



<http://www.remise.ma>

## **Contamination des eaux usées du réseau d'assainissement liquide par les œufs d'helminthes parasites (cas de la ville de Kénitra, Maroc)**

**Youssef EL GUAMRI<sup>1</sup> et Driss BELGHYTI<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> : Laboratoire de Biologie et Santé. Equipe de Recherche en Environnement et Parasitologie / UFR Doctorale « Parasitologie comparée : Applications Médicales et Vétérinaires ». Faculté des Sciences. Université Ibn Tofail. B.P. 133 Kénitra, 14000. Maroc. Fax : (212) 037372770 / E.mail : [elguamri3000@yahoo.fr](mailto:elguamri3000@yahoo.fr) / [belghyti@hotmail.com](mailto:belghyti@hotmail.com)

### **Résumé**

La présente étude a porté sur l'analyse parasitologique des eaux usées brutes de la ville de Kénitra (Maroc). L'objectif principal de cette étude, c'est la détermination des espèces parasitaires présentes dans les eaux usées brutes auquel les populations humaines et animales peuvent être exposées lors de la réutilisation des eaux usées en agriculture. La technique de concentration utilisée pour la recherche des œufs d'Helminthes dans les eaux usées est celle de BAILENGER. L'analyse des résultats obtenus a montré que les eaux usées de la zone Saknia-Fouarat (collecteur B) sont plus contaminées par les œufs d'Helminthes comparées à celles de la zone industrielle (collecteur A). La concentration moyenne en œufs de Nématodes est de 32,2 œufs/l dans le collecteur (B) contre 3,36 œufs/l au niveau du collecteur (A). Les concentrations moyennes en œufs de Cestodes sont respectivement de 9,28 œufs/l et 1,26 œufs/l au niveau des collecteurs (B) et (A).

Les nématodes sont représentés principalement par les œufs d'*Ascaris sp*, *Trichuris sp*, *Enterobius vermicularis*, *Nematodirus sp*. et *Ankylostoma sp*. Pour les cestodes, les espèces identifiées sont *Teania sp* et *Hymenolepis sp*. et *Moniezia expansa*.

De même, ces résultats ont montré l'abondance des espèces parasites dans les eaux usées du collecteur (B) par rapport au collecteur (A). Par ailleurs, l'étude de la variation de la charge parasitaire dans les eaux usées en fonction des mois de prélèvement a montré que les concentrations en œufs d'Helminthes sont relativement plus élevées pendant les mois de

Mars, Avril, Mai, Juin et Août que pendant les mois de Septembre, Octobre, Novembre, Décembre et Février.

Vu leur mode de transmission, ces helminthes parasites peuvent présenter un danger sanitaire pour les utilisateurs de ces eaux usées au niveau de Sebou et lac Fouarat à usages récréatifs (baignade, pêche et nautique).

**Mots clés : Oeufs d'Helminthes parasites, eaux usées, variation saisonnière, Kénitra, Maroc**

**Abstract:**

The present study described the parasitological analysis of the wastewaters of the Kenitra city (Morocco). The principal objective is to identify the helminth eggs in wastewaters to which both human and animal populations are exposed during the reuse of wastewaters in agriculture. The technique of concentration adopted for the eggs Helminthes research in the wastewaters is the BAILENGER. The analysis of the results gotten showed that wastewater of the Saknia/Fouarat area (collector B) are greater contaminated by the Helminthes eggs in comparison with the samples appropriated from industrial area (collector A). The greater concentration of the Nematodes eggs is of 32.2 eggs/l against 3.36 eggs/l in the level of collector (A). Whereas the mean concentration of the Cestodes eggs is respectively of 9.28 eggs/l and 1.26 eggs/l in the collectors (B) and (A). In the same way, these results also showed the abundance of the species parasite in wastewaters of collector (B) than those of collector (A). Otherwise, the survey of the variation of the parasitic load in wastewaters according to the sampling month showed that the concentrations of Helminthes eggs were relatively high in March, April, May, June and August than in September, October, November, December and February. Considering their mode of transmission, these parasitic helminths could present a medical danger to the users of these wastewaters at the level of Sebou and Fouarat Lake of entertaining use (bathe, fishing and nautical).

**Key words: Helminths eggs, wastewaters, seasonal variation, Kenitra, Morocco.**

## **Introduction**

A l'instar de plusieurs villes marocaines, la ville de Kénitra est confrontée à de véritables difficultés d'assainissement des eaux usées brutes urbaines d'une population estimée à 292 627 habitants (RGPH, 1994). Ces difficultés sont liées notamment à l'évacuation d'un volume d'eau usée urbaine estimé en l'an 2000 à 37.184 m<sup>3</sup>/jour dans le milieu récepteur (Oued Sebou et lac Fouarat). En plus ces eaux usées sont rejetées sans traitement préalable, ce qui présente éventuellement des nuisances pour la population humaine, la faune et la flore de milieu récepteur.

