



Université Sidi Mohamed
Ben Abdellah Faculté des
Sciences et Techniques Fès

LQEE

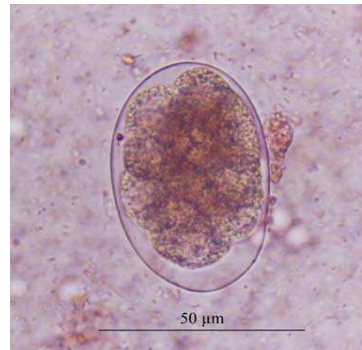
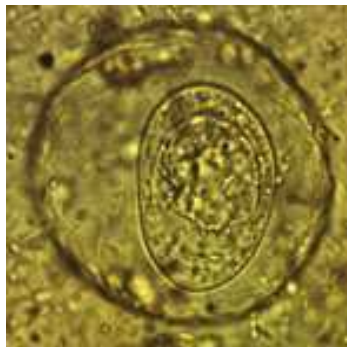
Laboratoire de Qualité
Eau Environnement de Fès

Projet de fin d'études

Filière : Licence Science et Technique(LST)

Option : Biotechnologie, Hygiène, et Sécurité des Aliments(BHSA)

Méthodes de recherche des œufs d'helminthes dans les eaux résiduaires de la ville de Fès



- ❖ Présenté par :
 - *Jihad Loukili*

- ❖ Encadrée par :
 - *Ing. Mohammadi Hadji (LQEE)*
 - *Pr. Fatima Fadil (FST, Fès)*

- ❖ Soutenu le : 16 juin 2011 devant le jury composé de :
 - *Ing. Mohammadi Hadji (LQEE)*
 - *Pr. Fatima Fadil (FST, Fès)*
 - *Pr. Khalid Derraz (FST, Fès)*

Année universitaire : 2010 /2011

Sommaire

<i>Introduction générale.....</i>	<i>1</i>
<i>Présentation de laboratoire.....</i>	<i>2</i>

Bibliographie

<i>Chapitre1 : généralités sur les caractéristiques de l'eau.....</i>	<i>5</i>
---	----------

<i>1 La potabilité de l'eau.....</i>	<i>5</i>
--------------------------------------	----------

<i>1.1 La potabilité microbiologique.....</i>	<i>6</i>
<i>1.2 La potabilité chimique.....</i>	<i>7</i>

<i>2 La pollution de l'eau.....</i>	<i>7</i>
-------------------------------------	----------

<i>3 Les types de pollution de l'eau</i>	<i>8</i>
--	----------

<i>3.1 La pollution physique.....</i>	<i>9</i>
<i>3.2 La pollution chimique.....</i>	<i>9</i>
<i>3.3 La pollution biologique.....</i>	<i>9</i>
<i>3.4 La pollution agricole.....</i>	<i>10</i>
<i>3.5 La pollution industrielle.....</i>	<i>11</i>
<i>3.6 La pollution domestique</i>	<i>11</i>

<i>Chapitre2 : Les différents types de maladies liées à l'eau.....</i>	<i>13</i>
--	-----------

<i>1 Les maladies liées à l'eau.....</i>	<i>13</i>
--	-----------

<i>1.1 Les maladies d'origine hydriques.....</i>	<i>13</i>
<i>1.2 Les maladies à support hydrique.....</i>	<i>14</i>
<i>1.3 Maladie transmises par des vecteurs liés à l'eau.....</i>	<i>14</i>

<i>2 Les maladies parasitaires.....</i>	<i>15</i>
---	-----------

<i>2.1 Oxyurose.....</i>	<i>15</i>
<i>2.2 Ascariidose</i>	<i>15</i>
<i>2.3 Trichocéphalose.....</i>	<i>16</i>
<i>2.4 Ankylostomose</i>	<i>16</i>
<i>2.5 Anguillulose (ou Strongyloïdose).....</i>	<i>16</i>
<i>2.6 Téniasis.....</i>	<i>16</i>

<i>Chapitre3 : la recherche des œufs d'helminthes.....</i>	<i>17</i>
--	-----------

<i>1 Définition.....</i>	<i>17</i>
--------------------------	-----------

<i>1.1 Maladie causé.....</i>	<i>18</i>
<i>1.2 Diagnostic.....</i>	<i>19</i>

1.3 Traitement.....	19
2 Classification.....	19
3 Méthode de recherche.....	21
3.1 Méthodes physiques.....	22
3.2 Méthodes physico-chimiques ou diphasiques.....	22
3.3 Méthodes spéciales.....	23

Matériels et méthodes

1 Prélèvement.....	25
1.1 Lieux de prélèvement.....	25
1.2 Type de prélèvement	25
2 Choix de la méthode et comparaison avec d'autres.....	25
3 Principe.....	26
4 Les avantages.....	26
5 Les inconvénients.....	27
6 Matériels et Réactifs.....	27
6.1 Réactif.....	27
6.2 Matériels.....	27
7 Méthode.....	28

Résultats et discussion

1 Résultats qualitatifs	35
2 Résultats quantitatifs.....	38
Conclusion générale.....	40
Références bibliographiques.....	41

Introduction

L'eau constitue un élément essentiel dans la vie et l'activité humaine. C'est un composant majeur de notre planète. Dans le monde présent, l'eau participe à toutes les activités quotidiennes notamment, domestiques, industrielles et agricoles ce qui le rend un élément récepteur exposé à tous les genres de pollution.

Le phénomène de la pollution contribue de façon considérable à la limitation des ressources en eau potable. Même dans les pays où les précipitations élevées garantissent un approvisionnement constant, la pollution peut perturber la production d'eau potable et en augmenter le prix de revient.

Polluer, c'est profaner, souiller, dégrader. La pollution comprend toute nuisance apportée à un écosystème par les rejets soit de substances toxiques, soit de substances exerçant une action perturbatrice sur l'environnement.

Avec le développement de l'urbanisation et de l'industrialisation, ainsi que l'évolution des modes de consommation, les rejets d'eaux dites "usées" ont considérablement évolué en quantité et en qualité. Les rejets domestiques simples se sont enrichis de produits plus complexes et les réseaux d'assainissement recueillent des rejets industriels, commerciaux ou artisanaux aux caractéristiques très diverses. Lorsque les eaux usées ne sont pas traitées, les cours d'eau sont dépassés dans leur capacité naturelle d'épuration et se retrouvent pollués.

La connaissance de paramètres physico-chimiques, microbiologiques, et biologiques fait partie de l'ensemble des informations nécessaires pour évaluer la qualité de l'eau afin de prendre des décisions d'action dans de nombreux domaines. On peut citer, à titre d'exemple, les domaines de la santé pour la surveillance de la qualité des eaux destinées à la consommation humaine et de l'environnement pour la prévention des pollutions.

Dans ce cadre se situe mon stage effectué au sein de laboratoire de qualité eau environnement (LQEE).

Notre objectif était de comprendre les différentes analyses, réalisées au sein du laboratoire, et d'effectuer une analyse biologique pour montrer l'abondance (étude

quantitative) et la diversité (étude qualitative) des œufs d'helminthes présents dans les eaux usées.

Présentation de laboratoire

Le laboratoire de qualité eau environnement de Fès (LQEE) est un organisme privé. Il a été créé en 2009 afin de répondre aux besoins de contrôle bactériologique et physico-chimique de l'eau et aussi le contrôle de la salubrité et de la qualité hygiénique des denrées alimentaires destinées à la consommation.

Il est chargé d'effectuer dans les conditions de qualité et de confidentialité et des prestations les clients.

I. Structure :

Le laboratoire est composé d'une :

- Salle de stérilisation.
- Salle de stockage des produits chimie, des milieux de cultures, et de différents matériels.
- Salle pour analyse chimique.
- Salle pour analyse microbiologique.

II. Personnels :

L'effectif du personnel est de 7 personnes dont :

- Un directeur.
- 2 cadres de formation scientifique.
- Une technicienne.
- Une secrétaire.
- Responsable de prélèvement des échantillons.
- Femme de ménage.

III. Les analyses demandées :

Dans la norme marocaine des eaux l'ensemble des analyses est classé en trois groupes : type I, type II et type III.

1) Les Analyse de l'eau de type I : comprenant les paramètres suivants

- Température.
- pH.
- Dose de désinfectant résiduel (chlore).
- Turbidité.
- Coliforme fécaux.
- Coliformes totaux.
- Entérocoques intestinaux.
- Germes aérobie/anaérobie facultatif à 22°et 37°.
- Spores de microorganismes anaérobies sulfitoréducteurs.

2) Les Analyses de l'eau de type II : comprenant les paramètres suivants

- Conductivité.
- Ammonium.
- Nitrite.
- Nitrate.
- Oxydabilité au permanganate de potassium (KMNO4).
- Plus les analyses de type 1.

3) Analyse de l'eau de type III : comprenant les paramètres de qualité suivants :

Paramètres physicochimiques :

- Seuil de gout et d'odeur à 25°C, couleur réelle, turbidité, température, pH, conductivité, minéralisation totales, TA et TAC, résidu sec à 105°C, carbonate, bicarbonate, TH, calcium, magnésium, aluminium, chlorures, sulfates, hydrogène sulfuré, sodium, potassium, phosphate totaux, ammonium, oxygène dissous, fer et zinc.

