

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE



جامعة عمار تليجي بالأغواط  
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT  
كلية العلوم  
FACULTE DES SCIENCES  
قسم البيولوجيا  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



## MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES

*En vue de l'obtention du diplôme de Master II*

*Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie*

*Filière : Sciences biologiques*

*Option : Parasitologie*

### THEME

---

**Etude parasitaire des eaux polluées (le cas des eaux  
usées domestiques et agricoles)**

---

Rédigé par : BENBEY IHSSANE HANANE  
BENMAHDJOURNALAH ALLAH FI ISLAM

*Soutenu devant les jurys composés de:*

M. CHAIBI Rachid Pr. (Univ-Laghouat)

Président

M. GOUZI Hicham Pr. (Univ-Laghouat)

Examinateur

M. BENACEUR Farouk MCA (Univ-Laghouat)

Promoteur

Mme. REZZOUG Asma Doctorante (Univ-Laghouat)

Co-promotrice

Année universitaire 2020-2021

# **Remerciements**

**Nous tenons à exprimer notre gratitude à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.**

**Nos premiers remerciements s'adressent naturellement à monsieur FAROUK BENACER, notre promoteur pour avoir proposé ce thème, pour son aide précieuse ses conseils avisés, ses encouragements, Nous sommes profondément touchés par sa gentillesse, son accueil et ses remarquables qualités professionnelles qui méritent toute respect. sons aide à été d'un grand apport pour l'élaboration de ce mémoire .**

**On tient à exprimer nos plus vifs remerciements à madame ASMA REZZOUG Qui fut pour nous une directrice de mémoire et disponible malgré ses nombreuses charges. Sa compétence, sa rigueur scientifique et sa clairvoyance nous ont beaucoup appris, elle a été et restera le moteur de notre travail.**

**Nos remerciements vont également aux membres de jury qui nous feront l'honneur de juger ce travail.**

# Dédicace

**A ma très chère maman, elle qui m'a doté d'une éducation digne son amour à fait de moi ce que je suis aujourd'hui, quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point de remercier comme il se doit, ton affectio me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes cotés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles,**

**A mon très cher père qui a œuvré pour ma réussite de part son amour, son soutien, et tous ses sacrifices consentis, pour son assistance et présence dans ma vie recevez à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et mon éternelle gratitude,**

**A mon frère ABDELLAH et son épouse AHLAM pour ses encouragements, je vous souhaite tous le bonheur et que Dieu vous garde**

**A mes deux chères et adorables sœurs RIHAB et ASSILA, je vous souhaite la réussite.**

**A ma meilleure amie et sœur IHSSAN en souvenir de notre sincère profonde amitié et le moment agréable que nous avons passés ensemble.**

*Hiba ta allah*

# Dédicace

**Merci; Allah le tout puissant pour m'avoir guidé et protégé afin d'accomplir et de réaliser ce dont je rêvais depuis ma tendre enfance.**

**Merci ; a mon cher papa et ma chère maman qui ; durant tout mon cursus scolaire et surtout universitaire ont été d'un apport psychologique, moral et matériel sans égal , qui n'ont jamais cessés de m'encourager a' atteindre le but qui fera ma fierté et la leur qu'Allah les protège.**

**Merci a mes chers frères YACINE ; AHMED et DJALAL pour leur soutien indéfectible pour ma réussite.**

**Merci ;a tous les membres de ma famille BEN BEY et REZZOUG pour leurs encouragements.**

**Merci a mon binôme HIBA qui a été plus une sœur pour moi qu'une simple amie.**

***IHSSAN HANANE***

---

## SOMMAIRE

---

INTRODUCTION GENERALE .....	1
-----------------------------	---

### CHAPITRE I

#### Synthèse bibliographiques

I.1 Définition des pollutions des eaux .....	3
I.2 les différents types des pollutions des eaux.....	3
I.3 Les grands groupes des polluants et leur effet toxique.....	5
I.3.1 Les polluants inorganiques.....	5
I.3.2 Les polluants organiques .....	6
I.4 Impacts de la pollution de l'eau .....	9
I-4-2-Impacts sur l'agriculture .....	10
I-4-3-Impacts au niveau des ressources environnementales.....	10
I.5. Les paramètres de pollution .....	11
I.5.1. Les paramètres organoleptiques.....	11
I.5.2. Les paramètres physico-chimiques.....	11
I.5.3. Les paramètres microbiologiques.....	13
I.6. les micro-organismes présent dans les milieux pollué .....	15
I.7. Composition des eaux usées.....	15
I.8.Procédés d'épuration des eaux usées .....	18
1.2.2.1- Procédés physico-chimiques .....	18
1.2.2.2.- Procédés biologiques .....	18
➤ Systèmes intensifs .....	18
➤ Systèmes extensifs .....	19
I.9. -Étapes du traitement.....	19
I.9-1-Prétraitement.....	19
I.9-2-Dégrillage.....	19
I.9-3-Dessablage.....	20
I.9-4-Déshuilage-dégraissage.....	20
I.9-5-Traitements biologiques.....	21
I.9-6-Décantation.....	21

## CHAPITRE II

### les parasites des eaux pollués

II.1. Définition et origine des eaux usées .....	22
II.2. composition des eaux usées .....	22
II.2.2-1- les parasites .....	22
II.2.2-2-Protozoaire .....	23
1.Entamoeba histolytica .....	23
2-Balantidium coli .....	25
3-Giardia intestinalis.....	26
4-cryptosporidium parvum .....	28
II.2.3. Helminthes .....	29
1-Ascaris sp .....	29
2-Trichuris sp .....	30
3-Ankylostoma sp .....	32
4-Nematodirus sp .....	33
5-Hymenolepis nana .....	34
6-Moniezia expansa .....	35
7-Strongyloides sp .....	37
8-Toxocara Sp.....	38
9-Taeniasp .....	39
10-fasciolasp .....	42
11-Schistosomasp.....	43
12-Enterobiusvermicularis .....	44
II.3-Impacte des parasites de l'eau pollué sur l'environnement .....	45
II.3.1Classification des maladies liées à l'eau.....	45
II.3.2.Maladies parasitaires .....	46
II.3.3.Critères intervenant dans la survenue d'une infection liée à l'eau .....	46
II.3.4.La survie dans l'environnement et la multiplication éventuelle hors de l'organisme humain.....	47
II.3.5. L'existence d'un réservoir animal pour les pathogènes non strictement humains.....	47

## **CHAPITER III**

### Résultats et discussion

I. Tableau de matériel et méthode .....	49
DISCUSSION.....	55
CONCLUSION .....	56
RESUME.....	57

## Liste des tableaux

<b>Figure N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>01</b>	Les différents types de maladies liés à l'eau polluée et les effets sur la santé	<b>09</b>
<b>02</b>	Abondance des micro-organismes dans les sols	<b>15</b>

## Liste des figures

Figure N°	Titre	Page
01	Structure de quelques hydrocarbures aromatiques polycycliques abondants (HAP) dans l'environnement	07
02	<i>Entamoeba histolytica</i> – forme végétative hématophage contenant des hématies (20-40µm)	24
03	<i>Entamoeba histolytica</i> / dispar - kyste (10-15µm)	24
04	<i>Balantidium coli</i> : forme végétatif (trophozoite) / forme kyste	26
05	Forme végétative de <i>Giardia intestinalis</i>	27
06	<i>Giardia intestinalis</i> – kyste (MIF 10-13 x 8 µm)	28
07	Oocystes de <i>Cryptosporidium parvum</i> dans les selles. Coloration Ziehl Nielsen, x40	29
08	<i>Ascaris sp</i> Mâle (15cm) et femelle (20cm) adultes_	30
09	<i>Trichuris vulpis</i> mâle et femelle adulte	31
10	Œuf de <i>Trichuris vulpis</i>	32
11	Femelle et male adulte d' <i>Ankylostoma duodenale</i>	33
12	<i>Nematodirus</i> des excréments de ruminants	34
13	<i>Hymenolepis nana</i> – adulte	35
14	<i>Hymenolepis nana</i> - oeuf [45 x 35 µm]	35
15	<i>Moniezia expansa</i>	37
16	Premier stade larvaire de <i>Strongyloides stercoralis</i>	38
17	<i>ascaris</i> adulte de chien	39
18	œuf d' <i>ascaris</i>	39
19	<i>Tænia saginata</i>	40
20	Le scolex d'un <i>Tenia solium</i>	41
21	Anatomie interne (coupe longitudinale) de <i>Fasciola hepatica</i>	43
22	Œufs de <i>Schistosoma mansoni</i>	44
23	Accouplement de <i>Schistosoma mansoni</i> : la femelle filiforme se loge dans le canal gynécophore du mâle	44
24	<i>Enterobius vermicularis</i>	45

## Introduction générale

L'eau est la matière première la plus importante sur notre planète, pour les êtres vivants que ce soit les êtres humains, les animaux, les plantes ou les micros organismes. Cette ressource naturelle recouvre les trois quarts de notre planète, avec seulement 0,014% d'eau douce (Castelle S et al., 2007) il s'agit des eaux superficielles (rivières, lacs et étangs). De plus, sa répartition étant non homogène à la surface du globe, cette ressource représente à la fois un enjeu politique, économique et stratégique. En effet, l'eau a un rôle fondamental dans de nombreux domaines comme la potabilisation, l'agriculture, l'industrie, la production d'électricité ainsi que les usages domestiques. D'après des études récentes réalisées par l'Organisation des Nations Unies (ONU), près de la moitié de la population des pays méditerranéens se trouvera en situation de tension ou de pénurie d'eau en 2025 (Irabien MJ., 2008) Aujourd'hui, les ressources en eau douce sont exposées à diverses pollutions d'origine multiples : industrielle, urbaine et agricole, générant des dommages pour l'homme et pour son environnement (la faune et la flore). Cette menace a déclenché une prise de conscience dans le monde entier, et a poussé les chercheurs à s'intéresser à l'étude de l'état de contamination des milieux aquatiques. L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et de l'agriculture (FAO 2015) a classé l'Algérie comme l'un des pays semi-arides affectés par le stress hydrique avec un seuil de rareté de 500 m<sup>3</sup>/hab/an (Yang M et al., 1998). Cela est dû à plusieurs facteurs parmi lesquels (i) les changements climatiques (ii) le manque d'ouvrages d'immobilisation des ressources hydriques (iii) l'altération de la qualité de l'eau des ressources naturelles en Algérie à cause de la croissance démographique (11 millions habitants en 1960, 40 millions habitants en 2015) (Loizeau J-L et al., 2017) et (vi) le développement des activités anthropiques (industrielles, urbaines et agricoles) générant un volume important d'eaux usées non traitées rejetées directement dans le milieu naturel. La pollution des eaux de surface est possible par les rejets d'eaux usées tant domestiques qu'industrielles ainsi que par l'utilisation des engrais et des pesticides en agriculture. La qualité de l'eau constitue un enjeu environnemental essentiel. Les polluants contenus dans les eaux usées ont des origines diverses, telles que les industries, l'agriculture, les ménages, les transports et l'urbanisation. Le rejet de ces eaux dans le milieu naturel est la principale source de pollution qui affecte les cours d'eau et plus généralement tout le milieu naturel ( Fatma SARI., 2017) .

Pour atténuer ces impacts négatifs des eaux usées brutes sur l'environnement et la santé, il s'avère nécessaire de mettre en place des méthodes d'épuration des eaux résiduaires avant

leur rejet ou leur réutilisation éventuelle à des fins agricoles. De tels traitements ne peuvent se faire sans des connaissances précises sur les caractéristiques de ces eaux usées (Batoul Benkaddour., 2018). Les eaux usées brutes peuvent être chargées en micro-organismes pathogènes (bactéries, virus, protozoaires, champignons, oeufs d'helminthes) et en substances polluantes (plomb, cuivre, cadmium...). Leur réutilisation en agriculture, en aquaculture ou pour des usages récréatifs et municipaux nécessite une bonne connaissance des risques encourus. Ils peuvent être d'ordre sanitaire ou environnemental (Batoul Benkaddour., 2018). Divers genres parasitaires provenant essentiellement des matières fécales peuvent être rencontrés dans ces eaux usées brutes. Parmi eux se trouvent les helminthes. Les œufs d'helminthes pathogènes pour l'homme et mis en évidence dans les eaux usées appartiennent à différents groupes taxonomiques dont :- les nématodes : *Ascaris sp*, *Toxocara sp*, *Trichuris sp*, *Ankylostoma duodenal.* ; - les cestodes : *Taenia saginata*, *Taenia solium*, *Hymenolepis sp* ; - les trématodes : *Fasciola sp*, *Schistosoma sp...* (Bouhoum, 1987, Asmama, 1996).

En Algérie ; très peu de travaux ont été réalisés sur la recherche et l'étude parasitaires des eaux usées brutes ; l'objectif principale de notre synthèse est de se familiariser sur le niveau de la contamination parasitologique des eaux usées domestiques ; ce mémoire se compose de trois chapitres ; le premier est dédié aux pollutions des eaux ; le second s'intéresse aux parasites des eaux usées et de l'impact négatif de la présence de certains parasites sur la santé humaine et animale ; le dernier s'est focalisé sur les études qui ont été déjà réalisés sur ce sujet [1].

---

**CHAPITRE I**  
**Pollution des eaux**  
Synthèse bibliographique

---

### **I.1 Définition des pollutions des eaux :**

La pollution de l'eau désigne la présence des substances chimiques, des matières solubles ou non solubles, des organismes, des déchets industriels, des ordures ménagères directes ou indirectes dans l'eau, qui modifient les qualités organoleptiques, les compositions chimiques et les propriétés physiques de l'eau (ISN, 2001; Sibeud E., 2015). La pollution de l'eau entraîne des caractères gênants ou nuisibles pour les usages humains et l'espèce aquatique (Guérin R., 1999 ; Keddal H. et al, 2008). Au cours de son utilisation, l'eau s'appauvrit ou s'enrichit de substances de toutes sortes qui peuvent entraîner diverses maladies. La vie des hommes, des animaux et des plantes est très risquée. Les eaux ou masses d'eaux concernées par la pollution sont des rivières, des fleuves, des lacs ainsi que des nappes souterraines. Elle concerne aussi des estuaires, des zones humides et en particulier leurs sédiments qui peuvent absorber ou libérer une part importante des polluants[2].

### **I.2 les différents types des pollutions des eaux :**

#### **-pollution chimique :**

La pollution chimique est généralement une pollution engendrée par des substances chimiques. Les rejets d'eaux usées industrielles et urbaines dans les fleuves et cours d'eau constituent les principales sources de pollution chimique. Les principaux polluants chimiques des eaux usées urbaines sont: les matières organiques, les matières en suspension et les éléments nutritifs (azote et phosphore). Toutefois, des métaux lourds (arsenic, cadmium, chrome, cuivre, nickel, plomb, mercure,...) et des hydrocarbures peuvent y être présents. Elle provient aussi des rejets industriels industries chimiques, industries métallurgiques, industries agro-alimentaires et d'autres types d'industrie.

Ces polluants peuvent être dangereux selon la nature et leur concentration dans le milieu. La pollution chimique peut être accidentelle ou diffuse[2].

### **-pollution organique :**

La pollution organique est généralement provoquée par les polluants carbonés comme les matières organiques (boues d'épuration, lisiers, viandes périmés,...) et les produits de synthèse organiques. Les effets de ces polluants organiques sont très variables suivant leur nature, certains étant très biodégradables, d'autres persistants. Parmi ces derniers, les polluants organiques persistants, tels que les polychlorobiphényles, les organochlorés sont particulièrement toxiques. De plus, ces polluants peuvent augmenter la turbidité de l'eau et créer un phénomène d'eutrophisation avec une diminution de la quantité d'oxygène dissous. Ces modifications environnementales ont de sérieuses conséquences sur la population d'un milieu. Ces polluants surviennent dans la nature après utilisation domestique et industrielle de divers produits, tels que les détergents, les solvants, les produits phytosanitaires ainsi que les hydrocarbures (Gerin M. et al, 2003).

### **-pollution thermique :**

La pollution thermique correspond à une hausse ou une diminution de la température d'un milieu par rapport à la température normale. Les principales causes de pollution thermique sont les rejets d'eaux de refroidissement des centrales électriques, les eaux de lavage et de rinçage ou purement les eaux usées. La pollution thermique peut être provoquée naturellement par des sources d'eaux chaudes, comme le geyser (Gerin M. et al, 2003). Cette pollution élève la température naturelle du milieu récepteur (lac, rivière) et entraîne l'appauvrissement en oxygène. Elle perturbe la vie aquatique en modifiant la reproduction ou la survie des espèces résidents.

