



## Réutilisation maîtrisée des eaux usées : approfondir les connaissances pour lever les freins et relever les défis

N. Condom, B. Molle, S. Tomas, Y. Olivier, M. Audouard, J. Granier

### ► To cite this version:

N. Condom, B. Molle, S. Tomas, Y. Olivier, M. Audouard, et al.. Réutilisation maîtrisée des eaux usées : approfondir les connaissances pour lever les freins et relever les défis. Sciences Eaux and Territoires : la Revue du IRSTEA, IRSTEA, 2013, p. 54 - p. 57. <hal-00826769>

**HAL Id: hal-00826769**

**<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00826769>**

Submitted on 28 May 2013

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Réutilisation maîtrisée des eaux usées : approfondir les connaissances pour lever les freins et relever les défis

**Le recyclage des eaux usées représente une solution pour faire face à la demande croissante des ressources hydriques pour l'irrigation agricole. Mais leur réutilisation pose des problèmes de sécurité, de réglementation et bien sûr de techniques adaptées, que cet article nous propose de mieux comprendre.**

### Crise de l'eau : aujourd'hui là-bas, demain ici...

Aridification, démographie galopante, accroissement de la demande alimentaire et donc des surfaces irriguées, changement climatique, dégradation de la qualité des eaux et des milieux, développement des centres urbains, développement touristique sont autant de facteurs qui, souvent combinés, conduisent à des situations de crise autour de la ressource en eau et de son partage. Entre utilisations urbaine, industrielle, rurale et environnementale, cette situation peut facilement se muer en conflits politiques<sup>1</sup> et géostratégiques (Nil, Euphrate, Jourdain...). Particulièrement aiguës dans les pays arides (pays du MENA<sup>2</sup>), ces tensions concerneront demain d'autres zones, y compris de façon plus localisée mais tout aussi cruciale, dans des pays comme la France. Bien que la balance hydrique y soit globalement favorable, les situations de tensions vécues ces dernières années incitent à chercher des solutions. Si elles apparaissent à court terme pertinentes, les mesures de restriction des usages non domestiques (agriculture irriguée, environnement) afin de réserver l'eau de bonne qualité pour les usages domestiques sont insuffisantes et pénalisantes économiquement.

### La réutilisation maîtrisée des eaux usées, une des solutions d'avenir...

La réutilisation maîtrisée des eaux usées<sup>3</sup> (d'origines urbaine, agricole ou industrielle) consiste en l'utilisation d'eaux usées plus ou moins traitées, dans un objectif de valorisation (usage bénéfique). La réutilisation maîtrisée concerne 1 % des eaux usées traitées. La norme reste l'utilisation d'eaux usées brutes sur plus de vingt millions d'hectares dans le monde (FAO<sup>4</sup>, 2010). Certains pays

confrontés à des situations de crise (eau, santé) ont mis en place des politiques fortes, et ce depuis longtemps, principalement dans le cas des eaux usées domestiques. Mais dans de nombreux endroits, ces dernières sont mélangées avec des eaux usées d'origine industrielle, sans parler des autres eaux non conventionnelles (industrie, drainage...). Cela se traduit par des niveaux élevés de maîtrise des procédés épuratoires et un développement de pratiques maîtrisées de réutilisation (REUT). Ils sont peu nombreux et font figure d'exemples : citons Israël, les États-Unis, l'Australie, l'Espagne, la Tunisie et plus récemment les pays du Golfe. D'autres, pourtant dans des contextes similaires, n'ont pas concrétisé les objectifs de valorisation des eaux non conventionnelles, souvent pour des raisons sociales ou par manque de coordination des acteurs des domaines de l'agriculture, de la santé ou de l'environnement.

Si des applications pilotes remarquables sont menées en France sur des zones à fort déficit hydrique depuis de nombreuses années (Clermont Ferrand, Ile de Noirmoutier, Golf de Royan, etc.), le retard est important à l'échelle nationale. La première réglementation date de 2010. Cependant, le Conseil d'État estime aujourd'hui que la REUT peut être une solution pertinente localement, pour éviter de puiser inutilement dans des nappes déjà trop sollicitées<sup>5</sup>.