Substances minérales toxiques :

- Nitrate, nitrite, arsenic, baryum, cadmium, cyanures, chrome totale, cuivre, fluorures, mercure, plomb, sélénium, bore, nickel.

Facteurs d'intérêt biologique :

- Oxydabilité au permanganate de potassium.

Facteurs bactériologiques :

- *E. coli*, dénombrement des entérocoques intestinaux.



Bibliographie



Chapitre I : Généralités sur les caractéristiques de l'eau

1) La potabilité de l'eau :

Une eau potable est une eau qui peut être consommée sans risque pour la santé, car elle n'est ni toxique, ni infestée de parasites, de bactéries ou de virus pathogènes pour l'homme.

L'eau est indispensable à l'homme, mais boire de l'eau peut être un geste dangereux. Actuellement dans le monde, 1 milliard de personnes n'ont pas accès à une source d'eau potable.

Une faible partie des habitants des pays du sud dispose d'un robinet privé, une autre s'approvisionne à partir de bornes ou fontaines, le reste de la population se sert directement des sources : des puits, des fleuves, ou des réserves pluviales naturelles. C'est là que l'exposition à la consommation d'eaux souillées est la plus importante.

Cependant, il ne faut pas s'imaginer que l'eau, parce qu'elle coule à travers un robinet est toujours bonne à la consommation. Tout dépend de la façon dont elle est purifiée et acheminée, c'est-à-dire de la qualité des réseaux, de leur entretien et de leur contrôle.

Quelque soit son mode d'acheminement, une eau pour pouvoir être consommée sans danger doit répondre à un certain nombre de critères stricts, appelés critères de potabilité:

- La potabilité microbiologique, est l'absence de micro-organismes susceptibles de provoquer des maladies.

- La potabilité chimique, est l'absence de substances toxiques.

Pour pouvoir être consommée agréablement l'eau doit être limpide, claire et ne doit présenter ni saveur, ni odeur désagréable. Cependant une eau qui ne satisfait pas pleinement à ces critères ne présente pas forcément de risque pour la santé.

1.1) La potabilité microbiologique.

Le risque microbiologique majeur est l'ingestion d'une eau souillée par des matières fécales d'origine humaine ou animale, qui peuvent être des sources de bactéries pathogènes, de virus, de protozoaires ou d'helminthes. Comme il serait très lourd et pratiquement impossible de vérifier l'absence de tous ces micro-organismes, les analyses microbiologiques sont fondées sur la recherche de bactéries considérées comme des indicateurs de contamination fécale : ces bactéries ont été choisies parce qu'elles sont présentes en grand nombre dans les selles des animaux à sang chaud, qu'elles sont détectables facilement, et qu'elles ne se développent pas dans l'eau pure.

L'indicateur de choix est la recherche d'*Escherichia coli*, ou de celle des coliformes thermo tolérants (bactéries du même genre qu'*E. coli*) et reste encore couramment employée. Les eaux potables ne doivent pas en contenir. C'est un bon indicateur de potabilité.

Cependant, comme certains pathogènes, protozoaires, les entérovirus sont plus résistants que *E. coli* à de nombreux désinfectants, y compris au chlore, et pourraient éventuellement subsister après désinfection. D'autres indicateurs sont ajoutés, comme la recherche des entérocoques, et celle des spores de *Clostridium perfringens*. L'eau de boisson n'est pas stérile, elle contient des bactéries de l'environnement, qui ne sont pas pathogènes. On dénombre aussi sans les identifier, les bactéries de l'environnement, sous l'appellation de bactéries revivifiable à 37°C et 22°C, afin de vérifier que leur quantité reste cependant dans des limites acceptables.

L'étude d'indicateurs fécaux associée au dénombrement des bactéries revivifiable est une méthode sensible, mais non rapide. Elle nécessite un laboratoire équipé pour réaliser des cultures bactériologiques et un personnel entraîné. Le délai minimum pour l'obtention des résultats est de 3 jours. Par ailleurs, la standardisation des procédures est d'une grande importance pour l'interprétation des résultats. La qualité du prélèvement est une étape essentielle pour une bonne analyse.

1.2) La potabilité chimique.

Le risque chimique est différent du risque bactériologique. Il y a peu de circonstances, en dehors de contamination massive accidentelle d'une réserve d'eau, où une simple exposition conduise à des effets toxiques. Généralement, l'eau devient alors imbuvable par son aspect, son goût ou son odeur.

Le risque chimique est le plus souvent un risque de toxicité chronique par une ingestion répétée. Un dépassement ponctuel n'a pas de conséquence sur la santé, mais les dépassements quotidiens peuvent être préjudiciables, en particulier pour les personnes fragiles (nourrissons, personnes âgées, malades). Les substances chimiques autres que les sels minéraux font l'objet de normes très sévères. On distingue :

- Les substances indésirables, leur présence est tolérée tant qu'elle reste inférieure à un certain seuil (le fluor et les nitrates par exemple).

- Les substances aux effets toxiques, le plomb et le chrome, l'arsenic, le cadmium en font partie. Les teneurs tolérées sont extrêmement faibles, parfois de l'ordre du millionième de gramme par litre.

Ces analyses relèvent des laboratoires spécialisés.

2) La pollution de l'eau :

On appelle pollution de l'eau toute modification de la composition de l'eau ayant un caractère gênant ou nuisible pour les usages humains, la faune ou la flore. Au cours de son utilisation (en fabrication, rinçage, lavage, etc...), l'eau s'enrichit ou s'appauvrit en substances de toutes sortes (matières insolubles ou dissoutes, matières minérales ou organique). Les pollutions qui en résultent se retrouvent aussi bien dans les fossés, les rivières, les fleuves, les canaux, les marais, les lacs, la mer, ainsi que dans les eaux souterraines.

La pollution des eaux affecte généralement la ressource superficielle et souterraine ainsi que les sols traversés par ces eaux. Les agents transmetteurs en sont les eaux directement rejetées par les unités industrielles ou domestiques et les traitements agricoles par les fertilisants et les pesticides. Les facteurs favorisant l'étendue et l'intensité de la pollution

sont la pluviométrie, la sédimentologie, la pédologie et la perméabilité des sols, des formations superficielles et des substrats, les débits et enfin les régimes d'écoulement des eaux. La qualité des eaux et l'estimation de son degré de pollution est souvent traitée et mesurée sur la base d'indicateurs multiples comme par exemple les indicateurs d'ordre biologique, hydro chimique ou physiques. Les principaux sont la D.B.O ou la demande biologique en oxygène, la D.C.O. ou la demande chimique en oxygène, les M.E.S. ou le poids des matières en suspension, la température, le pH, la pureté bactériologique et l'abondance de produits toxiques (Antoine et Dominici., 1975).

3) Les types de pollution de l'eau :

La pollution de l'eau et du sol comprend les modifications physiques, chimiques ou biologiques de leur état naturel par des substances organiques (par exemple l'engrais), et les substances inorganiques (par exemple produits phytosanitaires, nitrates, phosphates, métaux lourds, hormones).

On distingue deux types de molécules polluantes : les micropolluants et les macropolluants. On appelle micropolluants des molécules d'origine naturelle ou anthropique modifiant la nature de quelques réactions biochimiques fondamentales (par exemple les solvants, retardateurs de flamme, pesticides, fongicides, surfactants, médicaments, produits cosmétiques, phtalates, etc...). Les micropolluants peuvent être toxiques à de très faibles concentrations et causent souvent des effets chroniques.

On appelle macropolluants, des molécules naturelles qui sont présentes localement ou temporairement dans l'environnement à une concentration ne s'inscrivant pas dans l'intervalle habituel (phosphates, nitrates, etc...). Les réactions biochimiques impliquant ces molécules n'en seront pas changées, mais leurs cinétiques seront différentes (Alencastro et al., 2004).

Les origines de la [pollution des eaux](#) sont variées et intimement liées aux activités humaines : pollutions domestiques, urbaines, industrielles et agricoles. Il existe différentes natures de pollution : La pollution physique, La pollution chimique, La pollution biologique.

3.1) La pollution physique

On parle de pollution physique lorsque le milieu marin est modifié dans sa structure physique par divers facteurs.

Il peut s'agir :

- d'un rejet d'eau douce qui fera baisser la salinité d'un lieu,
- d'un rejet d'eau réchauffée ou refroidie (par une centrale électrique ou une usine de regazéification de gaz liquide),
- d'un rejet de liquide ou solide de substance modifiant la turbidité du milieu (boue, limon, ...), d'une source de radioactivités ...

La plupart du temps, un rejet n'est jamais une source unique et les différents types de pollution sont mélangés et agissent les uns sur les autres. Ainsi, un égout rejette des déchets organiques, des détergents dont certains s'accompagnent de métaux lourds (pollution chimique), des micro-organismes (pollution biologique), le tout dans de l'eau douce (pollution physique).

3.2) La pollution chimique

Elle est due à des substances indésirables comme les nitrates, et les phosphates, ou dangereuses comme les métaux et les autres micropolluants, qui provoquent de profonds déséquilibres chimiques (acidité, salinité) ayant des effets biologiques.

Elle peut être chronique, accidentelle ou diffuse. Elle a des origines diverses dues à :

- l'insuffisance de certaines stations d'épuration.
- l'absence de réseaux d'assainissement dans certaines zones.
- le lessivage des sols, mais aussi des chaussées et des toits par les pluies.
- le rejet d'effluents par les industries.