Les risques sanitaires liés à la réutilisation des eaux usées ont fait l'objet d'une série de publications et d'investigations par différents organismes internationaux dans le but de définir les seuils de contamination autorisés (Shuval et *al*, 1986; OMS, 1989; Mara et Cairncross, 1989). Ces études ont révélé que le risque réel majeur lié à la réutilisation des eaux usées serait dû aux nématodes intestinaux en raison de leur grande résistance dans l'environnement et de leur faible dose infectante (1 œufs/l). Dans ces conditions, la définition des normes de qualité microbiologique a mis en exergue ce paramètre pour les eaux usées réutilisées en agriculture. Ainsi en se référant à l'évidence épidémiologique et à un modèle d'évaluation du risque de l'OMS (1989). L'OMS a reconnu l'importance des critères parasitologiques en recommandant pour une irrigation non restrictive une eau renfermant moins d'un œufs de nématodes intestinaux par litre et moins de 1000 coliformes fécaux par 100 ml.

Vu l'importance de la contamination parasitaire des eaux usées, ce travail de recherche s'est intéressé à l'identification et à la quantification des oeufs d'helminthes dans les eaux usées de la ville de Kénitra (Maroc). Nous proposons au cours de cette présente étude, de faire une évaluation qualitative et quantitative de la charge parasitaire de ces eaux usées et de discuter la variation mensuelle des espèces rencontrées durant la période de prélèvement.

La présente étude a porté sur les principaux collecteurs du réseau d'assainissement de la ville de Kénitra et qui ne sont pas intégrés dans les études antérieures (Belghyti et *al.*, 1994; Nsom-Zamo, 2003) et dont le but est d'aboutir a une référence bibliographique pouvant servir dans l'aménagement du secteur d'assainissement et d'épuration des eaux usées de la ville de Kénitra.

## Matériel et Méthodes

### Localisation de la zone d'étude

La ville de Kénitra est située à 40 Km au Nord de la capitale du Royaume du Maroc, entre les méridiens 6°30' et 6°45' Ouest et les parallèles 34°15' et 34°20'. Elle est dotée d'un réseau d'assainissement de type unitaire qui dessert environ 78 % de la population. Le reste utilise des systèmes d'assainissement individuel par puits perdus ou fosses septiques. Deux collecteurs ont intéressés cette étude représentant deux zones urbaines différentes de point de vue socio-économique et démographique (Figure 1).

- **Collecteur A** : Ce collecteur draine le quartier industriel situé au Nord-Est de la ville de Kénitra. Ce rejet est situé 800 à 900 m en amont du pont de Ouled Berjjal et caractérisé par la présence d'effluents d'origine industrielle à dominante urbaine (800 habitants recensés (RGPH, 1994)).
- **Collecteur B** : Ce collecteur est situé en aval de la confluence du canal Fouarat avec l'Oued Sebou. Il draine la partie Est de la ville. La population urbaine théorique recensée sur ce collecteur est de l'ordre de 160 000 habitants (RGPH, 1994)

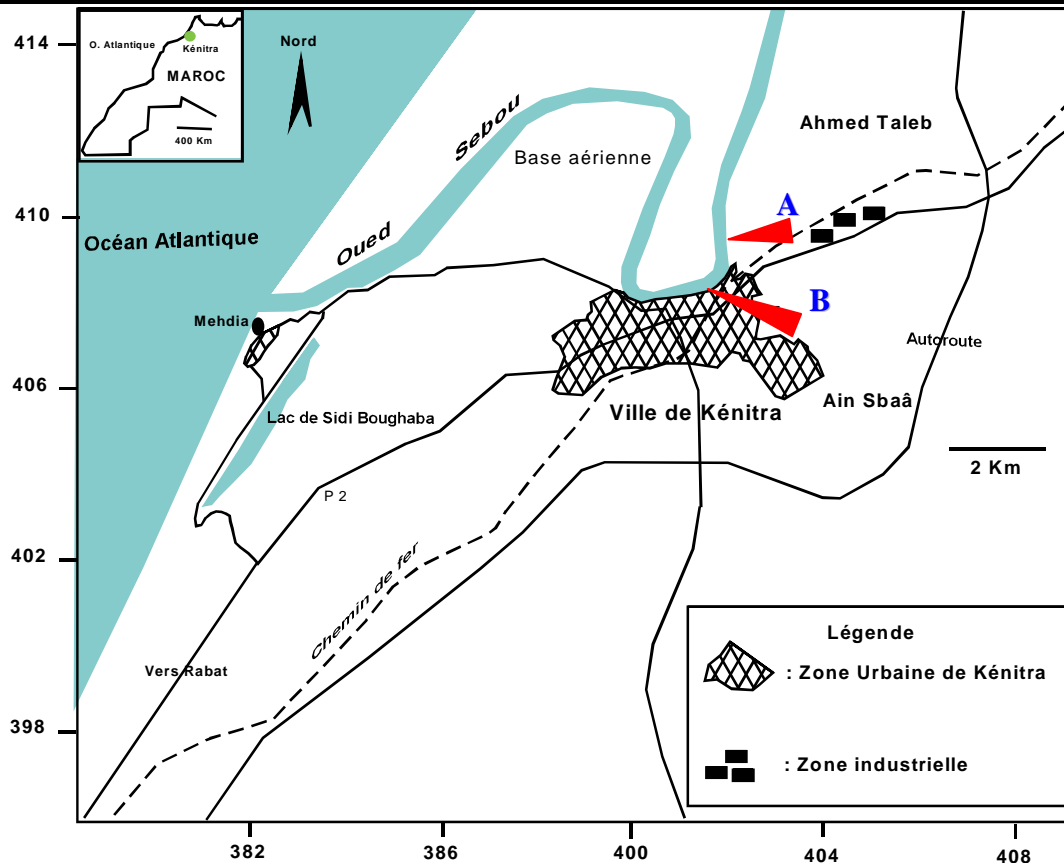


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude (Ville de Kénitra – Maroc)