### **-pollution microbienne :**

La contamination microbiologique est une forme de pollution de l'eau engendrée par la présence de microorganismes pathogènes tels que des virus, des parasites ou des bactéries. Ceux-ci peuvent présenter un risque pour la santé humaine ou animale. Les coliformes fécaux, la bactérie *Escherichia coli* (*E. coli*) et les entérocoques sont les indicateurs privilégiés pour détecter la contamination microbiologique dans l'eau. Leur présence n'implique pas nécessairement un risque pour la santé, mais elle constitue un bon indicateur de l'intensité de la pollution d'origine fécale et de la présence de microorganismes pathogènes dans les eaux de surface. Les sources de contamination microbienne des eaux sont multiples. Il s'agit en premier lieu des rejets d'eaux usées domestiques. Ces eaux polluées issues des activités humaines, souvent non traitées, contiennent de nombreux virus et bactéries. Dans les fermes,

les animaux d'élevage quant à eux hébergent une quantité importante charges microbiennes qu'ils évacuent avec leurs excréments. Les rejets des stations d'épuration, suivant l'efficacité du traitement effectué, peuvent eux-aussi contenir des micro-organismes (Vaillant J.R., 1976). Les décharges sont un site privilégié de développement de microbes. Ces microbes sont ensuite emportés par les eaux de pluie et se répartissent dans les eaux naturelles.

### **-pollution mécanique :**

La pollution mécanique est caractérisée par une accumulation importante de matières en suspension. Ce type de pollution entraîne entre autres une augmentation de la turbidité de l'eau, une chute du taux de l'oxygène dissous voire la réduction de la photosynthèse des plantes aquatiques (Le Limpec P., 2002, Boucheseiche C. et al, 2002)

La pollution mécanique est aussi constituée par des déchets solides de différentes formes (sac en plastique, ordures ménagères, cartons et emballages, fibre, sable,...) qui sont capables de boucher les canalisations et les réseaux d'égout (Vaillant J.R., 1976 ; Coste C. et al 1987).

## **I.3 Les grands groupes des polluants et leur effet toxique**

### **I.3.1 Les polluants inorganiques**

A . Les métaux lourds:

Il s'agit d'un ensemble d'éléments ou de composés dont l'accumulation est responsable d'une pollution du sol (Chassin et al., 1996). Les éléments métalliques sont sous différentes formes, toujours présents au sein de l'environnement. A l'état de traces, ils sont nécessaire voir indispensables aux êtres vivants. A concentration élevée, en revanche, ils présentent une toxicité plus au moins grave. La présence de métaux dans l'environnement résulte de causes naturelles et des activités humaines. Ils posent un problème réel, car ils s'accumulent et ne sont pas biodégradables, et donc persistent pendant de longues périodes dans des sols (Huynh, 2009). Les métaux lourds ont un caractère polluant avec des effets toxiques pour les organismes vivants même à faible concentration. Ils n'ont aucun effet bénéfique connu pour la cellule. (Kabata-Pendias et Pendias ; 2001; Migeon, 2009). Signalant que les plus dangereux pour l'homme et les écosystèmes sont le plomb (Pb), du mercure (Hg), du cadmium (Cd), l'arsenic, le titane et le chrome (Forbes et al., 1997)[3].

### B. Les composés azotés (NO<sub>x</sub>) :

L'azote (N) est un nutriment indispensable à la croissance des plantes, mais lorsqu'il est présent en excès dans l'écosystème, des contaminations ont lieu vers les hydrosystèmes sous forme de nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) ou vers l'atmosphère sous forme de protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O). Il a été considéré comme le principal élément qui limite la croissance du phytoplancton dans les lacs tropicaux. (Benoit, 2013).

Les composés azotés regroupent le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). Ces polluants sont dispersés plus ou moins efficacement dans l'air. Le NO, principalement émis par la circulation automobile, provient des réactions de combustion. Il est ensuite oxydé en NO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Les oxydes d'azote sont des irritants respiratoires qui peuvent entraîner une altération de la fonction respiratoire, et des perturbations du transport de l'oxygène dans le sang. (Henry et al, 1985),

### C. Le dioxyde de soufre ( SO<sub>2</sub>) :

Le dioxyde de soufre est un gaz incolore, plus lourd que l'air, d'odeur piquante très irritante, Ce polluant, d'origine principalement industrielle, provient des installations de combustion (charbon, gazoil...). Il est irritant pour les muqueuses et les voies respiratoires. Il peut provoquer des oedèmes du poumon et des bronchites. Il est en partie responsable des pluies acides. (Farcy M., Malard S., 2005).

### **I.3.2 Les polluants organiques:**

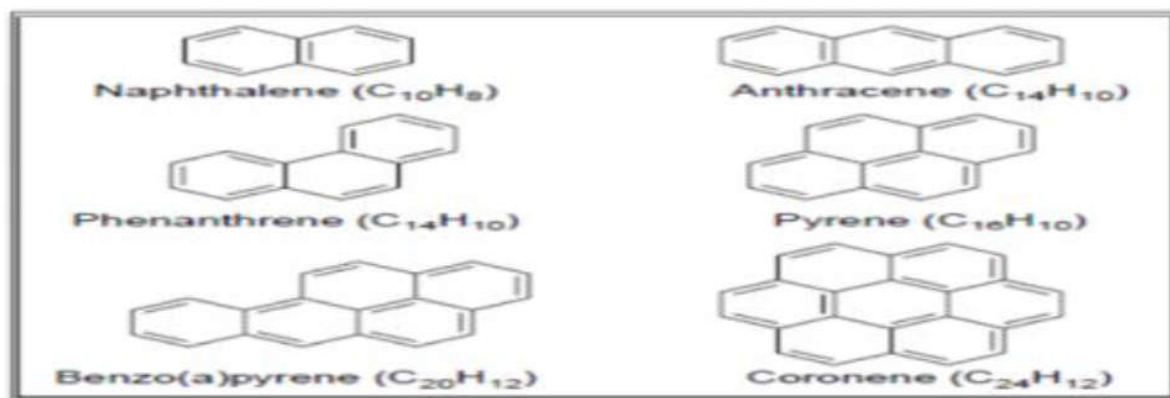
Ce sont en grande majorité des produits de synthèse issus de l'activité anthropique. Ils proviennent principalement de trois ensembles d'activités industrielles (production d'énergie, métallurgie, industries chimiques...), urbains (transport, traitement des déchets,...) et agricoles (utilisation de produits phytosanitaires) (Chu W et al., 2005 ).

### A. Les hydrocarbures:

Les hydrocarbures diffèrent par leur sensibilité aux attaques microbiennes. Ils contiennent principalement des molécules composées d'atomes de carbone et d'hydrogène. Il s'agit d'alcane acycliques (ou paraffines), des cycloalcane (ou naphènes), d'alcènes (ou oléfines) et d'hydrocarbures aromatiques (Harayama et al, 1999). D'autres constituants mineurs sont également présents dans les hydrocarbures pétroliers, comme des métaux et les composés polaires qui contiennent de l'azote, du soufre ou de l'oxygène. Les molécules polaires de

faible masse moléculaire sont appelées des résines, les plus lourdes étant regroupées sous l'appellation d'asphaltènes (Balba et al, 1998).

B. Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) :



**Figure 01** : Structure de quelques hydrocarbures aromatiques polycycliques abondants (HAP) dans l'environnement (Sudip *et al*, 2002)

Sont des composés chimique porte plusieurs cycle aromatiques juxtaposés plus ou moins substitués (Costes et al., 1997). Les principaux types de sources des HAP sont: anthropique (pétrole et combustibles) et naturelles (Wakleham et al, 1980). Ils résultent de la combustion incomplète de la matière organique à des températures très élevées, de l'ordre de 1000°C, lors de phénomènes de combustions incomplètes (Leozgarziandia, 2000). Quelques exemples de HAP parents sont présentés dans la figure 01.

A l'état pur les HAP sont solides souvent colorés et cristallins à température ambiante. Ils sont peu solubles dans l'eau et s'adsorbent fortement sur les particules organiques du sol, ce qui diminue considérablement leur biodisponibilité. Ils se bioaccumulent aussi dans les graisses, notamment chez les poissons et les mollusques (Gabet, 2004).

Ils ont tendance à s'adsorber sur les sols et les sédiments à cause de leur caractère hydrophobe, la persistance environnementale et la génotoxicité augmentent avec la taille des HAP. Les problèmes de toxicité vont de la toxicité chronique à la cancérogénèse (Christine Bidaud, 1998).

### C. Polychlorobiphényles (PCB) :

Ce sont des substances chlorées très stables insolubles dans l'eau (Dutta et al., 2004), et ont une forte affinité pour les matières en suspension et les lipides, Ils s'accumulent donc dans le milieu naturel et se bioaccumulent fortement dans la chaîne alimentaire, par exemple dans les graisses des poissons et d'autres organismes vivants. (Boucheseiche C et al., 2002).

les PCB sont largement utilisées dans la production des condensateurs, transformateurs, fluides hydrauliques, lubrifiants, pesticides (Dutta S. K et al., 2004). Ils peuvent être dégradés à haute température (1200°C), leur combustion peut générer des dioxines et des furanes, substances cancérigènes et mutagènes (Barriuso E et al., 1996).

### D. Les composés organiques volatils (COV) :

Ce terme englobe un grand nombre de composés appartenant à différentes familles chimiques: alcanes, alcanes substitués, alcènes, alcools, composés aromatiques (benzène), esters, cétones. Les COV font l'objet de nombreuses utilisations en tant que solvants, dégraissants, dissolvants, conservateurs, agents de nettoyage.

Ils entrent donc, seuls ou en mélange, dans un grand nombre de procédés d'industries manufacturières utilisatrices de solvants, d'application et de fabrication de peinture, de préparation de caoutchouc, les imprimeries, les papeteries, la pharmacie, la parfumerie, les industries agro alimentaires. (Lalanne ., 2006)

### E . Les Pesticides :

Appelés aussi produits phytosanitaires ou bien des produits desynthèse introduits dans l'environnement par l'homme pour des raisons déterminées soit (Fdil .,2004) :

Pour protéger les récoltes et les denrées stockées

Pour protéger les différents secteurs de l'agriculture intensive

Pour lutter contre les vecteurs de maladies.

Actuellement ils ont classées en fonction de leur cible biologique (Kankou Mohamed Ould Sid Ahmed., 2004):

1. Les insecticides contre les insectes.
2. Les herbicides contre les mauvaises herbes.
3. Les fongicides contre les champignons.

Une fois dans l'environnement, les pesticides peuvent être transformés en un grand nombre de produits de dégradation, aussi sont présent dans les eaux souterraines (Bottoni et Funari., 2005)

### I.4 Impacts de la pollution de l'eau

#### I.4.1-Impact sanitaire

La pollution de l'eau peut avoir des conséquences sur la santé de l'homme. L'eau polluée peut transmettre un certain nombre de maladies : maladies hydriques, maladies aquatiques et maladies dues aux vecteurs de l'eau[3].

Tableau 1: Les différents types de maladies liés à l'eau polluée et les effets sur la santé [3]

Type	Maladie	Agents responsable	Mode de contamination	Effet sur la santé
<b>Maladie hydrique</b>	Choléra	Bactéries : Vibrio cholerae	Consommation d'eau	Diarrhées/Vomissements graves/Déshydratations. Période d'incubation de 1 à 3 jours.
	Fievres typhoïdes	Bactérie : typhi	Consommation d'eau ou d'aliments souillés	-Diarrhées graves, vomissement, douleurs abdominales. -Périodes d'incubation de 1 à 3 semaines.
	Dysenterie bactérienne	Bactéries parasites	Consommation d'eau contaminée	-Diarrhées importantes -Période d'incubation de 1 à 3 jours, jusqu'à 7 jours
	Hépatite A, Hépatite E	virus	Consommation d'eau, aliments contaminés d'une personne	-Infection et inflammation du foie -Période d'incubation de 15 à 45 jours
<b>Maladies aquatiques</b>	Schistosomiase, Bilharzirose	Vers parasitaire, famille des schistosomes	Contamination par les eaux de baignade (pénétration dans la peau)	-Douleurs abdominales, éruption cutanée, -Période d'incubation de 2 à 6 semaines (schistosomiase) et 5 à 15 jours (bilharzirose)
<b>Maladies dues aux vecteurs de l'eau</b>	Paludisme	virus	Piqûre de moustique	Fièvre, anémie. -Période d'incubation de 7 à 14 jours
	Maladie du sommeil	virus	Piqûre de mouche tsé-tsé	-Troubles nerveux, affaiblissement général -Période d'incubation de 5 à 14 jours.
	Fièvre jaune	virus	Piqûre de moustique ou mouche tsé-tsé	-Malaises, faiblesses, nausées, vomissement, rémission -Période d'incubation de 3 à 6 jours.

### **I-4-2-Impacts sur l'agriculture :**

La pollution de l'eau peut influencer les activités agricoles. L'utilisation des eaux usées en agriculture peut avoir des impacts positifs ou négatifs. Les eaux usées, surtout les eaux usées domestiques, contiennent souvent des substances nutritives (composés azotés et phosphorés) qui sont indispensables pour les plantes. Elles constituent parfois la seule source d'eau pendant la saison de culture et sont utilisées pour l'irrigation. La présence de ces éléments nutritifs peut remplacer l'utilisation des engrais et rendre le sol fertile. Celle-ci diminue donc l'achat d'engrais pour les agriculteurs . On peut avoir aussi une amélioration des rendements à la récolte (OMS, 2012).

D'après la FAO (2003), l'irrigation avec des eaux usées domestiques donne des rendements plus élevés que l'irrigation avec de l'eau douce, même si l'on utilise des engrais artificiels. En termes de qualité, l'utilisation des eaux usées brutes entrave la qualité sanitaire des produits par la présence des germes pathogènes infestant .

En revanche, l'utilisation des eaux usées industrielles en irrigation peut entraîner des risques graves pour l'agriculture : contamination des produits et dégradation de la fertilité des sols. Ces eaux contiennent des impuretés diverses comme des substances chimiques très toxiques et mortelles (métaux lourds, solvants organiques, hydrocarbures, éléments radioactifs). Ainsi, l'irrigation par les eaux usées industrielles apporte des risques sur la santé des agriculteurs et des consommateurs (OMS, 2012)[3].

### **I-4-3-Impacts au niveau des ressources environnementales**

Le déversement incontrôlé des eaux usées dans le milieu naturel peut entraîner une dégradation conséquente de l'écosystème. Ce changement de l'écosystème entraîne non seulement des impacts négatifs aux ressources vivantes du milieu mais aussi sur l'équilibre global du système environnemental. En général, le mauvais assainissement est une source majeure de la pollution des eaux naturelles (rivière, fleuve, lac, eau souterraine). Cette pollution résulte souvent d'un apport trop riche en substances nutritives ou toxiques. Grace à ces substances nutritives, on observe parfois une forte prolifération d'algues dans le milieu.

Ce phénomène s'intensifie surtout dans les eaux stagnantes, notamment dans les lacs profonds. Cet état se traduit par l'accumulation des algues et des bactéries aérobies, qui

absorbent l'oxygène présent dans l'eau et provoquent la mort de l'écosystème aquatique qui conduit à ce qu'on appelle « une zone morte » (Keddal H. *et al.*, 2008).

La présence des substances toxiques dans les effluents provoque des effets immédiats ou à long terme sur l'écosystème. Lorsque la substance est introduite brutalement à une concentration élevée dans le milieu, on observe un déséquilibre brusque de l'écosystème, avec mortalité massive d'un grand nombre d'organismes appartenant à des niveaux trophiques différents. Par contre, lorsque cette substance est introduite à faible dose mais prolongée dans le milieu, on observe alors une modification progressive de l'écosystème, qui pourra au final entraîner des changements aussi graves que la précédente (Guérrin R., 1999).

### **I.5. Les paramètres de pollution :**

#### **I.5.1. Les paramètres organoleptiques**

##### **I.5.1.1. La couleur**

La couleur de l'eau peut être due à des substances minérales naturelles comme le fer et le manganèse, ou des composés organiques, dont les plus répandus sont des algues, des protozoaires et des produits naturels de la décomposition des végétaux comme les substances humiques, les tanins et les lignines (Allen *et al.*, 1994)[4].

##### **I.5.1.2. L'odeur**

Toute eau possède une odeur, qui est due aux gaz dissous. Souvent, l'odeur et la saveur de l'eau peuvent être modifiées, soit par la présence de matières organiques en décomposition, soit par la présence de matière sécrétée par les organismes vivants dans l'eau, en particulier les algues et les champignons (Bouziane., 2000).