3.3) La pollution biologique

Ce qui caractérise la pollution biologique des eaux par rapport aux autres types des eaux, c'est que cette pollution renferme un très grand risque sanitaire pour les populations humaines

et animales, représentant ainsi un grand danger sur les écosystèmes terrestres, et perturbant les modes de vie dans notre planète.

La pollution biologique des eaux est une pollution essentiellement microbienne, c'est à dire engendrée par des microorganismes de taille très petite en général. Les microorganismes polluants des ressources en eau, sont à l'origine de maladies prenant en général l'appellation d'infections d'origine hydrique. Les organismes microbiens responsables de ces infections prennent quant à eux le nom d'agents pathogènes ceux ci peuvent être de trois types :

- Virus : Poliomyélite, Hépatites A et E, Gastro-entérites virales.
- Bactéries : Salmonelles, Shigella, Vibrions.
- Parasites : Helminthes, Protozoaires.

3.4) La pollution agricole

Le problème de la pollution diffuse se pose surtout dans les régions agricoles irriguées, ou la conjonction de plusieurs facteurs (climat, type de sol, profondeur de la nappe, qualité d'eau d'irrigation, intensité d'application des engrais et produits phytosanitaires) concourt à la dégradation de la qualité des eaux souterraines. Cette dégradation se manifeste généralement par une augmentation de la teneur en nitrates et de la salinité.

Les cours d'eau qui drainent les régions agricoles sont souvent affectées par une pollution dite diffuse c'est -à- dire celle qui se manifeste à la suite des événements des pluies ou de fonte de neige. Les sources de pollution les plus souvent citées sont : le sol érodé, les engrais minéraux, les déjections animales et les pesticides.

Les agents de pollution sont les plus fines particules de sol (matières en suspension), les bactéries pathogènes, les éléments nutritifs et les pesticides dans l'eau, la croissance des

algues, l'augmentation de la turbidité dans l'eau et par sédimentation des matières solides au fond des cours d'eau, par l'accumulation d'éléments nutritifs et de pesticides dans les sédiments. Ces phénomènes conduisent à des détériorations des écosystèmes aquatiques (Cluis., 1993).

3.5) La pollution industrielle

Le secteur industriel au Maroc génère une pollution organique et toxique importantes.

Le volume des eaux résiduaires est évalué 1993 à 964 million de m³, soit 89% du volume total utilisé. L'analyse sectorielle des rejets liquides permet de dégager les remarques suivantes :

- les industries chimiques et para chimiques restent la source la plus importante des rejets liquides avec environ 931 million de m³, soit 97% des rejets totale des eaux rejetées.

- les industries textile et cuire rejettent 10 million m³ d'eaux résiduaires et contribuent à la majeure partie de pollution engendrée par le chrome et les sulfures.

- les industries agro-alimentaires rejettent près de 22 million de m³ d'eaux résiduaires, constituent 90% de l'utilisation d'eau de ce secteur. Elles contribuent à la pollution par des charges importantes en matière organique (80% en DCO et 66% en DBO5) et par la quasi-totalité de pollution par les nitrates et le phosphore.

- les industries mécaniques, métallurgiques et électriques : les rejets, même sont relativement faibles en volume contiennent toutefois le cyanure, élément très toxique à de faible concentration (environ 2 tonnes de cyanure).

La plus grande partie des rejets industriels organiques (DBO5) est déversée dans le bassin de Sebou et l'océan atlantique. Le bassin de Sebou concentre la pollution organique due aux huileries ainsi que la pollution par le chrome (soit 56% de la quantité totale) provenant des tanneries (Belatik., 2009).

3.6) Pollution domestique

La pollution domestique, c'est le résultat de notre mode de vie, ce que l'on mange, ce que l'on jette dans nos égouts (déchets toxique comme piles, eau de javel, décapant, peintures, colles, etc...), ce que nous utilisons comme moyen de transport, ce que nous utilisons comme produits chimiques... cela contamine les cours d'eau et les nappes souterraines.

Au Maroc le volume des eaux usées produites en milieu urbain est estimé en 500mm³. La partie collectée par les réseaux d'égout représente un volume de 370million de m³ dont plus de la moitié est rejetée en mer. Le reste est rejeté dans le réseau hydrographique ou épandu sur le sol dont 60mm³ par an est réutilisé à l'état brute pour l'irrigation de près de 7000 ha de voisinage des centres urbains situés à l'intérieur de pays. Les principales matières polluantes véhiculées par les eaux usées domestiques urbaines sont évaluées à :

- 2600 tonnes de matières oxydables (50% dans le réseau hydrographique ou épandu sur le sol).
- 48000 tonnes d'azote (54% dans le réseau hydrographique ou épandu sur le sol).
- 73000 tonnes de phosphore (53% dans le réseau hydrographique ou épandu sur le sol).

Cette pollution est responsable d'environ 60% de la pollution organique et de 80% de la pollution azotée et phosphorée. Ce type de pollution favorise largement l'eutrophisation des retenues de barrages situés à l'aval des rejets, et aggrave le risque sur la santé humaine suite à l'utilisation de cette eau en irrigation (Derwich., 2008).

Chapitre II : Les différents types de maladies liées à l'eau

Les maladies liées à l'eau sont une tragédie humaine : elles tuent chaque année des millions de personnes, empêchent des millions des personnes de mener une vie saine et sapent les efforts de développement (Nash., 1993 ; Olshansky., 1997). Environ 2,3 milliards d'habitants, de par le monde, ont des maladies liées à l'eau (Kristof., 1997 ; UN., 1997).

Les maladies liées à l'eau présentent des variations considérables sur le plan de leur nature, de leur transmission, de leurs effets et de leur gestion ; on peut cependant répartir en trois catégories:

1) Les maladies liées à l'eau

1.1) Les maladies d'origine hydriques

Les maladies infectieuses d'origine hydrique constituent un problème de santé publique de premier ordre dans les pays en voie de développement. Ce sont des maladies « de l'eau sale » causées par une eau qui a été contaminée par des déchets humains, animaux ou chimiques. Dans le monde entier, le manque de station d'épuration des eaux usées et d'eau salubre destinée à la boisson, à la cuisson des aliments et à l'hygiène est responsable de plus de 12 millions de morts par an (Davidson et al., 1992).

Les pollutions bactériologiques, virales, et parasitaires, issues des déjections humaines ou animales, sont responsables de maladies telles que le choléra, la poliomyélite, les hépatites A et E et la fièvre typhoïde (UN., 1997 ; Warner., 1998).

Les pollutions par les nitrates, pesticides et métaux lourds (plombs, mercure, etc.), issues des activités humaines, provoquent selon les concentrations des maladies allant du simple trouble à l'empoisonnement.

Les maladies hydriques se propagent rapidement dans les pays ne disposant pas de bonnes conditions d'hygiène et de systèmes de traitements des eaux : les pollutions sont transportées par ruissellement ou par infiltration dans des sources d'[eau douce](#), contaminant ainsi l'[eau potable](#) et les aliments (Bowman., 1994).

1.2) Les maladies à support hydrique

Elles sont transmises par des organismes aquatiques qui passent une partie de leur vie dans l'eau et une autre en tant que parasite. A l'état de parasites, ils ont en général la forme de vers vivants dans des vecteurs animaux intermédiaires, tels que les mollusques ou les escargots. Ils infectent alors directement les humains soit en perçant leur peau soit par ingestion d'eau ou d'aliments.

Ces vers infectent les organismes humains et, sans forcément être mortels, diminuent fortement les capacités physiques. La plus connue de ces maladies est le ver de Guinée (draconculose), la paragonimiasse, la clonorchiasse et la schistosomiasse, appelée aussi bilharziasse (Bradley., 1994 ; Muller et al., 1994).

On estime que près de 200 millions de personnes sont infectées par le ver qui est à l'origine de la schistosomiasse, parmi lesquelles 20 millions souffrent de séquelles sérieuses. Cette maladie est présente dans 74 pays.

1.3) Maladies transmises par des vecteurs liés à l'eau

Certains parasites ou virus n'ont pas de relation directe avec l'[eau](#) mais utilisent des animaux vecteurs vivant ou se reproduisant dans ou près de l'eau. Ces animaux vecteurs, essentiellement des insectes (moustiques, mouches, mouches) participent à la diffusion de maladies.

On distingue enfin les maladies véhiculées par les moustiques et les mouches tsé-tsé qui infestent certaines zones aquatiques. Parmi ces maladies, on trouve la [fièvre jaune](#), la [dengue](#) (dont la forme la plus virulente déclenche des hémorragies graves voire mortelles), la maladie du sommeil, la filariose et le [paludisme](#) (malaria). Cette dernière provoque à elle seule, chaque année, plus de 1 million de décès et cause 300 millions de cas de maladies aiguës. 90% des victimes qui décèdent du paludisme se situent dans l'Afrique sub-saharienne.

Des techniques de prévention ou d'élimination des insectes vecteurs permettent de limiter la diffusion de ces maladies : utilisation de pesticides, de moustiquaires, introduction de prédateurs naturels et d'insectes stériles, assainissement des plans d'eau stagnante, etc.

