Document generated on 06/06/2025 2:17 a.m.

Revue des sciences de l'eau
Journal of Water Science

Flux de la charge parasitaire dans cinq stations d'épuration en Tunisie
Fate of parasites in five wastewater treatment plants in Tunisia

Z. Alouni

Volume 6, Number 4, 1993

URI: https://id.erudit.org/iderudit/705185ar
DOI: https://doi.org/10.7202/705185ar

See table of contents

Publisher(s)

Université du Québec - INRS-Eau, Terre et Environnement (INRS-ETE)

ISSN

0992-7158 (print)
1718-8598 (digital)

Explore this journal

Cite this article

Alouni, Z. (1993). Flux de la charge parasitaire dans cinq stations d'épuration en Tunisie. *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science*, *6*(4), 453–462. https://doi.org/10.7202/705185ar

Article abstract

When treated wastewater is reused for agricultural purposes in Tunisia, particular attention is accorded to the sanitation aspects. The current water quality standard requires an average number inferior or equal to one intestinal helminth egg per litre of treated wastewater. Information concerning parasitic risk is however rather limited in Tunisia.

In this context, protozoan cysts and helminth eggs have been monitored in the raw sewage and treated wastewater from flue treatment plants ; two of these plants use the activated sludge process and the other three employ natural lagoons. Protozoan cysts are predominant in the inlet water for all treatment plants, with frequencies of positive samples ranging tram 90 to 100 %. The average number of cysts varies according to the sample's origin. Both in the north and the south of Tunis, the average ranges from 3.10^3 to 8.10^2 cysts. l^{-1}, whereas in Gafsa, located in the south-east part of the country, a very high average of about 2.7 x 10^3 cysts. l^{-1} is recorded.

The ldentified protozoa include Amebae and Flagellates. Among the *Amebae*, *Entamoeba coli* and *Entamoeba histolytica* cysts are detected ; among the Flagellates, *Giardia intestinalis* cysts are found. As a general rule, this latter predominates, in concentrations from 3.10^1 to 1.7 x 10^3 cysts. Among the helminths, Nematods and Cestods are observed.

The average number of helminth eggs is markedly lower and varies according to the populations considered. In the North of Tunis, the averages recorded in the inlet water of treatment plants vary from 20 to 35 eggs. l^{-1}. On the other hand, in the Southern suburb the average is around 6 eggs. l^{-1}. In the Southern part of the country, the average recorded in Gafsa water is quite high (50 eggs. l^{-1}).

In treated wastewater, the parasitical load decreases considerably. Whatever the treatment technique employed, no helminth eggs are detected. However, the removal of protozoan cysts varies according to the water initial load and the kind of water treatment employed. Lagoon systems are efficient : 98 % removal is achieved at the Radés treatment plant, 100 % at the Gammarth plant. In the worst case, at the Gafsa treatment plant where the loading in the inlet water is very important, an average 81 % removal is recorded. Concerning systems using activated sludge treatment, the removal rates of the Choutrana and Charguia treatment plants are 73 % and 98 % respectively.

The effluents of the studied treatment plants thus conform to the standards fixed by the current Tunisien legislation. However, the systems are not always efficient with respect to protozoa cysts, the size of which is markedly less than that of helminth eggs. Treated wastewaters remain partly contaminated with these cysls.

Tous droits réservés © Revue des sciences de l'eau, 1993

This document is protected by copyright law. Use of the services of Érudit (including reproduction) is subject to its terms and conditions, which can be viewed online.

https://apropos.erudit.org/en/users/policy-on-use/

érudit

This article is disseminated and preserved by Érudit.

Érudit is a non-profit inter-university consortium of the Université de Montréal, Université Laval, and the Université du Québec à Montréal. Its mission is to promote and disseminate research.

https://www.erudit.org/en/

REVUE DES SCIENCES DE L'EAU, 6(1993) 453-462

Flux de la charge parasitaire dans cinq stations d'épuration en Tunisie

Fate of parasites in five wastewater treatment plants in Tunisia

Z. ALOUINI[1]

Reçu le 14 décembre 1992, accepté pour publication le 27 septembre 1993*.

