Point fort de la technologie; ++: moyen; +: faible  
<sup>a</sup> Non applicable étant donné que l'agriculture est une pratique de réutilisation et pas une technologie pour la protection de la santé ou de l'environnement. Ces aspects dépendent des techniques de gestion du risque sanitaire et des installations de traitement utilisées. Ceci devrait correspondre à un « +++ » dans les conditions idéales (en cas de fertigation et fertilisation sous sol par exemple).  
<sup>b</sup> Par rapport aux équipements d'irrigation et non par rapport au traitement des eaux usées.

### Principes de base

- Le niveau de traitement des eaux usées destinées à l'irrigation est moindre que celui exigé en cas de rejet dans l'eau de surface ou souterraines destinée à l'eau potable.
- Les éléments nutritifs contenus dans l'eau usée épurée sont bénéfiques aux cultures. Ils sont apportés à l'état soluble dans l'eau comme s'il s'agit d'une fertigation (ou irrigation fertilisante). Ceci permet d'augmenter l'efficacité de leur utilisation et de réduire le recours aux fertilisants industriels dont la fabrication requiert une dépense énergétique.
- L'utilisation des éléments nutritifs par les plantes cultivées constituent, dans une certaine mesure, un traitement complémentaire car les éléments nutritifs sont absorbés par les cultures au lieu de se lixivier vers les eaux souterraines ou transférés, sous forme soluble ou particulaire, vers les eaux de surface; Cela permet d'éviter la pollution nitrique des eaux souterraines et l'eutrophisation des eaux de surface.



Figure 1: Réutilisation des eaux usées traitées à Attaouia irrigation de surface de luzerne (source: B. El Hamouri, 2007).

- Dans les zones bien dotées en eau, le remplacement de l'eau conventionnelle par l'EUE peut contribuer à la conservation de la ressource et résorber le déficit hydrique.
- Souvent, sous climat chaud, les EUE peuvent être perdues, en proportion significative, par évaporation et/ou infiltration sans pour autant rejoindre les eaux de surface ou souterraines ce qui se traduit par une perte de la ressource.
- Le recours à l'irrigation avec les EUE n'est pas sans risques; les plus importants à considérer sont:
  - Le risque sanitaire qui résulte du contact du travailleur agricole avec l'eau et de celui de la consommation de denrées contaminées par les pathogènes qui peuvent subsister dans l'eau traitée.



- Le risque de la contamination des eaux de surface en cas de ruissellement de l'excédent de l'eau d'irrigation.
- Le risque de contamination des eaux souterraines par les nitrates lorsque la quantité d'azote apportée par les eaux usées, à un stade donné de la culture, excède son besoin. Ce phénomène est intense dans les sols sableux filtrants. L'intensité de ce risque est conditionnée par le type de sol et le type d'assolement.
- Le risque d'une accumulation excessive des sels dans le sol (salinisation) ou de sodification (excès de sodium) ou d'apport des éléments traces métalliques, ou d'autres contaminants émergents.
- Dans le cadre défini par la réglementation nationale en vigueur depuis 2002, les eaux usées brutes non traitées ne doivent pas être utilisées. Seule l'eau traitée peut être utilisée.
- Il est à noter que les normes actuelles définies par l'Arrêté 2002 sont contraignantes et qu'une révision de ces normes est en cours pour pouvoir adapter chaque type d'usage à une qualité donnée de l'EUE tout en s'inspirant de l'approche multi-barrières recommandée par l'OMS en 2006.
- Il faut respecter les modalités fixées par le décret d'utilisation des eaux usées (lui-même en cours de révision) et par l'Arrêté fixant les normes de la qualité des eaux destinées à l'irrigation.
- Les directives de 2006 de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) sur la réutilisation des eaux usées, des excréta et des eaux grises soulignent entre autres la nécessité de recourir à une approche multi-barrières pour limiter le risque de transmission des germes pathogènes aux travailleurs agricoles et aux consommateurs des denrées irriguées. Les barrières agricoles mentionnées sont les suivantes:
  - Les techniques d'application de l'eau (irrigation localisée ou de surface)
  - La restriction du choix des cultures irriguées entre denrées consommées après cuisson, cultures industrielles ou fourragères et denrées consommées à l'état cru
  - Les mesures additionnelles post-récolte: mise en place d'une période d'attente entre la date de la dernière irrigation et celle de la récolte de du fruit ou du légume consommé, lavage des produits, etc.

