

Devenir de la charge parasitaire des eaux usées traitées dans le réseau d'irrigation "Cebala"

Alouini Z., Achour H., Alouini A.

in

Zekri S. (ed.), Laajimi A. (ed.).
Agriculture, durabilité et environnement

Zaragoza : CIHEAM
Cahiers Options Méditerranéennes; n. 9

1995
pages 117-124

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=96605585>

To cite this article / Pour citer cet article

Alouini Z., Achour H., Alouini A. **Devenir de la charge parasitaire des eaux usées traitées dans le réseau d'irrigation "Cebala"**. In : Zekri S. (ed.), Laajimi A. (ed.). *Agriculture, durabilité et environnement* . Zaragoza : CIHEAM, 1995. p. 117-124 (Cahiers Options Méditerranéennes; n. 9)



<http://www.ciheam.org/>
<http://om.ciheam.org/>

Devenir de la charge parasitaire des eaux usées traitées dans le réseau d'irrigation "Cebala"

Z. ALOUINI
CENTRE DE RECHERCHE DE GENIE RURAL (CRGR)
MINISTERE DE L'AGRICULTURE
TUNIS
TUNISIE

H. ACHOUR
A. ALOUINI
ECOLE SUPERIEURE DES INGENIEURS DE
L'EQUIPEMENT RURAL
(ESIER)
MEDJEZ EL BAB
TUNISIE

RESUME - De nombreux périmètres irrigués avec les eaux usées traitées ont été créés en Tunisie. La réutilisation des eaux usées traitées est actuellement en plein développement. Le périmètre de Cebala, 3200 hectares, le plus important en Tunisie, (52% de la superficie totale irriguée à partir des eaux usées traitées) est l'objet de notre étude, à savoir le devenir de la charge parasitaire des eaux usées traitées dans le réseau d'irrigation. Des prélèvements durant la saison d'été 1992 ont été effectués à la sortie des stations d'épuration avant rejet dans les émissaires ainsi qu'au niveau des vannes de distribution des eaux usées traitées afin d'étudier la qualité parasitaire (oeufs d'helminthes et kystes de protozoaires) au cours de leurs transports.

Mots-clés : Charge parasitaire, eaux usées, irrigation.

SUMMARY - "Parasite load changes in treated waste water of the irrigation project Cebala". Many irrigated perimeters with treated waste water were created in Tunisia. The treated waste water reuse is now in full development. The perimeter of Cebala, 3200 m², the most important in Tunisia (52% of all treated waste water irrigated areas), is the subject of our study, namely the evolution of parasitic load of treated waste water in irrigation "Network System". In the summer season of 1992, samples were collected at the outlet of sewage treatment stations and at the treated waste water distribution sluices, in order to study the parasitic quality (helminth eggs and protozoa cysts) during their transportation.

Key words: Parasite load, waste waters, irrigation.

Introduction

Le périmètre de Cebala, situé dans la délégation de Sidi Thabet, Gouvernorat de l'Ariana, présente une superficie de 3200 ha. Ce périmètre est irrigué par les eaux usées traitées des stations d'épuration de la Charguia, Choutrana et Gammarth situées au nord de Tunis. La qualité des eaux usées traitées issues des trois stations d'épuration est généralement déterminée à la sortie des usines de traitement et n'est pas contrôlée le long du réseau d'acheminement, ni à la parcelle.

La législation tunisienne limite les normes de qualité pour l'utilisation agricole des eaux usées au nombre moyen d'oeufs d'helminthes, dont le taux doit être inférieur à 1 oeuf par litre.

Aussi, les objectifs de ce travail consistent à suivre l'évolution de la qualité des eaux traitées le long du réseau afin d'apprécier le degré de contamination due à l'utilisation de ces eaux à des fins agricoles.

Pour cela, la charge parasitaire des eaux usées traitées à la sortie des stations d'épuration et à leur arrivée aux parcelles à irriguer sera évaluée. La recherche d'oeufs et kystes de parasites dans ces eaux devrait permettre d'une part d'apprécier le niveau de contamination à l'ultime étape du recyclage et d'autre part à rendre compte de l'évolution de la qualité des eaux au cours de leur transport.

