



Charge parasitaire des eaux usées brutes de la ville de Kénitra (Maroc)

Youssef El Guamri et Driss Belghyti *

Laboratoire de biologie et santé, Equipe de l'environnement et parasitologie, projet SVS 18/99. UFR doctorale, parasitologie comparée, applications médicales et vétérinaires, Faculté des sciences, Université Ibn Tofail, B.P. 133, 14000 Kénitra, Maroc.

(Reçu le 26 Avril 2006, accepté le 10 Octobre 2006)

* Correspondance, courriel : belghyti@hotmail.com

Résumé

À l'instar de la majorité des villes marocaines, la ville de Kénitra est confrontée aux problèmes de la gestion des eaux usées et de la protection de la qualité des ressources en eau (estuaire de Sebou, nappe de Maâmora et lac Fouarat). En effet, une grande partie de ces eaux usées est rejetées dans l'estuaire du Sebou à proximité des quartiers populaires de Saknia.

Dans ce présent travail chargé d'évaluer la charge parasitaire des eaux usées brutes de trois collecteurs de la ville en relation avec le profil démographique et socio-économique des populations raccordées à ces collecteurs, nos résultats ont mis en évidence une diversité de parasites sous forme d'œufs d'helminthes de concentrations moyennes suivantes : *Ascaris sp.* (13,68 œufs/L), *Trichuris sp.* (3,84 œufs/L), *Enterobius vermicularis* (0,60 œufs/L), *Ankylostome sp.* (2,51 œufs/L), *Nematodirus sp.* (0,88 œufs/L), *Hymenolepis nana* (1,96 œufs/L), *Moniezia expansa* (2,46 œuf/L) et *Taenia sp.* (1,81 œufs/L).

La répartition des œufs d'helminthes parasites varie en fonction de la taille des agglomérations urbaines et du niveau socio-économique des

populations urbaines raccordées à chaque collecteur.

Cette étude a également mis en évidence les variations saisonnières qualitatives et quantitatives des œufs d'helminthes dans les eaux usées des différents collecteurs de la ville de Kénitra.

Mots-clés : *Eaux usées brutes, oeufs d'helminthes, Sebou, Kénitra, Maroc.*

Abstract

Parasitic load of rough wastewater in the Kenitra city, (Morocco)

Like the majority of Moroccan cities, Kenitra is confronted with problems concerning the wastewater management and protection of the quality of water resources (Sebou estuary, Maamora wetland and lake Fouarat). Indeed, a great part of wastewater is released into the estuary of Sebou, in the neighborhood of the Saknia popular districts.

In this present work charged to evaluate the parasitic load of rough wastewater of three collectors of the city in relation to the demographic and socio-economic profile of the populations connected to these collectors, our results highlighted a diversity of parasites in the form of eggs of helminths with following average concentrations: *Ascaris sp.* (13,68 eggs/L), *Trichuris sp.* (3,84 eggs/L), *Enterobius vermicularis* (0,60 eggs/L), *Ankylostome sp.* (2,51 eggs/L), *Nematodirus sp.* (0,88 eggs/L), *Hymenolepis nana* (1,96 eggs/L), *Moniezia expansa* (2,46 eggs/L) and *Taenia sp.* (1,81 eggs/L).

The distribution of parasitic eggs of helminths varied according to the size of the urban centres and the socio-economic level of the urban populations connected to each collector.

This study also highlighted the qualitative and quantitative seasonal variations of eggs of helminths in wastewater of the different collectors of the Kenitra city.

Keywords : *Rough wastewaters, eggs of helminthes, Sebou, Kenitra, Morocco.*

1. Introduction

Dans le contexte hydrique du Maroc, le potentiel d'eau usée doit être considéré comme une ressource non négligeable à mettre en valeur dans un cadre de réutilisation contrôlée. En effet, l'épuration de ces ressources non conventionnelles permettrait de protéger le milieu récepteur et offrirait des potentialités de valorisation importante. Selon le *Département de l'Environnement Marocain* [1], 25 000 Ha pourrait être irrigués autour des villes côtières aux environs de 2020. Les eaux usées de Kénitra sont rejetées sans traitement préalable dans le milieu récepteur.

Elles sont utilisées aussi dans l'irrigation des cultures maraîchères et fourragères de la zone agricole de Fouarat, ce qui présente éventuellement des nuisances pour l'Homme et pour le bétail. La caractérisation parasitologique des eaux usées doit faire l'objet d'une attention particulière avant tout projet de réutilisation [2].

Vu l'importance de la contamination parasitaire des eaux usées, nous tenterons à travers ce travail, de contribuer à l'évaluation de la pollution parasitologique des eaux usées brutes de la ville de Kénitra, par le suivi et l'analyse de la charge en œufs d'helminthes parasites au niveau de trois collecteurs urbains du réseau d'assainissement liquide.

Ce présent travail constitue la suite des travaux de *Nsom-Zamo et al.*, [3] et *Belghyti et al.* [4].

