

IMPACT MICROBIOLOGIQUE DES EAUX USEES TRAITEES SUR LE POIVRON ET LE MAÏS FOURRAGER

R. AIT HAMOU, O. BOULAHBAL, F. HADDADI

I.N.R.A.A., Laboratoire des Sols et de la Fertilisation, C.R.P Mehdi Boualem, BP 37, Baraki 16210, Alger

Résumé : *Le problème essentiel soulevé par l'irrigation à partir d'eaux usées est principalement de nature sanitaire. Sa solution nécessite donc :*

- *D'inventorier et d'apprécier l'aire de dispersion des éléments contaminants dans le sol et les plantes.*
- *D'apprécier dans un second temps les risques réellement encourus par les individus mettant directement en oeuvre l'irrigation ou amenés à fréquenter la zone influencée par celle ci. Pour cela, il est apparu nécessaire de réaliser une expérimentation destinée à mesurer l'impact bactériologique d'une réutilisation des eaux usées traitées en agriculture.*

Les résultats obtenus ont révélé la présence d'une charge bactérienne importante dans l'eau usée traitée et sur le végétal irrigué avec cette eau.

Mots clés : *Eau usée, Eau usée traitée, Chloration, Eau de forage, Impact bactériologique, Poivron, Maïs fourrager.*

Summary : *The main problem raised by irrigation with waste waters is essentially of sanitary order, therefore the solution is :*

- *Firstly, to inventariate and appreciate the dispersion area of contaminating elements in the soil and on plants.*
- *Secondly, to measure the real risk run by people proceeding directly with irrigation or led to be in the influencing area of that irrigation.*

In order to do that, it has been necessary to conduct an experiment which objective is to measure the bacteriological impact of the reuse of treated waste waters in agriculture.

The results obtained have revealed the existence of an important bacteriological charge in the treated waste water and on the plants irrigated with this water.

Key words : *Waste water, Treated wastes waters, chlorination, Water of drilling, bacteriological Impact, Pepper, Corn to forage.*

INTRODUCTION

Du fait de la rareté des ressources en eau, l'utilisation des eaux usées en agriculture devient de plus en plus courante. Cette utilisation impose la prise en compte des risques sanitaires liés à la présence de germes infectieux. En irrigation, les dangers provoqués par les eaux usées peuvent atteindre en premier lieu le manipulateur (l'irriguant), le sol, les plantes, le consommateur et l'environnement (ZELLA, 1991).

La nature et la fréquence des germes pathogènes contenus dans l'eau usée sont déterminées à travers l'analyse microbiologique, cette dernière est susceptible de fournir plusieurs informations, à savoir :

- Dans le cadre de la santé publique, l'analyse des eaux usées peut-être considérée comme un moyen simple de surveillance épidémiologique des infections entériques. En effet, cette analyse lorsqu'elle est effectuée périodiquement peut permettre de dresser la liste des germes entériques pathogènes en circulation dans la population, car la charge pathogène des eaux usées reflète l'état de santé de la population de la région (VALIRON, 1983).

- Dans le cadre du contrôle de la pollution de l'environnement, cette analyse permet d'apprécier l'importance de la pollution microbiologique quotidiennement déversée dans le milieu naturel.

De nombreux travaux ont été déjà effectués en Europe sur le maïs (O.I.E, 1999) et aux USA, les infor-

mations concernant la microbiologie des eaux usées dans ces pays sont relativement abondantes. En Algérie, comme dans la plupart des pays africains, les études réalisées dans ce domaine restent limitées dans quelques travaux (AIT HAMOU et al, 1999) (ZELLA, 1991), (MESSOUR et ZBOUCHI, 1995).

L'étude en question fait partie d'un ensemble de recherches visant la maîtrise de la réutilisation en agriculture des effluents de la station d'épuration de Baraki, notamment par le choix des espèces végétales tolérantes à la charge bactérienne de ces effluents, et ne constituent pas un danger alimentaire aux consommateurs.

MATERIELS ET METHODES

1 - Matériels :

a - Les eaux : Les irrigations sont effectuées avec trois types d'eaux :

- Eau de forage provenant de la station expérimentale Mahdi Boualem.