Présentation du périmètre Cebala

Généralités

Le périmètre de Cebala, situé dans la délégation de Sidi Thabet, Gouvernorat de l'Ariana, présente une superficie de 3200 ha irriguée à partir des eaux usées traitées provenant des stations d'épuration de Charguia, Choutrana et de la Côtère Nord.

Les caractéristiques climatiques et pédologiques sont données ci-après :

- (i) Une pluviométrie de l'ordre de 450 mm par an.
- (ii) Une température moyenne de l'ordre de 18°C avec un maximum de 26°C pour les mois les plus chauds (juillet et août) et un minimum de 11°C pour le mois le plus froid (janvier).
- (iii) La vitesse des vents (assez fréquents) est comprise entre 3 et 6 m s⁻¹.
- (iv) La nature du sol : alluvion argileux, 70% de la superficie totale présente une texture fine. Les sols étudiés conviennent aux cultures fourragères, céréalières, maraîchères et industrielles (Djedidi et Hadjlaoui, 1988).

Réseau d'irrigation

Initialement, le système d'irrigation prévu lors de l'étude d'avant-projet réalisée par le CNEA et la SCET (1981) était l'irrigation gravitaire. Un canal en terre en tête de chaque parcelle de 26 ha devait transporter une main d'eau fixée à 20 l s⁻¹.

Cependant, lors de la réalisation du périmètre, l'irrigation par aspersion a été choisie pour cause de charge disponible. L'étude technique a été ainsi refaite en tenant compte de deux parcelles types à savoir : (i) 5 ha pour les petites et moyennes exploitations ; (ii) 20 ha pour les grandes exploitations.

De plus, une borne de 5 l s^{-1} a été mise en place pour une parcelle de 5 ha et une borne de 20 l s^{-1} pour 20 ha.

Actuellement, un nombre limité d'agriculteurs utilise l'aspersion et l'irrigation localisée. Par contre, la grande majorité des exploitants pratique l'irrigation de surface.

Les caractéristiques techniques des différentes parties du réseau d'irrigation à savoir la station de pompage, réseau de distribution des eaux et ouvrages hydrauliques sont résumés dans ce qui suit.

Station de pompage et adduction

Les eaux usées traitées sont refoulées à partir de la station de pompage installée sur le canal de rejet de l'ONAS (Office National d'Assainissement) à 4 km de la station d'épuration de Choutrana (Fig. 1).

Les caractéristiques de la station de pompage sont les suivantes :

(i) Nombre de groupes électro-pompes : 6 + 1 de secours.

(ii) Caractéristique de la pompe :

- Hauteur manométrique totale : 119 m.
- Débit : 420 l s^{-1} .
- Puissance : 700 kw.

(iii) Nombre de pompes actuellement en service : 3.

(iv) Débit actuel de refoulement de la station de pompage : 1260 l s^{-1} .

(v) Refoulements : 2 conduites en parallèle de :

- Diamètre 1000 mm et de longueur 1350 m pouvant refouler 1260 l s^{-1} .
- Diamètre 1250 mm et de longueur 1350 m pouvant refouler 1680 l s^{-1} .

Distribution des eaux usées traitées

Le réseau de distribution des eaux usées traitées est représenté dans la figure 1.

Quelques modifications ont été effectuées à partir du réseau initialement prévu lors de l'étude d'avant-projet (certains diamètres ont été modifiés). Ainsi le réseau actuellement installé présente les caractéristiques suivantes : (i) une conduite primaire de diamètres 1250, 1000 et 800 mm sur une longueur de 10700 m ; (ii) un réseau de distribution de diamètres 600 à 150 mm sur une longueur de 37200 m ; (iii) des bornes d'irrigation et un réseau tertiaire de 150 mm de diamètre.

Ouvrages et réservoir

En ce qui concerne les ouvrages de protection et de régulation, le réseau comprend : (i) 13 ouvrages de sectionnement équipés de soupapes anti-bélier ; (ii) ventouses et vidanges aux points hauts et bas du réseau.

Aussi, un réservoir de régulation assure le fonctionnement de la station de pompage par régulation à niveau. Ce réservoir possède les caractéristiques suivantes : (i) capacité 5000 m³ ; (ii) ouvrage de vidange jouant également le rôle de trop-plein.