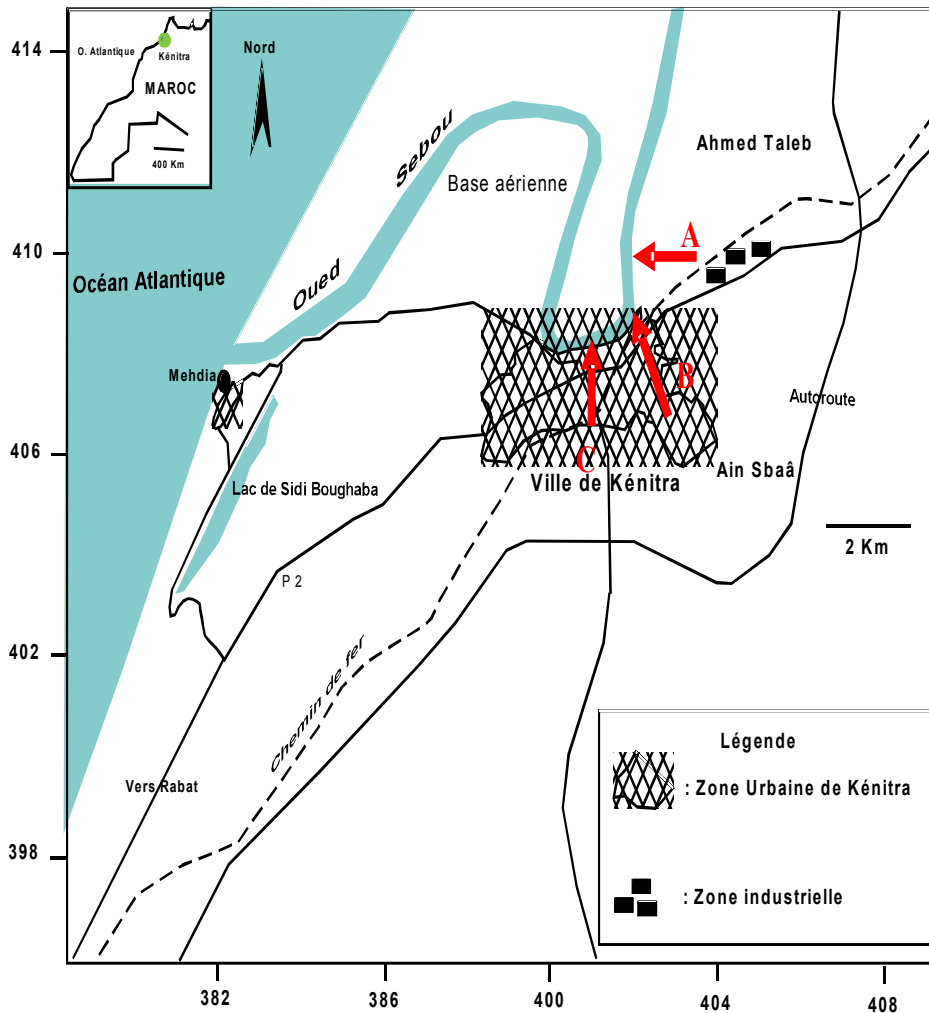
2. Milieu, matériel et méthodes

2.1. Milieu d'étude

La ville de Kénitra (40 Km au Nord de Rabat) est dotée d'un réseau d'assainissement de type unitaire qui dessert environ 78 % de la population urbaine. Le reste de la population utilise des systèmes d'assainissement individuel par puits perdus ou fosses septiques. Ce réseau de type unitaire est composé par six collecteurs principaux qui

évacuent les eaux usées sans aucun traitement préalable vers l'estuaire de Sebou.

Sur l'ensemble du bassin versant du réseau d'assainissement de la ville de Kénitra (2400 ha), notre étude porte sur le collecteur A qui draine la zone industrielle située au Nord-Est, le collecteur B qui draine la zone Saknia-Est et le collecteur C qui draine l'ancienne Medina, quartier Maâmora et l'abattoir municipal de Kénitra (**Carte 1 et Tableau 1**).



Carte 1 : Localisation des sites de prélèvement des eaux usées Collecteurs A, B et C (Kénitra, Maroc)

Tableau 1 : *Caractéristiques démographiques et socio-économiques des zones d'aménagements drainées par les collecteurs A, B et C (Kénitra)*

Collecteurs	Zone d'Aménagement drainée	Superficie affectée à l'habitat (ha)	Statut Socio-économique	Densité (log/ha)	Nombre de logements	Population totale	Densité (hab/ha)
Collecteur A	Zone industrielle Est + Port	Périphérie	---	---	---	---	---
	Quartier route Tanger	Périphérie	M	---	1 000	1300	---
Collecteur B	Quartier Saknia	411	B - M	65 - 70	24 100	133 000	410
	Médina	194	M	70 - 75	14 500	80 000	330
Collecteur C	Centre ville	205	L.E	75	15 300	61 000	300
	Quartier Maâmora + Abattoir	222	L.E	20 - 25	4 700	19 000	325

Source : Enquête démographique et socio-économique (Agence Urbaine de Kénitra, 2000) / L.E: Logement Economique; M: Maison; B: Bidonville)

2-2. Matériel et méthodes

L'échantillonnage des eaux usées a été effectué mensuellement au niveau des exutoires des collecteurs urbains choisis pour l'étude parasitologique. Des échantillons de deux litres chacun, sont prélevés, et conservés par l'ajout de Formol 10 % (2 mL par litre) dans des flacons stériles, puis transportés au Laboratoire de Biologie & Santé (Equipe de l'Environnement et Parasitologie) de la Faculté des Sciences. Kénitra (Maroc).

Compte tenu de la grande dispersion des œufs d'helminthes parasites dans les eaux usées, leur concentration devient nécessaire pour garantir un meilleur dénombrement. Pour cette raison, on a opté pour la

technique de BAILENGER fortement recommandée par l'OMS [2] pour sa facilité d'exécution, son faible coût et sa fiabilité. Le culot obtenu après centrifugation dans un mélange de tampon Acéto-acétique et d'éther est ajouté à une solution de sulfate de zinc à 33 % (densité = 1,18) pour permettre aux éléments parasitaires d'adhérer à la surface supérieure de la lame de Mac Master et faciliter ainsi leur comptage sous microscope.

