

**UTILISATION DES EAUX USEES EN IRRIGATION,  
APPROCHE GLOBALE DU TRAITEMENT DES  
EFFLUENTS, COMPARAISON DE DIFFERENTS SYSTEMES  
D'IRRIGATION SUR DIVERSES CULTURES ET LEURS  
ASPECTS INSTITUTIONNELS ET ORGANISATIONNELS.**



**Projet "AVICENNE initiative" n° AVI\*CT94 – 0002**

---

**Projet de l'Union Européenne.**

Budget total : 537.000 €

Durée : février 1995 – février 1998



---

**OBJECTIFS**

**Le traitement des eaux.**

Dimensionnement de projets d'irrigation, amélioration du traitement primaire et problèmes liés aux métaux lourds.

- Mise en place et choix de technologies qui réduisent la contamination des eaux usées par les métaux lourds et les micro-organismes dans le but d'obtenir des eaux traitées utilisables en agriculture ; traitement tertiaire d'eaux usées et des boues et élimination des métaux par fixation dans les algues et macrophytes, optimisation du stockage des eaux usées et leur traitement par les plantes.
- Recherche de techniques les plus adaptées pour réduire la pollution des eaux à un niveau compatible avec leur utilisation en agriculture et en vue d'éliminer tout risque de maladie infectieuse chez l'homme.

**L'irrigation :**

Impact de l'irrigation avec les eaux usées sur les plantes, le sol, la qualité sanitaire des productions végétales et les rendements.

- Expérimentations sur différents types de cultures : culture de plein champs, sous serre, cultures industrielles annuelles ou pérennes ainsi que les forêts.

**Les aspects institutionnels:**

Choix des voies à adopter pour les exploitants, autorités dans les domaines de la santé et de l'agriculture pour optimiser l'utilisation des eaux usées d'une manière efficace, durable et économiquement rentable.

Estimation des conséquences financières et de leur implication sociale.

---

---

## Principaux résultats

### - Traitement tertiaire et élimination des métaux lourds :

En ce qui concerne l'élimination des solides en suspension, la filtration sur sable est d'autant plus efficace que la couche de sable est plus épaisse et que le flux est faible (6l/h >> 9l/h). La chloration des eaux usées a un effet négatif sur l'efficacité de l'épuration. La granulométrie n'a pas une grande influence et le choix d'un diamètre inférieur à 2000 µm est plus pratique pour les filtres. La décontamination naturelle dans des bassins de stockage (2-5 mois) est plus rapide si la profondeur d'eau est moindre (à 23-28°C : réduction des coliformes fécaux de 3 Ulog en 3 jours pour une profondeur inférieure à 1.5 m contre 7-10 jours si la profondeur atteint 4 m). Le stockage des eaux usées (> 2 semaines) n'altère pas leur qualité fertilisante, mais permet d'atteindre une qualité bactériologique stable et équivalente à celle des eaux de la nappe.

Les algues se développant dans le chenal algal à haut rendement ont une grande capacité à fixer les métaux lourds. Cette méthode biologique éprouvée en laboratoire et in situ s'avère intéressante pour l'élimination des composants traces et des métaux lourds (Cu, Cd en particulier). Une étude économique montre que cette méthode est onéreuse (en Belgique), mais d'autres voies de valorisation des algues sont envisageables (extraction de colorants chlorophylliens, biométhanisation, biomasse algale, fertilisants, substrats protéiques).

Les essais ont démontré les effets négatifs des métaux lourds (Cr > Cd) (contenus dans les eaux primaires traitées) sur les plantes et les sols.

### - Irrigation par les eaux usées:

Sous climat tempéré, les rendements des cultures sont plus réguliers sous irrigation par les eaux usées (provenant d'une usine belge de conditionnement de légumes). Si l'irrigation est bien contrôlée, l'irrigation n'a pas d'influence sur la migration de l'azote et le lessivage ; au contraire, les plantes irriguées prélèvent plus rapidement l'azote. Dans le cas étudié, à part des risques d'infection par le *schlerotinia*, l'utilisation des eaux usées est rentable pour la production maraîchère : effets agronomiques positifs, réduction des déversements en rivières et des taxes. L'irrigation réduit les stress hydriques des cultures et une étude détaillée montre que ce système d'irrigation est plus rentable et plus facilement gérable qu'une station d'épuration classique.