### Conditions d'application

- En général, l'irrigation avec l'eau usée épurée (EUE) est une opportunité à valoriser lorsque la réutilisation des EUE s'avère profitable notamment en cas de déficit climatique, de rareté des eaux conventionnelles à coût concurrentiel, d'accueil à l'irrigation exprimé par les agriculteurs.
- Quand il s'agit de cultures nécessitant de grands volumes d'eau d'irrigation et pour assurer la durabilité de l'irrigation avec l'EUE, il faudrait procéder à une optimisation des apports d'eau (selon l'ETM : Evapo-Transpiration Maximale) et des éléments apportés par l'EUE (éléments nutritifs et sels) notamment l'azote. Pour cela, outre les limitations générales imposées par l'irrigation conventionnelle (composition de l'eau, type de sol, données climatiques et type de culture)

que la dose d'irrigation puisse tenir compte également:

- De l'excédent d'éléments fertilisants potentiellement lessivables ou pouvant être infiltrés dans la nappe.
- Des caractéristiques physico-chimiques des EUE.
- Des taux d'accumulation des éléments traces métalliques et d'autres contaminants émergents éventuels.
- Des cultures telles que le maïs, la luzerne, le coton, le tabac, les arbres fruitiers et les aliments exigeant un procédé de transformation industriel peuvent être cultivées sans risque avec l'EUE.
- Plus de précautions doivent être prises s'il s'agit des fruits et légumes consommés à l'état cru notamment ceux qui comme la tomate peuvent entrer en contact avec l'eau d'irrigation.
- Les cultures énergétiques telles que l'eucalyptus, le peuplier, le saule, ou les bois de chauffe peuvent se développer en rotation courte (voir fiche d'information « Plantation de biomasse »).
- Les possibilités de passage du pathogène des EUE à la denrée consommée dépend de la combinaison de plusieurs facteurs qui sont le type de culture (port dressé ou rampant), la nature du produit consommé (cru ou après cuisson), le système d'irrigation, etc.).
- Généralement, l'irrigation par aspersion devrait être évitée pour réduire au minimum l'évaporation, les brûlures des feuilles par le sodium sur et le contact du produit avec les germes pathogènes.
- Quand la qualité de l'effluent le permet, l'irrigation localisée doit être préférée à l'irrigation de surface en raison de la supériorité de la première sur le plan sanitaire.



Figure 2: Réutilisation des eaux usées traitées à Attaouia après traitement: RAFADE suivi d'un chenal algal et de deux bassins de maturation en série (source: B. El Hamouri, 2007).

### Options possibles de valorisation

Il s'agit d'une méthode de valorisation.



### Chiffres clés

<b>Dimensions</b>	La taille d'un projet d'irrigation en milieu rural peut aller de la parcelle familiale irriguée avec une eau grise filtrée jusqu'à un projet pouvant couvrir 5 à 10 ha dans un centre de taille moyenne équipé d'une station d'épuration.
<b>Coûts d'investissement</b>	Variables selon la taille du projet, les cultures choisies, l'éloignement ou de la proximité de la station d'épuration, la source des eaux usées dans le cas des eaux grises, ainsi que le mode d'irrigation envisagé.
<b>Coûts d'exploitation</b>	Variable; les coûts de pompage peuvent s'ajouter si la distribution n'est pas gravitaire.
<b>Durée de vie</b>	Non applicable

### Conception et construction

- La mise en place d'un système d'irrigation requiert les opérations suivantes:
  - Aménagement du terrain
  - Définition de l'assolement et identification des cultures à promouvoir
  - Calcul des besoins en eau des cultures
  - Choix du système d'irrigation en fonction de la qualité (présences de boues,...) des eaux usées épurées.
- Pour cela deux technologies sont recommandées:
  - Irrigation au goutte-à-goutte où l'eau est égouttée lentement sur ou proche de la zone racinaire; et
  - Irrigation en canaux où l'eau est conduite dans une série de canaux ou de sillons creusés.

#### L'irrigation au goutte-à-goutte (l'irrigation localisée):

- L'irrigation au goutte-à-goutte est la méthode d'irrigation la plus appropriée bien qu'elle exige une filtration des eaux afin d'éviter le colmatage par les matières en suspension.
- L'irrigation goutte-à-goutte est une méthode d'irrigation qui permet à un producteur de contrôler l'application de l'eau et de l'engrais en laissant l'eau couler lentement près des racines des plantes grâce à un réseau de vannes, tuyaux, tubes et émetteurs.

#### L'irrigation en canaux:

- L'irrigation en canaux (irrigation par épandage) occasionne des pertes par évaporation, mais exige peu ou pas d'infrastructures et peut être appropriée dans certaines situations.

### Entretien et maintenance

Entretien et maintenance d'équipement pour l'irrigation goutte-à-goutte:

- Les systèmes d'irrigation goutte-à-goutte doivent être nettoyés périodiquement pour enlever tous les dépôts solides formés.