1. <http://propluvia.developpement-durable.gouv.fr/propluvia/faces/index.jsp>

2. *Middle East North African countries.*

3. En anglais : *planned water reuse*. Dans la littérature française, on parle de « réutilisation des eaux usées traitées » (REUT). Dans la littérature anglo-saxonne, on utilise le terme plus générique de « *water reuse* » englobant « *planned water reuse* » et « *unplanned water reuse* ».

4. *Food Agricultural Organisation.*

5. Rapport du Conseil d'État, *L'eau et son droit*, 2011.

Les applications possibles de la REUT sont nombreuses suivant les niveaux de traitement : l'irrigation de terres agricoles qui est l'usage prépondérant et dont le potentiel est de loin le plus élevé, l'arrosage de parcs et espaces verts urbains en fort développement, les usages environnementaux (maintien de zones humides, niveau d'étiage), qui restent l'apanage de pays de niveau économique élevé, la recharge de nappe freinée par des réglementations restrictives (elle est interdite en France), les usages industriels et urbains plus confidentiels et, enfin, la réutilisation directe pour l'eau potable qui ne connaît que trois applications au monde.

### Simple sur le principe, complexe à mettre en œuvre

Simple sur le principe, la REUT est pourtant complexe à mettre en œuvre comme l'attestent les difficultés rencontrées dans la mise en place de nombreux projets dans le monde. À la croisée des problématiques de gestion de la ressource en eau, de l'assainissement, de l'environnement et de l'agriculture, sans parler des enjeux sociaux, une approche intégrée, multidisciplinaire et spécifique à chaque situation est nécessaire. Les volumineux rapports édités très récemment par les organisations internationales (FAO, OMS<sup>6</sup>, EPA<sup>7</sup>, Plan Bleu) attestent de l'importance actuelle du sujet, de la nécessité de plans d'action structurés selon des cadres méthodologiques multicritères. Les modèles économiques correspondant à l'utilisation de ces différentes catégories d'eaux restent souvent à définir (notamment conférer à ces différents services publics la nature d'un service public industriel et commercial si leur financement par l'utilisateur s'avère possible). Des grilles d'analyses économiques et financières spécifiques comme celles proposées par le Plan Bleu (Condom *et al.*, 2012) ou la FAO (FAO, 2010) restent à être validées sur des situations concrètes.

### Renforcer la connaissance scientifique et le suivi pour comprendre et contrôler les risques, une des clefs pour le développement de la réutilisation des eaux

Un des enjeux majeurs pour faire aboutir des projets viables et encadrer les pratiques est l'évaluation et le contrôle des risques (sanitaires, environnementaux, sociaux et économiques) garantissant un bon niveau de sécurité des pratiques et contribuant à lever les freins liés à la perception négative de ces dernières (Condom *et al.*, 2012).

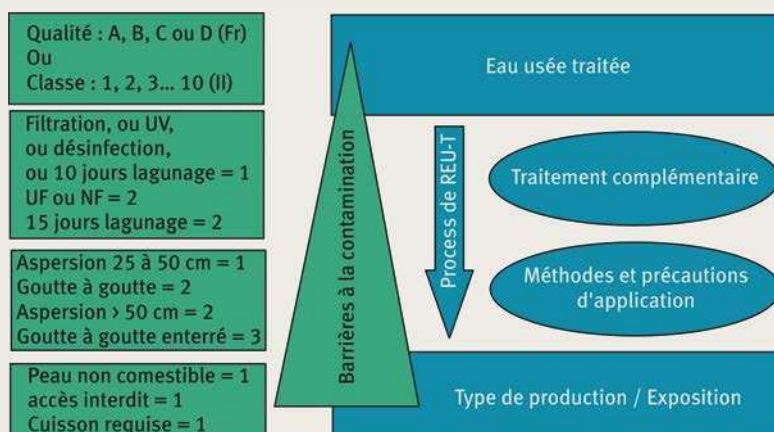
Les politiques de gestion des effluents fondées sur le principe de précaution sont développées à partir de règlements existants et autres guidelines internationales (FAO, WHO). Si, pour la plupart des pays, les réglementations sont inexistantes, incomplètes ou inopérantes, c'est qu'il y a, entre autre, un fort déficit de connaissances scientifiques, ou alors très fragmentaires.