L'identification des œufs d'helminthes a été effectuée aux grossissements 100 (en repérage), soit à l'état frais (montage d'une goutte du culot entre lame et lamelle), soit après concentration [2]. L'observation microscopique des œufs d'helminthes a été basée sur la taille, la forme et le contenu de ces œufs en accord avec les descriptions bibliographiques [5]. Dans le cas où on ne peut pas identifier l'espèce, nous nous sommes limités à identifier seulement le genre. Les œufs de strongles ne sont pas pris en compte dans le comptage général, en raison de leurs origines diverses (animales, nématodes du sol, lavage des végétaux contaminés,...) et des difficultés inhérentes à leur identification [6-4].

La quantification totale des œufs d'helminthes par litre (N) présents dans deux litres d'eau usée analysée est calculée à l'aide de la formule suivante :

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

Avec :

A : nombre d'œufs comptés sur la lame de Mac Master ou 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.

2-3. Etudes statistiques

Les résultats obtenus de l'étude parasitologique des eaux usées sont analysés par une comparaison statistique des moyennes. Les données sont saisies et analysées sur le logiciel STATICTICA. Une comparaison

des moyennes est exécutée par le test de Chi2 à un risque d'erreur de 0,05. Un test est retenu comme étant significatif à partir d'un niveau $p < 0,05$.

3. Résultats

3-1. Caractérisation qualitative de la charge parasitaire des eaux usées de Kénitra

Dans tous les échantillons des eaux usées, on a mis en évidence une concentration très importante de larve de strongles digestifs. Ces larves ne sont pas traitées dans cette première étude. Les analyses parasitologiques des eaux usées de trois collecteurs A, B et C a permis de mettre en évidence des œufs appartenant à deux groupes d'helminthes parasites : les Nématodes et les Cestodes et à plusieurs œufs de strongles digestifs (**Tableau 2**). Les parasites représentant la classe des Trématodes n'ont pas été retrouvés dans tous les échantillons analysés.

Tableau 2 : Les helminthes parasites contenus dans les eaux usées brutes de Kénitra (Collecteurs A, B et C)

Helminthes	Espèces parasites	Collecteur A	Collecteur B	Collecteur C
Nématodes	<i>Ascaris sp.</i>	+	+	+
	<i>Trichuris sp.</i>	+	+	+
	<i>Enterobius vermicularis</i>	-	+	+
	<i>Ankylostome sp.</i>	-	+	+
	<i>Nematodirus sp.</i>	-	+	+
Cestodes	<i>Hymenolepis nana</i>	+	+	+
	<i>Moniezia expansa</i>	+	+	+
	<i>Taenia sp.</i>	+	+	+
Strongles	<i>Stroglyoides sp.</i>	+	+	+

(+) présent ; (-) absent

3-2. Caractérisation quantitative de la charge parasitaire des eaux usées de Kénitra

- Etude par groupes d'helminthes

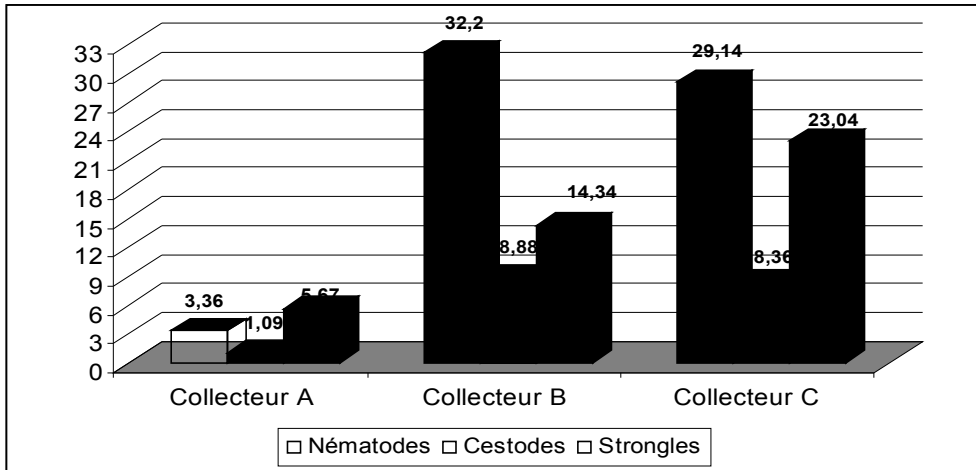


Figure 2 : Répartition de la concentration moyenne en œufs d'helminthes parasites dans les eaux usées brutes de la ville de Kénitra des collecteurs urbains (A, B et C)

Au cours de la présente étude, le suivi parasitologique des eaux usées des collecteurs urbains A, B et C de la ville de Kénitra montre qu'elles sont contaminées par les œufs d'helminthes parasites avec une concentration moyenne de 27,6 œufs/L ($\pm 10,8$). Ces œufs sont répartis entre deux classes : les œufs de Nématodes et les œufs de Cestodes avec des concentrations moyennes respectives de 21,56 œufs/L ($\pm 15,8$) et 6,11 œufs/L ($\pm 4,4$). La concentration moyenne en œufs de Strongles digestifs est de l'ordre de 14,35 œufs/L ($\pm 9,1$). Les différentes concentrations moyennes trouvées en œufs d'helminthes dans les eaux usées au niveau des trois collecteurs prospectés sont illustrées dans la **Figure 2**.

Les résultats de la charge parasitologique des eaux usées de collecteurs A, B et C en fonction des saisons sont regroupés dans les **Tableaux 2, 3 et 4**.

