

RESEARCH ARTICLE

MONITORING OF THE PARASITIC LOAD WASTEWATER OF OUEDOUISLANE AND OUEDBOUSHAK FROM THE CITY OF MEKNES MOROCCO

*Ouarrak, K., Chahlaoui, A. and Taha, I.

Equipe Gestion et valorisation des ressources naturelles, Laboratoire Santé et environnement, Faculté des Sciences, Université Moulay Ismail, Meknès, Maroc

Accepted 28th June, 2017; Published Online 31st July, 2017

ABSTRACT

Order to assess the major risk generated by wastewater effluents to human health and the environment, a qualitative and quantitative analysis of the parasitic load of the raw sewage from OuedOuislane and OuedBouishak of the city of Meknès (Morocco) was carried out. Monitoring was carried out at the main sewage collectors of OuedOuislane (CO) and OuedBouishak (CB). Thirteen samples were taken every hour, from 7 am to 19 pm during one day in December 2016 and analyzed by the modified Bailenger method and by the Faust method. For the 13 samples studied, predominant cysts of protozoa (*Entamoeba histolytica*, *Entamoeba coli*, *Giardia lamblia* and *Blastocystis hominis*). On the helminth eggs (*Ascarislumbricoides*, *Trichuristrichiura*, *Enterobiusvermicularis*, *Ankylostomadiudinal* and *Hymenolepis nana*, *Taeniasaginata*). The pests listed predict a potential impact on human health and the environment. According to this study, we could argue that the appropriate time for sampling would be between 10 AM and 11 AM.

Key words: Wastewater, Monitoring, Parasitic load, OuedOuislane, OuedBouishak, Meknes, Morocco

INTRODUCTION

La pression démographique, le rythme d'urbanisation et l'activité industrielle et agricole sont des phénomènes qui agissent directement sur les ressources en eau, ce qui aboutit à la détérioration de la qualité des eaux. Par conséquent, cette pression quantitative sur la ressource en eau, à travers les rejets de déchets liquides et solides, se manifeste alors sous forme de

Menaces sociales, économiques et environnementales.

L'économie marocaine se base essentiellement sur le secteur agricole dont son développement est subordonné de la disponibilité des ressources en eaux. Jusqu'à nos jours, l'irrigation par les eaux usées est une pratique millénaire qui demeure l'outil le plus adéquat pour développer le secteur agricole [Debbah, 2004]. Pour mieux appréhender le déficit hydrique, la réutilisation des eaux usées pour l'irrigation des cultures présente une alternative de choix [Khouri et al., 1994], [Maarouf, 2002]. En effet, ces eaux usées sont considérées économiquement approuvables en contribuant à l'amélioration de rendement agricole par leur volume de plus en plus important et par leur richesse en éléments fertilisants. Toutefois, cette réutilisation peut, néanmoins, présenter des risques sanitaires à la fois pour la

population humaine, le cheptel et l'environnement [Mara and Cairncross, 1989; Feachem et al., 1983; Prost and Boutin, 1989], [Gaspard and Schwartzbrod, 1993]. Des études ont été faites par plusieurs auteurs dans différentes villes des pays en développement à Ghana [Obuobie et al., 2006], au Katmandu [Rutkowski et al., 2007] et à Phnom Penh [Van Der Hoek et al., 2005], qui ont montré la relation entre la mauvaise qualité des eaux et les maladies hydriques. Ces maladies, acquises par l'ingestion d'eau de mauvaise qualité, aboutissent à une contamination par une grande variété d'agents biologiques pathogènes avec potentialité d'infection cutanéomuqueuse, pulmonaire ou digestive à l'origine de sinusites, de diarrhées, de nausées, de surinfection de plaies, d'infestations parasitaires, d'hépatites ou encore de la leptospirose. Quant au pic de la charge parasitaire, plusieurs études ont montré que l'heure de prélèvement diffère d'un site à un autre. Dans le même contexte, nous avons voulu déterminer l'optimum d'activité des rejets des eaux usées brutes d'Oued Ouislane et Oued Bouishak de la ville de Meknès (Maroc) au cours d'une journée par le biais de l'évaluation qualitative et quantitative de la charge parasitaire.