2) Maladies parasitaires :

Une helminthiase est un terme désignant les maladies parasitaires, causées par des [vers parasites](#) intestinaux, les [helminthes](#). Ces helminthes intestinaux, qui figurent parmi les infestations humaines les plus banales dans le monde entier, posent un grave problème de santé publique dans les pays en voie de développement.

En 1996, l'OMS a estimé que, dans le monde, 1,4 milliard d'individus sont infestés par des ascaris (*Ascaris lumbricoides*), un milliard par des trichocéphales (*Trichuris trichiura*) et 1,3 milliard par des ankylostomes (*Ankylostoma duodenale* et *Necator americanus*). C'est sur les enfants d'âge scolaire (5 à 14 ans) et les femmes enceintes que pèse l'essentiel de la morbidité.

La transmission des vers intestinaux est liée à un assainissement insuffisant et à de mauvaises conditions de vie.

Le traitement peut renverser ces effets. Les médicaments utilisés contre les helminthes intestinaux sont sûrs, efficaces et peu coûteux. Deux traitements par an, habituellement administrés directement en milieu scolaire, peuvent grandement améliorer l'état de santé général des enfants (Kyoto., 2002 ; Leclere et al., 1989).

2.1) Oxyurose

Causée par [Enterobius vermicularis](#), un petit nématode blanc de 10 mm de long, [cosmopolite](#) et très fréquent chez les enfants. Le prurit anal vespéral ou nocturne est typique, ainsi que la vulvo-vaginite chez la petite fille. On retrouve des vers adultes dans les selles ou à la marge anale, on peut réaliser un scotch test pour faire le diagnostic. Le traitement repose sur les antihelminthiques intestinaux, le soin des ongles pour éviter l'auto-infestation. Tout l'entourage doit être traité simultanément.

2.2) Ascaridiose

Causée par *Ascaris lumbricoïdes*, un grand nématode rosé de 15 à 25 cm de long. L'infection peut être asymptomatique en cas de charge parasitaire faible. On retrouve exceptionnellement un syndrome de Löffler lors de la phase de migration larvaire.

À la phase d'infestation intestinale, on retrouve quelques troubles digestifs non spécifiques. Les complications sont exceptionnelles. Les vers adultes peuvent sortir spontanément par la bouche, le nez ou l'anus. Le diagnostic peut être fait à l'examen des selles qui retrouve des œufs ovales. Le traitement repose sur les antihelminthiques intestinaux et notamment l'ivermectine.

2.3) Trichocéphalose

Due à *Trichuris trichiura*, un nématode blanc de 3 à 5 cm de long. Le plus souvent asymptomatique. Le diagnostic se fait à l'examen parasitologie des selles qui y retrouve des œufs. Le traitement repose sur les antihelminthiques intestinaux, moyennement efficace.

2.4) Ankylostomose

Les agents responsables sont *Ankylostoma duodenale* et *Necator americanus*, des petits nématodes de 10 mm de long. La majorité des infections sont pauciparasitaire et asymptomatiques. Les ankylostomes sont hémato-phages et peuvent provoquer une hémorragie occulte qui n'est plus compensée à partir de 500 à 1000 vers. À la phase de migration larvaire on retrouve rarement une toux, un syndrome de Löffler ou un prurit. À la phase d'infestation intestinale, des douleurs abdominales, des nausées et des diarrhées. Le diagnostic se fait à l'examen parasitologique des selles, qui retrouve des œufs dont la numération permet d'évaluer l'intensité de l'infection. Le traitement nécessite des posologies élevées d'antihelminthiques azolés.

2.5) Anguillulose (ou Strongyloïdose)

Causée par *Strongyloides stercoralis*, un petit nématode de 3 mm de long.

2.6) Téniasis

Causée par *Taenia saginata* et *Taenia solium*, des cestodes ou vers segmentés et plats hermaphrodites. (Nozais., 1998)

Chapitre III : la recherche des œufs d'helminthes

Les infections parasitaires (helminthiase) sont les plus répandues à la surface du globe. Donc les œufs d'helminthes doivent évidemment être absents de l'eau pour que celle-ci ait le qualificatif de potable. On trouve dans ces eaux polluées un grand nombre d'espèces parasites de l'homme ou des animaux, ainsi que des formes libres, qui diffèrent par leur taille, leur densité et leurs propriétés surfaciques et ont une concentration beaucoup plus faible que dans les selles, les boues ou le compost (Rachel et al., 1997 ; Leclere et al., 1989).

1) Définition :

Helminthe est le nom vernaculaire de plusieurs embranchements de vers parasites d'organismes animaux et/ou humains. Plus connus sous le nom de « vers », ce sont tous des endoparasites, appartenant au sous-règne animal des métazoaires supérieurs. Les helminthes sont des organismes pluricellulaires, peuvent être aussi unicellulaires à certains stades de leur développement. Ils ne possèdent pas de paroi cellulaire et sont eucaryotes (figure 1).

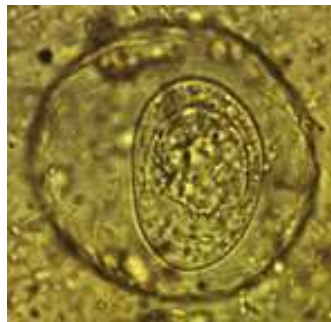


Figure1 : Image microscopique d'un œuf d'helminthe possédant un vrai noyau avec une membrane nucléaire.

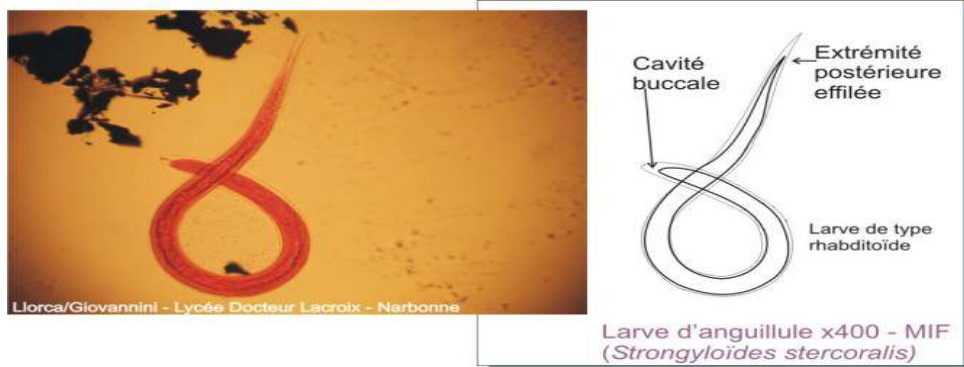


Figure 2 : Image microscopique d'une larve d'anguillule plus un schéma légendé.



Figure 3 : Photo de ténia qui est humidifié un peu pour le refaire gonflé.

Les helminthes, selon l'espèce considérée et leur étape de développement parasitent différents organes, dont :

- [intestin](#),
- réseaux sanguin et lymphatique,
- tissus conjonctifs,
- organes creux : cavités urogénitales, poumons.....

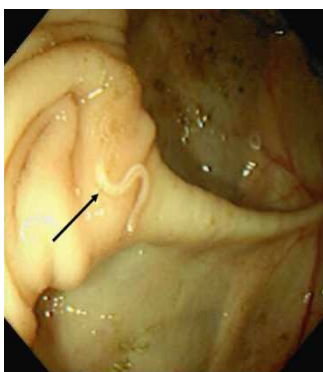


Figure 4 : Ténia au niveau du cæcum.



Figure 5 : Image de ténia dans les intestins.

1.1) Maladies causées

Les vers intestinaux sont vecteurs de maladies qui peuvent:

- retarder la croissance des enfants.
- causer des maladies pulmonaires fréquentes ou sérieuses chez les enfants.
- Causer des anémies d'insuffisance en fer.
- un risque d'insuffisance pondérale
- Provoquer des maux de ventre et infecter plusieurs organes comme le foie, le pancréas...

1.2) Diagnostic

Il se fait par observation macroscopique des selles (où l'on peut voir à l'œil nu les femelles d'oxyures ou des anneaux de ténias...) ou détection au microscope sur des échantillons à l'état frais d'œufs ou de larves.

1.3) Traitement

Les [médicaments](#) ou [pesticides](#) qui traitent les helminthes sont dits « *antihelminthique* » ou "vermifuges" (ex : [acide domoïque](#)).

2) Classification :

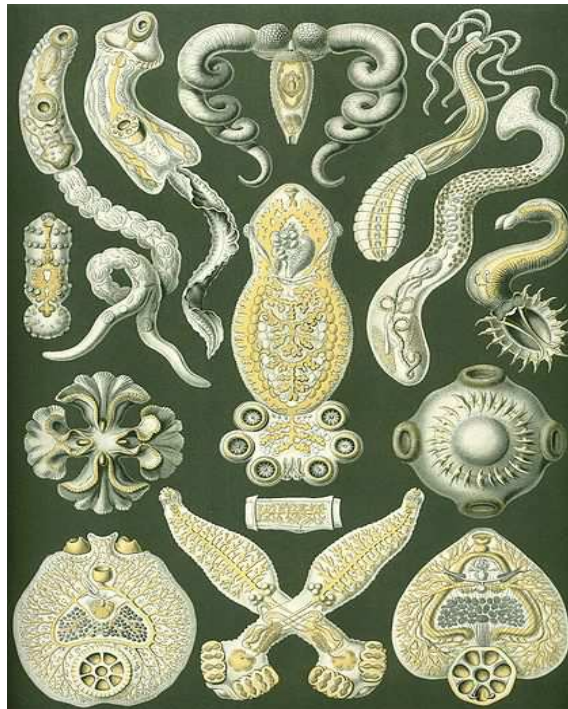


Figure 6 : les Divers plathelminthes

On distingue :

- Les nématozoaires ou némathelminthes (vers ronds). Ce sont des vers de forme cylindrique ou allongée. La figure 7 représente une image microscopique d'un œuf fécondé d'*ascaris* qui appartient au groupe de némathelminthes.