#### **I.5.2. Les paramètres physico-chimiques**

##### **I.5.2.1. La température**

La température est un facteur écologique important du milieu. Elle permet de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment) (Rodier *et al.*, 1996).

##### **I.5.2.2. Le potentiel d'Hydrogène (pH)**

Le pH est un paramètre qui permet de mesurer l'acidité, l'alcalinité ou la basicité d'une eau (Allen *et al.*, 1994).

### **I.5.2.3. La turbidité**

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoutes (Rejsek., 2005).

### **I.5.2.4. Matière en suspension(MES)**

Les MES représentent les matières qui ne sont ni à l'état dissous ni à l'état colloïdales, donc filtrable. Elles sont organiques et/ou minérales et permettent une bonne évaluation du degré de pollution d'une eau (Zeghoud., 2014).

### **I.5.2.5. La conductivité (CE)**

C'est la mesure de la capacité d'une solution de laisser passer un courant électrique, cette capacité dépend des sels solubles dans l'eau et de la température de mesure. Généralement, les sels minéraux présents dans l'eau, sont des bons conducteurs ; quant aux matières organiques et colloïdales, elles n'ont que peu de conductivité (Rodier., 1996). La conductivité s'exprime en micro siemens par centimètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) (Gaujous D., 1995).

### **I.5.2.6. La demande biochimique en oxygène(DBO)**

Exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques présentes dans les eaux usées par les microorganismes du milieu. Mesurée par la consommation d'oxygène à 20°C à l'obscurité pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique des matières organiques carbonées (Xanthoulis., 1993).

### **I.5.2.7. La demande chimique en oxygène(DCO)**

Elle permet de mesurer la teneur en matières organiques totales (excepté quelques composés qui ne sont pas dégradés), y compris celles qui ne sont pas dégradables par les bactéries. Il s'agit donc d'un paramètre important permettant de caractériser la pollution globale d'une eau par des composés organiques (Savary., 2005).

### **I.5.2.8. Carbone organique totale(COT)**

Le carbone organique est constitué d'une grande diversité de composés organiques à plusieurs états d'oxydation, dont certains sont susceptibles d'être oxydés par des procédés chimiques ou biologiques. Ces fractions sont caractérisées par la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biologique en oxygène (DBO) (Tarmoul., 2007)

### **I.5.2.9. Azote et ses dérivés**

L'azote se trouve dans l'eau usée sous forme organique ou ammoniacale dissoute. Il est souvent oxydé pour éviter une consommation d'oxygène ( $O_2$ ) dans la nature et un risque de toxicité par l'ammoniaque gazeux dissous ( $NH_3$ ), en équilibre avec l'ion ammoniac ( $NH_4^+$ ) (Martin., 1979 in Zeghoud., 2014).

#### **I.5.2.9.1. L'azote ammoniacal ( $NH_4^+$ )**

L'azote ammoniacal est présent sous deux formes en solution, l'ammoniac  $NH_3$  et l'ammonium  $NH_4^+$ , dont les proportions relatives dépendent du pH et de la température.

L'ammonium est souvent dominant ; c'est pourquoi, ce terme est employé pour désigner l'azote ammoniacal ; en milieu oxydant, l'ammonium se transforme en nitrites puis en nitrates; ce qui induit une consommation d'oxygène (Tarmoul., 2007).

#### **I.5.2.9.2. Les nitrites ( $NO_2^-$ )**

Les ions nitrites ( $NO_2^-$ ) sont un stade intermédiaire entre l'ammonium ( $NH_4^+$ ) et les ions de nitrates ( $NO_3^-$ ). Les bactéries nitrifiantes (nitrosomonas) transforment l'ammonium en nitrites c'est la nitratisation (Rodier., 2009).

#### **I.4.2.9.3. Les nitrates ( $NO_3^-$ )**

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique dans l'eau. Les bactéries nitratâtes (nitrobacters) transforment les nitrites en nitrates (Rodier., 2009).

### **I.5.2.10. Les phosphates ( $PO_4^{3-}$ )**

Les phosphates sont des formes minérales du phosphore formés à partir d'ions  $PO_4^{3-}$ . Les phosphates sont présents dans les excréments, les engrais, les lessives, les champoings et les détergents ménagers (Choocat., 1997).

### **I.5.2.11. La biodégradabilité**

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique des eaux (Metahri., 2012).

## **I.5.3. Les paramètres microbiologiques**

### **I.4.3.1. Les micropolluants organiques et non organiques**

Les micropolluants sont des éléments présents en quantité infinitésimale dans les eaux usées (Baumont et al., 2004).

### **I.5.3.1.1. Eléments traces**

Les métaux lourds que l'on trouve dans les eaux usées urbaines sont extrêmement nombreux ; les plus abondants (de l'ordre de quelques  $\mu\text{g/l}$ ) sont le fer, le zinc, le cuivre et le plomb. Les autres métaux (manganèse, aluminium, chrome, arsenic, sélénium, mercure, cadmium, molybdène, nickel, etc.) sont présents à l'état de traces (Cauchi., 1996).

### **I.5.3.1.2. Les micropolluants organiques**

Les micropolluants d'origine organique sont extrêmement nombreux et variés, ce qui rend difficile l'appréciation de leur dangerosité. Ils proviennent de l'utilisation domestique de détergents, pesticides, solvants, et également des eaux pluviales : eaux de ruissellement sur les terres agricoles, sur le réseau routier. Ils peuvent aussi provenir de rejets industriels quand ceux-ci sont déversés dans les égouts ou même des traitements de désinfections des effluents par le chlore (haloformes) (Xanthoulis., 1993).

### **I.5.3.2. Qualité microbiologique**

#### **I.5.3.2.1. Les bactéries**

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10  $\mu\text{m}$ . La quantité moyenne de bactéries dans les fèces est d'environ  $10^{12}$  bactéries/g (Asano., 1998). Les eaux usées urbaines contiennent environ  $10^6$  à  $10^7$  bactérie/100ml dont  $10^5$  proteus et entérobactéries,  $10^3$  à  $10^4$  streptocoques et  $10^2$  à  $10^3$  clostridium (Faby., 1997).

#### **I.5.3.2.2. Les virus**

Ce sont des organismes infectieux de très petite taille (10 à 350 nm) qui se reproduisent en infectant un organisme hôte (CSHPF., 1995).

On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre  $10^3$  à  $10^4$  particules par litre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées sont difficiles, ce qui conduit vraisemblablement à une sous-estimation de leur nombre réel (Asano., 1998).

#### **I.5.3.2.3. Les protozoaires**

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires munis d'un noyau, plus complexes et plus gros que les bactéries. La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites, c'est-à-dire qu'ils se développent aux dépens de leur hôte. Certains protozoaires adoptent au cours de leur cycle de vie une forme de résistance, appelée kyste. Cette forme peut résister généralement aux procédés de traitements des eaux usées (Baumont *et al.*, 2004).

### I.5.3.2.4. Les helminthes

Les helminthes sont des vers multicellulaires. Tout comme les protozoaires, ce sont majoritairement des organismes parasites. La concentration en oeufs d'helminthes dans les eaux usées est de l'ordre de 10 à 10<sup>3</sup> oeufs/l. Il faut citer, notamment, *Ascaris lumbricades*, *Oxyuris vermicularis*, *Trichuris trichuria*, *Taenia saginata* (CSHPF., 1995).

### I.6. les micro-organismes présent dans les milieux pollué :

**Tableau 02:** Abondance des micro-organismes dans les sols (Bonneau et Souchier, 1994)[5].

Organismes	Nombre (UFC/g de sol sec)
Bactéries	10 <sup>8</sup>
Actinomycètes	10 <sup>5</sup> à 10 <sup>6</sup>
Algues	10 <sup>4</sup> à 10 <sup>5</sup>
Protozoaires	10 <sup>4</sup>

Est une mosaïque de micro habitat placés dans des conditions physico-chimique différentes qui peuvent agir sur les végétaux soit en synthétisant des composés phytotoxique ou bien détoxifiant les sols contaminé (Aron, 1998).

Parmi les microorganismes les plus important les algues, les bactéries et les champignons qui sont des médiateurs primaires dans la dégradation des hydrocarbures, les plus étudiés et semblent les plus efficaces. En effet, ils sont capables de métaboliser une large gamme des hydrocarbures, les transformant partiellement en métabolites ou en les minéralisant complètement (Chikere, 2011). Les bactéries se sont avérées plus polyvalentes et actives que les champignons et peuvent donc jouer un rôle plus important au cours de la biodégradation des hydrocarbures (Rahman *et al*, 2003, Brooijmans *et al*, 2009)[5].

### I.7. Composition des eaux usées

Les eaux usées se composent de matières dissoutes et en suspension et de divers microorganismes.

#### I.7.1. Les microorganismes

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales .

Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes : les bactéries, les protozoaires, les virus et les helminthes[6].

### - Les bactéries :

Les bactéries sont les microorganismes les plus communément rencontrés dans les eaux usées. Les eaux usées urbaines contiennent environ  $10^6$  à  $10^7$  bactéries/100 ml dont la plupart sont des *Proteus* et des entérobactéries,  $10^3$  à  $10^4$  des Streptocoques et de  $10^2$  à  $10^3$  des *Clostridium*. La concentration en bactéries pathogènes est très variable et peut atteindre  $10^4$  germes par litre. Parmi pathogènes les plus détectées, les Salmonelles, dont celles responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux. Les coliformes thermotolérants sont des germes témoins de contamination fécale communément utilisés pour contrôler la qualité relative d'une eau. (5) En plus de ces germes les eaux usées d'une station d'épuration contient des espèces autochtones considérées comme acteurs majeurs des biodégradations telles que : *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Micrococcus*, *Flavobacterium* et d'autres. (6)

### - Les protozoaires :

Au cours de leur cycle vital, les protozoaires passent par une forme de résistance, les kystes, qui peuvent être véhiculés par les eaux résiduaires. Ces parasites sont très persistants. Ainsi, selon les conditions du milieu, ils peuvent survivre plusieurs semaines, voire même plusieurs années . Plusieurs protozoaires pathogènes ont été identifiés dans les eaux usées (8). Parmi les plus importants du point de vue sanitaire, il faut citer *Entamoeba histolytica*, responsable de la dysenterie amibienne, *Giardia lamblia* et *Cryptosporidium parvum* . Il est considéré que seulement 10 à 30 kystes forment une dose suffisante pour causer des troubles sanitaires .

### - Les virus :

Les virus sont des parasites intracellulaires obligatoires qui ne peuvent se multiplier que dans leur cellule hôte. Leur concentration estimée dans les eaux usées urbaines est comprise entre  $10^3$  et  $10^4$  particules par litre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées restent difficiles, ce qui conduit vraisemblablement à une sous estimation de leur nombre réel. Les virus entériques sont ceux qui se multiplient dans le trajet intestinal. Parmi les virus entériques humains les plus nombreux il faut citer les entérovirus, les rotavirus, les rétrovirus, les adénovirus et le virus de l'Hépatite A. Il semble que les virus soient plus résistants dans l'environnement que les bactéries, du fait qu'au cours de processus de traitement des eaux usées les virus sont plus difficiles à éliminer que les bactéries classiques couramment utilisées comme indicateurs de la qualité bactériologique des eaux .

### - Les helminthes :

Les helminthes sont des parasites intestinaux, fréquemment rencontrés dans les eaux résiduaires. Dans les eaux usées urbaines, le nombre d'oeufs d'helminthes peut être évalué entre 10 et  $10^3$  germes/l. Beaucoup de ces helminthes ont des cycles de vie complexes comprenant un passage obligatoire par un hôte intermédiaire .

Le stade infectieux de certains helminthes est l'organisme adulte ou larve, alors que pour d'autres, ce sont les oeufs. Les oeufs et les larves sont résistants dans l'environnement et le risque lié à leur présence est à considérer pour le traitement et la réutilisation des eaux résiduaires. En effet, la persistance de ces organismes à différentes conditions environnementales ainsi que leur résistance à la désinfection permet leur reproduction, ce qui constitue leur risque potentiel. Les helminthes pathogènes rencontrés le plus fréquemment dans les eaux usées sont : *Ascaris lumbricades*, *Oxyuris vermicularis*, *Trichuris trichuria*, *Taenia saginata*.

### Métaux lourds :

Les métaux lourds que l'on trouve dans les eaux usées urbaines sont extrêmement nombreux, les plus abondants (de l'ordre de quelques  $\mu\text{g/l}$ ) sont le fer, le zinc, le cuivre et le plomb.

Les autres métaux (manganèse, aluminium, chrome, arsenic, sélénium, mercure, cadmium, molybdène, nickel, etc.) sont présents à l'état de traces[7].

### I.8. Procédés d'épuration des eaux usées

Il existe plusieurs procédés de traitement des eaux résiduaires[8].

#### I.8.1- Procédés physico-chimiques

Ils consistent à alourdir les particules colloïdales en suspension par des techniques de floculation (injection massive de charbon actif ou en poudre), afin de former des floccs qui se décantent rapidement. Ces procédés permettent l'élimination de 70 à 80 % de matières en suspension et une réduction de la charge organique. Ses performances restent inférieures à celles du traitement biologique [8].

#### I.8.2.- Procédés biologiques

Ils visent à réduire la teneur en matières organiques des eaux usées par leur dégradation biologique. On distingue des systèmes intensifs et des systèmes extensifs.

##### ➤ Systèmes intensifs

On y retrouve les systèmes à cultures fixes et ceux à cultures libres.

##### • Systèmes à cultures fixes

Le principe consiste à faire ruisseler les eaux usées décantées sur des matériaux poreux recouverts d'un biofilm sur lequel se développe des cultures bactériennes. Ces cultures se nourrissent de la matière organique, permettant ainsi l'élimination d'une fraction importante de la pollution.

A partir de ce principe, plusieurs variantes ont été développées, parmi lesquelles :

- les lits bactériens où le milieu support peut être une roche fragmentée en petits blocs ;
- les disques biologiques ayant pour support des disques parallèles tournant à faible vitesse et qui sont immergés sur la moitié de leur hauteur .

##### • Systèmes à cultures libres

Encore appelés systèmes des boues activées, l'effluent biodégradable est mis en contact avec des amas biologiques flocculés et maintenus en surface grâce à une agitation, lesquels amas assurent la dégradation de la matière organique dans des conditions d'aérobie. L'effluent passe ensuite dans un bassin de décantation secondaire où se séparent les boues .

### ➤ Systèmes extensifs

Ils correspondent aux techniques de lagunage permettant d'atteindre un degré d'épuration qui s'avère intéressant pour une réutilisation agricole.

Le lagunage est un procédé naturel d'épuration des eaux usées qui permet une séparation des éléments solides de la phase liquide par sédimentation, et une épuration biologique due essentiellement à l'action des bactéries.

Le procédé consiste à faire séjourner des eaux résiduaires dans des bassins de stabilisation. En fonction de la profondeur, on distingue :

- les bassins de maturation dont la phase aqueuse est oxygénée (profondeur  $\leq 1,50\text{m}$ ) ;
- les bassins de stabilisation facultatifs de profondeur variant entre 1,50 m et 2,50 m. Ils associent les conditions d'aérobie et d'anaérobie ;
- les bassins de stabilisation anaérobies dont la profondeur est supérieure à 3 m, leur fonction principale est de réduire la DBO

## I.9-Étapes du traitement

### I.9-1-Prétraitement

Tout traitement de dépollution doit comporter ce qu'il est convenu d'appeler un « prétraitement » qui consiste en un certain nombre d'opérations mécaniques ou physiques destinées à extraire le maximum d'éléments dont la nature et la dimension constitueraient une gêne ultérieurement. Ces opérations sont : le dégrillage, le dessablage et le déshuilage[9].

### I.9-2-Dégrillage

L'eau brute passe à travers des grilles composées de barreaux placés verticalement ou inclinés de 60 à 80 sur l'horizontale. Les pores des barreaux varie de 6 à 100 mm. La vitesse moyenne de passage entre les barreaux est comprise entre 0,6 et 1 m/s.

Transit, laquelle, beaucoup plus faible, peut alors être variable sans inconvénient. Le sable est extrait soit mécaniquement par raclage vers un poste de réception, puis repris par pompage, soit directement par pompe suceuse montée sur pont roulant.

Le sable séparé contient malgré tout des matières organiques et plusieurs dispositifs sont appliqués pour améliorer sa qualité : lavage par hydro cyclone, extraction des fosses de stockage par des moyens mécaniques qui font, en même temps, office de laveur de sable (vis d'Archimède en auge inclinée, classification à mouvement alternatif...).Le volume de sable extrait par habitant et par an est de l'ordre de 5 à 12 dm<sup>3</sup> [9].