- Les tuyauteries doivent être examinées pour déceler les fuites car elles sont sujettes à des dommages par les rongeurs et les hommes.
- L'irrigation goutte-à-goutte est plus coûteuse que l'irrigation conventionnelle, mais elle améliore les rendements et diminue les coûts d'exploitation et d'eau.
- Le coût de l'installation est souvent amorti par l'épargne faite sur le coût du pompage surtout dans des régions (semi) aride et quand la nappe est profonde. Aussi l'irrigation par épandage implique des frais supplémentaire en main d'œuvre qui peuvent être important.

### Aspects sanitaires et environnementaux

- Il y a des risques sanitaires potentiels si les eaux usées ne sont pas suffisamment traitées au préalable (réduction insuffisante des pathogènes).
- L'utilisation prolongée d'eaux usées inappropriées ou insuffisamment traitées peut endommager à long terme la structure du sol et peut augmenter le niveau de salinité et particulièrement en cas de l'irrigation localisée.
- Pour atténuer le problème de salinisation, il est recommandé de recourir à une alternance eau usée épurée/eau conventionnelle ou procéder par dilution des eaux usées en les mélangeant avec des eaux conventionnelles (si ces eaux sont disponibles).
- En dépit des questions de sécurité, l'irrigation avec l'EUE est une manière efficace de lutter contre l'eutrophisation et la contamination des eaux souterraines par les nitrates.
- L'irrigation au goutte-à-goutte est le seul type d'irrigation qui devrait être utilisé pour les cultures dont les produits sont destinés à la consommation humaine et animale.
- Dans tous les cas, des précautions devraient être prises pour éviter un contact direct entre l'EUE et les ouvriers et les récoltes.
- Ces précautions ne sont pas exhaustives et de ce fait il est recommandé de se référer au décret et à l'Arrêté fixant respectivement les conditions et les normes de réutilisation des EUE ainsi qu'à la boîte à outils élaborée par le MAPM en 2014.



Figure 3: Réutilisation des eaux usées épurées (voir Figure 3) à Attaouia irrigation de surface. Culture de blé tendre (source: B. El Hamouri, 2007).





## Acceptabilité

- Les agriculteurs recourent à l'EUE en cas de rareté de l'eau conventionnelle à moins que le prix de revient de l'EUE soit bien inférieur à celui d'une eau conventionnelle éventuellement disponible.
- Les consommateurs sont réticents vis-à-vis de la réutilisation et ne sont pas toujours au courant qu'elle est pratiquée. Il est recommandé d'élaborer et mettre en œuvre un plan de communication sur la question de la réutilisation de l'EUE.

## Avantages et inconvénients

<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Réduction de la pression sur les eaux conventionnelles.</li><li>• Contribution à l'adaptation aux changements climatiques.</li><li>• Réduction des besoins en engrais et évitement de la pollution des eaux souterraines et de surface dans le cas d'une réutilisation rationnelle.</li><li>• Valorisation d'une ressource en eau pérenne peu dépendante des aléas climatiques.</li><li>• Amélioration du revenu des populations locales.</li></ul>
<b>Inconvénients</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Les eaux usées traitées doivent être décantées ou filtrées en amont du système d'irrigation par goutte-à-goutte.</li><li>• Nécessite l'intervention d'un technicien spécialisé pour la conception et l'installation.</li><li>• Toutes les pièces et tous les matériaux peuvent ne pas être disponibles localement.</li></ul>

## Exemples au Maroc

L'expérience nationale pour l'irrigation date des années 1990s, notamment à Ouarzazate, Ben Sergao, Attaouia et Drarga pour l'irrigation des cultures, et à Benslimane, Marrakech, Agadir pour l'arrosage de golfs. Des projets sont en cours de concrétisation à Guelmim, Tiznit et Settat.

### Projet de Ouarzazate et Ben Sergao:

Principales cultures testées: Luzerne, maïs grain, blé, courgette, fève, concombre, petits pois, tomate et navet.

Les résultats obtenus ont montré que la REUE a contribué à:

- l'économie d'eau;
- l'économie de fertilisants (100% N, 50% P, 100% K);
- l'augmentation des rendements (plus de 70%);
- la protection de la santé du consommateur et de l'environnement;
- la production de données fiables nécessaires à la conception;
- au dimensionnement des STEP adaptées aux contextes locaux et à la conduite contrôlée de la REUE en agriculture;
- la production de données pour opérer le choix des modes d'irrigation les plus appropriés selon la qualité des eaux;
- la constitution des premières références marocaines sur l'utilisation des boues résiduaires d'une façon sécuritaire.