ZONE D'ETUDE

La ville de Meknès est située au nord-ouest du Maroc, à 60 km à l'ouest de la capitale spirituelle Fès et à 140 km à l'est de capitale administrative Rabat. Elle est ancrée sur le plateau de Sais, entre le moyen Atlas au sud et les collines pré-rifaines au nord. L'altitude de la ville de Meknès est de l'ordre de 500 mètres. Dans le plateau de Meknès une diminution d'altitude

*Corresponding author: Ouarrak, K.,

Equipe Gestion et valorisation des ressources naturelles, Laboratoire Santé et environnement, Faculté des Sciences, Université Moulay Ismail, Meknès, Maroc.

s'opère du sud vers le nord suivant une pente moyenne de l'ordre de 12%. Elle passe de 1000 m au niveau d'El Hajeb à 550 m au niveau de la ville de Meknès. Selon la classification d'Emberger, le climat de la région de Meknès est dans l'étage bioclimatique de type méditerranéensémi-aride à hiver tempéré. Sur le plan administratif (Figure 1), la ville regroupe quatre communes urbaines localisées au niveau du plateau du Sais-Meknès, à savoir : Meknès, Al Machouar-Stinia, Ouislane et Toulal. La ville bénéficie de sols fertiles lui assurant une grande richesse est renforcée par l'importance de son hydrographie. Trois cours d'eau traversent la ville de Meknès : Oued Bouishak qui reçoit les eaux usées du centre de Toulal et la partie Ouest de la ville, Oued Boufekrane localisé au centre-ville, et Oued Ouislane qui reçoit les eaux usées de la partie Est de la ville et du centre d'Ouislane. Les effluents d'oued Ouislane et d'oued Bouishak sont utilisés comme ressources hydriques pour l'irrigation agricole et lavage des maraîchages.

par ajout du formol 10% (2 ml/l d'eau usée) et sont transportés dans une glacière (à une température de 4°C) au laboratoire. L'évaluation de la charge parasitaire était déterminé par deux techniques : technique de concentration de Bailenger modifiée fortement recommandée par [O.M.S, 1997], et la technique de Faust (méthode par flottation avec une solution de sulfate de zinc (33 % ; densité, $d = 1,18$) [Rodier et al., 1996]. L'identification des œufs a été faite grâce au protocole de l'OMS, au manuel de diagnostic de verminose par examen coprologique [Thienpont et al., 1979], et au manuel de parasitologie médicale de Viviane GUILLAUME [Gu. Viviane, 2007]. Les critères utilisés pour l'identification des parasites sont essentiellement : la taille, la forme, l'épaisseur de la coque, l'existence d'embryophore hexacanthé, la présence ou non de bouchons polaires et d'une larve à l'intérieur de l'œuf. La quantification est faite à l'aide d'une lame de Mac Master sous un microscope photonique.