Tableau 3 : *Variation saisonnière de la charge parasitaire des eaux usées de collecteur A (Zone industrielle de Kénitra)*

Saison	Nématodes		Cestodes		Strongles	
	Aut. - Hiver	Moyenne	1,64 (± 3,6)	Moyenne	1,36 (± 3,0)	Moyenne
Pri. - Été	Moyenne	5,08 (± 4,9)	Moyenne	1,17 (± 1,8)	Moyenne	2,89 (± 2,8)

Aut. : Automne; Hiver; Pri. : Printemps; Été.

Tableau 4 : *Variation saisonnière de la charge parasitaire des eaux usées de collecteur B (Zone Saknia, Kénitra)*

Saison	Nématodes		Cestodes		Strongles	
	Aut. – Hiver	Moyenne	24,98 (± 18,1)	Moyenne	7,67 (± 8,7)	Moyenne
Pri. - Été	Moyenne	39,41 (± 14,2)	Moyenne	10,89 (± 6,5)	Moyenne	7,67 (± 9,0)

Aut. : Automne; Hiver; Pri. : Printemps; Été.

Tableau 5 : *Variation saisonnière de la charge parasitaire des eaux usées de collecteur C (Ancienne Médina et Abattoir de Kénitra)*

Saison	Nématodes		Cestodes		Strongles	
	Aut. – Hiver	Moyenne	27,28 (± 11,8)	Moyenne	7,52 (± 7,1)	Moyenne
Pri. – Été	Moyenne	31,02 (± 8,8)	Moyenne	9,23 (± 7,3)	Moyenne	17,23 (± 4,8)

Aut. : Automne; Hiver; Pri. : Printemps; Été.

Le test statistique (Chi²) des concentrations moyennes en œufs d'helminthes montre que la différence entre les deux périodes de prélèvement est significative, seulement pour les œufs de Strongles, au niveau des échantillons d'eaux usées de collecteur (C) (P<0,05).

- Etude par espèces d'helminthes

Les variations des concentrations moyennes en œufs d'helminthes dans les eaux usées brutes au niveau des collecteurs A, B et C sont représentées dans les **Figures 3 a, 3 b et 3 c**.

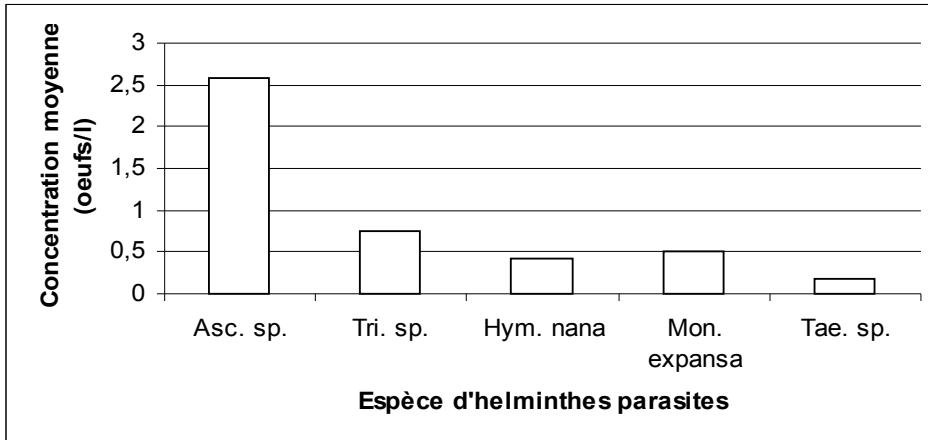


Figure 3 a : Concentration moyenne des œufs d'helminthes parasites dans les eaux usées de la zone industrielle (Nord-Est de Kénitra) (Collecteur A)

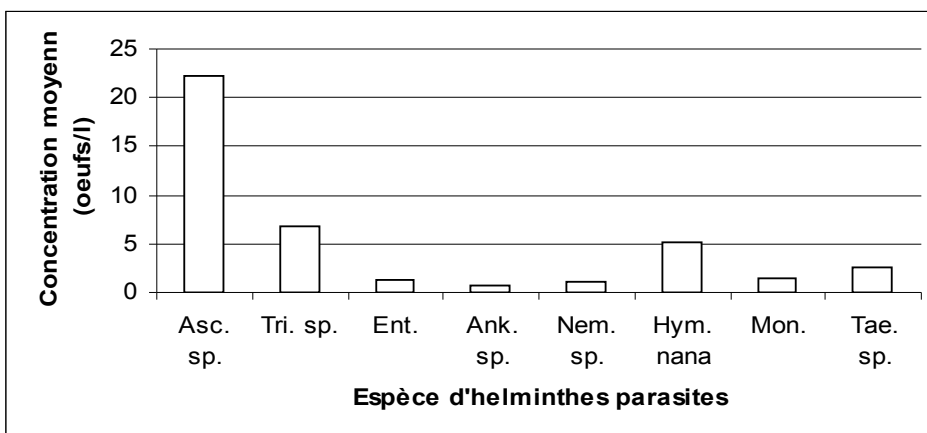


Figure 3 b : Concentration moyenne des œufs d'helminthes parasites dans les eaux usées de Saknia-Est Kénitra) (Collecteur B)