SUMMARY

When treated wastewater is reused for agricultural purposes in Tunisia, particular attention is accorded to the sanitation aspects. The current water quality standard requires an average number inferior or equal to one intestinal helminth egg per litre of treated wastewater. Information concerning parasitic risk is however rather limited in Tunisia.

In this context, protozoan cysts and helminth eggs have been monitored in the raw sewage and treated wastewater from five treatment plants ; two of these plants use the activated sludge process and the other three employ natural lagoons. Protozoan cysts are predominant in the inlet water for all treatment plants, with frequencies of positive samples ranging from 90 to 100 %. The average number of cysts varies according to the sample's origin. Both in the north and the south of Tunis, the average ranges from 3.10^3 to 8.10^2 cysts. l^{-1}, whereas in Gafsa, located in the south-east part of the country, a very high average of about 2.7×10^3 cysts. l^{-1} is recorded.

The identified protozoa include Amebae and Flagellates. Among the *Amebae*, *Entamoeba coli* and *Entamoeba histolytica* cysts are detected ; among the Flagellates, *Giardia intestinalis* cysts are found. As a general rule, this latter predominates, in concentrations from 3.10^1 to 1.7×10^3 cysts. l^{-1}. Among the helminths, Nematods and Cestods are observed.

The average number of helminth eggs is markedly lower and varies according to the populations considered. In the North of Tunis, the averages recorded in the inlet water of treatment plants vary from 20 to 35 eggs. l-1. On the other hand, in the Southern suburb the average is around 6 eggs. l-1. In the Southern part of the country, the average recorded in Gafsa water is quite high (50 eggs. l^{-1}).

1. Laboratoire de Parasitologie, Centre de recherche du génie rural, rue Hedi Karray, Tunis, BP n° 10, Ariana, 2080.

* Les commentaires seront reçus jusqu'au 29 juin 1994.

In treated wastewater, the parasitical load decreases considerably. Whatever the treatment technique employed, no helminth eggs are detected. However, the removal of protozoan cysts varies according to the water initial load and the kind of water treatment employed. Lagoon systems are efficient : 98 % removal is achieved at the Radés treatment plant, 100 % at the Gammarth plant. In the worst case, at the Gafsa treatment plant where the loading in the inlet water is very important, an average 81 % removal is recorded. Concerning systems using activated sludge treatment, the removal rates of the Choutrana and Charguia treatment plants are 73 % and 98 % respectively.

The effluents of the studied treatment plants thus conform to the standards fixed by the current Tunisian legislation. However, the systems are not always efficient with respect to protozoa cysts, the size of which is markedly less than that of helminth eggs. Treated wastewaters remain partly contaminated with these cysts.

Key-words : *parasites, helminths, protozoa, wastewater, biological treatment.*

RÉSUMÉ

Les recherches de kystes de protozoaires et œufs d'helminthes ont été effectuées sur les eaux brutes et épurées provenant de cinq stations d'épuration de type biologique (boues activées, lagunage naturel). En eaux d'entrée, tous les échantillons contiennent des kystes de protozoaires notamment celui de *Giardia intestinalis* à des concentrations de 3.10^1 à $1,7\ 10^3$ kystes. l^{-1}. De façon moins fréquente, on rencontre des œufs d'helminthes à des concentrations moyennes de 6 à 5.10^1 œufs l^{-1}. En eau épurée, on trouve des rendements d'élimination variant de 70 à 100 % pour les kystes de protozoaires. Par contre 100 % des échantillons de toutes les stations ne renferment plus d'œufs d'helminthes. On peut donc constater l'efficacité des différents types de traitements biologiques vis-à-vis les éléments parasitaires appartenant aux familles des Nématodes et Cestodes.