### I.9-3-Dessablage

Le dessablage s'effectue sur des particules de dimensions supérieures à 200  $\mu$ m. La vitesse de sédimentation se calcule par la loi de Stokes (chute libre). On calcule la section du dessaleur de manière que la vitesse de l'eau ne descende pas au-dessous de

0,30 à 0,20 m/s ; on évite ainsi que les matières organiques se déposent en même temps que les sables.

Les ouvrages à prévoir pour obtenir une vitesse d'écoulement de 0,30 m/s sont, par ordre d'importance :

- ❖ - les dessaleurs couloirs (à écoulement rectiligne), dont la vitesse d'écoulement est variable ou constante ;
- ❖ - les dessaleurs circulaires, à alimentation tangentielle ou à brassage mécanique ou à insufflation d'air (pour éviter le dépôt de matières organiques, en heures creuses, avec faible débit) ;
- ❖ -les dessaleurs rectangulaires à insufflation d'air. On insuffle de l'air qui provoque une rotation de liquide et crée ainsi une vitesse constante de balayage du fond, perpendiculaire à la vitesse du transit

### I.9-4-Déshuilage-dégraissage

Le déshuilage-dégraissage se rapporte à l'extraction de toutes les matières flottantes d'une densité inférieure à celle de l'eau. Ces matières sont de natures très diverses et leurs quantités s'estime par la mesure des « matières extractibles par solvants ». La teneur des eaux usées en matières extractibles est de l'ordre de 30 à 75 mg/L.

Néanmoins, certains rejets industriels (abattoirs, laiteries...) peuvent élever ces valeurs à 300-350 mg/L.

Les huiles et graisses, lorsqu'elles ne sont pas émulsionnées, sont séparées sous forme de boues flottantes dans des ouvrages comportant une zone d'aération où les bulles d'air augmentent la

vitesse de montée des particules grasses et une zone de tranquillisation où s'effectue la récupération.

Le temps de séjour dans ce type d'ouvrage est de 5 à 12 min. Le débit d'air insufflé est de l'ordre de 0,2 m<sup>3</sup> par mètre cube d'eau et par heure.

Le plus souvent, les fonctions de dessablage et de déshuilage sont combinées dans un même ouvrage qui met en œuvre les principes de fonctionnement cités précédemment

### **I.9-5-Traitements biologiques**

L'épuration biologique a pour but d'éliminer la matière polluante biodégradable contenue dans l'eau domestique (décantée ou non) en la transformant en matières en suspension : micro-organismes et leurs déchets, plus facilement récupérables.

La dégradation peut se réaliser par voie aérobie (en présence d'oxygène) ou anaérobie (en l'absence d'oxygène). Dans ce dernier cas, où les réactions s'effectuent à l'abri de l'air, le carbone organique, après dégradation, se retrouve sous forme de CO<sub>2</sub>, méthane et biomasse. Ce type de traitement appelé « digestion anaérobie » n'est utilisé que pour des effluents très concentrés en pollution carbonée, de type industriel (brasserie, sucrerie, conserverie...).

Le traitement biologique classique des eaux domestiques s'effectue par voie aérobie.

Le traitement consiste à dégrader les impuretés grâce à l'action d'une biomasse épuratrice, à laquelle doit être fourni l'oxygène nécessaire à son développement. En simplifiant, on peut décrire ce processus par l'équation d'une biomasse épuratrice, à laquelle doit être fourni l'oxygène nécessaire à son développement. En simplifiant, on peut décrire ce processus par l'équation :

eau résiduaire + biomasse épuratrice + O<sub>2</sub> → Eau purifiée + accroissement de biomasse + gaz résiduaires (CO<sub>2</sub>...)[9].

### **I.9-6-Décantation**

La décantation se distingue du dessablage en ce sens qu'elle enlève plus de la moitié des matières en suspension, alors que le dessablage ne vise que l'élimination du sable et des autres matières minérales (plus lourdes que les matières organiques).

---

**CHAPITRE II**  
**les parasites des eaux pollués**

---

## II.1. Définition et origine des eaux usées :

Les eaux usées sont toutes des eaux souillées, chargées de différents éléments du fait qu'elles ont déjà utilisé dans une activité domestique ou industrielle. On distingue deux grandes catégories d'eaux usées, selon leur origine.

- **Les eaux usées urbaines :**

Elles comprennent les eaux usées provenant des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en eaux ménagères, de graisses, de solvants, de débris organiques, etc., et en eaux « vannes ». Ces dernières sont des rejets des toilettes de diverses matières organiques azotées ou non et de germes fécaux. Les eaux usées urbaines comprennent aussi une autre catégorie d'eau, elle est formée des eaux de ruissellement, générées par les eaux pluviales notamment des périodes orageuses, l'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles), puis, en ruisselant, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus, métaux lourds...).(vaillant J.R.,1974)

- **Les eaux usées industrielles :**

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques, leur caractéristique varie d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures, en raison de leur spécificité, certaines d'entre elles doivent faire l'objet d'un prétraitement de la part de l'industrie avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte. Elles ne sont mêlées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des stations d'épuration ou du milieu récepteur.(Lefranc A., 2002)

## II.2. composition des eaux usées :

Les eaux usées se composent de matières dissoutes et en suspension et de divers microorganismes.

II.2-1- les parasites : Ils sont définis comme étant un organisme vivant et qui vit aux dépens de son hôte. Selon sa spécificité il peut avoir comme hôte exclusif l'homme ou bien d'autres

animaux. Il arrive que ce parasite ait plusieurs hôtes chez lesquels il doit obligatoirement passer pour accomplir son cycle.

Au niveau de tous les échantillons, nous avons mis en évidence des concentrations importantes des protozoaires et d'œufs d'Helminthes parasites. Les résultats obtenus ont mis en évidence des parasites sous formes d'œufs. **(Belkaid et Al, 1992)**

### **II.2-2-Protozoaire :**

Les Protozoaires sont des organismes unicellulaires microscopique de 1 à 100 µm de diamètre, eucaryote hétérotrophes dépourvue de chlorophylles, se nourries par osmose pour les forme parasites ou phagocytose pour les formes libres. Une seule cellule très spécialisée capable de remplir toutes les fonctions vitales. Les protozoaires doivent se déplacer, digérer, respirer, éliminer leurs déchets par excrétion et se reproduire pour survivre. Leur cellule unique est donc beaucoup plus complexe que les cellules retrouvées chez les métazoaires. Ils vivent exclusivement dans l'eau ou dans les sols humides ou à l'intérieur d'un organisme (dans le mucus pulmonaire, l'intestin, la panse de certains animaux...). **(André Beaumont et al, 2004)**

Les espèces de protozoaire qui sont considérés comme pathogènes et fréquemment rencontrés dans les eaux pollués sont : Entamoebahistolytica, Balantidium coli, Giardiaintestinalis, Cryptospridiumparvum. **(AMAHMID O, 1997)**

### **1.Entamoeba histolytica**

#### **Généralité :**

Est une amibe pathogène (parasite)caractéristique de l'hommequi infecte le gros intestin provoquant une infection amibienne, Cette parasitose sévit tout au long de l'année mais vit uniquement dans l'eau ou en présence d'une forte humidité. Dans d'autres régions, elle peut se montrer sous la forme de petites épidémies ou de cas isolés. Produisantl'**amibiase**, une maladie parasitaire qui sévit en Amérique latine. **(Bourée P ; 2011)**

#### **Classification :**

Embranchement : Amoebozoae

Classe : Lobosea

Ordre :ameobida

Famille :Entamoebidae

Genre :Entamoeba

Espèce :**Entamoebahistolytica**(**Schaudinn, 1903** )

**Morphologie :**

- *Entamoebahistolytica* existe sous une forme végétative (trophozoïte) et sous une forme kystique.

1. Forme végétative :

Les trophozoïtes ont une taille de 20 à 40µm, sont mobiles, émettent des pseudopodes qui leur permettent de se déplacer et d'ingérer des bactéries, des particules alimentaires et des hématies.

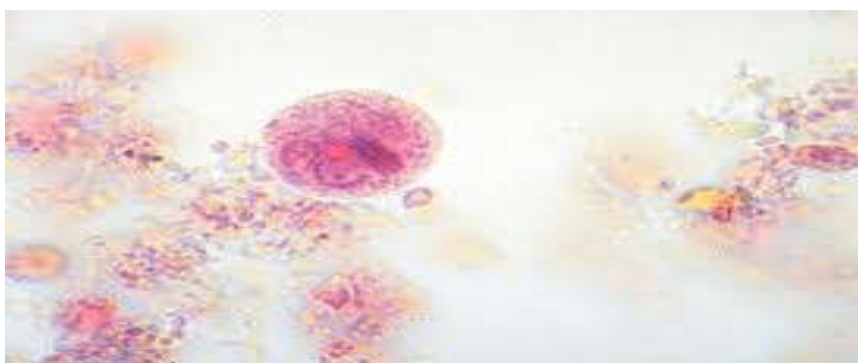


**Figure 02 : Selles : Entamoebahistolytica – forme végétative hématophage contenant des hématies (20-40µm)(Plorde J ; 2004).**

2. Forme kystique :

Les kystes sont sphériques, de 10 à 15µm de diamètre et entourés d'une épaisse coque. Ils sont éliminés dans les selles des malades et des porteurs sains et sont très résistants dans le milieu extérieur.

Les kystes sont la forme de dissémination du parasite.(Plorde J ; 2004)



**Figure 03 : Selles : Entamoebahistolytica / dispar - kyste (10-15µm)(Plorde J ; 2004)**

## **2-Balantidium coli :**

### **Généralité :**

Le *Balantidium coli* (Balantidium coli), fait partie d'est un gros protozoaire cilié commensal du porc, du singe et parfois du rat, qui détermine accidentellement chez l'homme une parasitose intestinale : la balantidose. C'est le plus gros protozoaire et le seul cilié pathogène pour l'homme.

**La balantidiose**, ou balantidiase, est une maladie infectieuse due à un parasite : *Balantidium coli*. Il s'agit d'une maladie parasitaire du côlon, dû à l'infestation du seul protozoaire cilié parasite de l'homme (*Balantidium coli*). Elle considère comme une maladie beaucoup plus professionnelle.(**FREDERICK L et al ; 2008**)

### **Classification :**

Embrenchement :Ciliophora

Classe :Litostomatea

Ordre :Vestibuliferida

Famille :Balantidiidae

Genre :Balantidium

Espèce :***Balantidium coli***(**Claude Moulinier ; 2002**)

### **Morphologie :**

Le *Balantidium coli* peut se présenter sous deux formes :

La forme de kyste :Dans le milieu extérieur, la forme de résistance du *Balantidium* est représentée sous forme de kyste entouré d'une paroi épaisse. De forme sphérique (diamètre: 50 micromètres), c'est l'élément contaminant l'homme par voie orale.

La forme végétatif : Dans les selles, le *Balantidium* a une forme ovalaire de 80 micromètres en général (mais qui peut aller de 30 à 300 microns). Les mouvements de ses cils sont coordonnés et il se déplace en spirale.(**Schuster F et al ; 2008**)

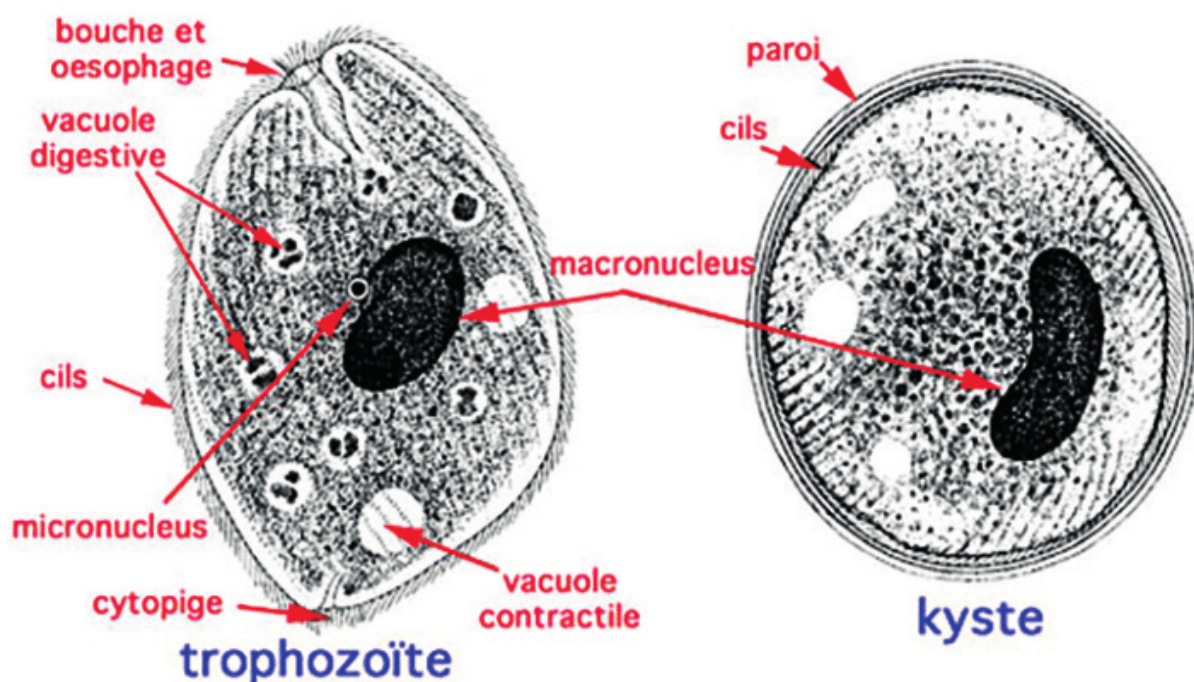


Figure 04 : Balantidium coli : forme végétatif (trophozoïte) / forme kyste (Schuster F et al ; 2008)

### 3-Giardia intestinalis :

#### Généralité :

*Giardia intestinalis* est un protozoaire flagellé qui colonise l'intestin (duodénum). Le parasite se présente sous deux formes : la forme végétative, ou trophozoïte, qui est responsable de la maladie **Giardiase**, et la forme kystique qui est responsable de la survie dans le milieu extérieur et la contamination.

Les *Giardia* ont été initialement séparés en espèces selon leur hôte d'origine, mais le peu de différences morphologiques a limité leur classification en trois espèces principales :

- *G. intestinalis* (homme et mammifères)
- *G. agilis* (amphibiens)
- *G. muris* (rongeurs). (J.EUZEBY ; 2002)

#### Classification :

Embranchement : Eozoa

Classe : Eopharyngia

Ordre : Diplomonadida

Famille : Hexamitidae

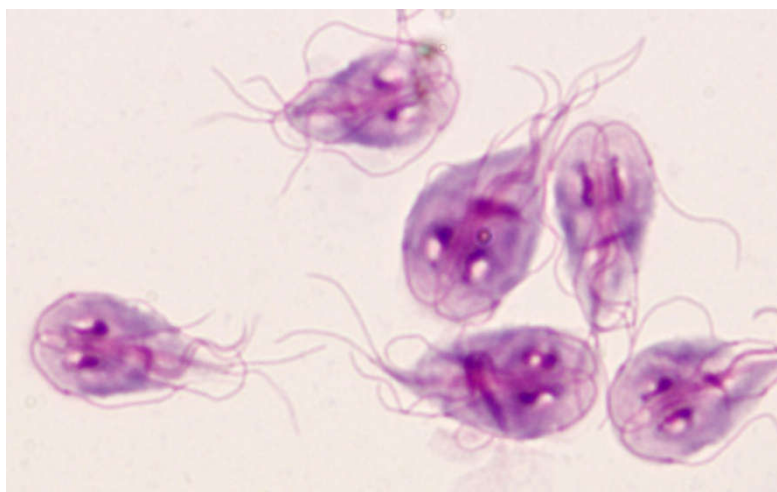
Genre : Giardia

Espèce : ***Giardia intestinalis*** (Claude Moulinier ; 2002)

### **Morphologie :**

#### 1- Forme végétative :

Les trophozoïtes mesurent de 10 à 20  $\mu\text{m}$  de long, sont aplatis avec une extrémité antérieure large, et sont mobiles. La face dorsale est convexe, la face ventrale est concave.



**Figure 05 :** Forme végétative de ***Giardia intestinalis*** (ANOFEL ; 2010).

Les trophozoïtes possèdent deux noyaux morphologiquement identiques. Les deux noyaux sont situés de part et d'autre de la ligne médiane, dans la partie antérieure du parasite

Quatre paires de flagelles sont réparties sur chaque face et assurent la mobilité :

- 2 flagelles antéro-latéraux, prenant leur origine devant les noyaux et sortant par la face dorsale.
- 2 flagelles postéro-latéraux, prenant leur origine entre les noyaux et sortant par la face ventrale.
- 2 flagelles caudaux, prenant leur origine entre les noyaux et sortant par la face ventrale à l'extrémité postérieure du parasite.
- 2 flagelles ventraux épais, au fond du sillon formé par la concavité de la face ventrale.