- Eau usée traitée sans chloration provenant de la STEP de Baraki.

- Eau usée traitée chlorée provenant de la même STEP. La dose de chloration utilisée est 10 mg / l de chlore actif.

b - Le matériel végétal : L'étude est réalisée sur deux cultures test : Le poivron variété *Italico* et le maïs fourrager.

c - Les éléments fertilisants : Afin d'apprécier la valeur fertilisante de l'eau épurée étudiée, un apport de fumure minérale de fond (N, P, K,) a été élaborée sur des parcelles témoins, avant la mise en place de la culture.

2 - Méthodes :

a - Le dispositif expérimental : Pour cette expérience, le dispositif expérimental adopté est celui des blocs aléatoires complet, comportant 3 répétitions avec 6 traitements (avec et sans engrais), nous avons au total (6x3) 18 parcelles élémentaires ayant chacune une superficie de 20 m².

b - Méthodes d'analyse parasitologique : Dans notre étude trois méthodes d'analyse parasitologique ont été utilisées :

- **Méthode 1 :** Cette méthode consiste à examiner directement des échantillons, en prélevant une goutte d'eau usée bien agitée que l'on place entre lame et lamelle et qu'on observe au microscope.

- **Méthode 2 :** Cette méthode est décrite dans un rapport effectué par un groupe scientifique de l'O.M.S (1989) sur l'utilisation des eaux usées traitées en agriculture et en aquaculture et ses effets sur la santé. Elle repose sur la procédure de sédimentation, elle a été appliquée à un échantillon d'un litre

d'eau usée épurée.

- **Méthode 3 :** Le principe de cette méthode repose sur des lavages successifs à l'eau distillée après une série de centrifugation à 2500 tr/mn. Un échantillon de 500 ml d'eau usée épurée a été analysé par le biais de cette méthode.

c - Méthodes d'analyses bactériologiques : Les analyses bactériologiques ont été réalisées avec des méthodes classiques couramment utilisées en analyses microbiologiques (O.M.S., 1989).

RESULTATS ET DISCUSSION

1 - Qualité microbiologique des eaux d'irrigation :

a - Qualité bactériologique :

La charge bactérienne des eaux usées reçues et émises par la station de Baraki a été évaluée. Pour les eaux non traitées, l'ordre de grandeur de cette charge est sensiblement la même que pour les eaux épurées (Tab.I).

Tableau I : Teneur des eaux d'irrigation en germes pathogènes (germes / 100 ml)

	Eau usée brute (1)	Eau usée brute (2)	Eau usée traitée (1)	Eau usée traitée (2)	Eau de forage (1)	Eau de forage (2)	Eau traitée chlorée (1)	Eau traitée chlorée (2)
Col-totaux / 100 ml	> 300	> 300	> 240	> 240	Absence	Absence	Absence	Absence
Col-fécaux / 100 ml	> 240	> 240	> 140	> 140	//	//	//	//
ASR / 100 ml	> 300	> 300	> 300	//	//	//	//	//
STR-D / 100 ml	> 240	> 240	> 300	> 268	//	//	//	//
GAMT / 100 ml	8,53 x 10 ⁵	1,18 x 10 ⁶	2500	11600	//	//	//	//
SALMO / 100 ml	Absence	Absence	Absence	Absence	//	//	//	//
VIDCH / 100 ml	Présence de vibrions Nag	Absence	Absence	Présence de Aéromonas	//	//	//	//
STAAU / 100 ml	Absence	Absence	//	Absence	//	//	//	//
Yersinia / 100 ml	//	//	//	//	//	//	//	//
Levures / 100 ml	//	//	//	//	//	//	//	//
Moisissures / 100 ml	//	//	//	//	//	//	//	//

GAMT = Germes Aérobie Mésophiles Totaux

Col = Coliformes

ASR = Anaérobies Sulfito-Réducteurs

STAAU = Staphylococcus aureus

STR-D = Streptocoques

Chaque donnée de ce tableau représente la moyenne de différents prélèvements ponctuels. Ces moyennes ont été obtenues à partir d'un nombre faible d'échantillons (inférieur à 10).