Sans cette connaissance, impossible d'optimiser le dimensionnement de stations d'épuration (de fait, elles sont souvent surdimensionnées par précaution), le choix des pratiques culturales et d'ajuster la fertilisation. Les eaux usées ont en effet un pouvoir fertilisant : on estime que si la totalité des nutriments des eaux noires (fèces et urines) étaient valorisée en agriculture, on économiserait 30 % des fertilisants azotés et plus de 15 % des engrais phosphatés (FAO, 2010).

### Vers une levée du verrou du risque sanitaire : le cas exemplaire d'Israël

Sur le plan sanitaire, malheureusement les données scientifiques actuelles ne permettent pas de conduire une analyse de risque exhaustive, à part sur de très rares parasites et substances bien connus. C'est le cas en particulier sur le devenir et l'évolution des polluants (pathogènes, polluants organiques persistants) tout au long de la chaîne, de la station d'épuration à la nappe en passant par les installations de stockage et d'irrigation, la plante et le sol dont les capacités de dégradation sont potentiellement très fortes. Dans le cas de la recharge des nappes avec des effluents traités (Australian Guidelines, 2009), il apparaît que les capacités d'oxydation du sol et les temps de séjours importants, permettent de détruire la plupart des polluants organiques émergents, mais aussi d'abattre les pathogènes. À titre d'exemple, si le risque par ingestion est relativement bien étudié, il n'en est rien du risque par inhalation (Anses<sup>8</sup>, 2012), sauf pour la *legionella*, et quelques agents chimiques. Mais leur probabilité d'apparition, ainsi que leurs concentrations dans les eaux usées, restent extrêmement faibles.

❶ Schéma de principe de la conception d'un projet de REUT répertoriant les barrières à la contamination (cas des eaux usées domestiques avec un usage d'irrigation).



6. Organisation mondiale de la santé.  
7. Environmental Protection Agency (États-Unis).  
8. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.

► Conséquence directe, les politiques confondent prévention et précaution (Molle *et al.*, 2012). La législation espagnole est fondée sur la maîtrise du risque legionella, même si ce pathogène est rarement présent dans les eaux usées domestiques. Une application équilibrée du principe de précaution permettrait un développement raisonnable des pratiques de réutilisation, préservant les ressources de bonne qualité et faisant bénéficier les cultures agricoles des minéraux qui, rejetés dans le milieu aquatique le perturbe.

En ce sens, la voie choisie par Israël, le pays le plus avancé dans ce domaine est tout à fait intéressante. Il s'agit de considérer le processus dans son ensemble et de répertorier, tout au long du cycle, les barrières<sup>9</sup> à la contamination qui existent. On adapte alors un niveau de protection, aux besoins effectifs liés à la production, à une qualité d'eau classée de 1 (eau usée brute) à 10 (eau potable) et à la technique utilisée (aspersion, goutte à goutte, gravitaire). Le principe est illustré sur la figure 9.

### Irrigation par aspersion et risque sanitaire : ce que disent les experts français

La France a publié une réglementation spécifique (arrêté du 2 août 2010) sur l'utilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation (les autres usages sont à ce jour proscrits) qui s'est avérée très limitante pour l'émergence de nouveaux projets<sup>10</sup>, car très restrictive sur les usages. L'irrigation par aspersion n'est autorisée qu'à titre exceptionnel et requérant une phase expérimentale probatoire très onéreuse.