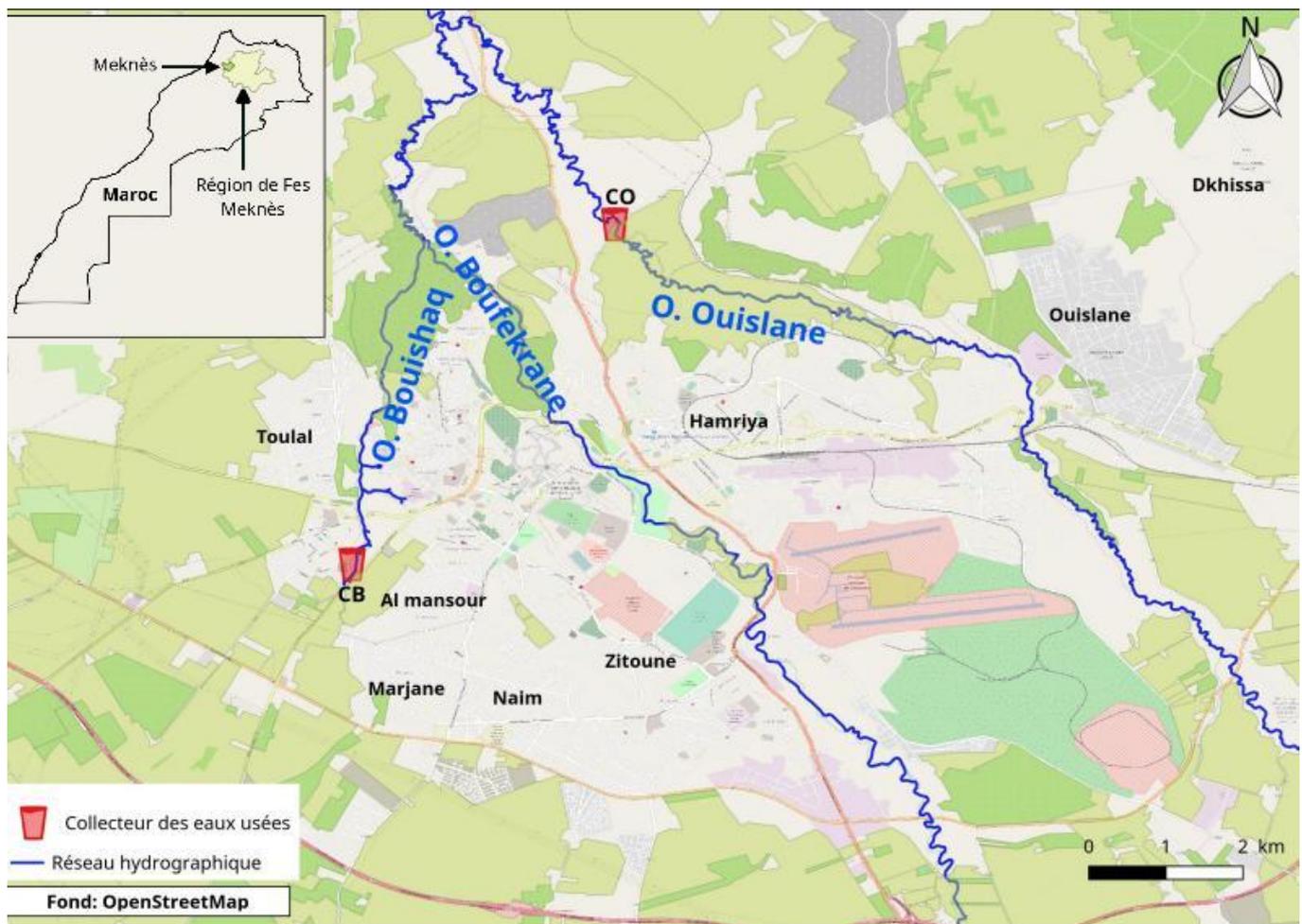


Fig. 1. Localisation de zone d'étude et les sites de prélèvement des eaux usées, (CO: collecteur Ouislane et CB : collecteur Bouishak)

MAETRIEL ET METHODES

Ce travail a été mené au niveau de deux collecteurs : collecteur A qui draine les eaux usées d'Oued Ouislane, et collecteur B qui draine les effluents d'Oued Bouishak (Figure 2). Des prélèvements d'eaux usées brutes ont été effectués au cours d'une journée de 7 heures du matin jusqu'aux 17 heures du mois de Décembre 2016 à la sortie des collecteurs A et B. L'échantillonnage séquentiel et ponctuel des eaux usées a été effectué. Treize prélèvements de 2 litres chacun à 1 heure d'intervalle étaient effectués pour apprécier la variation temporelle journalière. Les eaux prélevées ont été conservées

Le nombre total des œufs d'helminthes ainsi que celui des kystes de protozoaires par litre (N) est calculé à l'aide de la formule suivante :

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

Avec:

- N = nombre de parasites par litre d'échantillon d'eau usée.
- A = nombre de parasites comptés sur la lame de Mac Master
- 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)