### Méthodes d'étude

Les prélèvements d'eaux usées ont été effectués entre Février et Juin 2003 à la sortie des colleteurs A et B. Des échantillons de deux litres sont prélevés et conservés par l'ajout de Formol 10% (2 ml/litre) dans des flacons stériles. Au laboratoire, les échantillons d'eaux usées sont placés dans des éprouvettes de 2 litres, puis laissés décanter pendant 12 heures. Le culot de décantation est utilisé après concentration pour l'analyse qualitative et quantitative des œufs d'Helminthes.

Les techniques de concentration des œufs d'helminthes font appel à des méthodes de concentration dérivées de la coprologie parasitaire. La mise en évidence de ces œufs dans les échantillons a été réalisée par la technique de Baillenger (OMS, 1997). Ils sont ensuite identifiés et quantifiés à l'aide d'une lame de Mac Master. Des microphotographies sont réalisées à l'aide d'un microscope trinoculaire doté d'un appareil photo.

Le nombre total d'œufs d'Helminthes (N) par litre d'eau usée est calculé à l'aide de la formule suivante:

$$N = A \cdot X / P \cdot V$$

D'où:

N = nombre d'œufs par litre d'échantillon d'eau usée.

A = nombre d'œufs comptés sur la lame de Mac Master (moyenne des nombres trouvés dans 2 ou 3 lames).

X = volume du produit final (ml).

P = contenance de la lame de Mac Master (0,3 ml).

V = volume de l'échantillon initial d'eau usée à analyser (2 litres).

## Résultats

Le suivi parasitologique des eaux usées des deux zones urbaines de la ville de Kénitra (Industrielle, Collecteur A) et (Saknia/Fouarat, Collecteur B) montre qu'elles sont contaminées par les œufs d'Helminthes avec une concentration moyenne de 23,05 œufs/l. Les œufs d'Helminthes parasites décelés au cours de notre étude appartiennent à la classe des Nématodes et à celle des Cestodes avec la prédominance de la première classe des Nématodes. Au niveau du collecteur (A), les concentrations en œufs d'Helminthes sont plus faibles. Pour les Nématodes, la concentration moyenne est de 3,36 œufs/l, celle des Cestodes est de 1,26 œufs/l. Alors qu'au niveau des eaux usées du collecteur (B), les concentrations moyennes en œufs des Nématodes et des Cestodes sont respectivement de 32,2 œufs/l et 9,28 œufs/l.

### A. Analyse parasitologique des eaux usées de la zone industrielle (Collecteur A)

#### Résultats qualitatifs

Les œufs d'helminthes parasites isolés des échantillons d'eaux usées du collecteur (A) appartiennent aux classes suivantes:

- la classe des Nématodes représentée par *Ascaris sp.* et *Trichuris sp.*;
- la classe des Cestodes représentée par *Hymenolepis sp.*, *Moniezia expansa*, et *Taenia saginata*;
- les œufs de Strongles.

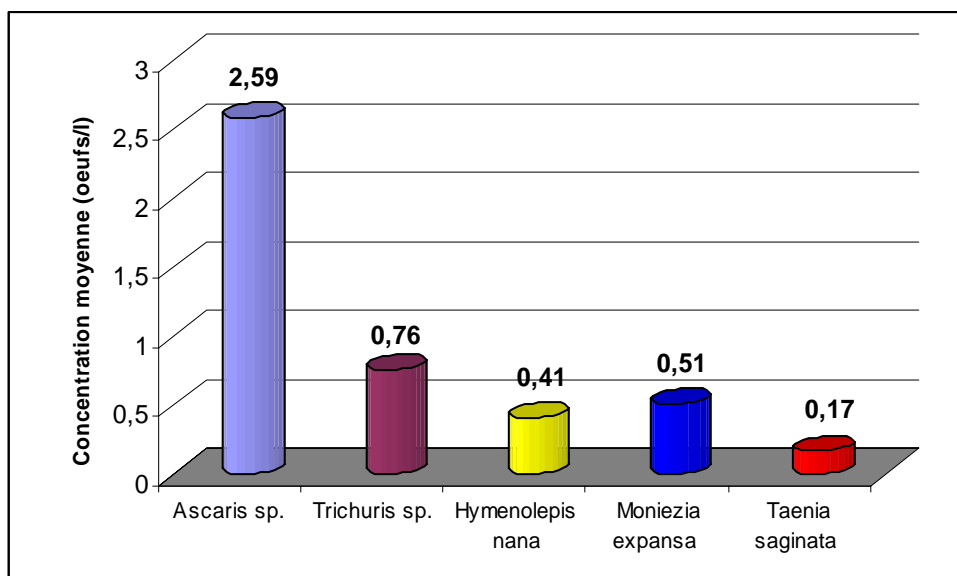
Les parasites représentant la classe des trématodes n'ont pas été retrouvés dans ce collecteur.