Sur la base des données présentées au tableau (I), on constate que :

L'eau usée traitée présente des concentrations bactériennes très élevées. 100 ml d'eau épurée contient plus de 240 coliformes totaux, de 140 coliformes fécaux, de 300 ASR, de 300 streptocoques fécaux et de 11 500 GAMT.

Ces concentrations impliquent une certaine probabilité d'existence de

bactéries pathogènes pour l'homme et les animaux. Ce qui explique que lors de l'utilisation de cette eau en agriculture, les germes indésirables qu'elle véhicule vont contaminer le sol et les végétaux au moment de l'irrigation. Ce qui a été confirmé par les analyses faites sur le végétal (tab III).

L'importance du risque de contamination des cultures dépend de la diffusion et de la survie de ces germes sur les végétaux d'où la nécessité d'étudier la durée (1 jour, 3 jours, 7 jours), et les conditions de survie relatives aux deux cultures.

b - Qualité parasitologique des eaux usées traitées :

Les quelques recherches parasitologiques effectuées prouvent la possibilité de présence d'œufs d'helminthes dans les eaux usées aussi bien avant qu'après traitement d'épuration. Cependant, un effort supplémentaire reste à fournir en cette matière car il est indispensable de dépasser les renseignements du type : présence / absence et d'aboutir à des données quantitatives afin de mieux apprécier la qualité microbiologique des eaux

usées et pouvoir juger de leur aptitude à l'utilisation agricole sans risques sanitaires.

L'analyse effectuée par la méthode 1 a révélé la présence de quelques formes mobiles (de taille et de forme variables) qui n'ont pas pu être identifiées.

Pour la méthode 2, l'examen microscopique de l'échantillon d'eau usée épurée révèle l'absence d'œufs d'helminthes.

L'examen d'un échantillon de 0,2 ml par la méthode 3, donne les résultats suivants :

Tableau II : Teneur des eaux usées épurées en parasites (parasite / 0,2 ml)

Type d'eau	Œufs d'helminthes	Protozoaires
Eau usée traitée	0	01 <i>Giardia intestinalis</i> 01 <i>Entamoeba histolytica</i> 01 <i>Endolymax nana</i>

Si l'on rapporte le nombre de parasites rencontrés au volume initial de l'échantillon analysé (500 ml) les résultats seront les suivants :

- 2500 *Giardia intestinalis*
- 2500 *Entamoeba histolytica*
- 2500 *Endolymax nana*

Toutefois, ces résultats restent préliminaires et demandent une confirmation par l'analyse d'un nombre suffisant d'échantillons ainsi que par l'application d'autres types d'analyses.

2 - Effets des eaux usées traitées sur le végétal :

a - Le poivron :

Au niveau du CRP Mahdi Boualem, un essai d'irrigation à la raie sur le poivron, avec les eaux usées traitées, les eaux usées traitées chlorées et l'eau de forage a été réalisé durant une campagne. Cet essai a permis de dégager les résultats suivants :

Tableau III : Teneur des poivrons, irrigués avec les différentes eaux, en germes pathogènes (log. de nombre de germes / 100 g)

		EF	ET	ETC	EF + E	ET + E	ETC + E
GAMT	1 JOUR	traces	7,03	traces	traces	7,09	traces
	3 JOURS	traces	4,52	traces	traces	4,14	traces
	7 JOURS	traces	3,22	traces	traces	3,15	traces
Coliformes Totaux	1 JOUR	absence	5,14	absence	absence	5,14	absence
	3 JOURS	absence	4,56	absence	absence	3,40	absence
	7 JOURS	absence	4,15	absence	absence	3,16	absence
Coliformes Fécaux	1 JOUR	absence	1,36	absence	absence	2,9	absence
	3 JOURS	absence	1,06	absence	absence	2,549	absence
	7 JOURS	absence	0,82	absence	absence	1,52	absence

EF = Eau de forage

ET = Eau usée traitée

ETC = Eau usée traitée chlorée

... + *E* = ... + Engrais

- Au moment de la récolte, le poivron irrigué avec les eaux usées traitées a présenté un niveau de contamination bactériologique significativement plus élevé que le poivron témoin, irrigué avec une eau de bonne qualité bactériologique (eau usée traitée chlorée).
- La présence ou l'absence de cette contamination bactérienne ainsi que son niveau dépendent essentiellement

de la durée qui sépare la récolte de la dernière irrigation avec les eaux usées traitées.