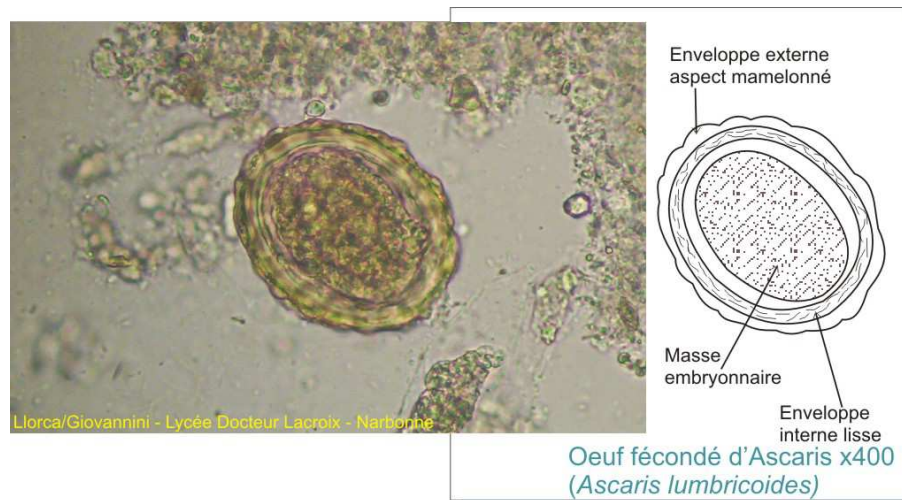


Figure 7 : Schéma légendé d'un œuf d'*Ascaris* de Némathelminthe.

- Le groupe des Plathelminthes ou vers plats renferme principalement des vers qui sont des animaux allongés sans tête distincte et sans appendice. Ce groupe comporte trois classes:

- ❖ Turbellariés comme la planaire ;
- ❖ Trématodes;

Vers plats non segmentés, ils sont aplatis en forme de feuille, La figure 8 représente une image microscopique d'œuf de schistosome.

- ❖ Cestodes comme le ver solitaire ou tænia (ténia) ;

Vers plats segmentés, généralement en forme de ruban et nécessitant un hôte intermédiaire. La figure 9 représente une image microscopique d'œuf de ténia.

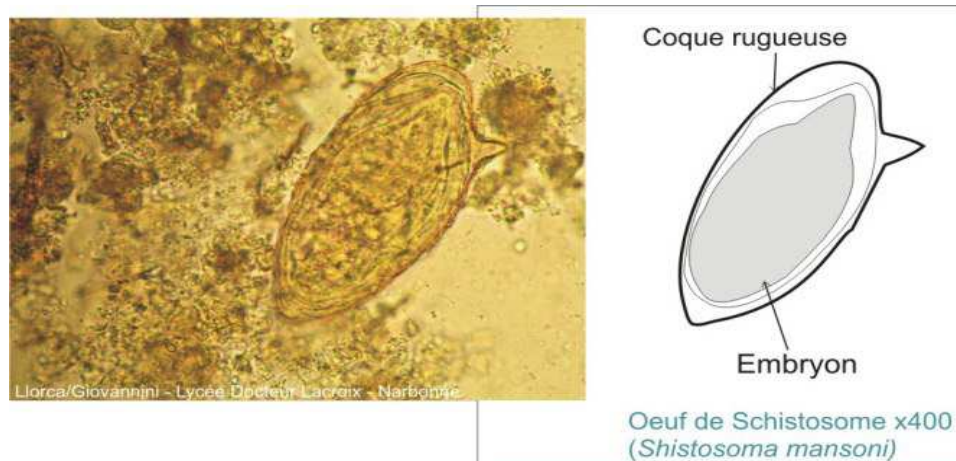


Figure 8 : Schéma légendé d'un œuf de schistosome de plathelminthe.

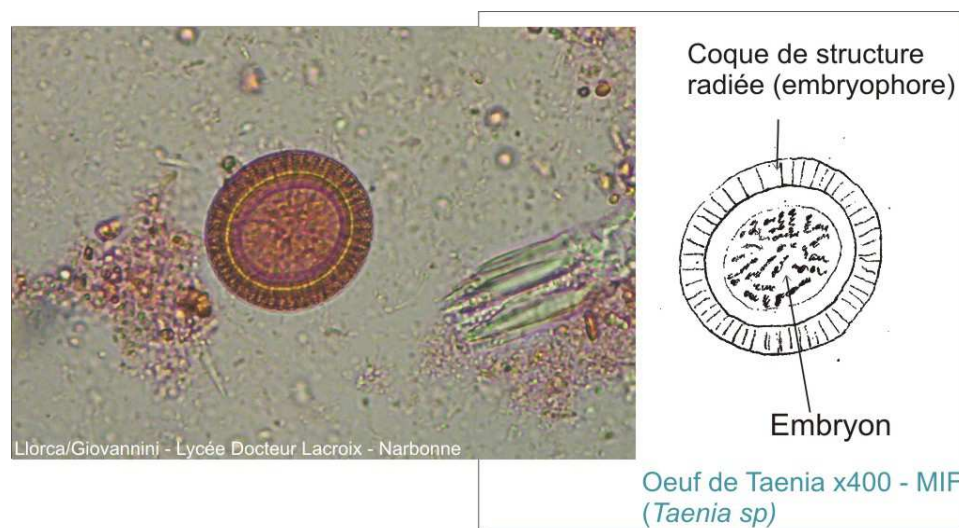


Figure 9 : Schéma légendé d'un œuf de *Tænia* de Plathelminthe.

3) les méthodes de recherches :

La littérature technique contient la description de nombreuses méthodes de numération des œufs d'helminthes dans les eaux. Chacune a ses avantages et ses inconvénients.

Certaines comportent un taux de récupération élevé mais sont d'exécution très longue; un grand nombre d'autres ne sont pas reproductibles fautes de précisions suffisantes, et leur taux de récupération n'est pas indiqué; d'autres encore nécessitent des produits chimiques d'un coût excessif; d'autres, enfin, permettent seulement la récupération d'une gamme limitée d'espèces.

Il est clair qu'il n'existe aucune méthode permettant la récupération de tous les œufs d'helminthes d'importance médicale et comportant un taux de récupération connu.

Toutes les méthodes connues assurent la séparation des parasites par l'une ou l'autre des deux grandes méthodes suivantes:

- Leur flottation dans une solution de densité relativement élevée, qui assure leur séparation des autres débris,
- Et leur sédimentation dans un tampon non miscible tandis que les matières grasses ou autres restent dans une solution interphasique (en principe de l'éther ou de l'acétate d'éthyle).

Les deux méthodes font appel à la centrifugation. La possibilité de concentrer une espèce parasitaire déterminée tient sans doute à deux facteurs principaux: l'équilibre hydrophile-lipophile du parasite et sa densité relative par rapport au réactif servant à la concentration (Bailenger., 1979). En pratique, cela signifie que le pH ou la présence de métaux lourds ou d'alcools dans les réactifs utilisés peuvent modifier les propriétés surfaciques du parasite, dans une mesure variable selon les espèces; cela explique qu'aucune méthode n'assure une concentration identique pour toutes les espèces (Rachel et al., 1997).

3.1) Méthodes physiques

☞ Techniques de flottaison ou de flottation :

Cette technique part du principe que la densité du liquide est supérieure à celle des parasites, ces derniers plus légers flottent à la surface. Elle donne des bons résultats pour les œufs d'helminthes légers.

Les principales techniques de flottaison:

Méthode de Faust

Méthode de Willis

☞ Techniques de sédimentation :

Le diluant a une densité inférieure à celle du parasite alors ce dernier se sédimente. L'inconvénient de cette technique c'est qu'elle est longue à réaliser.

3.2) Méthodes physico-chimiques ou diphasiques

☞ Technique de Ritchie modifié par Allen et Ridley

Technique de sédimentation basée sur le coefficient de partage des particules suivant leur densité, les éléments dont la balance hygro-hydrophile penche vers les groupements hydrophiles vont être dans la phase aqueuse et descendre vers le culot et les groupements dont la balance penche vers les groupements lipophiles vont se diriger vers l'éther.

☞ Technique de bailanger (utilisée dans ce présent travail)

3.3) Méthodes spéciales

☞ Méthode de Kato et Kato-Katz

Pour la technique proprement dite : on dépose un poids de matière fécale sur une lame porte-objet. On les recouvre d'un rectangle de cellophane.

Puis, cette préparation est retournée et écrasée sur plusieurs épaisseurs de papier filtre jusqu'à ce que les matières fécales se soient étalées entre lame et cellophane.

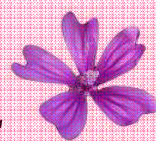
Ensuite, on chauffe la préparation en sens normal sous une lampe de 100 W située à 20 cm, et ceci pendant 10 à 15 minutes.