### Résultats quantitatifs

Les eaux usées du collecteur (A) renferment des œufs d'helminthes parasites avec 60% d'échantillons positifs, 56% pour la classe des Nématodes et 44% pour la classe des Cestodes. La concentration moyenne en œufs d'helminthes parasites, dans ces échantillons positifs est de 4,62 œufs/l répartie entre la classe des Nématodes (3,36 œufs/l) et celle Cestodes (1,26 œufs/l).

Les pourcentages d'échantillons positifs des œufs d'*Ascaris sp.* et de *Trichuris sp.* sont respectivement de 30% et 20% avec des concentrations moyennes de 2,59 œufs/l et de 0,76 œufs/l. Pour les Cestodes, les pourcentages d'échantillons positifs sont de 20% pour *Hymenolepis sp.*, et 10% pour *Moniezia expansa* et *Taenia saginata* avec des concentrations moyennes respectivement de 0,41 œufs/l; 0,51 œufs/l et 0,17 œufs/l (Figure 2).

Pour les œufs de Strongles, le pourcentage d'échantillons positifs est de 80% avec une concentration moyenne de 5,67 œufs/l. Alors, que les larves de Strongles sont présentes dans les échantillons avec un pourcentage d'échantillon positif de 10% et une concentration moyenne de 0,1 Larves/l.



**Figure 2 : Concentration moyenne en œufs des espèces d'helminthes dans les eaux usées du collecteur A**

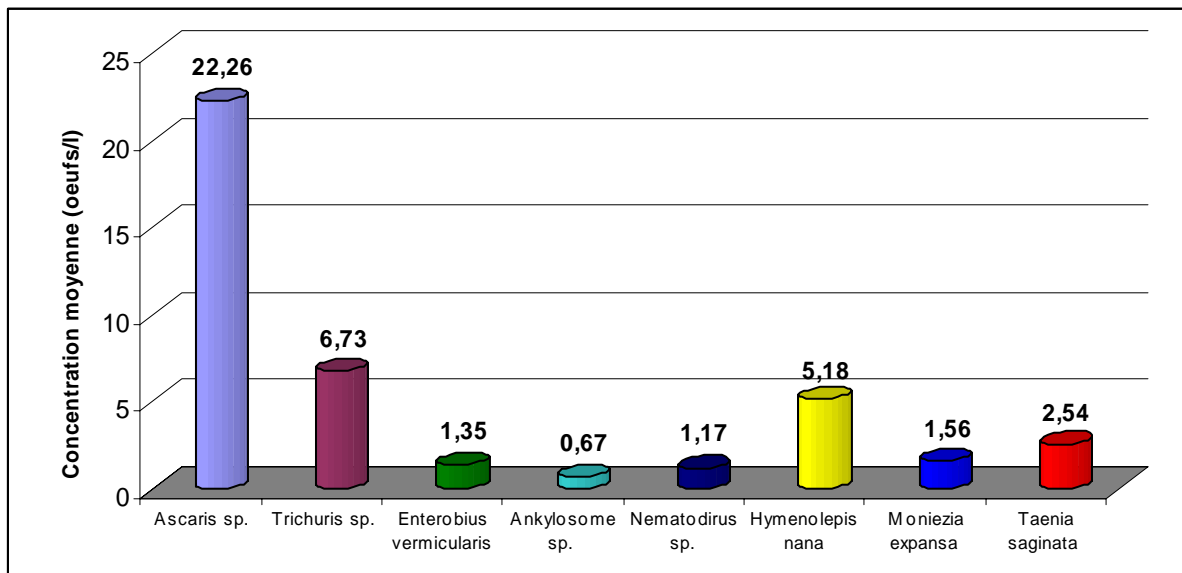
## B. Analyse parasitologique des eaux usées de la zone Saknia/Fouarat (Collecteur B)

### Résultats qualitatifs

Les œufs d'helminthes parasites rencontrés dans les eaux usées du collecteur (B) qui draine la partie Est de Kénitra appartiennent aux classes des Nématodes et des Cestodes avec prédominance des œufs de Nématodes. Chez les Nématodes, on a mis en évidence les œufs d'*Ascaris sp.*, *Trichirus sp.*, *Enterobius vermicularis*, *Ankylostome sp.* et *Nematodirus sp.*. Pour les Cestodes, on a identifié les œufs d'*Hymenolepis sp.*, *Moniezia expansa* et *Taenia saginata*.

### Résultats quantitatifs

Le pourcentage d'échantillons positifs d'eaux usées analysées est de 100% avec 97% pour la classe des Nématodes et 70% pour la classe des Cestodes. La concentration moyenne en œufs d'helminthes est de 41,08 œufs/l avec 32,2 œufs/l pour les Nématodes et 8,88 œufs/l pour les Cestodes. Les pourcentages d'échantillons positifs sont de 90% pour l'*Ascaris sp.*, 90% pour *Trichirus sp.*, 40% pour *Enterobius vermicularis*, 10% pour *Ankylostome sp.* et 20% pour *Nematodirus sp.*. En outre, leurs concentrations moyennes sont respectivement de 22,26 œufs/l; 6,73 œufs/l; 1,35 œufs/l; 0,67 œufs/l et 1,17 œufs/l. Pour les Cestodes, les pourcentages d'échantillons positifs sont de 90% pour *Hymenolepis sp.*, 30 % pour *Moniezia expansa* et 70 % pour *Taenia saginata* avec des concentrations moyennes, respectives de 5,18 œufs/l; 1,56 œufs/l et 2,54 œufs/l (Figure 3).



