

La république algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Amar Thelidji – Laghouat
Faculté Des Sciences
Département De Biologie

Mémoire En vue de l'obtention du diplôme de master II

Domaine : sciences de la vie

Filière : Sciences Biologiques

Option : Parasitologie

Thème

La *Cryptosporidiose* chez les poissons d'eau douce du Sahara septentrional « cas du genre *Barbus* »

Présenté par :

-Boumegouas Nadjat

- Rahmouni Amel

- Guenou Imane

Année universitaire 2019 – 2020

Remerciements

Comme nous le faisons, et nous le ferons toujours, nous remercions, incessamment, le bon Dieu qui nous a accordé courage, patience et volonté pour pouvoir verser cette goutte dans l'océan de la science.

Au terme de ce travail de fin d'étude, nous exprimons nos sincères remerciements à tous nos responsables de l'Université Amar Thelidji – Laghouat.

Nous tenons à exprimer nos reconnaissances tout particulièrement envers Madame DJELLOULI MERIEM et tout le personnel du Laboratoire Vétérinaire Régional de Laghouat « LVRL ».

Nous remercions Mr. CHAIBI RACHID de nous avoir accueilli et assuré la direction scientifique du sujet de mémoire et de nous avoir encouragé tout au long de ce travail.

Nous remercions Mr. HAMIDA AMINE qui nous a aidé activement durant la réalisation de notre travail.

Et enfin, à nos bienveillants parents pour nous avoir affectueusement entourée tout au long de nos études. Nous voudrions remercier toutes celles et tous ceux qui ont bien voulu apporter leur contribution à la réalisation de ce mémoire.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail avant tout :

A mes chères et magnifique parents pour leur patience leur amour et leur au long de mes études .

A mes chères sœurs : Nour elhouda ,Hamida , Meriem , Fatima , Ikram , douaa ; pour leurs soutien et encouragements

A mes amis et mes collègues

A tout les enseignants de faculté de SNV

A tout personnes qui m'ont encouragé ou aidé au long de Mes études.

Nadjat

Dédicaces

Je dédie ce mémoire à :

· Mes parents :

Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

Mes frères et ma sœur, son mari et leurs enfants qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

Mes amis qui m'ont donnée le courage.

Amel

Dédicaces

A mon très cher père :

Pour m'avoir soutenu moralement et matériellement jusqu'à ce jour, pour son amour, Et ses encouragements. Que ce travail, soit pour vous, un faible témoignage de ma Profonde affection et tendresse. Qu'ALLAH le tout puissant te préserve, t'accorde Santé, bonheur et te protège de tout mal. A ma très chère mère Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu m'as comblé avec ta tendresse et affection tout au long de mon parcours. Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études. Qu'ALLAH te protège et te donne la santé, le bonheur et longue vie.

A ma très chère mère :

Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu m'as comblé avec ta tendresse et affection tout au long de mon parcours. Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études. Qu'ALLAH te protège et te donne la santé, le bonheur et longue vie.

A MES CHERS ET ADORABLE FRERES ET SŒURS

En témoignage de mon affection fraternelle, de ma profonde tendresse et reconnaissance, je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu, le tout puissant, vous protège et vous garde.

A MON CHER MARI BRAHIM

Pour l'amour et l'affection qui nous unissent. Je ne saurais exprimer ma profonde reconnaissance pour le soutien continu dont tu as toujours fait preuve. Tu m'as toujours encouragé, incité à faire de mon mieux, ton soutien m'a permis de réaliser le rêve tant attendu. Je te dédie ce travail avec mes vœux de réussite, de prospérité et de bonheur. Je prie Dieu le tout puissant de préserver notre attachement mutuel, et d'exaucer tous nos rêves.

A ma chère belle mère mon beau père

Vous m'avez accueilli à bras ouverts dans votre famille. En témoignage de l'attachement, de l'amour et de l'affection que je porte pour vous.