#### 2-Forme kystique :

Le kyste, de 8 à 10  $\mu\text{m}$  de diamètre, est ovale avec des noyaux dans la partie antérieure et constitue la forme de résistance.

C'est la forme la plus souvent rencontrée à l'examen microscopique des selles. (PIERRE A et al ; 2014), (ANOFEL ; 2010)



Figure 06: *Giardia intestinalis* – kyste (MIF 10-13 x 8  $\mu$ m). (ANOFEL ; 2010).

#### **4-cryptosporidium parvum :**

##### **Généralité :**

*Cryptosporidium parvum*, une espèce commune et peu spécifique a longtemps été considérée comme l'unique espèce responsable de la cryptosporidiose chez l'homme et chez les autres mammifères.

Le génome du *Cryptosporidium parvum* a été séquencé en 2004 et s'est trouvé être inhabituel parmi les eucaryotes. En effet, les *Cryptosporidium* ne contiennent pas de mitochondries mais possèdent à la place un organe découvert récemment et appelé mitosome depuis 1999. Celui-ci n'ayant pas d'ADN mitochondrial, ses constituants ne peuvent avoir pour origine que l'ADN nucléaire. (DEROUIN F et al ; 2007)

La cryptosporidiose est une maladie intestinale grave dit à l'ensemble des parasitoses liées aux protozoaires du genre *Cryptosporidium*. (Fayer R et al ; 2000)

##### **Classification :**

Embranchement : apicomplexa

Classe : coccidea

Ordre : eucoccidiorida

famille : cryptosporidiidae

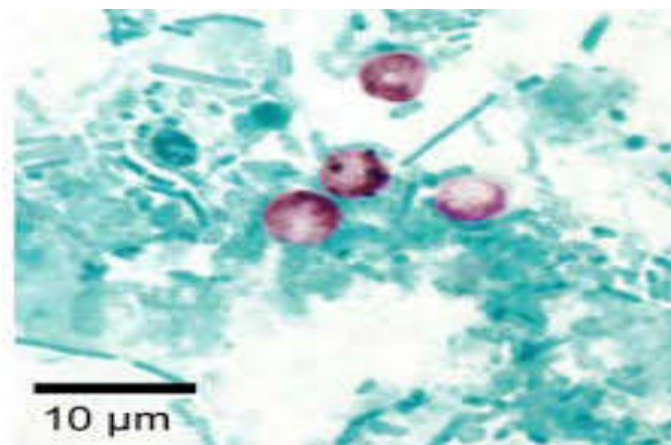
Genre : cryptosporidium

Espèce : *Cryptosporidium parvum* (Claude Moulinier ; 2002)

### **Morphologie :**

La *Cryptosporidium* est un parasite de l'épithélium intestinal du grêle dont le cycle comporte une multiplication asexuée (schizogonie) et une multiplication sexuée (gamogonie) conduisant à la formation d'oocystes éliminés avec les selles.

La différenciation vers la gamogonie conduit à la formation des oocystes. (Fayer R et al ; 2000) ; (Chabasse.C et al ; 2002)



**Figure 07:** Oocystes de *Cryptosporidium parvum* dans les selles. Coloration Ziehl Nielsen, x40 (Chabasse.C et al ; 2002)

### **II.2.3. Helminthes :**

La contamination parasitaire de l'eau polluée résulte du rejet des œufs d'helminthes avec les matières fécales de l'homme ou des animaux. Les œufs d'helminthes pathogènes pour l'homme et mis en évidence dans les eaux polluées appartiennent à différents groupes taxonomiques dont : *Ascaris sp.*, *Trichuris sp.*, *Ankylostoma sp.*, *Nematodirus sp.*, *Hymenolepis nana*, *Moniezia expansa* et *Taenia sp.*, *Strongyloides sp.*, *Toxocara sp.*, *Fasciola sp.*, *Schistosoma sp.*, *Enterobius vermicularis*. (Y. EL GUAMRI, D. BELGHYT, et al ; 2007)

#### **1-Ascaris sp :**

##### **Généralité :**

L'ascaris lombricoïde (*Ascaris lumbricoides*) est un ver nématode genre des ascarides, parasite intestinal qui provoque l'**ascaridiose**, maladie strictement humaine. C'est le plus grand des nématodes, et la plus fréquente des helminthiases, qui concernent l'homme (près d'un être humain sur six est infecté, soit plus d'un milliard d'individus). (Gentilini, 2012)

##### **Classification :**

Embranchement : Nematoda

Classe : Secernentea

Ordre : Ascaridida

Famille : Ascarididae

Genre : Ascaris

Espèce : *Ascaris lumbricoides* (Linnaeus, 1758)

### Morphologie :

Les vers adultes peuvent ressembler à un gros ver de terre ou lombric (d'où son nom de *A. Lumbricoides*), mais ils n'appartiennent pas du tout à la même classe d'animaux. Leur cuticule (« peau » externe) est finement striée transversalement. Vivants, leur couleur est blanc rosé translucide, mais morts ils deviennent blanc crème opaque.

La femelle mesure de 20 à 30 cm de long sur 5 à 6 mm de diamètre et son extrémité postérieure est en forme de pointe mousse.

Le mâle est moitié moins grand, et se reconnaît à son extrémité postérieure enroulée en crochet. (Gentilini, 2012)

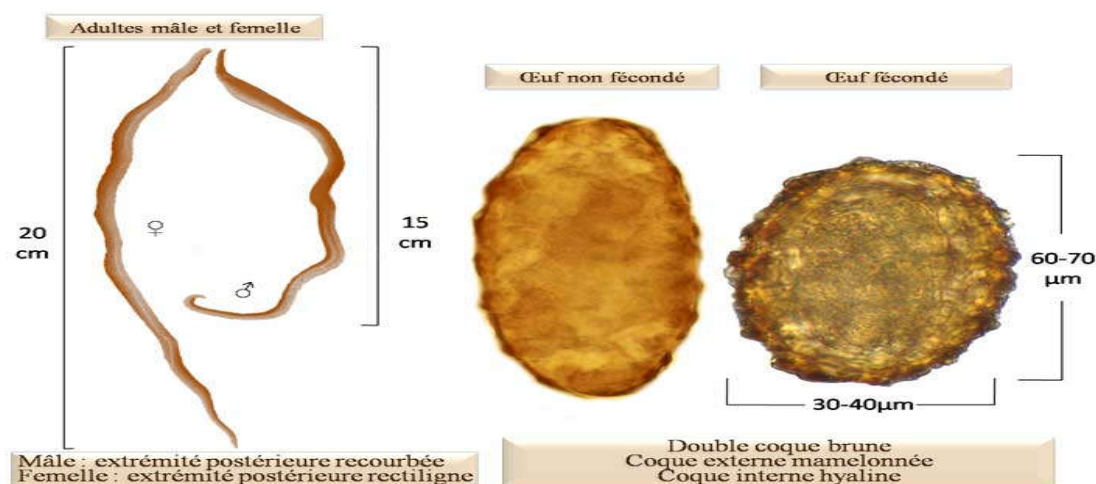


Figure 08: *Ascaris sp* : Mâle (15cm) et femelle (20cm) adultes (Gentilini, 2012).

### 2-Trichuris sp :

#### Généralité :

*Trichuris vulpis* est une espèce de nématodes (les nématodes sont un embranchement de vers non segmentés, recouverts d'une épaisse cuticule et menant une vie libre ou parasitaire). C'est l'un des parasites du tube digestif humain, dont des œufs fossilisés sont encore trouvés sur des lieux de fouilles archéologiques.

La trichocéphalose humaine est la maladie due du la parasite *Trichuris vulpis* contaminent rarement l'homme. C'est une verminose cosmopolite, plus répandue dans les zones chaudes et

humides, à transmission orofécale, touchant surtout les enfants, et favorisée par les mauvaises conditions d'hygiène. préhistoriques(Gentilini, 2012).

**Classification :**

Règne : Animalia

Embranchement : Nematoda

Classe : Enopelea

Ordre : Trichocephalida

Famille : Trichuridae

Genre : Trichuris

Espèce : *Trichurisvulpis*(Linnaeus, 1771)

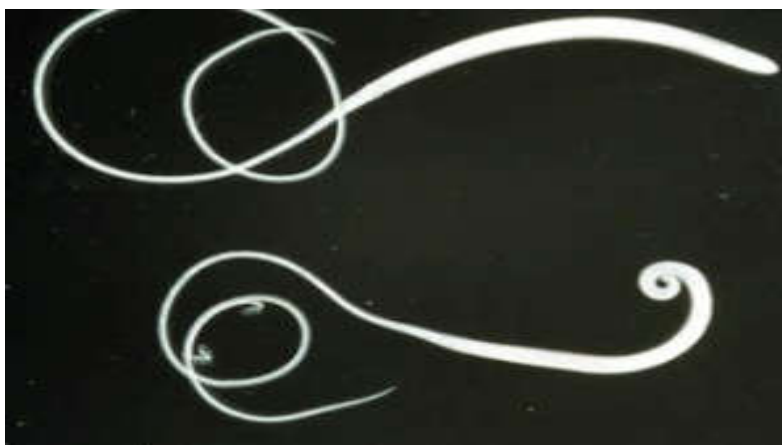
**Morphologie :**

Contrairement à de nombreux parasites, l'âge n'est pas un facteur de risque. Les animaux d'élevage sont plus exposés que les individus isolés. C'est un parasite bénin, hormis chez les sujets fragilisés.

Le ver de couleur rosée mesure environ 3 à 7,5 cm.

La femelle pond en moyenne 2 000 œufs par jour.

Les œufs sont résistants, leur durée de vie est longue et ils sont très difficiles à éliminer. Il éclot en larve infestante après huit jours à plusieurs mois(Gentilini, 2012).



**Figure 09 :***Trichurisvulpis* :mâle et femelle adulte (Diana\_Hamilton ; 2010)



Figure 10: Œuf de Trichurisvulpis(January 2013)

### **3-Ankylostoma sp :**

#### **Généralité :**

Les ankylostomoses sont des parasitoses intestinales très répandues dans les zones chaudes et humides du globe, causées par deux nématodes hématophages : Ancylostomaduodenale et Necatoramericanus. Elles se contractent par contact avec le sol, essentiellement lors de la marche pieds nus.

**L'ankylostomiase** est une infection due à l'ankylostoma duodénale ou à Necatoreamericanus. Les symptômes comprennent une éruption au niveau du site d'entrée des larves et parfois des douleurs abdominales ou d'autres symptômes gastro-intestinaux au début de l'infection(**B. Chevalier ; 2012**).

#### **Classification :**

Règne : Animalia

Embranchement : Nematoda

Classe : Secernentea

Ordre : Strongylida

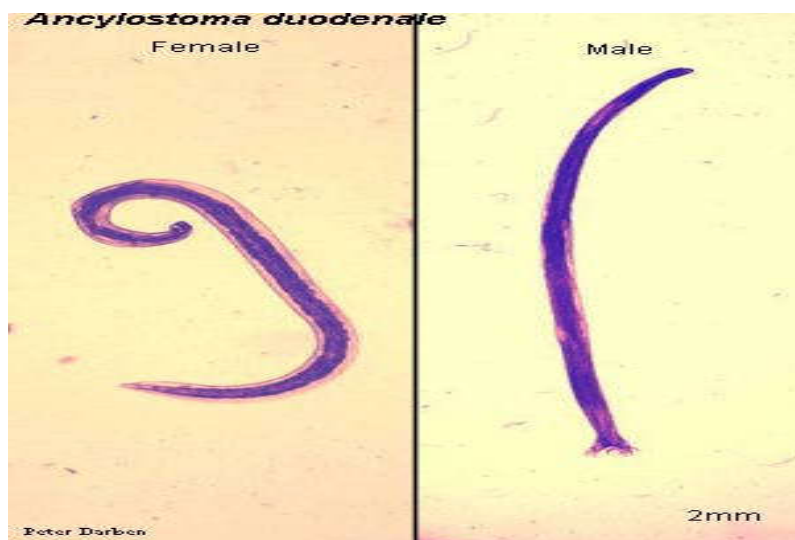
Famille : Ancylostomidae

Genre : Ancylostoma

Espèce : Ancylostomaduodenale (Dubini, 1843)

#### **Morphologie :**

Ces nématodes de genres différents, appartiennent à une même sous famille des Necatorinae. Les adultes de couleur blanc nacré ou rosé sont difficiles à différencier. Les mâles mesurent 5 à 9 mm de long et les femelles de 9 à 11 mm.



**Figure 11:** Femelle et male adulte d'*Ankylostomaduodenale*(B. Chevalier ; 2012)

Ils vivent attachés aux muqueuses duodénales et jéjunales qu'ils font saigner notamment grâce à leur capsule buccale. Les femelles pondent dans la lumière intestinale de 5 à 10000 œufs par jour (B. Chevalier ; 2012).

#### **4-Nematodirus sp :**

##### **Généralité :**

Nematodirus est un genre de vers ronds parasites qui infecte les bovins, les moutons, les chèvres et autres ruminants domestiques et sauvages. Les vers de ce genre sont également appelés vers à cou mince ou vers à cou fil. On le trouve dans le monde entier mais il est plus abondant dans les régions à climat tempéré.

Les espèces les plus pertinentes pour le bétail sont : *Nematodirus normalis*, *Nematodirus helvetianus*, *Nematodirus filicollis*, *Nematodirus pathiger*.

Ne causent généralement pas de maladie, sauf en association avec d'autres parasites. Les signes comprennent une diarrhée verte, une perte de poids et une hypoprotéinémie secondaire à la perte de poids et à l'inappétence (Howard B. Gelberg ; 2017).

##### **Classification :**

Règne : Animalia

Embranchement : Nematoda

Classe : Secernentea

Ordre : Strongylida

Famille : Ancylostomidae

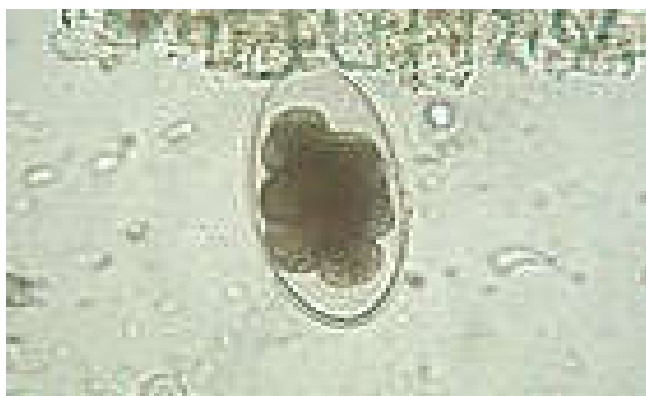
Genre : Nematodirus

Espèce : ***Nematodirus normalis*** (Joaquim Castellà ; 2009)

### **Morphologie :**

Un adulte mature mesure environ 2 cm de plus. La femelle a une épine proéminente faisant saillie à l'extrémité. Le mâle a une queue très longue et fine avec des spicules dépassant la bourse.

Les œufs de *N. battus* sont plus gros que l'œuf typique d'un Trichostrongyle, et ont une coloration brunâtre, avec des côtés parallèles (**Joaquim Castellà ; 2009**).



**Figure 12 :** *Nematodirus* des excréments de ruminants - Joaquim Castellà Veterinary Parasitology Universitat Autònoma de Barcelona 2009

### **5-Hymenolepis nana :**

#### **Généralité :**

*Hymenolepis nana* est un parasite cosmopolite des rongeurs dont la larve cysticercoïde évolue chez différents arthropodes. L'homme se contamine accidentellement en ingérant l'un de ces arthropodes parasités, notamment un ver de farine. Le diagnostic repose sur la mise en évidence des œufs dans les selles.

**Hyménolépiose** est une infection due à genre *Hymenolepis* parasites du tube digestif. Nous ne développerons que l'hyménolépiose à *Hymenolepis nana*, *Hymenolepis diminuta* étant très rare chez l'homme (**Richard D. Pearson ; 2020**).

#### **Classification :**

Règne : Animalia

Embranchement : Platyhelminthes

Classe : Cestoda

Ordre : Cyclophyllidea

Famille : Hymenolepididae

Genre : *Hymenolepis*

Espèce : ***Hymenolepis nana*** (Siebold, 1852)

**Morphologie :**

Les adultes, souvent nombreux, mesurent 3 cm au maximum. Leur chaîne est constituée d'anneaux beaucoup plus larges que longs dont les pores génitaux, un par anneau, sont tous situés sur le même côté. Le scolex porte une seule couronne de crochets. Les œufs hexacanthés émis dans les selles mesurent 30 µm à 50 µm de diamètre.