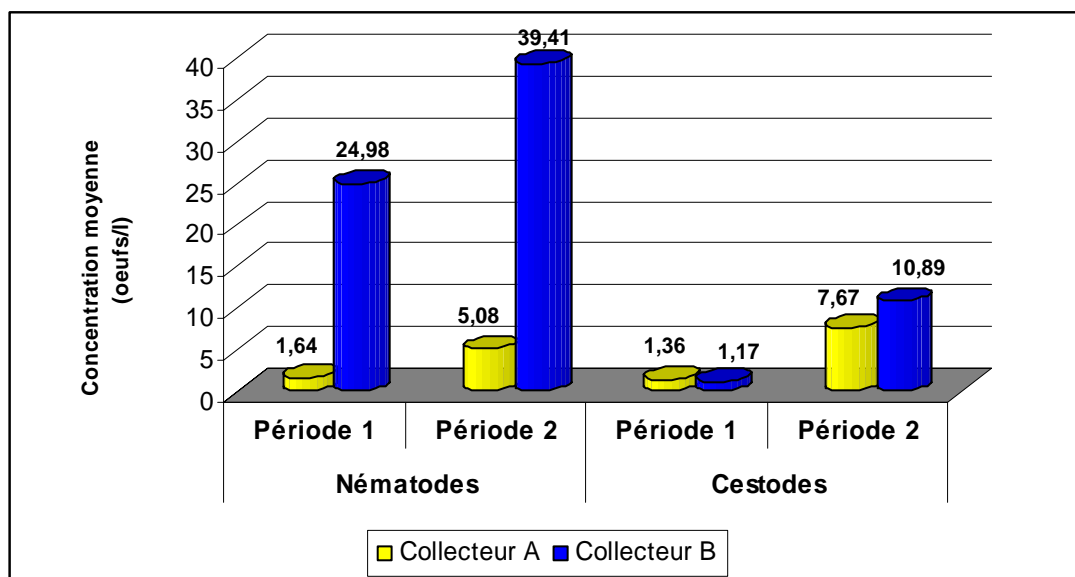
**Figure 3 : Concentration moyenne en œufs des espèces d'helminthes dans les eaux usées du collecteur B**

Pour les œufs et larves de Strongles, les pourcentages d'échantillons positifs sont de 90% et 50%. Leurs concentrations moyennes sont respectivement de 14,34 œufs /l et 1,2 Larves/l.

### C. Variation de la concentration en œufs d'helminthes dans les eaux usées des collecteurs (A) et (B) selon les périodes de prélèvement.

L'analyse des variations périodiques de la charge parasitaire en œufs d'helminthes des eaux usées des collecteurs (A) et (B) montre une légère élévation des concentrations moyennes pendant la période 1 (les mois de Mars, Avril, Mai, Juin et Août) que pendant la période 2 (les mois de Septembre, Octobre, Novembre, Décembre et Février). Les concentrations moyennes de Nématodes pendant la période 2 sont de 1,64 œufs/l dans le collecteur (A) et de 24,98 œufs/l dans le collecteur (B). Pendant les mois de la période 1, elles sont de 5,08 œufs/l dans le collecteur (A) et 39,41 œufs/l dans le collecteur (B).

Pour les œufs de Cestodes, en période 2 qui caractérise les mois de Septembre, Octobre, Novembre, Décembre et Février, les concentrations sont de 1,36 œufs/l au niveau du collecteur (A) et de 7,67 œufs/l au niveau du collecteur (B). Pendant la période 1, les concentrations sont de 1,17 œufs/l dans le collecteur (A) et de 10,89 œufs/l dans le collecteur (B)(Figure 4).



**Figure 4: Variation de la concentration en œufs d'helminthes dans les eaux usées des collecteurs (A) et (B) selon les périodes de prélèvement.**

## Discussion

Les analyses parasitologiques des eaux usées des différents collecteurs de l'agglomération urbaine de Kénitra montrent des concentrations moyennes en œufs d'helminthes parasites de l'ordre de 23,05 œufs/l avec la prédominance de la classe des Nématodes par rapport à la classe des Cestodes. Cette prédominance des œufs des Nématodes a été également signalée dans les travaux de Dssouli *et al.*, (2006); Nsom-Zamo (2003); Belghyti *et al.*, (1994). Cette différence de concentrations en œufs d'Helminthes parasites dans les eaux usées de ces deux collecteurs (A) et (B) peut s'expliquer par le profil démographique et socio-économique des populations urbaines recensées à ces deux collecteurs urbains. D'après Bouhoum (1996), la concentration en œufs d'Helminthes parasites dans les eaux usées urbaines est fortement liée au facteur démographique. Selon le même auteur, le développement démographique est responsable de l'augmentation de la concentration en œufs d'Helminthes dans les eaux usées. La taille de la population raccordée au réseau d'assainissement a une influence sur les concentrations des œufs helminthes trouvées dans les eaux usées. En effet, le collecteur (B) où on a enregistré des concentrations plus élevées en œufs d'Helminthes draine une population urbaine de l'ordre de 160000 habitants en comparaison avec celle raccordée au collecteur (A) (800 habitants) (RGPH, 1994). L'analyse des résultats de la variation de la charge parasitaire dans les échantillons d'eaux usées en fonction des mois de prélèvement a montré que les plus fortes concentrations en œufs d'Helminthes parasites ont été enregistrées pendant les mois de Mars, Avril, Mai, Juin et Août où les précipitations sont relativement rares.