Mots clés : *parasites, helminthes, protozoaires, eaux usées, traitements biologiques.*

INTRODUCTION

A l'heure actuelle, en Tunisie, la réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation est en pleine extension. Une attention particulière est portée sur l'aspect sanitaire dans ce domaine. Des études faites par CHUVAL *et al.* (1986), BLUM et FEACHEM (1985), ainsi que par STRAUSS en 1985, ont aboutit à un modèle de risques associés à l'utilisation agricole des eaux usées. Ce modèle montre que le nombre d'infections est élevé par les Némathodes intestinaux *(Ascaris, Trichuris...)*. Il est plus faible pour les infections causées par des bactéries fécales et des virus entériques. Il est élevé ou nul, en fonction de l'usage particulier des excréments et des circonstances locales pour les infections par Trématodes et Cestodes (schistosomoses, tenioses...).

La voie la plus directe pour conduire à l'infection est la contamination des cultures. Les œufs et kystes de parasites peuvent être transmis facilement aux consommateurs surtout s'il s'agit des cultures maraîchères consommables crues. Les législations concernant le recyclage agricole des eaux résiduaires traitées portent d'ailleurs essentiellement sur ce point.

La solution de prudence en Tunisie consiste à interdire l'irrigation de toute culture maraîchère par les eaux usées traitées. L'irrigation des cultures fourragères est autorisée à condition d'arrêter l'irrigation 15 jours avant la récolte.

La norme de qualité en vigueur fixe un nombre moyen inférieur ou égal à 1 œuf d'helminthes intestinaux par litre d'eau usée traitée. Or, dans ce domaine, si sur le plan de la composition chimique et bactériologique un effort réel d'évaluation a été fait, les informations concernant le risque parasitaire sont plutôt sommaires en Tunisie. Dans cette optique la recherche d'œufs d'helminthes et kystes de protozoaires devrait fournir diverses informations sur l'état de contamination des eaux usées dans les différentes régions. En eau d'entrée des stations d'épuration, ce nombre d'œufs ou kystes permet d'évaluer le flux de la charge parasitaire des eaux ; en revanche, la qualité des eaux de sortie permet d'apprécier les risques sanitaires pour l'homme et le bétail liés à l'utilisation de ces produits.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Échantillonnage

L'étude de ces différents paramètres a été réalisée dans cinq stations d'épuration, dont deux stations traitent les eaux par boues activées et trois autres par lagunage naturel.

Les stations de la Charguia et Choutrana situées au Nord de la ville de Tunis, sont munies de réacteurs à boues activées. Seule la station de la Charguia possède un décanteur primaire de capacité 4 320 m^3 avec un temps de rétention de 2 heures. Le réacteur est à mélange complet totalisant un volume de 9 000 m^3. La décantation secondaire est assurée par 4 bassins circulaires. Le volume total d'eaux usées traitées par jour est de 60 000 m^3. Le temps de séjour dans la station est d'environ 6 heures. Les affluents sont de nature domestique, industrielle et pluviale.

La station de Choutrana est munie d'un réacteur composé de deux chenaux d'oxydation de capacité 66 700 m^3. Seule la décantation secondaire est assurée par 4 bassins totalisant un volume de 18 280 m^3. Le volume d'eaux usées traitées par jour est de 43 000 m^3. Le temps de séjour est d'environ 24 heures. Ses affluents sont de nature domestique et pluviale.

En ce qui concerne les stations de traitement par lagunage, seule la station de Gammarth, située à Tunis Nord, est aérée ; elle comporte 7 bassins (2 + 2 + 2 + 1) d'une superficie totale de 88,7 hectares. Elle traite 9 964 m^3 d'eaux

usées domestiques et pluviales par jour. Le temps de séjour est de l'ordre de 90 jours.

La station de Radés, située à Tunis Sud, traite 3 200 m^3 d'eaux usées par jour. Elle dispose de 9 lagunes naturelles (3 + 3 + 3) d'une superficie totale de 2,16 hectares. Le temps de séjour est de 20 jours. Les effluents sont de nature domestique, pluviale et industrielle.

La station de Gafsa traite 3 083 m^3 d'eaux usées par jour. Les affluents provenant de la ville de Gafsa (située au Sud Est du pays) sont plutôt domestiques et pluviaux. La superficie totale des 5 lagunes (2 + 2 + 1) naturelles, est de 12 hectares. Le temps de séjour est de l'ordre de 20 jours.