Les analyses statistiques ont été réalisées grâce aux logiciels Microsoft Office Excel pour déterminer selon nos collecteurs (CO) et (CB) et selon l'heure de l'échantillonnage le nombre total de parasites, le nombre des différents groupes taxonomiques et les rangs respectifs des principales espèces parasitaires ainsi que leur abondance relative. Cette dernière permet d'appréhender la structure taxonomique des peuplements qui se calcule suivant la formule: $D = \frac{n}{N} \times 100$

Avec:

D = Abondance relative

n = Nombre d'individus de l'espèce

N = Nombre total d'individus récoltés.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

De nombreux parasites pathogènes ont été détectés au niveau du collecteur d'Oued Ouislane (CO) et du collecteur d'Oued Bouishak (CB). L'analyse quantitative des échantillons collectés a montré que les concentrations en parasites les plus élevées ont été notées entre 10 heure et 11 heure avec un pic à 11 heure (figure 3). Alors qu'une diminution progressive a été marquée entre 13 heure et 19 heure. Par conséquent, nos résultats concordent avec d'autres travaux [Thienpont et al., 1993; Halouani, 1995] et [Belghyti et al., 2003]. En effet, il a été constaté qu'une importante variation de la charge parasitaire d'un collecteur à l'autre à la même heure de prélèvement. En termes de quantité, les kystes de protozoaires et les œufs d'helminthes sont plus abondants au niveau du collecteur d'Oued Ouislane (CO) comparativement avec ceux du collecteur d'Oued Bouishak (CB).

Table 1. Les parasites identifiés des eaux usées des deux collecteurs

Parasites identifiées		Collecteur principal Ouislane (CO)	Collecteur principal Bouishak (CB)
Helminthes	Nematodes	Ascaris Lumbricoïdes	Ascaris Lumbricoïdes
		Trichuristricura	Trichuristricura
		Ankylostomadiudinal	Ankylostomadiudinal
		Enterobiusvermicularis	Enterobiusvermicularis
Cestodes	Hymenolepis nana	Hymenolepis nana	
	Taeniasaginata	-	
Protozoaires	Flagellés	Giardia lomblia	Giardia lomblia
		Entamoeba coli	Entamoeba coli
	Amibes	Entamoeba histolytica	Entamoeba histolytica
		Blastocystis hominis	Blastocystis hominis

N.B. - : absence l'espèce

Table 2. Les parasites identifiés et leur abondance relative dans les échantillons d'eaux usées collectées

Parasites identifiées		Collecteur principal Ouislane (Co)		Collecteur principal Bouishak (CB)	
		Abondance relative %		Abondance relative %	
Helminthes	Nematodes	Ascaris Lumbricoïdes	41,04	Ascaris Lumbricoïdes	34,79
		Trichuristricura	30,12	Trichuristricura	27,77
		Ankylostomadiudinal	13,41	Ankylostomadiudinal	19,82
		Enterobiusvermicularis	7,04	Enterobiusvermicularis	10,17
Cestodes	Hymenolepis nana	7,09	Hymenolepis nana	7,45	
	Taeniasaginata	1,3	Taeniasaginata	0	
Protozoaires	Flagellés	Giardia lomblia	34,90	Giardia lomblia	45,86
		Entamoeba coli	30,42	Entamoeba coli	22,83
	Amibes	Entamoeba histolytica	27	Entamoeba histolytica	18,89
		Blastocystis hominis	7,68	Blastocystis hominis	12,42

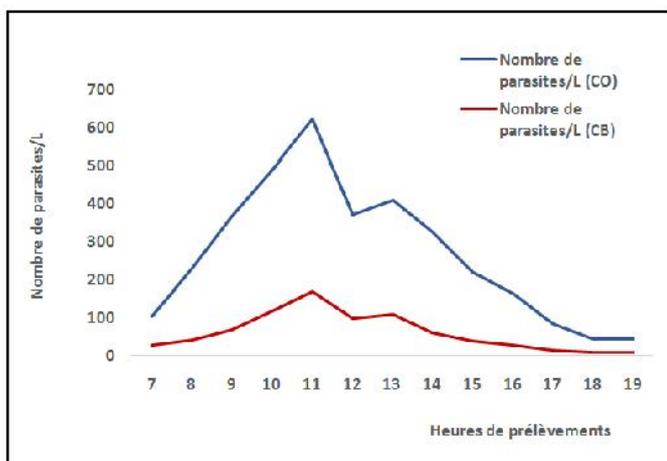


Fig. 2. Evolution journalière de la concentration des parasites au cours d'une journée au niveau des collecteurs d'oued Ouislane et d'oued Bouishak