Ces observations rejoignent les travaux de Chalabi (1993) à Rabat; de Dssouli (2001) et de Mrabet (1991) à Oujda; de Amahmid, *et al.*, (2002); de Bouhoum *et al.*, (2002) à Marrakech et de Naour (1996) à Beni-Mellal. De même, Habbari (1992) à Marrakech qui a trouvé des concentrations en œufs d'Helminthes respectives de 31 œufs/l et 25 œufs/l en période printemps-été et en période automne-hiver. En revanche, Firadi (1996) a rapporté des concentrations très élevées en œufs d'Helminthes pendant la saison automne-hiver dans les eaux usées de Ouarzazate, ce résultat est attribué selon l'auteur à la rareté des précipitations dans cette région à climat aride. L'OMS (1989) a signalé que cette abondance en œufs d'Helminthes en période printemps-été est due aux conditions de température, d'humidité, d'oxygène et de rayonnement solaire favorables à la maturation de ces Helminthes parasites. Egalement, ces résultats montrent aussi une grande différence dans le nombre et la diversité des œufs d'Helminthes parasites identifiés au niveau des collecteurs (A) et (B).

Pour les Nématodes, nous avons pu identifier les espèces suivantes : *Ascaris sp.*, *Trichuris sp.*, *Enterobius vermicularis*, *Ankylosome sp.* et *Nematodirus sp.* Alors que pour les Cestodes, on a trouvé les espèces suivantes : *Hymenolepis nana*, *Moniezia expansa* et *Taenia saginata* Par contre aucun œuf de classe des Trématodes n'a été trouvé. Notons aussi une prédominance des œufs d'*Ascaris sp.* dans les échantillons d'eaux usées par rapport aux autres œufs d'Helminthes rencontrés. Ceci pourrait être lié à la résistance et à la capacité des œufs d'*Ascaris sp.* de survivre dans des conditions d'ambiance défavorables (grâce à une coque protectrice), ce qui contribue à la persistance du parasite (OMS, 1987). Les œufs d'*Ankylostome sp.* qu'on a rencontrés dans les échantillons d'eaux usées analysés ont une origine exclusivement animale avec une concentration moyenne de 0,33 œufs/l. Cette concentration détectée est plus faible à celle trouvée dans les eaux usées de la ville de Rabat (39 œufs/l) par Batoui et al. (2003). L'origine des œufs de *Nematodirus sp.* est exclusivement animale. El Morhit (2002) a mentionné la présence de *Nematodirus spathiger* dans l'intestin grêle des moutons abattus au niveau de l'abattoir de Kénitra. De même, El Mrabet (1991); El Mâroufy (1992) et Ibrahimi (1993) ont signalé l'existence des œufs de *Nematodirus sp.* dans les fèces du mouton respectivement à Oujda, Ouarzazate et Sidi Yahia du Gharb.

Par ailleurs, dans les échantillons d'eaux usées prélevés au niveau du collecteur (A), n'avons pas trouvé des œufs d'*Enterobius vermicularis*, d'*Ankylostome sp.* et de *Nematodirus sp.* Ceci pourrait être expliqué par la nature des eaux usées drainées par ce collecteur qui est à dominance industrielle et par la faible taille de la population humaine raccordée à ce collecteur (A).

La caractérisation qualitative et quantitative des œufs d'Helminthes dans les eaux usées de l'agglomération urbaine de Kénitra constitue un paramètre à prendre en considération pour évaluer la qualité des rejets bruts en vue d'un traitement et d'une valorisation ultérieure. Cette étude nous a permis de donner une estimation de la charge parasitaire des eaux usées urbaines de deux collecteurs (A et B) de deux zones différentes de point de vue socio-économique. Les concentrations en œufs d'Helminthes rencontrés dans les échantillons d'eaux usées dépassent largement les normes recommandées par l'Organisation Mondiale de la Santé (Blumenthal et al., 2000) et le Comité Normes et Standards du Ministère de l'Environnement du Maroc ( $\leq 1$  œuf viable de Nématodes par litre) pour les eaux destinées à l'irrigation des cultures. Par ailleurs, la concentration de ces œufs d'Helminthes dans les eaux usées est exceptionnellement sensible à la taille et à la structure démographique des populations raccordées au réseau d'assainissement liquide. Ces eaux usées chargées en éléments parasitaires pourraient constituer également une importante source de contamination des eaux

superficielles lorsqu'elles sont rejetées à l'état brut dans le oued Sebou ou dans le lac Fouarat. Elles peuvent être également un risque sanitaire pour les utilisateurs des eaux usées ou des eaux réceptrices situées au voisinage des exécutoires de ces deux collecteurs au niveau du bas Sebou à des fins agricoles.