Les analyses ont été effectuées :
– sur les eaux usées brutes,
– sur les eaux épurées sortant des stations avant rejet dans les émissaires.

Les prélèvements sont effectués à raison de deux fois par semaine. Le tableau I regroupe les nombres d'échantillons prélevés au niveau de l'entrée et de la sortie de chaque station.

Le volume des échantillons analysés est de 5 litres ; ce volume est défini avec le volume de 2,5 litres, comme les volumes donnant les résultats les plus significatifs (SCHWARTZBROD et STRAUSS, 1989).

Méthodes

Parmi les méthodes d'enrichissement, la technique proposée dans le rapport de l'OMS n° 778 (1989) a été retenue. Cette technique d'enrichissement repose sur la décantation de l'échantillon pendant 24 heures. Le sédiment récupéré est centrifugé pendant 15 mn à 1 000 g. Le culot obtenu est mélangé à un volume équivalent de Tampon acéto-acétique pH 4,5 :
– acétate de sodium : 15 g,
– acide acétique : 3,5 ml,
– eau distillée : 1 000 ml.

On ajoute par la suite un volume d'éther équivalent au double du volume de la solution obtenue puis on agite pendant 10 minutes. L'ensemble est centrifugé par la suite à 1 000 g pendant 6 minutes.

Le sédiment obtenu est remis en suspension avec environ 5 ml d'une solution de Sulfate de zinc (33 %, de densité 1,18). Le volume V du produit est mesuré. Un volume P de 0,3 ml est prélevé en surface après flottation pour observation microscopique.

Le nombre total d'œufs ou kystes par litre (N) présent dans la prise d'essais originelle d'eau usée est déterminé comme suit :

$$N = \frac{X \cdot V}{P \cdot S}$$

X : Nombre d'œufs (ou kystes),
P : Volume du produit observé sous microscope,
V : Volume du produit total,
S : Volume de l'échantillon de départ.

RÉSULTATS

Les résultats sont rassemblés dans le tableau 1.

Tableau 1 Nombres d'échantillons prélevés et d'échantillons positifs en éléments parasitaires.

Table 1 *Numbers of samples and parasite-postive samples.*

Stations	Charguia		Choutrana		Gammarth		Radès		Gafsa	
	E*	S*	E	S	E	S	E	S	E	S
Nombres d'échantillons prélevés	44	44	40	40	43	43	40	40	32	32
Positifs protozoaires	43	6	38	3	39	1	36	3	32	12
Positifs Helminthes	10	–	5	–	6	–	3	–	10	–

* E ; entrée ; S : sortie.

Le nombre moyen de kystes de protozoaires varie selon l'origine de l'eau à l'entrée des stations. Pour la ville de Tunis, aussi bien au Nord qu'au Sud la moyenne varie de 3.10^2 à 8.10^2 kystes l^{-1}. Cependant la ville de Gafsa située au Sud-Est du pays présente une moyenne très élevée tournant autour de 2,7 10^3 kystes. l^{-1}. L'élimination des kystes de protozoaires varie selon la charge initiale des eaux et la technique de traitement utilisée. Il apparaît que les systèmes à lagunage sont performants. On atteint un taux d'élimination de 98 % pour Radés voir 100 % pour Gammarth. Au pire, cas de la station de Gafsa où la charge à l'entrée est très élevée, on enregistre un taux d'environ 81 %. Pour les systèmes à boues activées les rendements d'élimination des stations de Choutrana et la Charguia sont respectivement de 73 % et 98 %. Il est faible pour la station de Choutrana, probablement en raison de l'absence de décantation primaire.