Un groupe d'expert rassemblé par l'Anses a cherché à évaluer les risques sanitaires par inhalation, lorsque la REUT est pratiquée sur les cultures et espaces verts avec une irrigation par aspersion. Le groupe a analysé des scénarios d'exposition à une dizaine de contaminants, en tenant compte des durées et des fréquences d'arrosage sur différents couverts (agricoles ou parcs et jardins) et de la composition granulométrique des jets produits par les grandes familles d'asperseurs. Sept types d'asperseurs ont été identifiés, et pour chacun a été étudié le couple buse/pression le plus couramment utilisé (Molle *et al.*, 2009). Il ressort (Molle *et al.*, 2012) que les concentrations maximales en polluants chimiques acceptables pour les populations sans conséquences sanitaires en cas d'inhalation sont en règle générale  $10^2$  à  $10^7$  fois supérieures à celles trouvées dans les eaux usées traitées (programme AMPERES<sup>11</sup> et RSDE<sup>12</sup>).

En ce qui concerne les micro-organismes, l'analyse de risque est impossible car il n'existe pas de données épidémiologiques suffisantes pour établir un lien entre intensité d'exposition et risque de contamination (sauf pour la legionella), ni de données sur la composition microbiologique des effluents traités. Il a donc été identifié une série de dangers à partir de la littérature sans

présumer des capacités du mode de distribution (localisé ou sous forme de pluie) à abattre les contaminations par les microorganismes (exposition aux ultra-violets, à l'oxygène, passage d'un milieu aqueux à sec, variation de pression...).

Les conclusions du groupe validées par les instances de l'Anses relèvent un besoin de limiter l'exposition au travers de la qualité de l'eau (qualité initiale, stockage, transport, surveillance), des pratiques (conception et gestion des réseaux, maîtrise de la dérive en aspersion, distances de sécurité), de l'information et de l'exposition (restriction d'accès au public, mesures de préventions pour les professionnels).

### Une nouvelle réglementation française pour 2013 pour une seconde vie pour nos eaux usées ?

Une nouvelle version de l'arrêté intégrant ces conclusions est en cours de préparation pour une nouvelle publication courant 2013, avec en perspective une simplification de la procédure de demande d'autorisation, une réduction des coûts liés au montage de dossiers, mais aussi un renforcement du suivi de l'exploitation.

Car même si les expériences de long terme connues en France et dans le monde n'ont pas donné lieu à des problèmes sanitaires répertoriés, il reste à améliorer la surveillance épidémiologique autour des sites de REUT, caractériser plus finement le risque aérosol tant du point de vue quantitatif que qualitatif en fonction des pathogènes présents, et au-delà, mieux comprendre les mécanismes en jeu dans la dégradation des polluants présents dans les effluents, lors du stockage et par le système eau-sol-plante.

Ces améliorations constituent une étape incontournable qui permettra d'une part, de mener les actions de sensibilisation pour rassurer usagers et acteurs de la filière, et d'autre part, d'offrir une seconde vie pour nos eaux usées<sup>13</sup>. ■

#### Les auteurs

##### Nicolas CONDOM

Ecofilae  
2 place Viala, 34060 Montpellier  
✉ [nicolas.condom@ecofilae.fr](mailto:nicolas.condom@ecofilae.fr)  
🌐 [www.ecofilae.fr](http://www.ecofilae.fr)

##### Bruno MOLLE, Séverine TOMAS, Yves OLIVIER, Matthieu AUDOUARD et Jacques GRANIER

Irstea, centre de Montpellier, UMR G-EAU  
Gestion de l'eau, acteurs et usages  
361 rue J.F. Breton, BP 5095  
34196 Montpellier Cedex 5  
✉ [bruno.molle@irstea.fr](mailto:bruno.molle@irstea.fr)  
✉ [severine.tomas@irstea.fr](mailto:severine.tomas@irstea.fr)  
✉ [yves.olivier@irstea.fr](mailto:yves.olivier@irstea.fr)  
✉ [matthieu.audouard@irstea.fr](mailto:matthieu.audouard@irstea.fr)  
✉ [jacques.granier@irstea.fr](mailto:jacques.granier@irstea.fr)

9. Tout moyen de prévention ou de réduction du danger et/ou du contact entre l'eau usée traitée et un produit ingéré ou touché, permettant une réduction du risque infectieux.