## Situation actuelle (en 2011) de la réutilisation des eaux usées épurées (REUT):

17 projets connus de réutilisation pour environ 32,38 Mm<sup>3</sup>/an:

- Usage en irrigation: 13% (Ben Ahmed, Skhirat);
- Usage espaces verts golfs: 66% (Marrakech, Agadir, Benslimane, Essaouira, Bouznika).

## Bibliographie

Les sources suivantes ont été prises en considération:

- (1) Tilley, E., Lüthi, C., Morel, A., Zurbrügg, C., Schertenleib, R. (2008). Compendium des systèmes et technologies d'assainissement. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag). Duebendorf, Switzerland, <http://www.susana.org/en/resources/library/details/1156>
- (2) SSWM (2013). Sustainable Sanitation and Water Management Toolbox, <http://www.sswm.info/category/implementation-tools/reuse-and-recharge/hardware/reuse-blackwater-and-greywater-agricult-2>
- (3) SEEE (2007). Normes de Qualité - Eaux destinées à l'irrigation. Secrétariat d'Etat auprès du Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement (MEMEE), chargé de l'Eau et de l'Environnement, Maroc, <http://www.susana.org/en/resources/library/details/1836>
- (4) Palada, M., Bhattacharai, S., Wu, D., Roberts, M., Bhattacharai, M., Kimsan, R., Midmore, D. (2011). More crop per drop - Using simple drip irrigation systems for small-scale vegetable production. AVRDC - The World Vegetable Center, Shanhua, Taiwan. AVRDC. Publication No. 09-729, <http://www.susana.org/en/resources/library/details/1094>
- (5) Présentations 4 février 2013, Rabat, Maroc: « L'utilisation des eaux usées en agriculture, historique et perspectives », M. Belghiti; « Stratégie Nationale de l'Eau en matière de protection et de développement de l'offre: Réutilisation des eaux usées épurées (REUE) », MEMEE; « Programme National d'Assainissement Liquide et d'Épuration des Eaux Usées » M. Rifki, <http://www.agire-maroc.org/activites/assainissement-et-reutilisation-des-eaux-usees/atelier-pnar-fevrier-2013-rabat.html>
- (6) WHO (2006). WHO Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater (Vol. II) - Wastewater Use in Agriculture. WHO/UNEP/FAO, <http://www.susana.org/en/resources/library/details/348>
- (7) MAPM et NOVEC (2014) Boîte à Outils - Volume 3: Guide de sensibilisation sur les bonnes pratiques de sécurisation de la réutilisation des eaux traitées en agriculture. Ministère d'Agriculture et de la Pêche Maritime, Maroc (Version Draft).
- (8) Soudi, B., Xanthoulis, D. (2007). Guide technique de réutilisation en agriculture des eaux usées épurées et des boues des stations d'épuration. Convention FAO/UTF/MOR023/MOR Assistance technique au programme de développement de l'alimentation de l'eau potable rurale et de l'assainissement. ONEP, FAO, Morocco, <http://www.susana.org/en/resources/library/details/2012>
- (9) Soudi, B. (2013). Valorisation des eaux non conventionnelles: Renforcement de l'offre et mesure d'adaptation au changement climatique dans les zones arides, Cas du Maroc. Consultancy report for FAO, Morocco, <http://www.susana.org/en/resources/library/details/2013>
- (10) Liste de documents (contient documents dans la partie 1b sur les aspects de la réutilisation des produits de l'assainissement): [http://www.agire-maroc.org/fileadmin/user\\_files/2013-02-gt-pnar/2013-05-14-liste-de-documents-GT-Herrmann.pdf](http://www.agire-maroc.org/fileadmin/user_files/2013-02-gt-pnar/2013-05-14-liste-de-documents-GT-Herrmann.pdf)
- (11) Base de données photographique de SuSanA <http://www.flickr.com/photos/qtzecosan/collections/>

### Mention légale:

- Auteurs: B. El Hamouri, B. Soudi, M. E. Khiyati, E. von Muench, M. Wauthélet, C. Werner
- Mise en forme: L. Herrmann, A. Schroeder
- Dernière mise à jour: Juin 2015, © GIZ/Programme AGIRE

Le présent document fait partie du guide d'assainissement rural et de valorisation des sous produits au Maroc, disponible sur: <http://www.agire-maroc.org> et [www.susana.org/library](http://www.susana.org/library)

Tout matériel émanant du Programme AGIRE est librement disponible selon le concept open-source pour un développement des connaissances et une utilisation non-lucrative aussi longtemps que les sources d'information utilisées sont convenablement citées. Les utilisateurs devraient toujours mentionner, dans leurs citations, l'auteur, la source et le détenteur des droits.