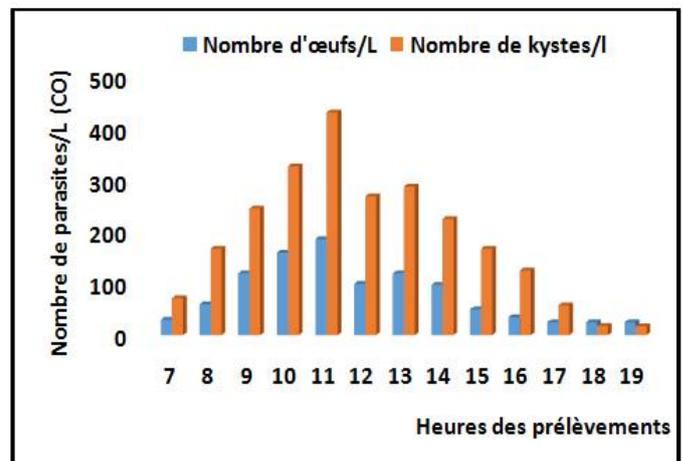


Fig. 3. Variation des kystes de protozoaires et œufs d'helminthes dans les eaux usées de collecteur d'oued Ouislane (CO)

Cette différence de flux parasitaire pourrait s'expliquer par le fait que la station Ouislanedraïne les eaux usées de 87.910 habitants tandis que la station deBouishakne collecte les eaux usées que de 19.077 habitants. Ces résultats sont également confirmés par d'autres travaux [Wiandt et al., 1998]. Le résultat de l'étude parasitologique des effluents des deux collecteurs ont permis de mettre en évidence une diversité parasitaire et une différence sur le plan quantitatif. En effet, Il est à noter qu'il y a dominance remarquable des kystes de protozoaires sur les œufs d'helminthes, ce qui concorde avec des travaux antérieurs [Alouini, 1993]. Aussi, le nombre moyen d'œufs d'helminthes montre une prédominance des nématodes par rapport aux cestodes.Ce résultat a été prouvé par plusieurs auteurs [Stein and Schwartzbrod, 1990; Bouhoum et al., 1994; Sylla and Belghyti, 2008; Khallaayoune, 1996; Stott et al., 1997; Dssouli et al., 2001] et [Benel Harkati, 2012] (Tableau 1). Les protozoaires ainsi détectés dans les eaux usées étudiées sont Entamoeba histolytica, Entamoeba coli, Giardia lamblia et Blastocystis hominis. Par contre les helminthes qualifiés sont les œufs d'Ascaris lombricoïdes, Trichuristricura, Enterobiusvermecularis, Ankylostomadiudinal et Hymenolepis nana, Taeniasaginata.

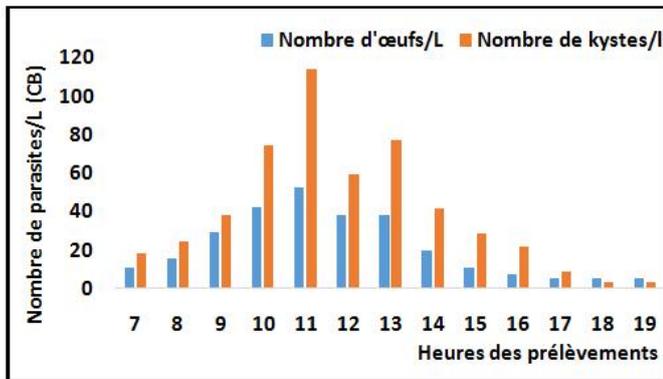


Fig. 4. Variation des kystes de protozoaires et d'œufs d'helminthes dans les eaux usées d'oued Bouishak (CB)