Les œufs de 45 µm sur 35 µm se retrouvent mélangés aux matières fécales. Les œufs elliptiques, contiennent un embryon hexacanthé. La coque est lisse, mince et incolore, la coque interne porte deux mamelons diamétralement opposés d'où partent 4 à 5 filaments(Richard D. Pearson ; 2020).

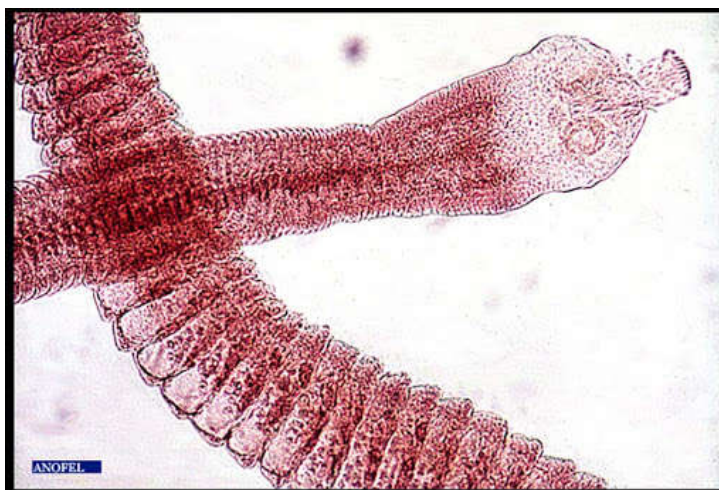


Figure 13: Hymenolepis nana – adulte(Richard D. Pearson ; 2020).



Figure 14 :Hymenolepis nana - oeuf [45 x 35 µm](Richard D. Pearson ; 2020).

**6-Moniezia expansa :**

**Généralité :**

*Monieziaexpansa* est communément appelé ténia du mouton ou ténia des ruminants à double pores. C'est un gros ténia qui habite l'intestin grêle des ruminants comme les moutons , les chèvres et les bovins . Il a été signalé au Pérou que des porcs sont également infectés. Il y a un rapport inhabituel d'infection humaine chez un Égyptien. Il est caractérisé par un scolex non armé(c'est-à-dire que les crochets et le rostellum sont absents), la présence de

deux ensembles de systèmes reproducteurs dans chaque proglottid, et chaque proglottid étant très court mais très large.

Le **ténia de l'agneau** est L'infestation par *Monieziaexpansa* est largement sous-estimée. Cette infestation a lieu principalement au printemps et en automne. Les jeunes sujets sont particulièrement sensibles à cette parasitose, ils s'infestent au pâturage par l'ingestion des oribates. (Beveridge, et al., 1994 ; Gomez-Puerta et Denegre, 2008 )

### Classification :

Règne : Animalia

Embranchement : Platyhelminthes

Classe : Cestoda

Ordre : Cyclophyllidea

Famille : Anoplocephalidae

Genre : Moniezia

Espèce : *Monieziaexpansa* (Rodolphe , 1810)

### Morphologie :

Comme tous les cestodes, ou ténias, *M. expansa* est plat avec de multiples segments de proglottis, utilisés pour produire des gamètes pour la reproduction. Les corps adultes manquent de tube digestif et sont recouverts de microvillosités pour augmenter la surface d'absorption des nutriments. Les adultes de *Monieziaexpansa* peuvent atteindre des longueurs de 4 à 5 mètres et sont séparés en trois sections comprenant le scolex, le cou et le strobile. Le scolex mesure généralement moins de 1 millimètre et contient des ventouses et des crochets pour aider à s'accrocher à l'hôte. Le petit cou produit des proglottis immatures, tandis que le grand strobile (corps principal) se compose d'une grande chaîne de proglottis mâles et femelles matures. La taille des larves de *M. expansa* varie tout au long de son cycle de vie, contenant des crochets pour dissiper l'œuf. ( Brusca et Brusca, 1990 ; Chilton, et al., 2007 ; Elliot, 1993 ; Stunkard, 1939 )

*Monieziaexpansa* peut être distinguée d'une espèce similaire, *Monieziabenedeni*, par les motifs des glandes interproglottidales. Chez *M. expansa*, ces glandes forment un motif en rosette autour des dépressions de la surface postérieure tandis que les glandes de *M. benedeni* sont linéaires. (Taylor, 1928 )



Figuer15 : Monieziaexpansa(Taylor, 1928 )

### 7-Strongyloides sp :

#### **Généralité :**

*Strongyloidesstercoralis*, communément appelé Anguillule, est une espèce de nématodes de la famille des Strongyloididae, responsable d'une parasitose nommée anguillulose, ou strongyloïdose, ou strongyloïdiase, chez l'homme et chez d'autres espèces animales.

L'anguillule est un ver rond minuscule dont les femelles parthénogénétiques, parasites, sont profondément fixées dans la muqueuse duodénale.

**La strongyloïdose** est l'une des principales maladies parasitaires transmises par l'eau. Environ 30 à 100 millions de personnes sont infectées dans le monde. **La strongyloïdose** est endémique dans toutes les régions tropicales et subtropicales, y compris dans les zones rurales du sud des États-Unis, sur des sites où la peau nue est exposée à des larves infectantes dans un sol contaminé par des selles humaines. *S. stercoralis* a la capacité unique de se développer à l'âge adulte dans le sol ainsi que dans l'intestin humain.(**Richard D. Pearson ; 2020**)

#### **Classification :**

Règne : Animalia

Embranchement : Nematoda

Classe : Secernentea

Ordre : Rhabditida

Famille : Strongyloididae

Genre :Strongyloides

Espèce :***Strongyloidesstercoralis***(**Bavay (d), 1876**)

#### **Morphologie :**

L'anguillule parasite de l'intestin est une minuscule femelle parthénogénétique strongyloïde, très mince et longue de 2 à 3 mm D'autres formes adultes, mâles et femelles stercoraux n'existent qu'à l'état libre ; elles sont rhabditoïdes et atteignent 1 mm, pour la femelle, et 0,7 mm, pour le mâle. (**Richard D. Pearson ; 2020**)



**Figure 16** : Premier stade larvaire de *Strongyloides stercoralis*. (Richard D. Pearson ; 2020)

### 8-Toxocara sp :

#### **Généralité :**

*Toxocara canis*, aussi appelé couramment ascaris du chien, est une espèce de nématodes dont l'adulte parasite l'intestin du chiot ou du chat et dont les premiers stades larvaires peuvent évoluer chez l'Homme en déterminant **la toxocarose** humaine, dont il existe des formes graves (avec des conséquences neuropsychiques quand le parasite pénètre le système nerveux central, dont le cerveau par exemple. C'est le parasite nématode le plus commun du chien et du chat. (Richard D. Pearson ; 2020)

#### **Classification :**

Règne :Animalia

Embranchement :Nematoda

Classe :Nematoda

Ordre :Ascaridida

Famille :Toxocaridae

Genre :Toxocara

Espèce :*Toxocaracanis*(Werner, 1782)

#### **Morphologie :**

Les Ascarides sont caractérisés par leur grande taille (5 à 25 cm sur 1,5 à 5 mm), leur cuticule épaisse, la présence sur la bouche de trois lèvres bien développées. Leurs oeufs sont globuleux ou ellipsoïdes et ont une coque épaisse. Ils peuvent être séparés en deux groupes:

1) Les parasites des herbivores et omnivores. Mentionnons entre autres, *Ascaris lumbricoïdes* chez l'homme, *Ascaris suum* chez le porc, *Parascaris equorum* chez le cheval et *Neoascaris vitulorum* chez le bovin. Les ovins et les caprins sont rarement porteurs d'*Ascaris* mais peuvent être quelques fois infestés par *A. suum*. La spécificité de ces parasites est relativement faible, il n'est pas rare qu'un ver adulte s'établisse chez un hôte d'une espèce qu'il ne parasite habituellement pas.

2) Les parasites des carnivores qui ont une spécificité forte: *T. canis* chez le chien, le renard et le loup, *Toxocara cati* chez le chat et *Toxascaris leonina* chez les quatre espèces. Ces vers ne se retrouvent qu'exceptionnellement chez d'autres espèces.

Les *Ascarides* adultes ont pour habitat normal l'intestin grêle de leur hôte. Ils ne vivent pas fixés à la paroi intestinale, mais libres dans la lumière du tube digestif en se nourrissant du chyme intestinal environnant. Aux stades larvaires, ils accomplissent des migrations dans l'organisme. (Richard D. Pearson ; 2020)



Figure 17 : ascaris adulte de chien (Richard D. Pearson ; 2020)

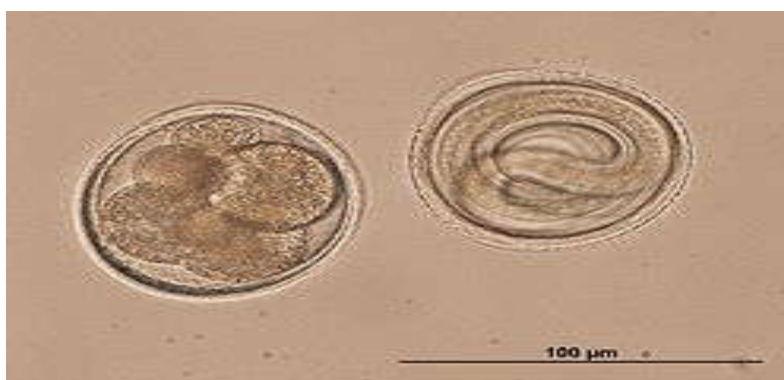


Figure 18 : œuf d'ascaris (Richard D. Pearson ; 2020)

### 9-Taeniasp : (Téniasis)

#### 9-1 Taeniasaginata :

##### Généralité :

Est une espèce de ver plat de la classe des cestodes, parasite des bovidés (hôtes intermédiaires) et de l'homme (hôte définitif). Il est appelé tænia inerme en raison de l'absence de crochets sur son scolex, tænia du bœuf ou encore ver solitaire.

La contamination de l'homme se fait par ingestion de viande de bœuf pas assez cuite. La répartition de *T. saginata* est cosmopolite, dans toutes les régions d'élevage et de consommation de viande bovine.

La maladie provoquée par *T. saginata* Il s'agit d'une maladie bénigne qui ne provoque pas de cysticercose humaine, à la différence du tœnia du porc ou *Tœnia solium*.(krauss, H ; 2003)

**Classification :**

Règne :Animalia

Embranchement :Plathelminthes

Classe :Cestoda

Ordre : Cyclophyllidea

Famille :Tœniidæ

Genre :Taenia

Espèce :*Taeniasaginata*(Goeze, 1782)

**Morphologie :**

**Adulte** : Blanchâtre, le ver adulte se présente comme un long ruban de 4 à 10 m de long, comprenant une tête, un cou et des segments.

La tête de 2 mm de large est visible à œil nu, c'est le scolex piriforme (ou pyramide quadrangulaire), à quatre ventouses de fixation, une à chaque angle basal. La base de la pyramide est légèrement surélevée, mais ne porte ni rostre, ni crochets, à la différence du *Tœnia solium*. Le *Tœnia saginata* est dit inerme (non armé).

Le cou est une partie embryonnaire non segmentée, mesurant quelques mm.

**Œuf** : Les œufs ont une coque externe, lâche, mince et fragile, transparente, de grande dimension, dans laquelle flotte un embryophore plus petit, à peu près sphérique de 30 à 40 microns de diamètre, à coque épaisse radiée, contenant l'embryon.

Cet embryon est déjà parfaitement formé. Il est dit hexacante, car il porte 6 crochets larvaires en 3 paires.(Krauss, H ; 2003)



Figure 19 : *Tœnia saginata*(Aaron McLaughlin 2010)

## 9-2 Tænia solium :

### **Généralité :**

*Tænia solium* est un ver parasite de l'intestin grêle de l'homme communément appelé « ver solitaire ». Cette appellation englobe à la fois *T. solium* et *T. saginata*, un autre parasite de l'intestin humain, très voisin morphologiquement. (Michèle, R 2003)

### **Classification :**

Règne :Animalia

Embranchement :Plathelminthes

Classe :Cestoda

Ordre : Cyclophyllidea

Famille :Tæniidæ

Genre :Taenia

Espèce :*Taenia solium*(Goeze, 1782)

### **Morphologie :**

*T. solium* est un ver plat, de 1 à 8 mètres de long. Il est constitué d'une tête (scolex), d'un cou allongé et d'un corps (strobile). Le scolex est accroché à l'intestin au niveau du jéjunum et le corps s'étend tout au long de l'iléum. Le scolex mesure approximativement 1 mm de diamètre ; il est muni de 4 ventouses et d'un rostre proéminent portant deux couronnes de crochets. Il possède 22 à 36 crochets avec alternance de gros crochets (160-180 µm) et de petits crochets (110-140 µm). La forme des crochets est caractéristique de la famille de Taeniidae. Le cou est étroit et n'est pas segmenté. C'est une zone de croissance. Le strobile est formé par un processus de « bourgeonnement » à partir du cou. Il est constitué de 700 à 1000 segments successifs alignés, appelés proglottis ou anneaux. (Michèle, R 2003)



**Figure 20** : Le scolex d'un *Tænia solium*(Michèle, R 2003)

## **10-fasciolasp :**

### **Généralité :**

La grande douve du foie *Fasciola hepatica* est un trématode de grande taille. C'est un ver plat parasite infectant le foie et les voies biliaires des herbivores ruminants, particulièrement les ovins, souvent les bovins, et occasionnellement l'homme.

Elle est responsable d'une maladie parasitaire, **la fasciolose** ou distomatose hépatobiliaire. La douve vit dans les canaux biliaires, se nourrissant de tissu hépatique (épithélium des canaux biliaires, sang, bile). Elle grandit puis pond ses œufs, qui sont évacués avec les selles. (M Jabarvand ; 2005)

### **Classification :**

Règne :Animalia

Embranchement :Plathelminthes

Classe :Trematoda

Ordre : Plagiorchiida

Famille :Fasciolidae

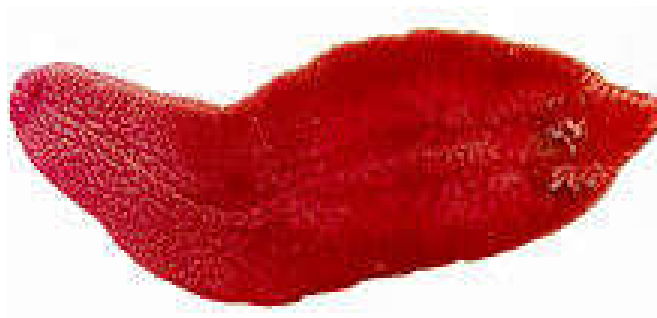
Genre :*Fasciola*

Espèce :*Fasciola hepatica*(Linnaeus, 1758)

### **Morphologie :**

Les adultes de *Fasciola hepatica* vivent principalement dans les canaux biliaires et sont hermaphrodites (hermaphrodisme simultané). L'autofécondation est donc possible. Ils mesurent 2 à 3 cm de long sur 8 à 13 mm de large. Leur corps recouvert d'une pseudocuticule est aplati, foliacé (d'où le nom de Fasciola), de couleur beige rosé à brun pâle, de forme ovale avec une extrémité antérieure plus effilée : le cône céphalique et un élargissement scapulaire. Une ventouse buccale permet l'alimentation et une ventouse ventrale ou fixatrice permet la fixation.

Les œufs (140 × 80 µm) sont ovoïdes, operculés, de couleur jaunâtre avec un contenu granuleux et homogène. Leur élimination dans le milieu extérieur se fait par la bile puis les matières fécales, de façon irrégulière en fonction du rythme des vidanges biliaires (de 3 000 à 4 000 œufs peuvent être éliminés quotidiennement par un adulte). (M Jabarvand ; 2005)



**Figure 21** : Anatomie interne (coupe longitudinale) de *Fasciola hepatica*.(M Jabarvand ; 2005)

### **11-schistosomasp :**

#### **Généralité :**

Les **schistosomes** (*Schistosoma*) forment un genre de trématodes parasites. En général, ces vers plats sont accouplés en permanence. En tant que parasites de l'homme et des animaux ils sont responsables des **bilharzioses**. Les signes cliniques durant la phase d'état sont dus à la formation de granulomes dans les tissus.