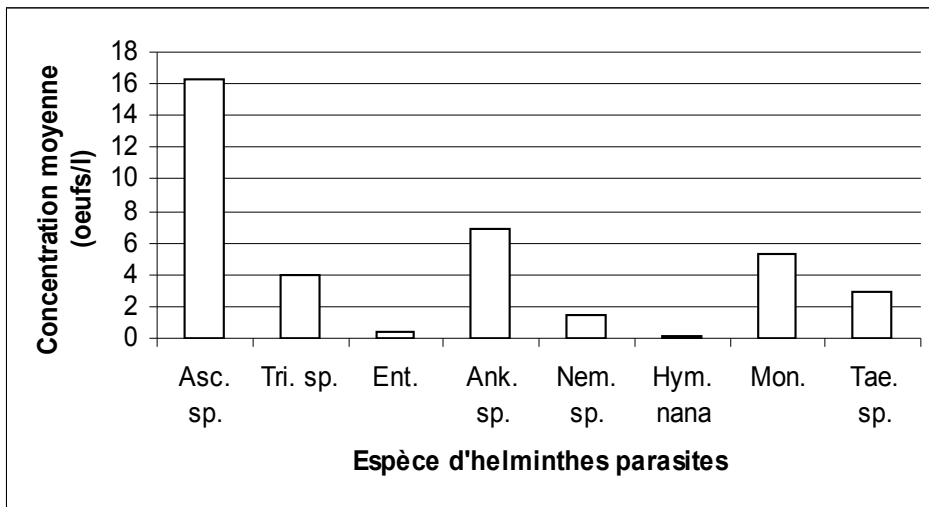


Figure 3 c : *Concentration moyenne des œufs d'helminthes parasites dans les eaux usées de l'ancienne Médina et d'abattoir de Kénitra (Collecteur C)*

Le test statistique (Chi²) des concentrations moyennes en œufs d'helminthes dans les eaux usées de différents collecteurs montre que :

*** Pour les Nématodes :**

- Collecteur A et Collecteur B : la différence est très significative avec $p < 0,00001$
- Collecteur A et Collecteur C : la différence est très significative avec $p < 0,00001$
- Collecteur B et Collecteur C : la différence est non significative.

*** Pour les Cestodes :**

- Collecteur A et Collecteur B : la différence est significative avec $p < 0,01$
- Collecteur A et Collecteur C : la différence est significative avec $p < 0,01$
- Collecteur B et Collecteur C : la différence est non significative.

*** Pour les Strongles :**

- Collecteur A et Collecteur B : la différence est non significative
- Collecteur A et Collecteur C : la différence est très significative avec $p < 0,00001$
- Collecteur B et Collecteur C : la différence est non significative.

4. Discussion

Dans ce travail d'ensemble consacré à l'étude de la pollution parasitologique par les eaux usées brutes, on s'est proposé de caractériser la charge parasitaire des eaux usées de trois collecteurs urbains de la ville de Kénitra (collecteurs A, B et C). Les résultats concernant les échantillons des eaux usées mettent en évidence des concentrations très variées. Ces données révèlent une pollution fécale véhiculée par ces effluents bruts. En outre, nos résultats sont en accord avec ceux de *Nsom-Zamo et al.*, [3] et de *Belghyti et al.*, [4] trouvés lors des études réalisées à Kénitra (Maroc). Elles sont du même ordre que celles qui sont mises en évidence dans les eaux usées des villes de Téhéran et Ispahan en Iran [7]. Les eaux usées de la ville de Kénitra sont faiblement chargées par rapport aux eaux usées de certains pays d'Amérique Latine comme le Brésil avec 1490 œufs/L [8] et très chargées par rapport aux eaux usées de certaines villes africaines comme Dakar au Sénégal [9] et Yaoundé au Cameroun [10].

L'analyse qualitative a permis de recenser trois groupes d'helminthes dans les échantillons d'eaux usées : les Nématodes, les Cestodes et les Strongles, avec une nette prédominance des Nématodes par rapport aux autres. Aucun œuf des Trématodes n'a été identifié durant la période d'étude. La prédominance des œufs de Nématodes est également mise en évidence dans d'autres travaux réalisés en Tunisie [11], en France [12] et au Maroc [13,14]. Elle est liée notamment au mode de vie de la population en question dont les habitudes culinaires (consommation de la viande) ne favorisent pas la transmission des cestodoses [15]. Par ailleurs, *Schwartzbrod et al.*, [16]; *Bouhoum et al.*, [17]; *Alouni et al.*, [11]

et *Guessab et al.*, [18] ont rapporté que les œufs de la classe des Nématodes intestinaux sont plus résistants que ceux des Cestodes dans les eaux usées. Cette prédominance a été signalée par plusieurs auteurs au Maroc [4,19-23] et ailleurs dans le monde [11,12].

Les helminthes parasites isolés à partir des eaux usées de Kénitra sont représentés essentiellement par *Ascaris sp.*, *Trichuris sp.*, *Enterobius vermicularis*, *Nematodirus sp.*, *Ankylostoma sp.*, les Strongles (*Strongyloides sp.*), *Taenia sp.*, *Hymenolepis nana* et *Moniezia sp.*, avec une prédominance des œufs d'*Ascaris sp.* (**Figures 3 a, 3 b et 3 c**). Cette diversité parasitaire rapportée par d'autres auteurs montre que les sources de contamination sont d'origines humaine et animale [24].

Cette étude a également mis en évidence les variations saisonnières qualitatives et quantitatives des œufs d'helminthes dans les eaux usées des différents collecteurs de la ville de Kénitra (**Tableaux 3, 4 et 5**). Cette variation se traduit par des teneurs élevées en œufs d'helminthes, principalement pour les œufs de Nématodes et les œufs de Cestodes, pendant la période de Printemps-été et des teneurs faibles en période d'Automne-hiver.

En revanche, on note des teneurs très élevées des œufs de Strongles pendant la période d'Automne-hiver et des faibles teneurs pendant la période de Printemps-été. Ces observations rejoignent les travaux de *Habbari* [22] à Marrakech; de *Chalabi* [24] à Rabat; de *Dssouli et al.*, [26] et de *Mrabet* [15] à Oujda; de *Amahmid. et al.*, [27]; *Bouhoum et al.*, [14] à Marrakech et de *Naour* [28] à Beni-Mellal. En revanche, *Firadi* [23] 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 ville à climat aride. Par ailleurs, plusieurs auteurs ont rapporté que cette différence de concentration entre ces deux périodes est due à l'augmentation de la prévalence parasitaire des verminoses au Printemps [29,30]. Alors que l'OMS [31] 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. Les œufs de Strongles sont plus abondants dans les échantillons d'eaux usées de la période Automne-hiver au niveau de collecteur (C).