Le nombre moyen d'œufs d'helminthes est nettement plus faible et varie selon les populations. Au Nord de la ville de Tunis les moyennes enregistrées à l'entrée des stations varient de 20 à 35 œufs. l^{-1}. Par contre en banlieue Sud la moyenne est d'environ 6 œufs. l^{-1}. Au Sud du pays, la moyenne enregistrée dans les eaux de la ville de Gafsa est assez élevées 50 œufs. l^{-1}. Toutefois cette charge parasitaire chute considérablement dans les eaux épurées puisqu'à ce niveau, quelle que soit la technique de traitement utilisée, aucun œuf n'a pu être observé (voir tableau 2).

Les œufs et kystes retrouvés dans les eaux usées des stations étudiées appartiennent aux embranchements des Protozoaires et Helminthes *(fig. 1)*. Il faut souligner la constante prédominance des kystes de Protozoaires quelle que soit la station d'épuration avec des fréquences d'échantillons positifs allant de 90 à 100 %. Chez les Protozoaires, on rencontre les Amibes et les Flagellés.

Au niveau des Helminthes ce sont les Nématodes et les Cestodes qui sont observés. Cela est en accord avec les observations de STIEN et SCHWARTZBROD (1988).

Parmi les Amibes sont retrouvés les kystes d'*Entamoeba coli* et *Entamoeba histolytica* ; chez les Flagellés des kystes de *Giardia intestinalis (fig. 1)*. D'une façon générale, ce dernier prédomine, sauf dans les eaux de la station de Gafsa, le kyste d'*Entamoeba coli* se révèle très fréquent, aussi bien à l'entrée qu'à la sortie de la station.

Tableau 2 Concentrations par litre en œufs d'Helminthes et kystes de Protozoaires dans les eaux usées.

Table 2 *Concentrations per litre of Heminth eggs and protozoan cysts in waste water.*

Stations	Charguia		Choutrana		Gammarth		Radès		Gafsa	
Parasites	E*	S*	E	S	E	S	E	S	E	S
Protozoaires	370**	67	300	81	756	0	712	13	2 730	510
Helminthes	21**	0	31	0	35	0	6	0	50	0

* E : entrée ; S : sortie.
** Valeurs moyennes d'œufs d'helminthes ou kystes de protozoaires par litre d'eau.

Ceci est en accord avec les fréquences de parasitoses intestinales avancées par KENNOU (1983). Dans la région de Tunis, la Giardiose présente une fréquence de 35,61 % alors que pour *Entamoeba coli* et *Entamoeba histolytica*, les fréquences rapportées sont respectivement de 14,24 % et 3,56 %.

Au Sud du pays (vers la région de Gabés) ce sont plutôt les fréquences de parasitoses par *Entamoeba coli* qui sont les plus élevées, soit 30,15 % et seulement 20,15 % pour la Giardiose (KENNOU, 1983).

Chez les Nématodes sont observés des œufs d'*Ascaris*, d'oxyure et *Trichuris*, chez les Cestodes des œufs d'*Hymenolepis nana (fig. 1)*.

En eau usée d'entrée, les œufs d'oxyure et d'*Hymenolepis nana* sont relativement plus fréquents, que les œufs d'*Ascaris*. Ceci reste toutefois très dépendant des régions et des communes *(fig. 1)*. En effet au Nord de la ville de Tunis (Charguia, Choutrana et Gammarth), les œufs d'oxyure et d'*Hymenolepis nana* sont majoritaires. On n'a pas observé d'œufs de *Trichuris*. Au Sud de la ville (Radés) seuls les œufs d'Ascaris et d'*Hymenolepis nana* sont retrouvés.