Sous climat aride, les irrigations par les eaux usées sur les agrumes, les piments, les aubergines, les carottes, les concombres, les melons et les fleurs ont été testées. Les résultats atteints dans le cadre du projet montre que les rendements des agrumes, des piments et des concombres sont supérieurs sous irrigation avec les eaux usées épurées par rapport à l'eau de la nappe. Sur les melons et les fleurs, les résultats ont été jugés satisfaisants pour la préservation de l'environnement en réduisant les quantités d'eaux déversées dans les cours d'eau et en préservant les ressources hydriques conventionnelles.

D'autres essais ont été réalisés sur des cultures sous serres, des plants forestiers, des fourrages et des céréales. Les rendements des cultures d'orge et de sorgho irriguées par les eaux usées épurées sont équivalents à ceux obtenus par l'eau de puits complémentée en fertilisants.

L'irrigation localisée par des eaux usées sur des plants forestiers a conduit à des croissances et des développements plus rapides. Cette technique s'avère intéressante pour la production de forêts et de biomasse.

Globalement, les résultats quantitatifs et qualitatifs démontrent l'intérêt agronomique et économique de la réutilisation des eaux usées traitées. Les coûts en engrais sont réduits

De plus, la qualité bactériologique est satisfaisante si l'irrigation est pratiquée avec des méthodes appropriées.

Toutefois, l'irrigation par les eaux usées traitées ou brutes ne peut être conduite sur des cultures très sensibles à la salinité et au stress hydrique.

L'épuration ou le stockage en bassins constituent des traitements appropriés pour optimiser les eaux traitées avant leur utilisation en agriculture : amélioration de la qualité bactériologique (et par conséquent de la qualité des productions agricoles) et réduction des nitrates (qui peuvent causer la pollution de la nappe phréatique).

Les eaux traitées par infiltration-percolation sur filtres à sable (après décantation anaérobie) sont classées Classe A (OMS) et peuvent être utilisées pour l'irrigation de plantes maraîchères et ornementales si les précautions d'usage et des techniques appropriées sont adoptées pour préserver l'utilisateur de toute contamination.

Mais une gestion adéquate des apports d'irrigation est nécessaire afin d'éviter l'accumulation des sels dans la rhizosphère et la pollution par les nitrates. Les modèles de matériel utilisé (asperseurs, systèmes goutte à goutte) doit être correctement choisi et leur obturation est fréquente par les eaux traitées par [épuvalisation](#).

Aspects institutionnels et organisationnels de la réutilisation des eaux usées.

En résumé, certain pays méditerranéens ont élaboré des textes légaux complets et ont défini des recommandations sur les eaux usées et leur réutilisation. C'est le cas pour la France et Israël où la problématique de la réutilisation des eaux usées fait l'objet d'attentions particulières.

D'autres pays ont des lois sur l'eau en général, parfois assez anciennes, mais la réutilisation des eaux usées ne fait l'objet de normes et de textes précis ou est laissée à la compétence des régions. La législation est quelque fois trop complexe voire inefficace.

Enfin, dans le reste des pays méditerranéens, l'émergence de la réutilisation des eaux usées brutes dans les

---

---

systèmes agricoles a conduit à la l-modification de lois souvent incomplètes. La réutilisation des eaux usées est rarement abordée dans les lois et les décrets, si ce n'est dans des textes très généraux relatifs aux eaux urbaines, à la ressource en eau ou à la protection de l'environnement.

La constitution d'un comité technique provincial et la mise en place d'un périmètre d'irrigation à Ouarzazate (Maroc) est un exemple de l'établissement d'un cadre institutionnel. La mise en place du périmètre d'irrigation a démontré la nécessité de prendre en compte tous les éléments relatifs au cadre régional socio-économique ; agro-économique et sanitaire, ainsi que les statuts juridiques et les institutions régionales et nationales.