D'après, une enquête faite auprès de l'abattoir municipal de Kénitra, on a renseigné sur le degré d'infestation chez les troupeaux abattus au niveau de cet abattoir. Ils sont hautement infestés par ces vers parasites pendant la période Automne-hiver. C'est également ce qu'ont démontré des études antérieures [15]. Le test χ^2 a donné une valeur F de 6,74. Cette différence est statistiquement significative ($P < 0,05$). Les animaux abattus dans les abattoirs lors de cette période étant hautement infestés. En particulier, les Strongyloses digestives ont un caractère saisonnier et les infestations se font en particulier en période des pluies en raison de la grande sensibilité des larves infestantes des strongles à la dessiccation [32].

Les concentrations moyennes en œufs d'helminthes rencontrés dans les eaux usées de la ville de Kénitra varient selon les collecteurs prospectés. La même observation a été faite par *Nsom-Zamo* [3] et *Belghyti et al.*, [4] à Kénitra. Nos résultats sont similaires à ceux trouvés à Oujda par *Mrabet* [15] et *Dssouli* [33]. La comparaison des résultats des analyses parasitologiques des différents collecteurs d'eaux usées de la ville de Kénitra nous permet de constater que le collecteur B (Zone de Saknia) présente la charge la plus élevée avec 32,2 œufs/L pour les Nématodes et 9,88 œufs/L pour les Cestodes et le collecteur B (Ancienne Médina et Abattoir) en second lieu avec 29,14 œufs/L pour les Nématodes et 8,38 œufs/L pour les Cestodes. Le collecteur A (Zone industrielle) présente la plus faible charge parasitaire avec 3,36 œufs/L pour les Nématodes et 1,09 œufs/L pour les Cestodes. Cette différence de teneur peut s'expliquer par le fait que le collecteur (B) draine plus de 70 % des eaux usées rejetées par la ville et, par conséquent, le nombre d'habitants raccordés au collecteur B (213 000 habitants) est plus élevé que celui desservi par les autres collecteurs A et C. Ceci, selon une enquête démographique et socio-économique réalisée par l'Agence Urbaine de Kénitra [34]. D'après *Bouhoum* [17], la teneur en œufs d'helminthes dans

les eaux usées est fortement liée au facteur de développement démographique. Des œufs de strongles digestifs ont été également observés dans les échantillons analysés de collecteur (C), la présence de ces éléments parasites dépend dans une large mesure de rejet d'abattoir municipal. De ce fait les eaux usées résultantes sont très concentrées en œufs d'helminthes. Par ailleurs, les eaux usées de cet effluent susceptible de contenir des kystes de protozoaires autres que les œufs d'helminthes intestinaux.

D'après les résultats de l'enquête démographique et socio-économique réalisée par l'Agence Urbaine de Kénitra [34], la population des quartiers drainés par le collecteur (B) a des profils socio-économiques généralement très bas par rapport à la population des autres quartiers raccordés aux collecteurs (A) et (C). On signale aussi la différence au niveau de type d'habitat, le nombre de logement, la densité des logements (log/ha) et la densité de population (hab/ha) pour l'ensemble des quartiers drainés par ces trois collecteurs urbains (**Tableau 1**).

En outre, les eaux usées drainées par le collecteur (A) présentent une charge en œufs d'helminthes qualitativement et quantitativement très faible par rapport à celles des collecteurs (B) et (C). Ceci trouverait son explication dans la typologie des eaux usées à dominante industrielle. Les faibles teneurs en œufs d'helminthes enregistrées au niveau de ce collecteur seront dues essentiellement à la dilution par les effluents industriels et au faible nombre d'habitant raccordés au collecteur (A). Statistiquement, la différence des concentrations en œufs d'helminthes est très significative pour les œufs de Nématodes entre les collecteurs A, B et C ($P < 0,00001$). Pour les œufs de Cestodes, cette différence est significative entre les deux collecteurs (A) et (B) et entre les collecteurs (A) et (C) avec ($P < 0,01$). Pour les œufs de Strongles, la différence est statistiquement très significative avec ($P < 0,00001$) seulement entre le collecteur (A) et le collecteur (C). Il apparaît par conséquent clair que l'abondance de la charge parasitaire dans les eaux usées de collecteurs (B) et (C) par rapport à celle du collecteur (A) prend son origine sur les différences de statut démographique et socio-économique des

populations raccordées à chaque collecteur prospectés. Ceci a été signalé également dans de nombreuses études réalisées dans le monde [35-38] et au Maroc [19,33,39]. Une étude réalisée à Yaoundé (Cameroun) a montré que l'assainissement liquide a une influence sur les niveaux socio-sanitaires et environnementaux en zone d'habitat planifié [40].

5. Conclusion

Au terme des suivies effectués sur les trois collecteurs des agglomérations urbaines de la ville de Kénitra, les résultats de l'analyse parasitologique des eaux usées brutes montrent une grande différence dans la concentration et la diversité des œufs d'helminthes parasites identifiés.