Leurs hôtes intermédiaires sont des mollusques d'eau douce (bulin, planorbe, ... selon l'espèce).(Richard D. Pearson ; 2020)

#### **Classification :**

Règne :Animalia

Embranchement :Plathelminthes

Classe :Trematoda

Ordre : Diplostomida

Famille :Schistosomatidae

Genre :Schistosoma

Espèce :*Schistosoma mansoni*( Weinland, 1858)

#### **Morphologie :**

La femelle est plus longue mais plus mince que le mâle, et elle vit en permanence dans le canal gynécophore du mâle ; elle mesure de 15 à 25 mm et est de forme cylindrique. Le mâle, plat, mesure de 8 à 12 mm. Les deux portent des ventouses.

Les œufs mesurent de 90 à 190 microns selon l'espèce, avec un éperon terminal ou latéral.(Richard D. Pearson ; 2020)



Figure 22 : Œufs de *Schistosoma mansoni*. (MEB)



Figure 23 : Accouplement de *Schistosoma mansoni* : la femelle filiforme se loge dans le canal gynécophore du mâle (MEB).

### 12-Enterobius vermicularis :

#### Généralité :

*Enterobius vermicularis* est une espèce de vers parasites de la classe des Secernentea. C'est la seule espèce du genre *Enterobius* qui parasite l'homme. Il s'agit d'un parasite cosmopolite du gros intestin chez l'homme.

Il est couramment appelé **oxyure** et la maladie qu'il provoque est dite oxyurose. (Richard D. Pearson ; 2020)

#### Classification :

Règne : Animalia

Embranchement : Nematoda

Classe : Secernentea

Ordre : Ascaridida

Famille :Ascaridida

Genre :Enterobius

Espèce :*Enterobius vermicularis*(Linnaeus, 1758)

**Morphologie :**

*L'Enterobius vermicularis* mesure de 1 à 4 mm pour le mâle et de 8 à 13 mm pour la femelle. Cette dernière possède une longue extrémité postérieure pointue.

Il peut être retrouvé dans les selles : de couleur blanche, il se tortille et est donc facilement visible à l'œil nu.(Richard D. Pearson ; 2020)



**Figure 24 : Enterobius vermicularis (Threadworm.jpg 2016)**

**II.3-Impacte des parasites de l'eau pollué sur l'environnement :**

Le risque de parasite des eaux usées urbaines en agriculture a déjà été évalué par plusieurs auteurs (Howord et al., 2003; Keraita et al., 2003 ; Keraita and Drechsel, 2004 ; Faruqi et al., 2004; Amoah et al., 2006, 2007). Mais, la majorité de ces études, n'ont porté que sur l'identification et la quantification ponctuelle des microorganismes pollueurs dans l'eau d'arrosage, dans le sol et sur les cultures.

Alors que la survie est l'élément déterminant du nombre de microorganismes pathogènes qui peuvent contaminer les cultures et dans la chaîne des consommateurs (Mougeot, 2009). Par conséquent, la solution à cette pratique passe nécessairement par la détermination de la durée de survie des microorganismes pathogènes de l'Homme sur les cultures. Les travaux dans ce domaine restent limités en Afrique (Palese et al., 2009). C'est pour combler cette lacune et protéger les consommateurs des produits arrosés avec les eaux de mauvaise qualité que ce travail a été initié. Il a pour objectif de suivre insitule temps de séjour de *E. coli*, des oeufs d'helminthes et des kystes de protozoaires sur la laitue, la carotte, l'aubergine et l'influence du climat tropicale humide sur cette survie.

**II.3-1. Classification des maladies liées à l'eau**

Il s'agit de maladies transmises directement par l'ingestion d'eau ou d'aliments contaminés par celle-ci. Elles sont donc directement liées à la qualité de l'eau.

- **Maladies bactériennes** : les infections à Salmonella (typhoïde) ou à entérobactéries (Campylobacter, E. coli), le choléra, les shigelloses.. .
- **Infections virales** : l'hépatite A (et E), la poliomyélite, les rotavirus responsables de diarrhées, les entérovirus...
- **Infections parasitaires** : dracunculose, amibiases, giardiase et autres flagellés intestinaux essentiellement.

Ce mode de transmission concerne la plupart des agents étiologiques de diarrhée. La contamination de l'eau se fait par les excréta (périmètre fécal)(Olivier Rogeaux., 2005).

### **II.3-2. Maladies parasitaires :**

-**La schistosomiase**, qui est une maladie hydrique considérée comme la deuxième infection parasitaire après le paludisme(**Aubry, 2013**).

- **L'amibiase**, Selon l'OMS (1969) : « Sous le terme Amébose, on désigne l'état dans lequel l'organisme humain héberge avec ou sans manifestation clinique, *Entamoebahistolytica* » (**Aubry, 2013**).

- **La Giardiase**, aussi appelée lambliaose, est une parasitose intestinale due à un protozoaire flagellé, *Giardiantestinalis* ou *Giardiaduodenalis*. L'infection peut avoir lieu chez l'homme (principal réservoir) et certains mammifères, selon les génotypes. D'autres espèces du genre *Giardia* sont parasites d'animaux comme les amphibiens ou les oiseaux (**Paul & Benjamin.2012**).

- **L'ascaridiose**, est l'helminthiase la plus répandue dans le monde (Mai thihoi, 2002). Surtout dans les régions tropicales où les conditions de chaleur et d'humidité favorisent la maturation des œufs. La dispersion du parasite est due à la pollution fécale des eaux et du sol (**Chinh et Al,2009**).

-**La bilharziose**, responsable de troubles du foie, des intestins et de la vessie, dues à un petit ver qui se développe dans les eaux stagnantes (**Paul & Benjamin.2012**).

-**L'onchocercose**, qui engendre la cécité les eaux stagnantes sont également les habitats des moustiques qui propagent la dengue (**Paul & Benjamin.2012**).

-**Le trachome**, qui est une maladie infectieuse des yeux qui peut provoquer une cécité après des infections répétées.(**Aubry, 2013**)

### **II.3-3. Critères intervenant dans la survenue d'une infection liée à l'eau :**

L'apparition d'une maladie infectieuse ou parasitaire liée à l'eau et sa transmission sont fonction de certains paramètres. Ceux-ci sont variables selon l'agent infectieux et interviennent sur l'épidémiologie, la fréquence de la maladie.

#### **1. La dose infectante :**

C'est le nombre d'éléments pathogènes capable de provoquer une infection chez la moitié au moins des individus réceptifs.

Plus la dose infectante est faible, plus le risque de transmission est élevé. La dose infectante des infections virales et parasitaires est faible, comprise entre 1 et 100.

Celle des infections bactériennes est plus élevée mais la présence de bactéries dans l'eau est plus fréquente que la présence de virus ou de parasites.

### **2. la latence :**

C'est le délai minimum obligatoire pour que certains agents infectieux émis dans l'environnement (terre, eau) deviennent infectants et donc puissent être transmis.

Cette latence est nulle pour les bactéries, les virus et certains parasites (amibes, giardia, oxyures) qui peuvent donc être transmis dès qu'ils se trouvent dans l'eau et donc contaminer. Au contraire, il existe une phase de latence pour les autres parasites (ascaris, ankylostome, bilharziose, douve, taenia, ver de Guinée...), liée à leurs cycles.

### **3. L'existence d'un hôte intermédiaire :**

Il s'agit d'un être vivant, aquatique ou terrestre (animal, mollusque...) où s'accomplit obligatoirement une phase du cycle de l'agent pathogène. Il n'y a pas d'hôte intermédiaire pour les bactéries et les virus, en revanche, pour certains parasites il en existe un :

- **mollusque** : bilharzies.
- **cyclops** : ver de Guinée.
- **bœuf** : taenia.

L'existence d'un hôte intermédiaire provoque une phase de latence. La lutte contre les hôtes intermédiaires peut faire disparaître une maladie.

### **4. La survie dans l'environnement et la multiplication éventuelle hors de l'organisme humain :**

La survie dans l'environnement et en particulier dans l'eau est un facteur important pour la santé publique car plus la survie est longue, plus le risque de transmission est prolongé. Cette survie est de l'ordre de sept jours à trois mois pour les bactéries, elle est difficile à préciser pour les virus, elle est souvent longue pour les parasites.

Cette survie est influencée par la présence d'un milieu favorable où peut également s'effectuer une multiplication de l'agent infectieux. Celle-ci est assez rare, elle se produit essentiellement pour certaines bactéries : E. coli, salmonelles, campylobacter... et pour quelques parasites : anguillules.

### **5. L'existence d'un réservoir animal pour les pathogènes non strictement humains :**

Ce réservoir permet une survie de l'agent infectieux, même en l'absence de cas humains.

Pour les maladies liées à l'eau, les virus n'ont pas de réservoir animal sauf pour les arborivirus (singe pour la fièvre jaune), les bactéries en possèdent parfois (yersinia, salmonelles non typhiques), les parasites plus ou moins souvent (douve, giardia)(Olivier Rogeaux., 2005)

---

# **CHAPITRE III**

## **Résultats et discussion**

---

Auteurs	Matériels et méthodes	Résultats trouvés	Discussions
<p style="text-align: center;"><b>Y. EL GUAMRI et al., 2007</b></p>	<p style="text-align: center;">L'analyse parasitologique des eaux usées urbaine de la région de de Saknia-Fouarat (Kénitra) au maroc a été réalisée selon la technique de BAILENGER ; l'identification et la quantification des oeufs d'helminthes ont été observé à l'aide d'une lame de Mac Master.</p>	<p style="text-align: center;">Les résultats obtenus par cette étude ont mis en évidence des parasites sous formes d'oeufs d'Helminthes appartenant aux espèces : <i>Ascaris sp.</i>, <i>Trichuris sp.</i>, <i>Enterobius vermicularis</i>, <i>Ankylostoma sp.</i>, <i>Nematodirus sp.</i>, <i>Hymenolepis nana</i>, <i>Moniezia expansa</i> et <i>Taenia sp.</i></p>	<p>La concentration moyenne globale d'oeufs d'helminthes dans les échantillons d'eaux usées est de 32,4 oeufs/l. Elle est répartie entre la classe des Nématodes (28,04 oeufs/l) et des celle Cestodes (4,4 oeufs/l). Ces concentrations révèlent une forte contamination fécale véhiculée par les eaux usées brutes drainées par ce collecteur. <i>Enterobius vermicularis</i> (5,71 oeufs/l), <i>Trichuris sp.</i> (1,25 oeufs/l), <i>Nematodirus sp.</i> (0,62 oeufs/l) et <i>Ankylostoma sp.</i> (0,6 oeufs/l). Dans la classe des Cestodes, ils ont mis en évidence des oeufs de <i>Taenia sp.</i> (2,8 oeufs/l), <i>Moniezia expansa</i> (0,84 oeufs/l) et d'<i>Hymenolepis nana</i> (0,76 oeufs/l). Pour les oeufs et larves de Strongles, les concentrations moyennes sont respectivement de 5,83 oeufs/ l et de 2,6 larves/ l. ils ont révélés que la concentration des oeufs de Nématodes est supérieure à celle des Cestodes ; Les espèces parasites trouvées dans les eaux usées de Saknia témoignent de la pollution fécale d'origines humaine et animale des eaux usées domestiques étudiées.</p>

Auteurs	Matériels et méthodes	Résultats trouvés	Discussions
<p><b>AKPO Y et al., 2013</b></p>	<p>63 prélèvements d'eaux usées domestiques et épurées de la station à boue activée à la région de Cambérène (Dakar) et ont été analysés dont 60 prélèvements d'eaux usées brutes 3 prélèvements d'eaux usées clarifiées. La méthode utilisée pour ces analyses est celle dite d'ARTHER-FITZGERALD-FOX, décrite dans le manuel de l'OMS (Ayres et Mara, 1997) ; le dénombrement d'oeufs est fait sur La cellule de MAC MASTER.</p> <p><b>Matériel utilisé :</b> Le matériel utilisé pour la réalisation de cette étude était composé :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• de flacons et éprouvettes de 2 litres ,</li> <li>• des réactifs tels que le saccharose, le phénol, le formol, le sodium dodécyl sulfate 10 %).</li> <li>• d'un microscope photonique de marque CETI.</li> <li>• d'eaux usées,</li> <li>• d'une solution de SCHEATER constituée :</li> </ul> <p>De saccharose.....500g. De phénol.....6,5 g. D'eau distillée.....320 ml.</p>	<p>Les genres parasite rencontrés dans l'analyse parasite d'eau usée brute : Ascaris 60%. Strongyloïdes 25% Enterobius 6,6% Trichuris 5% Ankylostoma 1.7% Hymenolepis 1.7%</p> <p>Le genre Ascaris a été le plus rencontré par rapport aux autres genres (P&lt;0,05), ensuite vient le genre Strongyloïdes qui était plus fréquent que les genres Enterobius, Trichuris, Ankylostoma et Hymenolepis. Aucune différence significative n'a été observée entre ces 4 derniers genres (P&gt;0,05)</p>	<p>Les résultats de cette étude révèle que ces eaux usées sont très chargées. Ces oeufs proviennent essentiellement des matières fécales de l'homme et des animaux. Ainsi, cette forte concentration en oeufs traduit le taux d'infestation de la population humaine et animale des quartiers desservis par le réseau d'égout</p>

Auteurs	Matériels et méthodes	Résultats trouvés	Discussions
<p><b>HAMAIDI- et al 2016</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Mode de prélèvement :</b></p> <p>Les échantillons sont prélevés du mois de Mars jusqu’au mois de Juillet 2012, à raison d’un prélèvement par semaine. Trois points de prélèvement ont été choisis à savoir :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un prélèvement de l’eau brute après l’étape de dégrillage.</li> <li>• Un prélèvement de l’eau épurée à la sortie du décanteur</li> <li>• Un prélèvement des boues au niveau du bassin d’aération.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Méthodes d’analyses parasitologiques :</b></p> <p>dans cette étude, nous avons opté pour le choix de la technique de Bailenger fortement recommandée par l’OMS (1997). Elle est intéressante par sa rapidité, sa simplicité, son efficacité et sa reproductibilité grâce aux caractères constants des réactifs qui sont non toxiques et pas onéreux. Cette méthode a pour but la concentration des éléments parasitaires par élimination des débris sous l’effet de forces attractives qu’exercent les deux phases non miscibles acéto-acétique et éther sur les particules hérissées des groupements hydrophiles et lipophiles</p>	<p style="text-align: center;"><b>Analyse parasitologique</b></p> <p>L’analyse parasitologique traduit une diversité parasitaire et une différence sur le plan quantitatif. L’observation microscopique révèle la présence d’oeufs d’helminthes parasites, d’oeufs de strongles et des kystes de protozoaires</p> <p>La teneur moyenne en oeufs d’helminthes et kystes de protozoaires dans les eaux usées brutes est de l’ordre de <math>60,29 \pm 21,9</math> oeufs/l ce qui révèle une pollution fécale véhiculée par ces effluents non traités. la concentration en oeufs d’helminthes parasites et kystes des protozoaires dans les eaux usées urbaines est fortement liée au facteur démographique et par conséquent, au nombre d’habitants raccordés à la STEP.</p>	<p>la variation de la charge parasitaire en fonction des mois de prélèvement montre que les concentrations en parasites les plus élevées sont enregistrées durant les mois les plus chauds (Juin, Juillet). Les résultats obtenus dans cette étude concordent avec ceux de l’OMS (1989) qui montrent que l’abondance des parasites en période été printemps est due aux conditions de température, d’humidité, d’oxygène et de rayonnement solaire favorables à la maturation de ces parasites</p>