Méthodes et matériels

La campagne d'analyse a été menée pendant la saison de l'été 1992 (juillet, août, septembre et octobre). Les prélèvements ont été effectués à la sortie des stations d'épuration avant rejet dans les émissaires, ainsi qu'au niveau des vannes de distribution d'eaux usées traitées sur les parcelles aménagées. Le volume de chaque échantillon prélevé est de cinq litres.

Ce volume ayant été défini comme celui donnant les résultats les plus significatifs (Schwartzbrod et Strauss, 1989). Ce dernier est mis à la décantation au laboratoire pendant 24 heures. Le sédiment récupéré (100 à 300 ml) est centrifugé pendant 15 mn à 1000 tours mn⁻¹. Le culot obtenu est traité par un tampon acéto-acétique pH 5 (Agitation 10 mn) puis centrifugé à 1000 tours mn⁻¹ pendant 6 minutes. Le sédiment obtenu est remis en suspension avec une solution de sulfate de zinc (le volume V du produit est mesuré). Un volume P est mis entre lame et lamelle pour le comptage direct sous microscope (OMS, 1990).

Résultats et discussion

L'analyse des eaux usées traitées prélevées aux embouchures des sorties des trois stations Charguia, Choutrana et Gammarth montre une absence quasi totale des oeufs d'helminthes (Table 1). On retrouve, par contre des kystes de protozoaires. Les nombres moyens enregistrés varient de 0 à 80 kystes l⁻¹.

Parmi les protozoaires, on rencontre les amibes et les flagellés. Chez les amibes sont retrouvés les kystes d'*Entamoeba coli* et *Entamoeba histolytica* et chez les flagellés, des kystes de *Giardia intestinalis*. D'une façon générale, ce dernier prédomine aussi bien à l'entrée qu'à la sortie des stations.