Le nombre moyen des kystes de protozoaires est relativement élevé, variant de 3 à 114 kystes/l, au niveau de collecteur d'Oued Bouishak (CB), alors que celui des œufs d'helminthes est nettement plus faible, soit 5 et 52 œufs/L. Par ailleurs les résultats du collecteur d'Oued Ouislane (CO) révèlent que les teneurs moyennes des protozoaires varient de 17 à 433 kystes/L, alors que celles des helminthes varient de 25 à 187 œufs/L. Au sein des protozoaires, la dominance des kystes de Giardia lamblia pour tous les échantillons étudiés durant toute la journée est remarquable et dépasse celles d'Entamoeba coli et d'Entamoeba histolytica et Blastocystice hominis (Tableau 2). Quant aux helminthes, l'Ascarislombricoïdes a été le plus rencontré par rapport aux autres types d'œufs, en présentant une abondance relative de 41,04 %. *Trichuristricura*, *Ankylostomadiudinal*, *Enterobiusvermicularis*, *Hymenolepis nana* et *Taeniasaginata* ont respectivement une abondance de l'ordre de (30,12 %), (13,41%), (07,04 %), (07,09 %) et (1,3 %) dans les eaux usées de collecteur principale Ouislane. Par contre au niveau du collecteur principale de Bouishak, l'Ascaris lombricoïdes présente une Abondance relative de 34,79% alors que celles de *Trichuristricura*, *Ankylostomadiudinal*, *Enterobiusvermicularis*, *Hymenolepis nana* et *Taeniasaginata* ont respectivement une abondance de l'ordre de (27,77 %), (19,82 %), (10,17%), (7,45 %) et (0 %)

Ces résultats sont comparables à ceux en France [Stien and Schwartzbrod, 1987], en Tunisie [Alouini, 1993], au Maroc [Bouhoum, 1994] et en Égypte [Stott et al., 1997]. En revanche aucun œuf de l'espèce *Taeniasaginata* n'a été décelé durant tous les heures d'échantillonnage au niveau des effluents d'oued Bouishak.

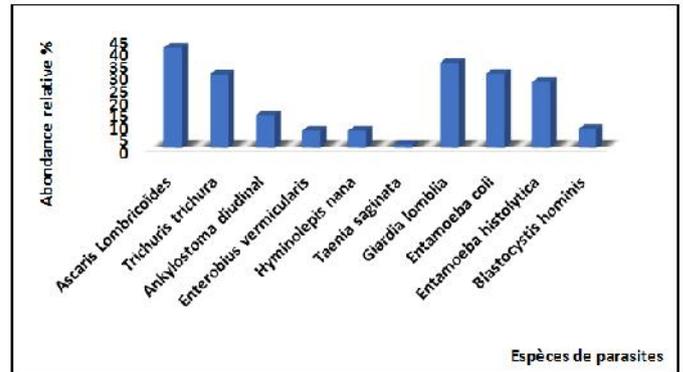


Fig. 5. Abondance relative des œufs d'helminthes et des kystes de protozoaires identifiés dans les eaux usées de collecteur d'oued Ouislane

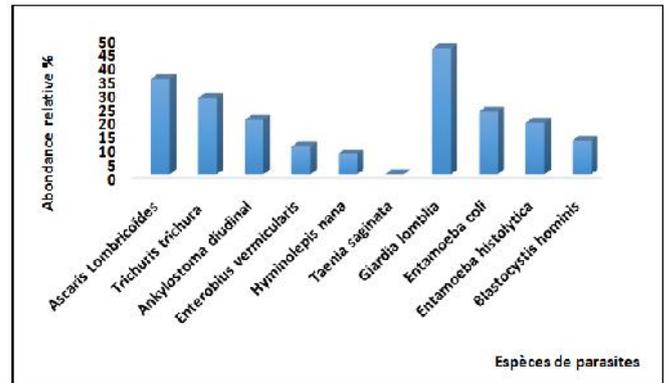


Fig. 6. Abondance relative des œufs d'helminthes et des kystes de protozoaires identifiés dans les eaux usées de collecteur d'oued Bouishak

Par ailleurs, ce polyparasitisme dominé par Giardia lamblia et Ascaris lombricoïdes pourrait s'expliquer par leur pouvoir de subsister dans les eaux usées. Aussi la contamination par ces eaux usées dans les réseaux d'assainissement constitue une autre possibilité de transmission.