A la fin la chaleur et la glycérine éclaircissent complètement la préparation et Les œufs conservent leurs contours et peuvent être facilement reconnus.

Par contre les kystes de protozoaires deviennent parfaitement transparents et invisibles. (Kremer et al.,1975).



Matériel et Méthodes



1) Prélèvement :

1.1) Lieux de prélèvement :

Quatre échantillons d'eaux usées ont été prélevés au cours de la période d'étude qui s'étale entre le mois d'avril et mai, au niveau du collecteur domestique, qui draine les eaux usées des quartiers à haute densité de population de la ville de Fès (Atlas).

1.2) Type de prélèvement :

Un seul type d'échantillon a été prélevé : eau usée. Les prélèvements d'eau usée sont réalisés à quelques centimètres de la surface. Un volume de un litre est prélevé dans un flacon en plastique et rapporté au laboratoire à des fins d'analyse.

2) Choix de la méthode et comparaison avec d'autres :

La méthode de Bailenger (1979) a été choisie en se basant sur les études antérieures ; en effet, Bouhoum et Schwartzbrod (1989) ont comparé toute une gamme de méthodes d'analyse coprologique dans l'intention de les adapter aux échantillons d'eaux résiduaires.

De toutes les solutions de flottation essayées, l'iodomercurate s'est révélé celle qui permettait de concentrer les œufs du plus grand nombre d'espèces d'helminthes parasites (Janeckso et Urbanyi., 1931), mais ce réactif leur a semblé trop corrosif et coûteux pour être

utilisable en routine. La méthode d'Arthur décrite in Faust et al. (1938) où l'on utilise comme solution de flottation du saccharose saturé, déforme rapidement les œufs.

La conclusion de Bouhoum & Schwartzbrod (1989) est que la méthode de Bailenger adaptée eaux résiduaires, est dans l'ensemble la meilleure car elle n'exige que des réactifs relativement bon marché et assure une bonne concentration pour toutes les espèces habituelles dans les eaux résiduaires.

Cette méthode de Bailenger est en général efficace, simple et peu coûteuse, c'est celle qui réunit l'ensemble des avantages suivants: elle assure une récupération efficace des œufs des nématodes intestinaux, elle est reproductible et elle est déjà largement utilisée dans les laboratoires du monde entier (Rachel et al., 1997).

3) Principe :

La méthode de bailanger est une méthode de concentration dite diphasique : la concentration parasitaire découle de la mise en présence de deux phases non miscible, l'une aqueuse (tampon acéto-acétique à pH) et l'autre organique (éther ou acétate d'éthyle). Ces deux phases permettent de réaliser un coefficient de partage pour chaque particule fécale ainsi de concentrer les éléments parasitaires dans le culot. (Brouillard., 1973 ; Rachel et al., 1997).

4) Les Avantages :

La méthode de Bailanger présente les avantages ci-dessous :

- ❖ La collecte et la préparation des échantillons ne présentent aucune difficulté.
- ❖ La sédimentation ne nécessite pas de récipients spéciaux.
- ❖ Le traitement des échantillons est possible avec un équipement de laboratoire réduit au minimum.
- ❖ Il faut disposer de quelques réactifs chimiques spéciaux, mais on les trouve en général localement et ils sont peu coûteux.
- ❖ Les lames de McMaster nécessaires sont d'utilisation courante dans les laboratoires de parasitologie, et l'on devrait pouvoir se les procurer sans difficulté auprès des sociétés spécialisées dans l'approvisionnement des laboratoires.

- ❖ On sait qu'il est très fatigant de rester longtemps l'œil rivé à l'oculaire et que ce peut être une source d'erreur. Avec les lames McMaster, l'examen n'exige en général que 1-2 minutes de sorte que l'erreur imputable à l'opérateur est réduite.
- ❖ Pour accroître l'exactitude du résultat et contrôler l'homogénéisation, on peut examiner les échantillons en double et faire la moyenne des nombres d'œufs observés.

5) Les inconvénients

La méthode a en revanche certains inconvénients:

- ❖ Le taux de récupération des œufs obtenu n'est pas connu, mais on sait que cette méthode d'extraction soutient favorablement la comparaison avec toutes les autres techniques.
- ❖ La méthode ne convient pas pour bon nombre des œufs operculés ou des œufs de trématodes
- ❖ Certains œufs peuvent flotter dans la solution de sulfate de zinc, mais ils sédimentent de nouveau rapidement ou se déforment, ce qui en rend l'identification délicate.
- ❖ L'éther est hautement inflammable et toxique. Par contre l'acétate d'éthyle est beaucoup moins dangereux, il a un point d'ébullition et d'éclair plus bas, et il est moins toxique. Il est peu probable que son utilisation diminue le rendement de la méthode avec les eaux résiduaires, qu'elles soient brutes ou traitées.

6) Matériels et réactifs :

6.1) Réactifs :

Les réactifs nécessaires sont les suivants:

- solution de sulfate de zinc (33%, densité 1,18);
- éther (ou acétate d'éthyle);
- tampon acétoacétique (pH 4,5) (15 g d'acétate de sodium tri hydraté, 3,6 ml d'acide acétique glacial, complétés à 1 litre avec de l'eau distillée);

- solution détergente (4 ml de Tween 20, complété à 1 litre avec de l'eau du robinet).

6.2) Matériels :

Sont nécessaires:

- Des récipients en matière plastique pour la collecte des échantillons;
- Une centrifugeuse réglable ;
- Des tubes à centrifuger ;
- Des pipettes pasteur;
- Un agitateur vibrant, type vortex (non absolument essentiel);
- Une éprouvette graduée de 10 ou de 50 ml ou une pipette graduée de 10 ml ;
- Une lame McMaster.

La lame de Mac Master est une lame spéciale pour microscope qui permet de compter les œufs ou les larves d'helminthes contenus dans un volume connu de solution de flottation. Elle est composée de deux compartiments contigus séparés par une cloison, chacun d'entre eux ayant un volume de 0,15 ml. Le plafond de chaque compartiment est divisé en 6 cellules de 1,7 mm de largeur (Rachel et al., 1997).

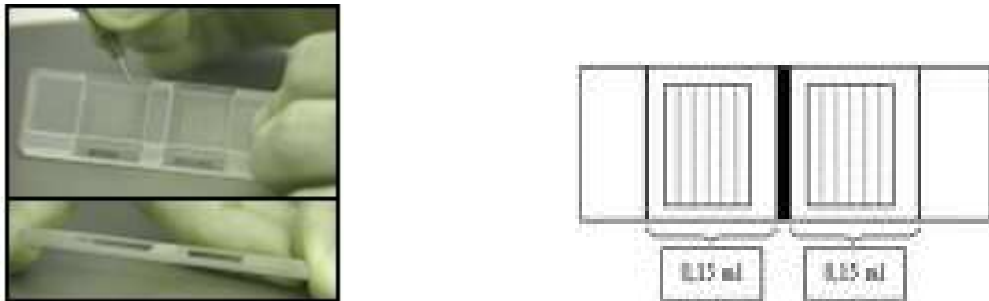


Figure 10 : Schéma et photographie d'une lame de Mac Master.

7) Méthode :

La méthode donne d'excellents résultats avec des eaux résiduaires brutes. En revanche, quand les eaux usées ont été traitées, il faut un volume de l'échantillon de 10 litres au moins pour obtenir un bon taux d'extraction des œufs, car ils sont alors beaucoup moins nombreux.

Les diverses étapes sont les suivantes:

On recueille un échantillon d'eaux résiduaires de volume connu (V litres), en général 1 litre pour des eaux brutes ou partiellement traitées et 10 litres pour des effluents ayant subi un traitement complet.

On laisse décanter pendant 1-2 heures, selon la dimension du récipient. Il est recommandé d'utiliser un récipient cylindrique ouvert à son sommet, car cela facilite l'élimination du surnageant et permet un rinçage soigneux (Fig. 11).



Fig. 11. Récipients cylindriques particulièrement adaptés à la sédimentation.

Puis on élimine doucement et sans arrêt 90% du surnageant (Fig.12).



Fig. 12. Elimination du surnageant.

Le sédiment est transvasé dans un ou plusieurs tubes à centrifuger, selon le volume, et centrifuger à 4000 g pendant 15 min. Ne pas oublier de rincer soigneusement le récipient avec une solution détergente, et ajouter le produit de rinçage au sédiment précédemment recueilli (Fig. 13).



Fig. 13. Rinçage des parois latérales du récipient avec une solution détergente diluée.

On élimine le surnageant. Si l'on a utilisé à l'étape précédente plusieurs tubes à centrifuger, on réunit tous les culots dans un seul tube (ne pas oublier de rincer soigneusement avec une solution détergente pour être sûr que le sédiment soit recueilli en totalité) et on recentrifuge à 4000 g pendant 15 min.

Le culot de centrifugation est mis en suspension dans son volume de tampon acétoacétique à pH 4,5 (dans notre cas, le volume du culot est de 1 ml, donc on va ajouter 1 ml de tampon). Toutefois, si le culot a un volume inférieur à 2 ml, on complète à 4 ml avec le tampon afin qu'après extraction par l'acétate d'éthyle (étapes 7 et 8) il reste une quantité suffisante de tampon au-dessus du culot pour qu'on puisse éliminer la couche d'acétate d'éthyle en inclinant le tube sans risquer de remettre le culot en suspension.