Cette présente étude a permis aussi de tirer les conclusions suivantes :

- Les concentrations en œufs d'helminthes varient d'un collecteur à l'autre et en fonction des quartiers drainés, ceci est dû à la taille de la population raccordée à chaque collecteur prospectés et au niveau socio-économique des populations urbaines;
- Aussi, la charge parasitaire dans les eaux usées de la ville de Kénitra est en fonction de la période de prélèvement, ce qui montre que la concentration des eaux usées brutes en œufs d'helminthes varié en fonction des saisons;
- Les teneurs en œufs d'helminthes mises en évidence dans les échantillons d'eaux usées analysés sont comparables à celles qui sont rencontrées dans les travaux antérieurs effectués à la ville de Kénitra [3-4].
- Les concentrations en œufs d'helminthes parasites rencontrés dans les échantillons d'eaux usées de Kénitra dépassent largement les normes recommandées par l'*Organisation Mondiale de la Santé* [41] et le Comité Normes et Standards Marocain pour les eaux destinées à l'irrigation des cultures (≤ 1 œuf viable de Nématode par litre). Ceci représente un risque sanitaire énorme en cas d'une réutilisation sans traitement

préalable. C'est le cas de périmètre péri-urbain "Fouarat/Saknia", où la pratique de la réutilisation sans la moindre précaution de ces eaux usées brutes en agriculture a été observée.

Les activités des agglomérations urbaines de la ville de Kénitra ont à l'origine d'un accroissement de rejets des eaux usées et par conséquent, d'une pollution environnementale dont la gravité varie. Sur le plan de la lutte contre cette pollution, les efforts déployés en matière de dispositifs d'épuration sont encore absents au niveau de la ville de Kénitra. Afin d'éliminer les risques écologiques et sanitaires engendrés par le rejet des eaux usées à l'état brut aux milieux récepteurs (Sebou et lac Fouarat), il est impératif de construire une station d'épuration.

Remerciements

Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet PARS BIO N° 148, Université Ibn Tofail, Faculté des Sciences de Kénitra. Maroc. Nos vifs remerciements au Ministère de l'Education Nationale, de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche Scientifique et de la Formation des Cadres. Rabat, Maroc.

Références

- [1] - DEM. "Rapport sur l'état de l'environnement du Maroc" Ouvrage publié à l'occasion de la 7^{ème} session de la conférence des parties à la convention- cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Marrakech du 29 Octobre au 9 Novembre (2001) 292.
- [2] - OMS. "Analyse des eaux résiduaires en vue de leur recyclage en agriculture" *Manuel des techniques de laboratoire en parasitologie et bactériologie*, Genève. (1997) 31.
- [3] - A. C., Nsom-Zamo, "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)" *Th. Doct. Fac. Sci. Kénitra*. (2003) 160.

- [4] - D. Belghyti, K. El Kharrim, J. Bachikh, C. Gabrion, «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, 25-28 Avril (1994) Tome II.
- [5] - J. Golvan, «Les nouvelles techniques de parasitologie». Ed. Flammarion Médecine-Sciences (1985).
- [6] - K. Bouhoum, «Devenir des œufs d'helminthes au cours d'un traitement expérimental d'épuration par bassin de stabilisation». Th. 3^{ème} cycle. Fac. Sci. Marrakech. (1987) 179.
- [7] - A. H. Mahvi and E. B. Kia, "Helminth eggs in raw and treated wastewater in the Islamic Republic of Iran" *Eastern Mediterranean Health Journal*, Vol. 12, Nos 1/2, (2006) 137-143p.
- [8] - D. D. Mara et S. A Silva., "Removal of intestinalis nematode eggs in tropical waste stabilisation ponds" *J. Trop. Med. Hyg.* 89 (1986) 71-74.
- [9] - S. Niang, "Utilisation des eaux usées dans l'agriculture urbaine en Sénégal - cas de la ville de Dakar" Visite d'Etude et Atelier International sur la réutilisation des eaux usées en agriculture urbaine : un défi pour les municipalités en Afrique de l'Ouest. Rapport final, 3-8 juin 2002. Ouagadougou - Burkina Faso. (2002) 165-180p.
- [10] - I. M Kengne, D. Endamana, L. Soh et J. Nya, "Réutilisation des eaux usées pour l'agriculture urbaine dans la ville de Yaoundé" Visite d'Etude et Atelier International sur la réutilisation des eaux usées en agriculture urbaine: un défi pour les municipalités en Afrique de l'Ouest. Rapport final, Ouagadougou - Burkina Faso. (2002) 116-123p.
- [11] - Z. Alouini, H. Achour, A. Alouini, "Devenir de la charge parasitaire des eaux usées traitées dans le réseau d'irrigation "Cebala" in Zekri, Laajini A." (Ed) agriculture durabilité et environnement. Zaragoza: CIHEAM, (1995) 117-124.

- [12] - J. L. Stien et J. Schwartzbrod, "Devenir des œufs d'helminthes au cours d'un cycle d'épuration des eaux usées urbaines" *Revue internationale des séries de l'eau*, 3 (3/4): (1987) 77-82.
- [13] - M. Abouelouafa "Traitement et réutilisation des eaux usées en agriculture au Maroc Oriental (Oujda): Etude physico-chimique, agronomique et sanitaire" *Thèse de Doctorat. Fac. Sci. Oujda.* (2002) 141p.
- [14] - K. Bouhoum, O. Amahmid and S. Asmama, "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.* (2002) P :582-586.
- [15] - K. Mrabet, "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" *Th. 3^{ème} cycle. Fac. Sci. Oujda.* (1991) 120p.
- [16] - J. Schwartzbrod et S. Banas "Parasite contamination of liquid sludge from urban wastewater treatment plants" *Wat. Sci. Tech.*, Vol. 47 N°3. (2003) pp163-166.
- [17] - K. Bouhoum "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 Doct. Univ. Marrakech.* (1996) 227p.
- [18] - M. Guessab, Bize J., J. Schwartzbrod, A. Mani, M. Morlot, N. Nivault et L. Schwartzbrod, "Wastewater treatment dry infiltration percolation on sand : results in Ben Sergao. Morocco" *Wast. Sci. Tech.*, 17 (1993) 91-95.
- [19] - A.-CL Nsom-Zamo, D. Belghyti and M. Lyagoubi, "Parasitological study of helminths eggs carried by the untreated wastewater of the Maamora urbain district (Kenitra-Morocco)" *Journal Européen d'Hydrologie*, tome 34, fasc. 2, (2003b) 245-250.