Auteurs	Matériels et méthodes	Résultats trouvés	Discussions
<p><b>Honorine NTANGMO TSAFACK Et Al 2019</b></p>	<p>L'étude s'est faite sur trois cultures dont les feuilles (laitue), les fruits (aubergine) et les racines (carotte) sont consommées crues. La disposition des planches a été faite selon un schéma de type split-plot.</p> <p>Neuf planches (trois par type de culture) ont reçu une eau urbaine polluée toute les deux semaines en saison pluvieuse (simulation d'inondation), et deux fois par semaine en saison sèche durant tout le cycle des cultures. Les neuf planches témoins ont reçu l'eau de pluies en saison pluvieuse, et une eau potable en saison sèche.</p> <p>Les cultures par la suite ont été échantillonnées (un paquet d'environ 1000 g de légume chacun a été prélevé par parcelle et conservé dans un sachet en plastique stérile, tous les jours pour les analyses bactériologiques et tous les deux jours pour les analyses parasitologiques pendant une semaine.</p>	<p>En saison sèche comme en saison pluvieuse, le degré de contamination des laitues varie significativement (<math>P &lt; 0,01</math>) avec le temps. En saison sèche, une baisse graduelle de <i>E. coli</i> sur les laitues a été observée.</p> <p>En saison pluvieuse, dans un premier temps, une baisse graduelle de la quantité de <i>E. coli</i> sur les laitues ce qui correspond à une baisse de 79% un jour après l'application de l'eau usée sur les laitues, 83% deux jours après, 91% trois jours après ; puis une hausse le cinquième jour et une chute à partir du sixième jour.</p> <p>En saison pluvieuse, le degré de contamination des carottes varie significativement avec le temps (<math>P &lt; 0,05</math>). Une chute brutale a été observée dès le deuxième jour après l'application de l'eau polluée.</p> <p>Une baisse de 68% a été observée un jour après l'application de l'eau polluée sur les carottes, une baisse de 75% trois jours après et une baisse de 86% six jours après.</p> <p>Le taux de <i>E. coli</i>.</p> <p>En saison sèche, une baisse graduelle et significative (<math>p &lt; 0,01</math>) de la population de <i>E. coli</i> a été obtenue sur les carottes du début à la fin de l'étude avec une</p>	<p>La particularité des parasites réside dans leur capacité à survivre longtemps, sous forme d'oeufs pour les helminthes et de kystes pour les protozoaires, même dans des environnements très hostiles. Ces formes de résistance parasitaire persistent sur toutes les cultures. Ce qui est un danger réel pour les cobien que les analyses n'aient été faites que par reconnaissance visuelle, sans test de viabilité, un suivi d'une semaine n'est pas suffisant. En effet, les oeufs d'<i>ascaris</i> peuvent survivre plusieurs mois sur les cultures, et les kystes de protozoaire dix à quinze jours nsommeurs de légumes</p> <p>Au vu de ces résultats parasitologiques, pour ce qui est des bas-fonds de Dschang, la limitation des jours d'arrêt d'application des eaux usées à une semaine avant la récolte n'est qu'une solution partielle.</p>

		<p>hausse significative observée le troisième jour. Une baisse de 62% a été observée un jour après, 70% trois jours après et 94% six jours. Le taux de E. coli.</p> <p>En saison pluvieuse, une baisse graduelle et significative (<math>p &lt; 0,01</math>) est observée après l'application de l'eau polluée jusqu'à la fin de l'étude sur les aubergines. Une baisse de 47% a été observée un jour après l'application de l'eau polluée sur les aubergines, une baisse de 84% deux jours après, 92% quatre jours après et de 97% six jours après. Le taux de E. coli sur cette culture est passé de <math>19 \times 10^3</math> (UFC/g de MS) juste après l'application de l'eau polluée.</p> <p>En saison sèche, une baisse brutale graduelle et significative (<math>p &lt; 0,01</math>) a été observée pendant tout le suivi sur les aubergines. Une baisse de 60% a été observée un jour après l'application de l'eau polluée sur la aubergines, 87% trois jours après et de 99% six jours après. Le taux de E. coli.</p>	
--	--	--	--

Auteurs	Matériels et méthodes	Résultats trouvés	Discussions
<p style="text-align: center;"><i>Amine Khalil et al 2007</i></p>	<p>Les formes recherchées de parasites sont les oeufs d'Helminthes, les kystes et les oocystes de Protozoaires. est réalisée par la méthode combinée (Stien et Schwartzbrod, 1986). Le culot est trituré directement dans le tampon acéto-acétique avec une dilution au 1/5 ou 1/10. Après agitation pendant 5 min, le mélange est passé à travers un tamis métallique à maille. Un volume égal d'éther est ajouté suivi d'une agitation pour obtenir une suspension homogène. Après centrifugation à 1500 tpm pendant 3 à 4 min, le culot obtenu est repris par une solution de thiosulfate de sodium à 88% et centrifugé à 3500 tpm pendant 5 min. La couche superficielle est prélevée, puis placée sur la lame de Mac Master pour le dénombrement des oeufs d'helminthes retrouvés. L'échantillon est dilué au 1/10 dans le tampon acéto-acétique à pH 5. L'échantillon est ensuite passé sur un tamis métallique. Au filtrat, un volume égal d'éther est ajouté, suivi d'une agitation et d'une centrifugation à 1500 tpm pendant 5 minutes. Le surnageant est éliminé et le culot est remis en suspension avec une solution de saccharose saturée. Un volume de 1 ml du culot enrichi par cette méthode est prélevé pour l'identification et le dénombrement des kystes et un frottis sur lame est préparé et coloré par une solution de fuchsine phéniquée de Ziehl pour la mise en évidence des oocystes.</p>	<p>Caractérisation de l' eau usée. Les oeufs d'helminthes parasites rencontrés dans les eaux usées à deux classes de parasites Nématodes et les Cestodes. Ainsi, chez les Nématodes, les oeufs d'Ascaris lumbricoïdes, Toxocara canis, Toxocara cati et Enterobius vermicularis ont été identifiés. Les cestodes sont représentés par les oeufs d'Hymenolepis nana et de Taenia sp. Par contre, aucun oeuf de Trématodes n'a été retrouvé dans ces eaux usées. La charge parasitaire moyenne en oeufs d'Helminthes est d'environ 4,94.104 oeufs/L, avec une prédominance d'Ascaris lumbricoïdes dont la concentration est de 2,86.104 oeufs/L. Les kystes d'amibes et de flagellés sont retrouvés parmi les Protozoaires. Les amibes sont représentées par Entamoeba coli et Entamoeba histolytica et les flagellés par Giardia intestinalis. La charge moyenne des kystes est de 9,49.104 kystes/L, dont 5,50 .104 kystes/L sont représentés par le flagellé. Les oocystes de Cryptosporidium parvum sont présents à une concentration moyenne de 55.3. 102/L</p>	<p>La persistance d'Ascaris lumbricoïdes indique que l'élimination des oeufs d'Helminthes par ce traitement n'est pas totale. Par conséquent cette eau usée représente un danger pour la santé humaine quant à une réutilisation potentielle La contamination parasitaire des eaux usées a été soulignée par Plusieurs auteur Cependant le nombre et la variété des parasites rencontrés varient d'une région à une autre.  Les résultats de cette étude montrent des concentrations assez élevées par rapport à la littérature ; ces différences seraient attribuées au niveau socio-économique relativement bas de la population, au contexte géographique aride de la région et à l'origine des eaux usées exclusivement domestiques.</p>

### Discussion :

Les modes de contamination sont divers. Il peut y avoir une transmission féco-orale via la présence d'œufs ou de kystes dans l'eau souillée ou des mains sales (**MorenoSabater ,2005**).

Les eaux usées qui n'ont pas été traitées adéquatement sont habituellement responsables de la transmission d'agents pathogènes par l'eau. Ce mode de transmission joue un rôle important dans l'apparition de certaines maladies gastro-intestinales (**Ouali, 2019**). Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes : les protozoaires et les helminthes sous différents stades de leur développement (**Baumont et Al, 2004**).

Ces organismes apparaissent dans le milieu extérieur sous différentes formes : soit sous forme de résistance et de contamination citons les œufs à coque épaisse comme l'*Ascaris* et les kystes à paroi protectrice comme les amibes, soit sous forme larvaire mobile capable de rechercher l'hôte favorable et d'y pénétrer comme la larve d'Anguillule (**Moulinier ,2002**).

Parmi les protozoaires les plus importants de point de vue sanitaire, il faut citer *EntamoebaHistolytica* responsable de la dysenterie amibienne et *Giardialumbria*(**Asano, 1998**).

La concentration en œuf d'helminthe dans les eaux usées est généralement d'ordre  $10$  à  $10^3$  œufs /l. il faut citer, notamment *Ascarislumbricoïde*, *Oxyurevermicularis*, *Trichuristrichuria* et *téniasaginata*(**CSHPF, 1995**).

Beaucoup de ces helminthes ont des cycles de vie complexes comprenant un passage obligé par un hôte intermédiaire. Le stade infectieux de certains helminthes est l'organisme adulte ou larve, alors que pour d'autres, ce sont les œufs (**Faby, 1997**).

Les œufs d'helminthes sont très résistants et peuvent notamment survivre plusieurs semaines voire plusieurs mois sur les soles ou les plantes cultivées (**Baumont et Al, 2004**).

## **Conclusion générale**

Les eaux usées ont un impact négatif considérable sur les êtres vivants vu la présence importante des agents infectieux et parasites; surtout lorsqu'elles ne sont pas traitées ou qu'elles soient directement destinées à l'irrigation par exemple ; D'après la littérature ; La caractérisation parasitologique effectuée sur les eaux usées ; montre qu'elles sont chargées en œufs d'helminthes. Le niveau de cette charge parasitaire témoigne d'une forte infestation de la population humaine et animale. Les maladies liées à l'eau sont très diverses et parfois reliées directement à l'eau par l'intermédiaire d'un vecteur ou d'un hôte intermédiaire.

## Résumé

يشير تلوث المياه إلى وجود مواد كيميائية قابلة للذوبان أو غير قابلة للذوبان ، ومواد منزلية مباشرة أو غير مباشرة في الماء ، ويؤدي تحليل مياه الصرف الصحي إلى اكتشاف كميات كبيرة من الكائنات الحية الدقيقة (البكتيريا ، والفيروسات ، والطفيليات) ويمكن أن يكون لهذه الأخيرة عواقب على صحة الإنسان والزراعة والبيئة. يمكن أن تنتقل الأمراض المختلفة مباشرة عن طريق تناول المياه الملوثة أو الأطعمة الملوثة على سبيل المثال: البلهارسيا ، داء الأمبيات ، الجيارديا ، داء الصفر ، البلهارسيا ، داء كلابية الذنب ، التراخوما ، الكوليرا ، الملاريا

و Ankylostomasp و Trichurissp و Ascaris sp : الأجناس الطفيلية الأكثر شيوعاً الموجودة في تحليل طفيلية مياه الصرف هي و Nematodirussp و Hymenolepis nana و Monieziaexpansa و Taeniasp.Strongyloidessp و Toxocara sp و fasiolasp و لذلك من الضروري عمل علاجات مضادة للطفيليات لتجنب التلوث الطفيلي. Schistosomasp.

**الكلمات المفتاحية: تلوث ، مياه صرف ، طفيليات**

La pollution de l'eau désigne la présence des substances chimiques, des matières solubles ou non solubles, ménagères directes ou indirectes dans l'eau, L'analyse de l'eau usée mène à trouver des grandes quantités des microorganismes (les bacteries, les virus, les parasites.) ce dernier peut avoir des conséquences sur la santé de l'homme et l'agriculture, l'environnement. Diverses maladies peuvent être transmises directement par l'ingestion d'eau polluée ou d'aliments contaminés par exemple : La schistosomiase, L'amibiase, La Giardiose, L'ascaridiose, La bilharziose, L'onchocercose, Le trachome, Choléra, Paludisme. Les genres parasitaire rencontrés dans l'analyse parasitaire d'eau usée la plus présente sont : Ascaris sp., Trichurissp., Ankylostomasp., Nematodirussp., Hymenolepis nana., Monieziaexpansa et Taeniasp.Strongyloidessp., Toxocara sp., fasiolasp., schistosomasp. Alors il est nécessaire de faire des traitements antiparasitaires pour éviter la contamination parasitologique .

**Mots clés : pollution , eaux usées, parasites.**

Water pollution refers to the presence of chemical substances, soluble or non-soluble, household direct or indirect materials in water. The analysis of wastewater leads to the finding of large quantities of microorganisms (bacteria, viruses, parasites.) the latter can have consequences on human health, agriculture, the environment. Various diseases can be transmitted directly by ingestion of polluted water or contaminated food for example: Schistosomiasis, Amoebiasis, Giardiosis, Ascariasis, Bilharzia, Onchocerciasis, Trachoma, Cholera, Malaria. The most common parasitic genera found in the wastewater parasitic analysis are: Ascaris sp, Trichurissp., Ankylostomasp, Nematodirussp, Hymenolepis nana, Monieziaexpansa and Taeniasp.Strongyloidessp, Toxocara sp, fasiolasp, schistosomasp. So it is necessary to make antiparasitic treatments to avoid parasitological contamination.

**Key words: pollution, waste water, parasites.**

---

## **Référence Bibliographique**

---

## **Références bibliographiques**

**Abdolhossein Dalimi et Mahmoud Jabarvand. (2005)** - Transactions of the royal society of tropical medicine and hygiene.

**Akpo .Y et Sawadogo .G et Autre (1997)** - Evaluation de la contamination parasitologique des eaux usées domestiques collectées et traitées a la station d'épuration de cambèrent (Dakar).

**Alban Beaupoil Et Caroline Le Borgne (2010)** - Risques Sanitaires Lies A La Réutilisation D'eaux Usées Traitées Pour L'aérospersion Des Espaces Verts.

**Amine Khalil et Autres (2007)** - Devenir de la charge parasitaire des eaux traitées par une station pilote de type lagunage à Khouribga-Maroc.

**Anses. Avis (2012)** - l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à l'évaluation des risques sanitaires liés aux dépassements de la limite de qualité du chrome dans les eaux destinées à la consommation humaine .

**Batoul Ben kaddour (2018)** - Contribution à l'étude de la contamination des eaux et des sédiments de l'Ouad Chélif (université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem).

**Belahmida Mohamed Seddik Oussama (2011)** - Etude de la biodégradation du 2,4-dichlorophénol par le microbiote des effluents d'entrée et de sortie de la station d'épuration des eaux usées d'ibn ziad.

**Bounoua cherifa et Autres (2016)** - Analyses Physico-chimique des eaux au niveau de la station d'épuration de la wilaya de Bordj Bou Arreridj.

**C. Biney et A.T. Amuzu et D. Calamari (1999)** - Etude Des Métaux Lourds.

**Agence de la santé publique du Canada(2011)** - Fiche technique santé-sécurité : Agent pathogènes-Ascaris spp.

**Elkharrim (Khadija) (2004)** - Analyse parasitologique des eaux usées brutes d'un effluent urbain de "la Ville Haute" (commune de Mâamora, Kénitra, Maroc).

**Fatima Sari Université Tlemcen (2017)** - Caractérisation physico-chimique des eaux usées et épurées de la station d'Ain-Temouchent.

**Guy Ryder (2017)** - les eaux usées une ressource inexploitée.

**Hamaida chergui et autres (2016)** - Evaluation de la charge en pathogènes et de la Microfaune dans les eaux de l'effluent brute et traité rejeté dans un milieu récepteur : Cas de la station d'épuration de Médéa.

**Honorine Ntangmo Journal (2019)** - Persistance de E. coli des œufs d'helminthes et des kystes de protozoaires contenus dans les eaux usées urbaines d'arrosage sur les cultures maraichères a Dschang, Ouest- Cameroun.

**Raynaud .J et Gonneau .P et G. Plessis (1972)** - Ankylostomidose, Ascaridose et Trichurirose associées dans une meute de chiens courants.

**Khadija Dssouli Et Mohammed Kharboua Et Khalid Khallaayoune (2001)** - Étude de la contamination parasitologique des cultures irriguées par les eaux usées dans le Maroc Oriental (Oujda).

**Lahreche Fatima Zahra et Mlle Zeghoudisara (2020)** - Etude de la cinétique de la biodégradation de phénole sous différentes conditions physico-chimique.

**Leslie (2005)** - Ecologie parasitaire d'échinococcose multilocularis et autres helminthes du système renard roux – rongeurs en milieu urbain et peri-urbain : Implications zoonotiques dans le canton de Genève, suisse.

**Mlle Belkadi Sabrina et Mlle Ouelhocine Ouiza (2018)** - Impact des rejets de la STEP Est de Tizi-Ouzou sur la contamination parasitologique de la ressource hydrique du moyen Sebou destinée pour l'AEP.

**Mme Thery-Casari Elsa (2019)** - Helminthiases digestives en Guyane.

**P. Agoda et E. Boko et P. Tchamdja (2001)** - L'extraction dentaire au CHU-campus de Lomé (Togo).

**PDF (2014)** - Association Française des Enseignants de Parasitologie et Mycologie (ANOFEL).

**Richard D. Pearson (2020)** - Le Manuel MSD Version Pour Professionnels De La Sante.

**Xavier Marly (2001)** - transport d'un micro-organisme en milieu poreux saturé- cas d'un colloïde biologique : cryptosporidium parvum.

**Zanamiandry Eulalie** - Etude diagnostique de l'état de population d'un réseau D'égout Dans la commune urbaine d'Antananarivo (cua).

**Zekri Ahlem et Merrouchekamel (2018)** - Les protozooses intestinales diagnostiquées au laboratoire de l'établissement hospitalier Didouche Mourad.