L'application de la législation sur le terrain n'est pas toujours aisée et les contacts directs, ainsi que la collaboration entre les consommateurs de l'eau usée et les responsables de sa gestion sont primordiaux. L'instauration de comités d'utilisateurs en liaison constante avec les autorités locales permettent une bonne circulation des informations. Ce type d'organisation permet aux utilisateurs de bénéficier des eaux usées avec les avantages agronomiques que cette pratique sous-entend tout en respectant la législation.

---

## **Partenaires :**

- **Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux (Belgique), Coordinateur**  
Dr. XANTHOULIS Dimitri, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques, Hydraulique Agricole (Génie Rural), Passage des déportés, 2, B-5030 Gembloux Belgique, Tel. : +32-81.62.21.86 FAX : +32-81.62.21.95 e-mail : [xanthoulis.d@fsagx.ac.be](mailto:xanthoulis.d@fsagx.ac.be)
- **Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II de Rabat et d'Agadir (Maroc)**  
El Hamouri Bouchaib, Rabat, Choukr-Allah Redouane, Agadir,  
Pr. CHOUKR-ALLAH Redouane, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Complexe Horticole d'Agadir, B.P. 773 – IAV Hassan II Ait Melloul, Agadir, Maroc, Tel. : +212-8-244951 FAX : +212-8-242243 e-mail [Chagadir@mtds.com](mailto:Chagadir@mtds.com)  
  
Pr. EL HAMOURI Bouchaib, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Département Biochimie, B.P. 6202 – IAV Hassan II, 10100 Rabat-Instituts, Maroc Tel. : +212-7-777564 Fax : +212.7.778110 /772220 /775838
- **Ecole Supérieure des Ingénieurs de l'Équipement Rural de Medjez El Bab (Tunisie)**  
Dr. Ben Thayer Bechir, Chief of the general laboratory, Ecole Supérieure des Ing. De l'Équipement Rural, Route de Testour, 9070 Madjez el Bab, Tunisia, Tel. : +216-8-457495 / 456773 FAX : +216-8.457681
- **Centre de Recherche du Génie Rural of Ariane (Tunisie)**  
CHAABOUNI Zouhaier , Chief of the general laboratory, Institut National de Recherche en Génie Rural, Eaux et Forêt, Rue Hedi Karray B.P. 10, 2080 Ariana-Tunis Tunisia, Tel. : +216-1719630 FAX : +216-1.717951 e-mail : [rejeb.nejib@iresa.agrinet.tn](mailto:rejeb.nejib@iresa.agrinet.tn)
- **Agricultural Research Institute (Cyprus)**  
Dr. PAPADOPOULOS Ioannis, Agricultural Research Institute, P.O.Box 2016 Nicosia, Cyprus, Tel. : +357-2-305101 FAX : +357-2-316770 e-mail : [ari@athena.cc.ucy.ac.cy](mailto:ari@athena.cc.ucy.ac.cy)
- **Agricultural University of Athens (Greece)**  
Dr. Kyritsis Spyros, Dr., Associate Professor MAVROGIANOPOULOS George, Agricultural University of Athens, Laboratory of Agricultural Structures, 75, Iera Odos Str., 11855 Athens Greece, Tel. : +30-1-5294008 FAX : +30-1-5294015 e-mail : [naxos@auadec.aua.gr](mailto:naxos@auadec.aua.gr)
- **Instituto Superior de Agronomia of Lisbon (Portugal)**  
Pr. Quelhas Dos Santos Joachim,, I.S.A., Seccao Autonoma de Chimia agricola, Tapada da ujuda, 1399 Lisbon, Portugal, Tel. : +351-1-3637970 FAX : +351-1-3637970
- **Associated contractor to FUSAGx : Brouers Michel, Université de Liège, Bioprex, Département de Botanique, B-4000 Liège Belgium tel. : +32.41.663815 Fax : +32.41.662926**

---

Rapport : “ Use of wastewater for irrigation, a global approach blending water treatment, irrigation with various systems on various crops and institutional/organisational aspects. » Final report, 01.02.95-31.03.98, FUSAGx, (164 p.)