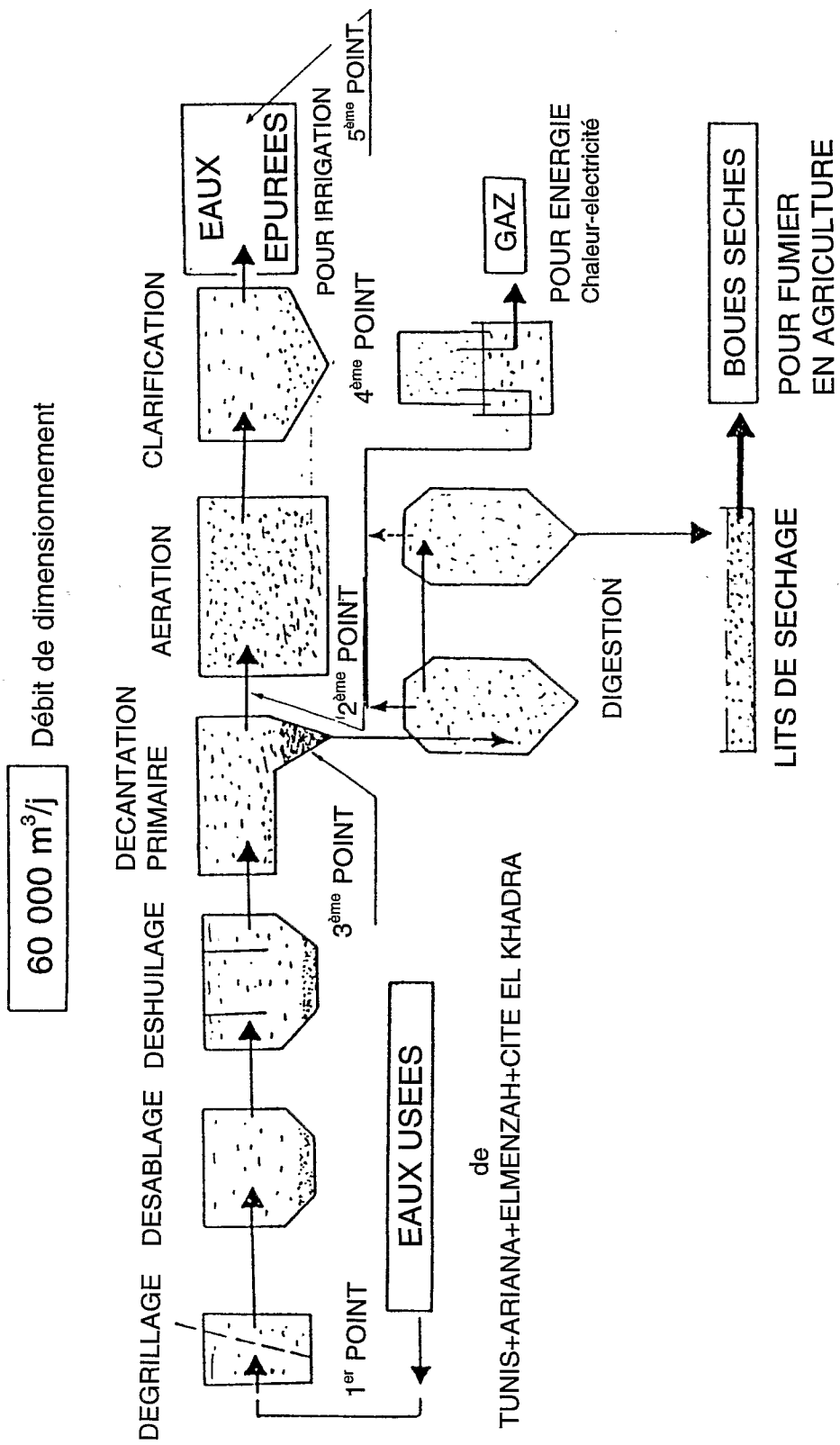


Fig. 1. Station d'épuration de Cherguia-Tunis.

Table 1. Concentration en oeufs d'helminthes et kystes de protozoaires dans les eaux usées

Parasites	Stations					
	Charguia		Choutrana		Gammarth	
	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie
Protozoaires	$3,7 \cdot 10^{2t}$	$6,7 \cdot 10^1$	$3 \cdot 10^2$	$8,1 \cdot 10^1$	10^2	0
Helminthes	$2,1 \cdot 10^{1t}$	0	$3,1 \cdot 10^1$	0	$3,5 \cdot 10^1$	0

^tValeurs moyennes d'oeufs d'helminthes ou kystes de protozoaires par litre d'eau

Toutefois on remarque sur la Table 1, qu'à l'entrée des stations, le nombre moyen d'oeufs d'helminthes est nettement plus faible que les kystes. Ces derniers sont constamment prédominants quelle que soit la station d'épuration avec des fréquences élevées du kyste de *Giardia intestinalis*. Les valeurs observées varient de 10^2 à $3 \cdot 10^2$ kystes l^{-1} . Elles sont voisines de celles rapportées par Panicker et Krishnamoorthie (1981) avec $1,8 \cdot 10^2$ kystes l^{-1} , par Fox et Fitzgerald (1979) avec $8,7 \cdot 10^1$ à $5,2 \cdot 10^2$ kystes l^{-1} , mais elles sont inférieures aux chiffres donnés par Akin *et al.* (1978) avec $8 \cdot 10^4$ kystes l^{-1} , ou Jakubowski et Eriksen (1979) avec $9,6 \cdot 10^3$ à $2,4 \cdot 10^5$ kystes l^{-1} et Bellamy *et al.* (1985) avec $5 \cdot 10^1$ à $5 \cdot 10^3$ kystes l^{-1} .

D'après Chute *et al.* (1987) et Lapham *et al.* (1987), *Giardia intestinalis* est l'agent pathogène le plus communément identifié aux Etats-Unis dans les épidémies véhiculées par l'eau.

Nous avons dépisté les kystes de parasites résiduels dans le réseau d'irrigation et à l'arrivée des eaux usées traitées au niveau des parcelles agricoles (Fig. 1). Les résultats montrent pratiquement une absence totale des formes résistantes des parasites. Nous avons noté cependant dans quelques échantillons la présence de certaines formes végétatives notamment des ciliés. Des métazoaires appartenant à la classe des rotifères ont été également observés dans quelques préparations. La présence de ces formes dépend dans une large mesure de la stagnation des eaux dans les bassins de stockage et de l'état sanitaire des conduites.