On ajoute deux volumes d'acétate d'éthyle ou d'éther (soit 2 ml dans l'exemple ci-dessus) (Fig. 14) et on mélange soigneusement la solution au moyen d'un agitateur vibrant type Vortex. On peut aussi agiter, ce qui est parfaitement admissible à défaut d'un agitateur mécanique (Fig. 15).

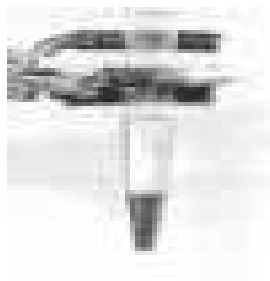


Fig. 14. Culot de centrifugation additionné de 1 volume de tampon et de 2 volumes de solvant.



Fig. 15. L'homogénéisation de l'échantillon peut se faire à l'aide d'un agitateur vibrant, type Vortex.

On centrifuge à 4000g pendant 15 min. L'échantillon comporte alors trois phases distinctes. Tous les débris lourds de nature non grasseuse, notamment les œufs et larves d'helminthes et les protozoaires, sont rassemblés dans la couche inférieure. Au-dessus se trouve le tampon, qui doit être clair. Les matières grasses et autres ont migré dans l'acétate d'éthyle ou l'éther et forment un bouchon épais de couleur foncée au sommet de l'échantillon (Fig. 16).



Fig. 16. Séparation de l'échantillon en trois phases distinctes, après centrifugation.

Le volume du culot de centrifugation contenant les œufs est noté, puis on élimine le reste du surnageant en une seule fois en inclinant le tube avec précaution (Fig. 17). Il faut parfois commencer par détacher le bouchon grasseux de la paroi du tube à centrifuger avec une aiguille fine.



Fig. 17. Après rejet du surnageant, seul subsiste le culot de centrifugation.

Le culot est remis en suspension dans 5 fois son volume de solution de sulfate de zinc (par exemple, pour un culot de 1 ml, ajouter 5 ml de ZnSO₄). On note le volume du produit final (X ml) (Fig. 18). Et on mélange soigneusement, de préférence à l'aide d'un agitateur vibrant, type Vortex. A noter qu'il faut au moins 1,5 ml pour remplir une lame McMaster à deux cellules.



Fig. 18. Le culot, de 1 ml dans cet exemple, est remis en suspension dans 5 fois son volume de solution de zinc.

On prélève rapidement une fraction avec une pipette Pasteur et la déposer sur une lame McMaster en vue de l'examen final (Fig. 19).

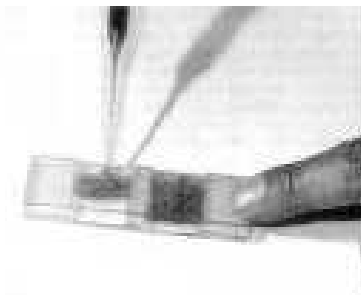


Fig. 19. Remplissage d'une lame McMaster, en évitant la formation du bulle d'air.

On laisse reposer la lame McMaster remplie sur une surface plane pendant 5 min avant de l'examiner. Cela laisse le temps à tous les œufs de venir flotter à la surface.

A la fin on place la lame McMaster sur la platine d'un microscope et on examine au grossissement 10x ou 40x. On Compte tous les œufs visibles à l'intérieur du micromètre dans chacune des cellules de la lame McMaster (Fig. 20). Pour plus de précision, on répète la numération dans deux lames, ou de préférence trois, et noter le nombre moyen trouvé.

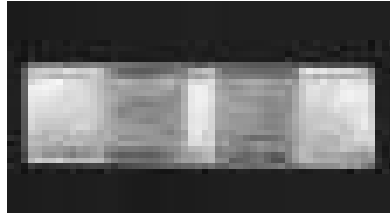


Fig. 20. Lame McMaster : un volume de 0,15 ml est emprisonné sous chaque micromètre.

On Calcule le nombre d'œufs par litre à l'aide de la formule ci-dessous:

$$\mathbf{N = AX/PV}$$

Où:

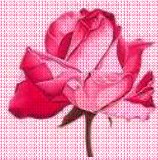
N = nombre d'œufs par litre d'échantillon

A = nombre d'œufs comptés sur la lame McMaster ou moyenne des nombres trouvés dans deux ou trois lames

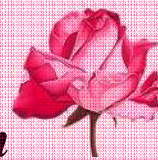
X = volume du produit final (ml)

P = Contenance de la lame McMaster (0,3 ml)

V = volume de l'échantillon initial (litres)



Résultats et Discussion



1) Résultats qualitatifs :

La taille des œufs est suffisamment petite (environ 200µm) pour permettre de les rechercher au microscope à l'objectif x10. Donc on a effectué une recherche à l'objectif (x10), puis l'examen est poursuivi à l'objectif (x40).

L'analyse des échantillons d'eaux usées a permis de déterminer la présence des œufs d'helminthes parasites, après une observation microscopique on a rencontrés dans l'échantillon trois classes de parasites :

La classe des Nématodes représentée dans la figure 21, on a pu trouver deux espèces (*Ascaris lumbricoides*, *Enterobius vermicularis*) appartenant à l'embranchement des Némathelminthes.



Ascaris lumbricoides

L'œuf d'*Ascaris lumbricoides* est de forme ronde à ovoïde, double enveloppe, la couleur est en générale brune, et il renferme un embryon.



Enterobius vermicularis

L'œuf d'*Enterobius vermicularis* est de forme allongée, asymétrique et incolore

Figure 21 : Les parasites de classe Nématode contenus dans les eaux usées brutes de la ville de Fès (région atlas).

La classe des Cestodes illustrée dans la figure 22 est représentée par trois espèces, qui sont répartis en deux familles :

☞ La famille : Cyclophyllidae (*Taenia sp.*).

☞ La famille: Hymenolepididae (*Hymenolepis nana*, *Hymenolepis diminuta*).

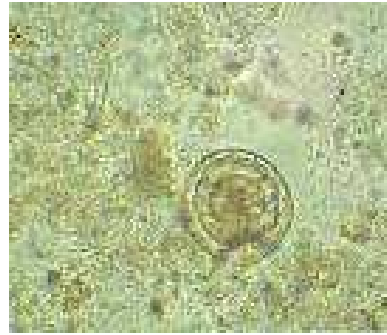


Taenia sp.

L'œuf est légèrement ovale, de couleur brune foncée, la coque est épaisse et striée et il contient un embryon.



Hymenolepis nana



Hymenolepis diminuta

L'œuf est de forme ronde à ovoïde, double enveloppe et incolore et renferme un embryon.

Figure22: Les parasites de classe Cestode contenus dans les eaux usées brutes de la ville de Fès (région atlas).

Pour la classe des Trématodes représentée par la figure 23 on a trouvé une seule espèce (*Clonorchis sinensis*) appartenant à la famille de Distomes (Douves)



Clonorchis sinensis

L'œuf est de petite taille, de couleur brune jaunâtre, il a la forme d'une ampoule électrique, ou d'une bouteille au ventre renflé et au col rétréci.

Figure 23 : Les parasites de classe Trématode contenus dans les eaux usées brutes de la ville de Fès (région atlas).

❖ Discussion :

Au cours de l'exécution de ce travail, l'observation microscopique des œufs d'helminthes nous a permis d'identifier quelques espèces à partir d'une comparaison de la taille, la couleur, la forme, et même les extrémités d'autres espèces qui sont déjà identifiées.

L'analyse qualitative a permis de recenser trois groupes d'helminthes dans les échantillons d'eaux usées : les Nématodes, les Cestodes et les Trématodes.

Les helminthes parasites isolés à partir des eaux usées de Fès sont représentés essentiellement par *Ascaris lumbricoides*, *Enterobius vermicularis*, *Taenia sp*, *Hymenolepis nana*, *Hymenolepis diminuta* et *Clonorchis sinensis*.

Cette diversité parasitaire rapportée par d'autres auteurs montre que les sources de contamination sont d'origines humaine et animale (Stot et al., 1997).