### **Références bibliographiques**

**Aboueloufa M. (2002)** Traitement et réutilisation des eaux usées en agriculture au Maroc Oriental (Oujda): Etude physico-chimique, agronomique et sanitaire. Thèse de Doctorat. Fac. Sci. Oujda. 141p.

**Amahmid O., Asmama S. et Bouhoum K. (2002)** Urnab wastewater treatment in stabilization ponds: occurrence and removal of pathogens. *Urban Water* 4 (2002) 255-262.

**Batoui S., Habbari Kh. et Hasnaoui M. (2003)** Parasitologie des eaux usées et impact de leur rejet dans l'océan Atlantique. Actes des Deuxièmes Journées des géosciences de l'environnement. 13-14, Fac. Sci. de Kénitra. Tome I: 129-136.

**Belghyti D., El Kharim K., Bachikh J. et Gabrion C. (1994)** Caractérisation parasitologique des eaux usées, du lac Fouarat (Kénitra - Maroc) et évaluation du niveau épidémiologique dans une population rurale en contact avec ces eaux. Actes Quatrième Conférence Internationale des Limnologues d'Expression Française. Marrakech, 1994. Tome II.

**Blumenthal UJ., Mara Duncan D., Peasey A., Guillermo Ruiz-Palacios, Stott R. (2000)** Guidelines for the microbiological quality of treated wastewater used in agriculture : recommandations for revising WHO guidelines. *Bull of the World Health Organization*, 78(9):1104-16.

**Bouhoum K. (1996)** Etude épidémiologique des helminthiases intestinales chez les enfants de la zones d'épandage des eaux usées de Marrakech / Devenir des kystes de protozoaires et des œufs d'helminthes dans les différents systèmes extensifs de traitement des eaux usées. Thèse de Doctorat d'Etat. Fac. Sci. de Marrakech. 227p.

- Bouhoum K., Amahmid O. and Asmama S. (2002)** Wastewater reuse for agricultural purposes: Effets on population and irrigated crops. Proceeding of international symposium environmental pollution control and waste management. EPCOWM. Tunis, Part II. P : 582-586.
- Chalabi M.M. (1993)** Performance d'élimination des œufs d'helminthes et étude de leur viabilité dans le Chenal Algal à Haut Rendement. Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle. Fac. Sci. Marrakech. 120p.
- Dssouli Kh., El Halouani H., Berrichi A. (2006)** L'impact sanitaire de la réutilisation des eaux usées brutes de la ville d'Oujda en agriculture: Etude de la charge parasitaire en œufs d'helminthes au niveau de quelques cultures maraîchères. Biologie & Santé vol. 6, n° 1, 51-58p.
- Dssouli Kh. (2001)** Traitement et réutilisation des eaux usées en agriculture au Maroc Oriental (Oujda): Etude des helminthes parasites. Thèse de Doctorat d'Etat en parasitologie. Fac. Sci. Oujda. 133p.
- El Guamri Y. (2003)** Contribution à l'évaluation de la qualité physico-chimique et parasitologique des eaux usées brutes de la ville de Kénitra. Mémoire de DESA : eaux usées et santé. Fac. Sci. Kénitra. 140p.
- El Maroufy M. (1992)** Traitement des eaux usées dans les bassins de stabilisation de Ouarzazate et leur réutilisation en agriculture: Aspect parasitologique. Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle. Fac. Sci. de Meknès. 133p.
- El Morhit A. (2002)** Analyse de l'impact de la pollution par les eaux usées sur la parasitologie, l'épidémiologie et la pathologie du mouton (*Ovis aries*) dans la plaine du Gharb. Mémoire de DESA: Pollution et Traitement des Eaux. Fac. Sci. Kénitra.
- Firadi R. (1996)** Epuration et réutilisation des eaux usées de la ville de Ouarzazate en agriculture: Devenir des œufs d'helminthes et étude de leur viabilité dans les eaux usées et les boues. Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle en parasitologie. Fac. Sci. de Marrakech. 114p.

- Habbari Kh. (1992)** Impact de l'utilisation des eaux usées sur l'épidémiologie des helminthiases et de la croissance chez l'enfant d'El Azouzia. Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle. Fac. Sci. Marrakech.
- Ibrahimi O. (1993)** Etudes parasitologique des eaux usées et de leur impact sur le niveau parasitologique dans les élevages intensifs du moutons dans la région de Sidi Yahia du Gharb : Modèles: *Moniezia expansa*, *Fasciola hepatica* et *Nematodirus sp.* Mémoire de CEA: Traitement et Valorisation Agricole des eaux usées. Fac. Sci. Marrakech.
- Mrabet K. (1991)** Etude de la contamination des champs d'épandages de la ville d'Oujda par les œufs d'helminthes et leur transmission dans le réseau trophiques. Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle. Fac. Sci. Oujda. 120p.
- Naour N. (1996)** Impact de la réutilisation des eaux usées en agriculture sur la contamination des cultures par les œufs d'helminthes. Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle, Université Cadi Ayyad, Fac. Sci. de Marrakech, 101p.
- Nsom-Zamo A-C. (2003)** Pollution par les eaux usées: Analyse parasitologique des eaux usées brutes et des cultures maraîchères, étude de la viabilité des helminthes et évaluation du risque sanitaire humain dans la région du Gharb (Kénitra). Thèse de Doctorat National en Parasitologie. Fac. Sci. Kénitra. 160p.
- OMS, (1989)** L'utilisation des eaux usées en agriculture et en aquaculture: recommandations à visées sanitaires - Rapport d'un groupe d'experts de l'OMS. Série de rapports techniques 778 OMS, Genève.
- OMS. (1987)** Lutte contre les parasitoses intestinales. Rapport d'un comité OMS d'experts, série de rapports techniques 749. Genève.
- OMS (1997)** Analyse des eaux résiduaires en vue de leur recyclage en agriculture. Manuel des techniques de laboratoire en parasitologie et bactériologie, Genève. 31p.