10. En janvier 2012, aucun dossier pour des projets de réutilisation n'avait été déposé.

11. Analyse de micropolluants prioritaires et émergents dans les rejets et les eaux superficielles.

12. Réduction des rejets de substances dangereuses dans l'eau.

13. [http://www.econostrum.info/La-seconde-vie-de-l-eau-depend-de-la-perception-des-usagers\\_a9752.html](http://www.econostrum.info/La-seconde-vie-de-l-eau-depend-de-la-perception-des-usagers_a9752.html)

## EN SAVOIR PLUS...

- 📄 **ANSES**, 2012, *Réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation des cultures, l'arrosage des espaces verts par aspersion et le lavage des voiries*, Avis de l'Anses, Rapport d'expertise collective, disponible sur : <http://www.anses.fr/Documents/EAUX2009sa0329Ra.pdf>
- 📄 **AUSTRALIAN GUIDELINES 24**, 2009, *Water Recycling: Managing Health And Environmental Risks* Managed Aquifer Recharge July, [http://www.ephc.gov.au/sites/default/files/WQ\\_AGWR\\_GL\\_Managed\\_Aquifer\\_Recharge\\_Final\\_200907.pdf](http://www.ephc.gov.au/sites/default/files/WQ_AGWR_GL_Managed_Aquifer_Recharge_Final_200907.pdf)
- 📄 **CONDOM, N., LEFEBVRE M., VANDOME, L.**, 2012, *La réutilisation des eaux usées traitées en Méditerranée : retour d'expériences et aide à l'élaboration de projets*, Les Cahiers du Plan Bleu, Valbonne, Plan Bleu, n° 11, 63 p.
- 📄 **FAO**, 2010, *The wealth of waste: the economics of wastewater use in agriculture*, Food Agricultural Organization, 129 p.
- 📄 **LAZAROVA, V., BRISSAUD, F.**, 2007, *Intérêt, bénéfices et contraintes de la réutilisation des eaux usées en France, L'eau, l'industrie, les nuisances*, n° 299, p. 29-39, <http://www.ecoumenegolf.org/XEauXLAZAROVA.pdf>
- 📄 **MARTIN RUEL, S., CHUBERT, J.-M., BUDZINSKI, H., MIÈGE, C., ESPERANZA, M., COQUERY, M.**, 2012, *Occurrence and fate of relevant substances in wastewater treatment plants regarding Water Framework Directive and future legislations*, *Water Science & Technology*, n° 65.7, DOI: 10.2166/
- 📄 **MOLLE, B., BRELLE, F., BESSY, J., GATEL, D.**, 2012, *Which water quality for which uses? Overcoming over-zealous use of the precautionary principle to reclaim wastewater for appropriate irrigation uses*, *Irrig. and Drain*, n° 61 (supplément 1), p. 87-94, DOI: 10.1002/ird.1662
- 📄 **MOLLE, B., HUET, L., TOMAS, S., GRANIER, J., DIMAIOLO, P., ROSA, C.**, 2009, *Caractérisation du risque de dérive et d'évaporation d'une gamme d'aspenseurs d'irrigation : application à la définition des limites d'utilisation de l'aspersion en réutilisation d'eaux usées traitées*, Rapport scientifique Onema 2009.
- 📄 **WINPENNY, J., HEINZ, I., KOO-OSHIMA, S., SALGOT, M., COLLADO, J., HERNANDEZ, F., TORRICELLI, R.**, 2010, *The wealth of waste: The economics of wastewater use in agriculture*, *FAO Water Report* n° 35.

Expérimentations pour mesurer l'effet du vent sur le jet, en vue de l'utilisation de l'aspersion avec des eaux usées.