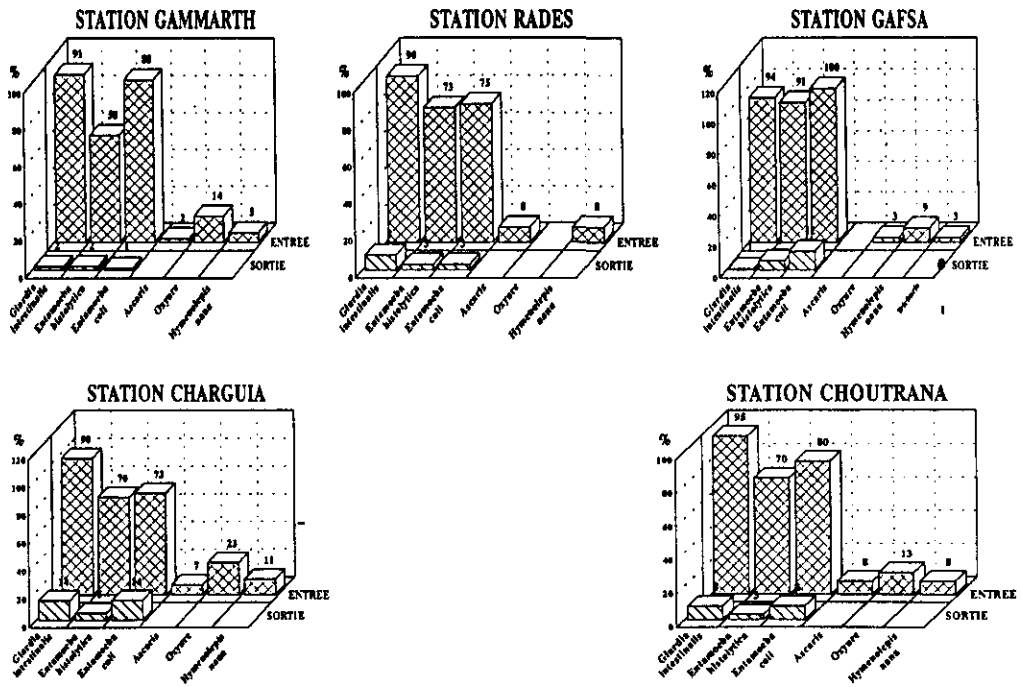

Figure 1 Pourcentages des prélèvements positifs des Protozoaires et Heminthes dans les affluents et effluents des différentes stations.

Percentages of Protozoa and Helminth-positive samples collected in the inflow and outflow of different treatment plants.

Les enquêtes de parasitoses, rapportées par KENNOU (1983), dans la région de Tunis, montrent en effet que la fréquence d'ascaridiose est de 0,29 % contre 26,71 % pour *Hymenolepis nana*, alors qu'il y a absence totale du *Trichuris*. Paradoxalement dans les régions du Sud du pays, les parasitoses par ce dernier sont enregistrées à une fréquence de 4,7 % (KENNOU, 1983). En effet dans les eaux de la ville de Gafsa nous avons décelé la présence des œufs de *Trichuris*, mais à de faibles fréquences par rapport aux œufs d'oxyure et d'*Hymenolepis nana (fig. 1)*. Nous n'avons pas observé, cependant, d'œufs d'*Ascaris*.

Il est à signaler à ce niveau que l'oxyurose, en Tunisie, a une incidence marquée surtout en milieu scolaire tant dans les régions rurales que dans celle de Tunis (KENNOU, 1983).

CONCLUSION – DISCUSSION

L'étude du devenir de la charge parasitaire au cours des traitements d'épuration biologiques intensifs (boues activées) et extensifs (lagunage) montre des résultats divergents. Si tous les systèmes éliminent totalement les œufs d'Helminthes, il n'en est pas de même pour les kystes de Protozoaires. Le lagunage se révèle le plus efficace quelle que soit la charge polluante initiale. Les temps de séjour variant de 20 à 90 jours permettent la sédimentation gravitaire de la majorité des éléments parasitaires.