Conclusion

Au terme de cette étude, basée sur l'analyse parasitologique des eaux usées des collecteurs d'oued Ouislane et d'oued Bouishak de la ville de Meknès Maroc, nous avons constaté qu'il y a une différence qualitative et quantitative de la charge parasitaire des eaux collectées. Par ailleurs, la pollution élevée a été enregistrée entre 10 et 11 heure du matin reflétant le rejet maximal des eaux usées. Cette charge parasitaire est en étroite corrélation avec l'activité humaine, la taille de la population urbaine et son niveau socioéconomique. Certes, ce flux parasitaire confirme une forte infestation de la population humaine et animale de la zone concernée. Le tri des œufs d'helminthes identifiés montre une prédominance des œufs de nématodes par rapport aux cestodes preuve de leur transmission facile et de leur pouvoir de contamination élevé. Quant aux trématodes, aucun œuf n'a été identifié (absence des œufs de trématodes revient à leur densité importante). Cette

étude parasitologique a prouvé aussi la présence des kystes de protozoaires : Giardia lamblia, Entamoeba histolytica, Entamoeba coli, et Blastocystis hominis. Par ailleurs une abondance relative élevée de Giardialamblia a été décelée. Ces microorganismes d'origine hydrique sont à l'origine des grandes épidémies historiques. Par conséquence, la surveillance et le suivi de la qualité des eaux usées paraient de plus en plus obligatoire.

BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

- Debbarh, A. 2004. L'irrigation au Maroc : un choix stratégique pour le développement agricole et la sécurité alimentaire. In Centre National de documentation du Maroc. Agriculture et sécurité alimentaire,
- Khouri, N., Kalbermatten, J.M. and Bartone, C.R. 1994. The reuse of wastewater in agriculture: A guide for planners.
- Maarouf, H. 2002. Analyse critique de l'efficacité des stations d'épuration des eaux usées au Maroc. Essai de maîtrise en environnement, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, 67 p
- Mara, D. and Cairncross, S. 1989. "Guidelines for the safe use of wastewater and excreta in agriculture and aquaculture. World Health Organization, Geneva".
- Feachem, R.G., Bradley, D.J., Garelick, H. and Mara, D.D. 1983. "Sanitation and disease: health aspects of excreta and wastewater management". World Bank Studies in Water Supply and Sanitation 3, Wiley, Chichester, UK.
- Prost, A. and Boutin, P. 1989. "Le risque infectieux lors de l'utilisation d'eaux usées en agriculture. TSM. Techniques sciences méthodes, génie urbain génie rural", 25-33.
- Gaspard, P. and Schwartzbrod, J. 1993. Irrigation with wastewater: parasitological analysis of soil. *Zbl Hyg*, 193: 513-20
- Obuobie, E., Keraita, B., Dansa, G., Amoah, P., Cofie, O., Raschid-Sally, L. and Drechsel, P. 2006. Irrigated Urban Vegetable Production in Ghana: Characteristics, Benefits and Risks, IWMI-RUAF-CPWF, IWMI, Accra, Ghana.
- Rutkowski, T., Raschid-Sally, L. and Buechler, S. 2007, Wastewater irrigation in the developing world – Two case studies from Katmandu Valley in Nepal. *Agricultural Water Management*, no 88, PP. 83–91.
- Van Der Hoek, W., Tuan Anh, V., Cam, P.D., Vicheth, C. and Dalsgaard, A. 2005, Skin diseases among people using urban wastewater in Phnom Penh. *Urban Agriculture Magazine*, no 14, PP. 30–31.
- Organisation mondiale de la santé (O.M.S), 1997. Analyse des eaux résiduaires en vue de leur recyclage en agriculture. Manuel des techniques de laboratoire en parasitologie et bactériologie, Genève. 31p.
- Rodier, J., Bazin, C., Broutin, J.P., Chambon, P., Champsaur, H. and Rodi, L. 1996. "L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer", 8e édition. Duno, Paris, France 1996.
- Thienpont, D. Rochette, F. and Van parijs, O.F.J. "Diagnosing Helminthiasis by Coprological Examination". Janssen Research Foundation, Beerse, Belgium, 1979, 187 pp.
- Gu. Viviane "Livre : Parasitologie, collection Biologie médicale pratique, année 2007".
- Thienpont, D., Cadillon, M., Reaumaux, Y. and Bize, J. 1993. Le traitement et valorisation des eaux usées d'Oujda. Rapport préliminaire du programme de coopération Franco-marocaine, collectivités locales.
- El Halouani, H. 1995. Réutilisation des eaux usées en agriculture et leur impact sur l'environnement (cas de la ville d'Oujda). Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences, Oujda.
- Belghyti, D., El Kharrim, K., Bachikh, J. and Gabrion, C. 2003. "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 Inst. Agron. Vet.*, 21 (4) : 155-177.
- Wiandt, S. Baleux, B. Bontoux, J. 1998. "Étude de l'efficacité de certaines stations d'épuration des eaux usées vis-à-vis de l'élimination de kystes de *Giardia* sp". *J Europ Hydro*, 28 : 283-96.
- Alouini, Z. 1993. "Flux de la charge parasitaire dans 5 stations d'épuration en Tunisie". *Rev. Sc. de l'eau* Stein J.L. & Schwartzbrod J. (1990) experimental contamination of vegetables with helmintheggs. *Wat*, *Sc. Tech.* 22 (9): 51-576: 453-463.
- Stein, J.L. and Schwartzbrod, J. 1990. "Experimental contamination of vegetables with helminth eggs". *Wat. Sc. Tech.* 22 (9): 51-57
- Bouhoum, K., Amahmid, O., Asmama, S. and Schwartzbrod, J. 1994. "Élimination des kystes de protozoaires pathogènes et des oeufs d'helminthes parasites par différents systèmes de traitement des eaux usées: lagunage, boue activée, roselière et sur-irrigation drainage". *4ème conférence internationale des limnologues d'expression Française*, Marrakech
- Sylla, I. and Belghyti, D. 2008. "Analyse parasitologique des eaux usées brutes de la ville de Sidi Yahia du Gharb (Maroc). *Revue Mondiale de la Recherche Biologique*. Vol 001, Issue 2, 1-10.
- Khallaayoune, K. 1996. "Réutilisation des eaux usées en agriculture : risque de transmission de parasites à l'homme et à l'animal. *Homme, Terre et Eaux*", 26 (103): 14-19.
- Stott, R., Jenkins, T., Shabana, M., and May, E. 1997. Stein, J.L. and Schwartzbrod, J. 1990. "Experimental contamination of vegetables with helminth eggs". *Wat. Sc. Tech.* 22 (9): 51-57. A survey of the microbial quality of wastewater in Ismailia, Egypt and the implications for wastewater reuse. *Wat. Sc. Tech.* 35 (11-12): 211-217
- Dssouli, K. Kharboua, M. Khallaayoune, K. Haloui, B. El Halouani, H. 2001. "Étude de la contamination parasitologique des cultures irriguées par les eaux usées dans le Maroc Oriental". *Actes Inst. Agron. Vet.*, 21 (4): 215-225.
- Benel Harkati, F., Elkharrim, K., Sadek, S., Elmarkhi, M. and Belghity, D. 2012. "Analyse parasitologique des eaux usées brutes de la ville de Sidi Yahia Du Gharb (Maroc)". *ScienceLib. Edition Mersenne*. Vol. 4, Issue 120711, 10p.
- Stien, J. L. and Schwartzbrod, J. 1987. "Devenir des œufs d'helminthes au cours d'un cycle d'épuration des eaux usées urbaines". *Revue internationale des séries de l'eau*, Vol 3, Issue 3/4, 77-82.