**RGPH. (1994)** Recensement Général de la Population et de l'Habitat en 1994. Délégation de la Planification et de la Prévision Economique, Kénitra.

## Annexes

Tableau I : Résultats des analyses parasitologiques des eaux usées du collecteur A

Période de prélèvement des eaux usées	Classe des Nématodes						Eufs de Strongles	Classes des Cestodes				Larves Strongles
	Asc.	Tri.	Ent.	Ank.	Nem.	Totale Nématodes		Hym.	Mon.	Tae.	Totale Cestodes	
Septembre	8,2	0	0	0	0	8,2	5,15	0	0	0	0	0
Octobre	0	0	0	0	0	0	3,33	0	0	0	0	0
Novembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Décembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Février	0	0	0	0	0	0	6	0	5,1	1,7	6,8	0
<b>Moyenne (œufs/l)</b>	<b>1,64</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,64</b>	<b>2,89</b>	<b>0</b>	<b>1,02</b>	<b>0,34</b>	<b>1,36</b>	<b>0</b>
Mars	0	0	0	0	0	0	3,33	0	0	0	0	0
Avril	0	6,4	0	0	0	6,4	16,2	0	0	0	0	0
Mai	11,11	0	0	0	0	11,11	13,85	4,16	0	0	4,16	0
Juin	0	0	0	0	0	0	1,11	1,7	0	0	1,7	1
Juillet	6,66	1,25	0	0	0	7,91	7,77	0	0	0	0	0
<b>Moyenne (œufs/l)</b>	<b>3,55</b>	<b>1,53</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5,08</b>	<b>8,45</b>	<b>1,17</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,17</b>	<b>0,2</b>
<b>Moyenne générale</b>	<b>2,59</b>	<b>0,76</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3,362</b>	<b>5,67</b>	<b>0,58</b>	<b>0,51</b>	<b>0,17</b>	<b>1,26</b>	<b>0,1</b>

Tableau II : Résultats des analyses parasitologiques des eaux usées du collecteur B

Période de prélèvement des eaux usées	Classe des Nématodes						Eufs de Strongles	Classes des Cestodes				Larves Strongles
	Asc.	Tri.	Ent.	Ank.	Nem.	Totale Nématodes		Hym.	Mon.	Tae.	Totale Cestodes	
Septembre	28,63	1,11	1,16	0	0	30,9	14,26	2,8	2,7	0	5,5	1
Octobre	16,66	0,66	1,5	0	0	18,82	4,3	1,25	0	1,2	2,45	2
Novembre	9,4	2,16	0	0	0	11,56	0	3,15	0	4,99	8,14	0
Décembre	0	8,15	1,6	0	0	9,75	44,37	0	0	0	0	0
Février	35,35	0	9,3	6,75	2,51	53,91	42,1	4,9	11,2	6,2	22,3	5
<b>Moyenne (œufs/l)</b>	<b>18,008</b>	<b>2,416</b>	<b>2,71</b>	<b>1,35</b>	<b>0,502</b>	<b>24,988</b>	<b>21,006</b>	<b>2,42</b>	<b>2,78</b>	<b>2,478</b>	<b>7,678</b>	<b>1,6</b>
Mars	32,33	18,36	0	0	9,25	59,94	8,05	19,52	0	0	19,52	0
Avril	10,13	13,7	0	0	0	23,83	1,35	1,11	0	2,22	3,33	1
Mai	27,15	12,92	0	0	0	40,07	23,14	5,91	1,7	7,89	15,5	0
Juin	35,5	9,25	0	0	0	44,75	2,5	6,84	0	2,44	9,28	3
Juillet	27,5	1	0	0	0	28,5	3,33	6,33	0	0,5	6,83	0
<b>Moyenne (œufs/l)</b>	<b>26,522</b>	<b>11,046</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,85</b>	<b>39,418</b>	<b>7,674</b>	<b>7,942</b>	<b>0,34</b>	<b>2,61</b>	<b>10,892</b>	<b>0,8</b>
<b>Moyenne générale</b>	<b>22,265</b>	<b>6,731</b>	<b>1,36</b>	<b>0,675</b>	<b>1,176</b>	<b>32,203</b>	<b>14,34</b>	<b>5,181</b>	<b>1,56</b>	<b>2,544</b>	<b>9,285</b>	<b>1,2</b>