Pour les systèmes à boues activées les divergences sont dues à l'absence ou la présence de la décantation primaire d'une part. D'autre part, l'étape d'aération dans ce cas peut s'opposer à la décantation des éléments parasitaires. Les rendements observés quand il y a une décantation primaire sont voisins de ceux rapportés par SCHWARTZBROD et STRAUSS (1989). Toutefois, il est clair que les genres de parasites présents dans les eaux usées dépendent des conditions locales (présence d'abattoirs, taux d'infestation de la population desservie...). Cependant nos résultats sont en accord avec les observations faites dans la plupart des pays européens (STIEN et SCHWARTZBROD, 1988) ainsi qu'aux U.S.A. : ce sont les œufs de Nématodes qui prédominent en ce qui concerne la charge des eaux en Helminthes intestinaux. Nous avons également observé en Tunisie une fréquence élevée du kyste de *Giardia intestinalis*. Les valeurs observées en eaux d'entrée allant de 3.10^1 à $1,7\ 10^3$ kystes. l^{-1}, sont voisines de celles rapportées par PANICKER et KRISHNAMOORTHI (1981) avec $1,8.10^2$ Kystes. l^{-1}, par FOX et FITZGERALD (1979) avec $8,7.10^1$ à $5,2.10^2$ kystes. l^{-1} ; mais elles sont inférieures aux chiffres donnés par AKIN *et al.* (1978) avec 8.10^4 kystes. l^{-1}, ou JAKUBOWSKI et ERIKSEN (1979) avec $9,6.10^3$ à $2,4.10^5$ kystes. l^{-1} et BELLAMY *et al.* (1985) avec 5.10^1 à 5.10^3 kystes. l^{-1}.

La détermination des éléments parasitaires dans les eaux usées est en accord avec les résultats des enquêtes de parasitoses contractées en Tunisie (KENNOU, 1983).

Enfin si l'on étudie les effluents de toutes les stations en fonction des recommandations de la législation tunisienne en vigueur, on s'aperçoit que les eaux épurées de ces stations sont conformes à la norme. Quoique différents, ces systèmes épuratoires permettent tous la sédimentation des œufs d'Helminthes intestinaux estimée selon SHUVAL *et al.* (1986) à 0,6 m. h^{-1} dans le cas des Ascaris et 0,26 m. h^{-1} pour les œufs de Taenia dans les eaux au repos. Or, ceux-ci ne sont pas toujours efficaces pour les kystes de Protozoaires dont la taille est nettement inférieure aux œufs d'Helminthes. Les eaux épurées restent en partie souillées par ces kystes.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AKIN E.W., JAKUBOWSKI W., LUCAS J.B., PAHREN H.R., 1978. Health hazards associated with waste water effluents and sludge : microbiological considerations. In proceedings conference San Antonio « Risk assesment and health effects of land application of municipal waste water and sludges », Sagik and Sorber ed., 9-26.

BELLAMY W.D., SILVERMAN G.P., HENDRICKS D.W., 1985. Filtration of Giardia Cysts and other substances, EPA 600/52 - 85/026, 1-8.

BLUM D., FEACHEM R.G., 1985. Health aspects of night soil and sludge use in agriculture. Part III : an epidemiological perspective. Dübendorf, international reference centre for waste disposal, Report N° 05/85.

FOX J.C., FITZGERALD P.R., 1979. The presence of Giardia lamblia cysts in sewage sludges from the Chicago area, EPA 600/9 - 79 - 001, 268-269.

JAKUBOWSKI W., ERICKSEN H., 1979. Methods for detection of Giardia cysts in water supplies waterborne transmission of giardiasis, EPA 600/9 - 79 - 001, 193-210.

KENNOU M.F., 1983. Les parasitoses d'origine alimentaire en Tunisie. *Arch. Inst. Pasteur Tunis, 60* (3-4), 393-407.

O.M.S., 1989. Rapport Health guide lines for the use of waste water in agriculture and aquaculture. N° 778, Geneve, Suisse.

PANICKER P.V.R.C., 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, STRAUS S., 1989. Devenir des kystes de Giardia au cours d'un cycle d'épuration, T.S.M., n° 6, 331-334.

SHUVAL M.I., ADIN A., FATAL B, RAWITZ E, YEKUTIEL P., 1986. Waste water irrigation in developping countries : Health effects and technical solutions' World Bank Technical, paper n° 51, 21-38.

STIEN J.L., SCHWARTZBROD J., 1988. Flux d'oeufs d'helminthes parasites dans les stations d'épuration par boues activées. T.S.M., n° 10, 495-498.

STRAUS M., 1985. Survival of excreted pathogens in excreta and faecal sludges. *IRCWD NEWS, 23,* 4-9.