- [20] - A.-CL, Nsom-Zamo, D. Belghyti, M. Lyagoubi, K. El Kharrim, "Analyse parasitologique des eaux usées brute d'un effluent urbain de "la ville Haute" (commune de Maâmora, Kénitra, Maroc)" *Cahiers Santé* 13 (2003c) 269-272.
- [21] - KH. Habbari; A. Tifnouti, G. Bitton, A. Mandil, "Geohelminthic infections associated with raw wastewater reuse for agricultural purposes in Beni-Mellal. Morocco. *Parasitology International*. 48 (2002) 248-254.
- [22] - R. Firadi "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^{ème} cycle. Fac. Sci. Marrakech*. (1996) 114p.
- [23] - KH. Habbari, "Impact de l'utilisation des eaux usées sur l'épidémiologie des helminthiases et de la croissance chez l'enfant d'El Azouzia" *Th. 3^{ème} cycle. Fac. Sci. Marrakech*. (1992).
- [24] - R Stot., T. Jenkins., M. Shabana et E. May "A survey of the microbial quality of wastewater in Ismailia, Egypt and the implications for wastewater reuse" *Wat. Sc. Tech.* 35 (11-12) (1997) 211-217.
- [25] - M. Chalabi, "Performance d'élimination des œufs d'helminthes et étude de leur viabilité dans le Chenal Algal à Haut Rendement" *Thèse de 3^{ème} cycle. Fac. Sci. de Marrakech*. (1993) 120p.
- [26] - KH. Dssouli, "Traitement et réutilisation des eaux usées en agriculture au Maroc Oriental (Oujda): Etude des helminthes parasites" *Thèse de Doctorat. Fac. Sci. Oujda*. (2002) 133p.
- [27] - O. Amahmid, S. Asmama et K. Bouhoum, "Urnab wastewater treatment in stabilization ponds: occurrence and removal of pathogens" *Urban Water*, 4 (2002) 255-262.
- [28] - N. Naour, "Impact de la réutilisation des eaux usées en agriculture sur la contamination des cultures par les œufs d'helminthes" *Thèse de 3^{ème} cycle, Université Cadi Ayyad, Fac. Sci. Marrakech*, (1996) 101p.
- [29] - R. Ait Abdelalai, "Les parasitoses intestinales dans la province de Marrakech de 1978 à 1982". *Thèse Médecine. Fac. Mèd. Phar. Casablanca* (1983).

- [30] - A. Khnifi, «Parasitoses intestinales au centre hospitalier d'Oujda de 1978 à 1986». *Thèse de Médecine. Fac. Méd. Phar. Casablanca.* (1987) 175p.
- [31] - OMS, « 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 (1989).
- [32] - D. Richard, "L'haemonchose du dromadaire" *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 42 (1989) 45-53.
- [33] - KH. Dssouli, "Traitement et réutilisation des eaux usées en agriculture au Maroc Oriental (Oujda): Etude des helminthes parasites" *Th. Doct. Univ. Oujda.* (2001) 133p.
- [34] - A. U. K. (Agence Urbaine De Kenitra) "Enquête démographique et socio-économique de la ville de Kénitra" (2000).
- [35] - B. Jimenez, C. Maya, E. Sanchez, A. Romero, L. Lira, J. A. Barrios, "Comparaison of the quantity and quality of the microbiological content of sludge in countries with low and high content of pathogens" *Water. Sci. Tech.* 2002, 46 (10) (2002) 17-24.
- [36] - H. Yilmaz, N. Akman, A. Godekmerdan, Y. Goz, "Effect of socioeconomic status and emmigration on the distribution of intestinal parasites in 0-14 years old children" *Van Medical Journal*, 4 (4) (1997) 205-210.
- [37] - A. Celikoz, S. Demirtas, Z. Sumer, S. Özçelik, G. Saygi, "A survey of intestinal parasites in orphan of Orphanage in Sivas" *Acta Parasitologica Turcica*, 21(1) (1997) 45.
- [38] - A. Üner, M. A Özcel, N. Daldal, Y. Özbel, T. Iplikçi, F. Karacasu, A. Özbilgin, Z. Alkan, "La recherche des parasites intestinaux chez les enfants dans deux villages de Cukurova" *Acta Parasitologica. Turcica*, XV (3-4) (1991) 92-96.
- [39] - H. Ziad, "Contribution à l'évaluation de la contamination des eaux usées de la ville de Rabat - Salé par les protozoaires" *Mémoire CEA, IAV Hassan II. Rabat.* (1992) 30p.

- [40] - J. Wethe, M. Radoux et E. Tanawa, "Assainissement des eaux usées et risques socio-sanitaires et environnementaux en zones d'habitat planifié de Yaoundé (Cameron)". *VertigO. La revue en sciences de l'environnement*, Vol 4 N°1 (2003) 1-12.
- [41] - UJ. Blumenthal, D. Mara Duncan, A. Peasey, Guillermo Ruiz-Palacios, R. Stott, "Guidelines for the microbiological quality of treated wastewater used in agriculture: Recommendations for revising" WHO guidelines. *Bull of the World Health Organization*, 78 (9) (2000) 1104-1116.