- Durant les jours qui suivent une irrigation avec les eaux usées traitées, les germes indésirables se détruisent peu à peu sous l'effet des conditions climatiques (t° , ensoleillement etc.). (Fig 1, Fig 2, Fig. 3).

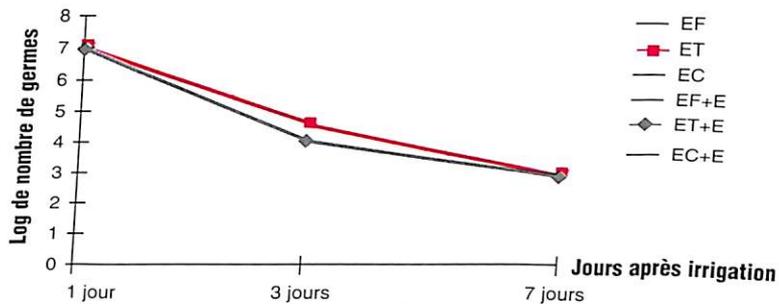


Fig. 1 : Teneur du poivron en GAMT à différentes périodes d'irrigation

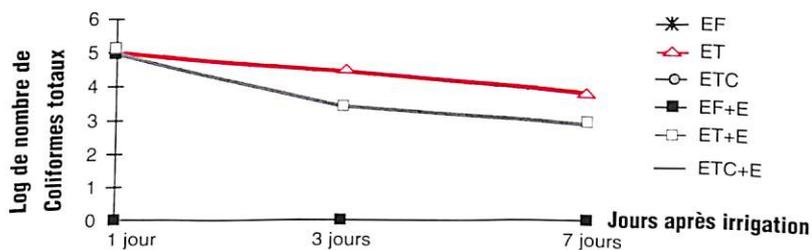


Fig. 2 : Teneur du poivron en Coliformes Totaux à différentes périodes d'irrigation

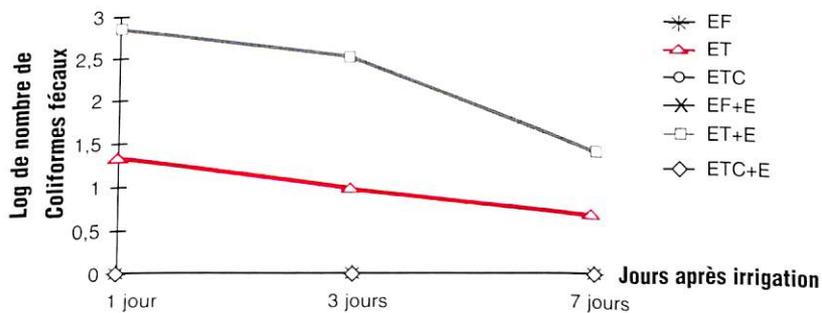


Fig. 3 : Teneur du poivron en Coliformes Fécaux à différentes périodes d'irrigation

b - Le maïs fourrager :

Un essai sur la culture du maïs a été réalisé à la STEP de Baraki. La technique d'irrigation adoptée pour cet essai est «l'aspersion» en utilisant

uniquement l'eau usée traitée. Les analyses bactériologiques effectuées sur les tiges et les feuilles de la plante ont donné les résultats suivants (moyenne de trois prélèvements pour chaque organe) (tab IV).