Il est important de signaler que dans certains endroits, sur les parcelles irriguées, les eaux arrivent avec un aspect verdâtre et relativement chargées en matière organique notamment des algues. Toutefois il est clair qu'au cours de leur transport dans le réseau (Fig. 1), ces eaux subissent une amélioration de leur qualité parasitaire. En effet les particules de parasites sédimentent dans des zones préférentielles en fonction du circuit hydraulique emprunté (Shuval *et al.*, 1986). Par ailleurs, le temps de séjour dans le réseau de distribution permet d'atteindre les limites de viabilité d'éventuels kystes résiduels. Les études de Shuval *et al.* (1986) sur des kystes de protozoaires montrent une survie de 15 à 30 jours dans les matières fécales ainsi que les eaux usées, et de 10 à 15 jours sur les récoltes.

Il est important de signaler en outre, que les périmètres irrigués de Cebala reçoivent le mélange des eaux traitées des trois stations. De ce fait l'eau résultante est de meilleure qualité suite à la dilution qui s'effectue. En effet, les eaux traitées à la station de Gammarth sont totalement démunies d'oeufs et kystes de parasites (Table 1).

Conclusion

Le réseau d'irrigation du périmètre de Cebala est constitué par une station de pompage située à 4 km de la station d'épuration de Choutrana, où s'effectue le mélange avec les eaux traitées des stations de Charguia et Gammarth. Un réservoir de régulation et des conduites de longueur totale d'environ 50 km sont implantés dans le périmètre. Les eaux stagnent dans les bassins de régulation pendant les périodes de moindres besoins. Toutes ces conditions du circuit font que les eaux arrivent à la fin du trajet complètement déchargées des particules parasitaires résiduelles. Les kystes qui se retrouvent dans les eaux à la sortie des stations d'épuration sédimentent dans les différents ouvrages du réseau. En outre leur durée de survie dans les eaux usées intervient également pendant le transport.

Références

- Akin, E.W., Jakubowski, W., Luca, J.B. et Pahren, H.R. (1978). Health hazards associated with Waste Water effluents and sludge : microbiological considerations. *Proceedings conference San Antonio: Risk assessment and health effects of land application of municipal Waste Water and sludges*, pp. 9-26.
- Bellamy, W.D., Silverman, G.P. et Hendricks, D.W. (1985). *Filtration of Giardia Cysts and other substances*. EPA 600/52 - 85/026, pp. 1-8.
- Chute, G.C., Smith, R.P. et Baron, J.A. (1987). Risk factors for endemic giardiasis. *Am. J. Publ. Health*. 77 : 585-587.
- CNEA, SCET (1981). *Plan Directeur des eaux du Nord, 2ème tranche*. Avant-projet des eaux usées. Ministère de l'Agriculture, Tunis.
- Djedidi, B. et Hadjaoui, A. (1988). *Carte de texture et carte d'aptitude des sols aux cultures irriguées du périmètre de Cebala*. Ministère de l'Agriculture, Tunis.
- Fox, J.C. et Fitzgerald, P.R. (1979). *The presence of Giardia lamblia cysts in sewage and sewage sludges from the Chicago area*. EPA 600/9 - 79-001, pp. 193-210.
- Jakubowski, W. et Ericksen, T.H. (1979). *Methods for detection of Giardia cysts in Water supplies. Waterborne transmission of giardiasis*. EPA 600/9 - 79 - 001, pp. 193-210.
- Lapham, S.C., Hopkins, R.S., White, M.C., Blair, J.R., Bissell, R.A. et Simpson, G.L. (1987). A prospective study of Giardiasis and Water supplies in Colorado. *Am. Journ. Publ. Health.*, 77 : 354-355.

- Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (1990). *Health guidelines for the use of Waste Water in agriculture and aquaculture*. Rapport No. 778. Genève, Suisse.
- Panicker, P.V.R.C., et Krishnamoorthi, K.P. (1981). Parasite egg and cyst reduction in oxidation ditches and aerated lagoons. *J. Wat. Poll. Control. Fed.*, 53 : 1413-1419.
- Schwartzbrod, J. et Strauss, S. (1989). Devenir des kystes de Giardia au cours d'un cycle d'épuration. *T.S.M.*, 6 : 331-334.
- Shuval, H.I., Adin, A., Fatal, B., Rawitz, E. et Yekutieli, P. (1986). *Waste Water irrigation in developing countries: Health effect and technical solutions*. World Bank Technical paper No. 5, pp. 27-28.