2) Résultats quantitatifs :

Après avoir identifié la classification et la morphologie des œufs d'helminthes présents dans ces échantillons on a compté ces derniers. Le tableau ci-dessous traduit les résultats quantitatifs des analyses effectuées sur les quatre échantillons, avec une moyenne des nombres d'œuf trouvés de 11.75

Tableau 1 : résultats de nombre d'œufs comptés pour les quatre échantillons

Echantillon	Nombre d'œufs comptés sur la lame McMaster
1	12
2	8
3	24
4	3
moyenne	11,75

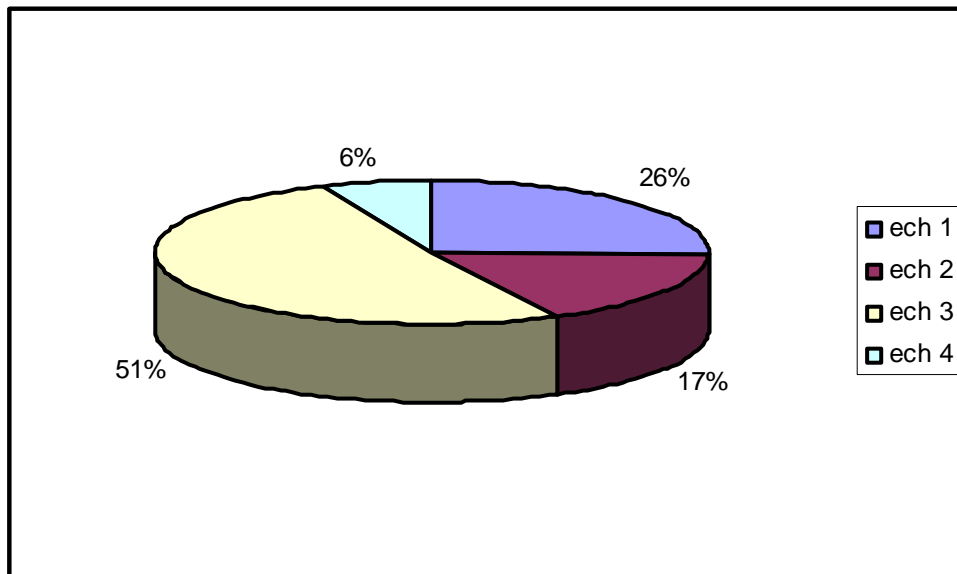


Figure 24 : Pourcentage de présence des éléments parasitaires dans les quatre échantillons des eaux usées

❖ Discussion :

Les résultats sont exprimés en nombre d'œufs par litre d'échantillon :

A = 11.75 la moyenne des nombres trouvés dans les quatre lames

X = 1ml volume du produit final

P = 0.3ml Contenance de la lame McMaster

V = 1l volume de l'échantillon initial

D'après la relation suivante :

$$\mathbf{N = AX/PV}$$

On a donc $N = (11.75 * 0.001) / (0.0003 * 1) = 39.16$ œufs/l

Les résultats de l'analyse parasitologique des eaux usées ont montré la contamination parasitaire de ces eaux usées brutes par les helminthes parasites. Avec une concentration moyenne en œufs de 39.16 œufs/l.

Nos résultats sont en accord avec ceux de *Nsom-Zamo (2003)* et de *Belghyti (2006)* trouvés lors des études réalisées à Kénitra (Maroc).

Les eaux usées de la ville de Fès sont faiblement chargées par rapport aux eaux usées de certains pays d'Amérique Latine comme le Brésil avec 1490 œufs/L (Mara.,1986) et très chargées par rapport aux eaux usées de certaines villes africaines comme Dakar au Sénégal (Niang.,2002) et Yaoundé au Cameroun (Kengne et al.,2002).

Cette étude a également mis en évidence les variations saisonnières qualitatives et quantitatives des œufs d'helminthes dans les eaux usées de collecteurs de la ville de Fès (Tableau1, Figure24).

Conclusion

Au terme de ce travail, la recherche des œufs d'helminthes dans les eaux usées de la ville de Fès révèle la présence d'*Ascaris lumbricoides*, *Enterobius vermicularis*, *Taenia sp*, *Hymenolepis nana*, *Hymenolepis diminuta* et *Clonorchis sinensis* avec une concentration moyenne en œufs de 39,16 œufs/l.

La méthode de Baillenger permet de mettre en évidence la contamination des eaux usées par les œufs d'helminthes. Elle s'avère une méthode efficace pour contrôler la qualité biologique des eaux résiduaires.

Cette présente étude a permis de tirer les conclusions suivantes :

-La charge parasitaire dans les eaux usées de la ville de Fès est en fonction de la période de prélèvement, ce qui montre que la concentration des eaux usées brutes en œufs d'helminthes varie en fonction des saisons;

- Les teneurs en œufs d'helminthes mises en évidence dans les échantillons d'eaux usées analyses sont comparables a celles qui sont rencontrées dans les travaux effectués à la ville de Kenitra ;

- Les concentrations en œufs d'helminthes parasites rencontrés dans les échantillons d'eaux usées de Fès dépassent largement les normes recommandées par l'Organisation Mondiale de la Santé (Blumenthal et al., 200).

La prévention de la pollution vise, d'une façon fondamentale à réduire les risques pour la santé humaine et l'environnement, elle minimise la production de polluants et évite leurs transferts, elle évite dans le futur les opérations coûteuses d'assainissement, et elle cherche à éliminer les causes de la pollution plutôt qu'à traiter les conséquences.

Référence bibliographique

Alencastro, L. F., Becker, K., Slaveykova, V., et Tarradellas, J. (2004). Chimie environnementale.1p.

Antoine S., et Dominici L., 1975. Les indicateurs de l'environnement dans les zones industrielles. La documentation française, paris, 129p.

Blumenthal UJ., 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.

Belghyti D et El Guamri Y ; 2006. Charge parasitaire des eaux usées brutes de la ville de Kénitra (Maroc). *Afrique Science* 03(1) (2007) 123 – 145.

Belatik M., (2009). Impact des eaux usées de la ville de sefrou sur la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de l'Oued Aggay. Mémoire de fin d'études, fsdmfes, 25p.

Bailenger J., (1979). Mechanisms of parasitological concentration in coprology and their practical consequences. Journal of American medical technology, 41: 65-71.

Bowman J., (1994). « Water is best »: Would Pindar still think so. In: Cartledge, B., ed. Health and the environment: the Linacre lectures 1992-3. Oxford, Oxford University Press, 85-125.

Bradley d., (1994). Health, environment, and tropical development. In: Cartledge, B., ed. Health and the environment: The Linacre lectures 1992-3. Oxford, Oxford University Press, 126-149.

Bouhoum K., Schwartzbrod J., (1989). Quantification of helminth eggs in wastewater. Zentralblatt für Hygiene und Umweltmedizin, 188: 322-330.

Daniel Cluis., Georges Gangbazo., Maria Electorowicz., 1993. Le contrôle de la pollution diffuse agricole. Rapport scientifique N°376, Etats Unis.

Davidson J., Myers D., et Chakraborty M., (1992). No time to waste- poverty and the global environment. Oxford, Oxfam, .217p.

Derwich E., Benziane Z., Benaabidate L., Belghyti D., (2008). Evaluation de la qualité des eaux de surface des oueds Fès et Sebou utilisées en agriculture maraichère au Maroc. Larhyss journal, n°07,59-77.

Drouillard E., (1973). Coprologie parasitaire et fonctionnelle, 3ème édition, 87-91.

Faust E., (1938). A critical study of clinical laboratory technics for the diagnosis of protozoan cysts and helminth eggs in feces. American journal of tropical medicine and hygiene, 18: 169-183.

Janeckso A., Urbanyi L. (1931). Méthode d'enrichissement coprologique. Revue générale de médecine vétérinaire, 41: 496-497.

Kristof N., 1997. For third world, water is still a deadly drink. New York Times, Jan.p. A1, A8.

Kengne. I. M., Endamana D., Soh L et Nya J. (2002) "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.116-123p.

Kyoto., (2002). Paludisme, filariose et autres maladies parasitaires. Régional office for the western Pacific, Bureau régional du pacifique occidental. 8p.

Kremer M., et Molet B., (1975). Intérêt de la technique de Kato en coprologie parasitaire. Laboratoire de parasitologie, faculté de médecine de Strasbourg. p427.

Leclere H., Mossel D. A. A., Bernier J.-J., (1989). Microbiologie le tube digestif l'eau et les aliments, Doin, 323p.

Muller R., et Morera P., (1994). Helminthioses. In: Lankinen, K.S., Berstrom, S., Makela, P.H., et Peltomaa, M., eds. Health end disease in developing countries. London, Macmillan Press, 195-209.

Mara. D. D et Silva.S. A., (1986) "Removal of intestinalis nematode eggs in tropical waste stabilisation ponds" *J. Trop. Med. Hyg.* 89 71-74.

Nsom-Zamo, (2003) "Pollution par les eaux usées: Analyse parasitologique des eaux usées brutes et des cultures maraichères, étude de la viabilité des helminthes et évaluation du risque sanitaire humain dans la région du Gharb (Kenitra)" *Th. Doct. Fac. Sci. Kénitra.* 160.

Niang.S, (2002) "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.165-180p.

Nash L., (1993). Water quality and health. In : Gleick, P., ed. water in crisis. New York, oxford University Press. 25-39.

Olshansky, S. J., Carnes, B., Roger, R., et Smith L., (1997). Infectious Diseases New and ancient threats to world health. Population Bulletin 52(2): 2-34.Jul.

Rachel M., Ayres et D., Duncan Mara; (1997). Analyse des eaux résiduaires en vue de leur recyclage en agriculture - Manuel des techniques de laboratoire en parasitologie et bactériologie. Organisation Mondiale de la Santé OMS; Genève.5-13.

R Stot., T. Jenkins., M. Shabana et E. May); (1997) “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.

Nozais J.-P. (1998). Maladies parasitaires et péril fécal : les maladies dues aux helminthes. Centre hospitalier Pitié-Salpêtrière, Maladies infectieuses et parasitaires. Paris. p3-4.

United nation (UN)., (1997). Commission On Sustainable Develomement. Comprehensive Assessment of the freshwater resources of the world. Report of the Secretary General. New York, UN, 39p.

Warner D., (1998). Drinking water supply and environmental sanitation for health. Presented at the international conference of water and sustainable development, paris, mar. 19-21, p.1-10.