Tableau IV : Teneur du maïs fourrager en germes pathogènes (nombre de germes/gramme)

	TIGES	FEUILLES
GAMT		
1 JOUR	1,75. 10 ⁶	2,07. 10 ⁶
3 JOURS	1,07. 10 ³	13. 10 ³
Coliformes totaux		
1 JOUR	125. 10 ³	140. 10 ³
3 JOURS	105. 10 ³	125. 10 ³
Coliformes fécaux		
1 JOUR	Absence	140. 10 ³
3 JOURS	Absence	16. 10 ³

Ces résultats révèlent que, les feuilles du maïs présentent une contamination plus élevée que les tiges, suite au contact direct de la partie aérienne de la plante avec l'effluent. Cependant le nombre de germes pathogènes diminue quelques jours après irrigation (3 jours) d'une manière très lente pour les coliformes totaux, rapide pour les GAMT et les coliformes fécaux, et ce pour les deux organes étudiés.

CONCLUSION

Les eaux usées sont des milieux par-

ticulièrement favorables aux développements des micro-organismes de tout genre, notamment en ce qui concerne les bactéries pathogènes et les virus.

La composition microbiologique des effluents est extrêmement conditionnée par les modes de vies et les conditions sanitaires régionales.

La contamination susceptible de se produire se situe à différents niveaux à savoir : Le consommateur, le personnel d'exploitation et le voisinage immédiat du périmètre irrigué. La protection du consommateur passe par une réglementation de la qualité sanitaire des eaux utilisées pour l'irrigation.

Les eaux usées traitées de notre étude sont relativement chargées en germes à potentialité pathogène. Des travaux de recherche ont démontré que la qualité bactériologique de ces eaux est variable dans le temps. Notre travail mené pendant une certaine durée a pour but de déterminer leur qualité bactériologique moyenne et les limites entre lesquelles cette qualité peut varier en conditions ordinaires (absence d'épidémie notamment).

Pour les cultures maraîchères irriguées avec les eaux usées traitées, il est nécessaire de faire respecter un délai entre l'irrigation et la décontamination.

Pour le maïs fourrager produit sur le périmètre irrigué avec l'eau usée traitée, il est nécessaire de faire respecter un délai entre l'irrigation et la consommation de l'herbe par les animaux. Les premiers résultats montrent que cette espèce ne se décontamine pas rapidement. Cependant, il faut remarquer que nos résultats ont été obtenus au cours d'une seule campagne (été 1998) et à partir d'une seule série de prélèvements. Pour cela, les travaux sur maïs fourrager doivent se poursuivre.

En attendant que l'étude de décontamination naturelle des différentes cultures utilisées en fonction du temps et des conditions climatiques soit réalisée, un délai de 10 jours pour le maïs nous paraît un minimum et il faut veiller à ce qu'il soit respecté.

La fréquence d'échantillonnage doit atteindre un rythme d'au moins un prélèvement toutes les deux semaines, au moins pendant la première année qui

précède l'utilisation effective des eaux usées épurées pour l'irrigation, et pendant la première saison d'utilisation. En cas de dépassement de la valeur limite, il est procédé immédiatement à une nouvelle analyse pour confirmer le résultat précédent. Lorsque le dépassement persiste et après enquête de l'autorité sanitaire, l'utilisation des eaux usées épurées doit être abandonnée de façon temporaire ou définitive. Des analyses microbiologiques et des analyses chimiques portant sur les éléments fertilisants doivent être réalisées régulièrement (au moins deux fois par trimestre) sur l'effluent épuré.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- AÏT HAMOU R., BOULAHBAL O., HERMOUCHE M. 1999.** Réutilisation en agriculture des eaux usées traitées. Revue Recherche Agronomique N°4, p.25.
- OFFICE INTERNATIONAL DE L'EAU, 1999.** Eau doc plus Etude Utilisation des eaux, p. ...2 de 132 (1999).
- MESSOUR M. et ZEBOUCHI S. 1995.** Qualité des eaux usées traitées et évaluation du potentiel fertilisant. Cas de la station d'épuration de Staoueli. Mem. ing. d'Etat, 71 p.
- OMS 1989.** L'utilisation des eaux usées en agriculture et aquaculture : Recommandations à visées sanitaires.
- VALIRON F. 1983.** La réutilisation des eaux usées. Ed. Tech. Doc. 207 p.
- ZELLA L. 1991.** La réutilisation des eaux usées épurées en micro-irrigation. Thèse de magister, 246 p.