Imane

Liste des figures

N	Titre des figures	Page
01	Cycle de développement de <i>Cryptosporidium spp.</i>	17
02	Images d’oocystes matures de <i>Cryptosporidium spp</i>	18
03	Images de sporozoïtes de <i>Cryptosporidium spp</i>	19
04	Images de trophozoïte de <i>Cryptosporidium spp</i>	19
05	Image d’un méronte de <i>Cryptosporidium spp</i>	20
06	Image d’un macrogamonte de <i>Cryptosporidium spp</i>	21
07	Image d’un microgamonte de <i>Cryptosporidium spp</i>	22
08	Poisson de Oued Taadmit genre <i>barbus</i>	29
09	Situation géographique de la wilaya Djelfa	34
10	Photo représentative d’oued Taadmit qui abrite le genre <i>barbus</i>	35
11	Diagramme Obrothermique de Gaussen de la région de Djelfa	37
12	Schéma représentatif d’un verveux	38
13	Étape de détermination des longueurs et des poids total des poissons	39
14	Étape de détermination de l’âge chez le <i>barbus</i>	40
15	Les étapes de la recherche des <i>Cryptosporidium</i>	42
16	représentation Sex-ratio	47
17	Croissance en poids	47
18	Croissance en longueur	47
19	Taux d’infestation	49
20	Répartition de prévalence par sexe	50
21	Répartition de <i>Cryptospridium</i> selon la taille des espèces hôtes dans l’oued T’admit.	51
22	Répartition des parasites selon l’âge des espèces hôtes dans oued Taadmit	52
23	statut global des parasites inventoriés	53
24	Quelque photo représente le cryptospridium	53

Liste des tableaux

Numéro	Titre du tableau	Page
01	Position taxonomique de <i>Cryptosporidium spp.</i>	14
02	Espèces du genre <i>Cryptosporidium</i>	15
03	Position systématique de <i>barbus spp</i>	30
04	Moyenne mensuelle et annuelle des températures de la région des Djelfa	35
05	Moyenne mensuelle et annuelle des précipitation de la région des Djelfa	36
06	récapitulation de la principale variable des populations étudiées	45
07	récapitulation des principales espèces parasité des populations étudiées	48
08	Variations de Prévalence de <i>Cryptosporidium</i> en fonction de sexe	49
09	Répartition des indices épidémiologiques des espèces parasites en fonction des classes de taille	50
10	Répartition des indices épidémiologiques d'espèce parasite en fonction de l'âge	52

TABLE DES MATIERES

Remerciements	
Dédicaces	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Résumé	
Introduction	1
CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS	
I -LA CRYPTOSPORIDIOSE	5
1. Historique	5
2.Taxonomie.....	5
3.Espèces de cryptosporidies.....	7
4.Biologie du parasite.....	7
4.1Cycle de développement du parasite.....	7
4.2 Morphologie des différents stades parasitaires.....	9
4.2.1. les oocystes.....	9
4.2.2.les sporozoïtes.....	10
4.2.3.les trophozoïtes.....	11
4.2.4.les mérontes et mérozoïtes de types I et II.....	12
4.2.5.les macrogamontes.....	13
4.2.6. les microgamontes.....	14
5. Mode de contamination.....	14
6. Pathogénie, symptômes et lésions.....	15
6.1 Mécanismes impliqués.....	15
6.2 Signes cliniques.....	16
6.3 Lésions.....	17
7. Épidémiologie.....	17
7.1 Prévalences.....	17
7.2Influence de la mondialisation et des paramètres environnementaux.....	17
7.3 Facteurs de risque et favorisants.....	18
8.Cryptosporidiose chez les animaux	21

9. Cryptosporidiose chez l'homme.....	21
---------------------------------------	----

II – Présentation de l'espèce genre *Barbus*

1. Présentation de l'espèces genre <i>barbus</i>	23
2. Description morphologique	23
2.1. La couleur.....	23
2.2. Taille et Poids.....	23
2.3. Longévité du barbeau.....	23
3. Position systématique.....	24
4. Biologie et écologie de	25
4.1. Régime alimentaire.....	25
4.2. Reproduction.....	25
4.3. Répartition géographique de barbus	25

III -Matériel et méthodes

IV- Résultats et discussions

Conclusion et perspectives

Références bibliographiques

Introduction

Les poissons sont une ressource économique de première importance, que ce soit par la pêche et l'aquaculture. Il existe une extraordinaire diversité de poissons dans le monde. On les trouve dans différents types d'environnement tels que les lacs, les lagunes, les ruisseaux, les rivières, les fleuves ou les océans dont avec presque 10 000 espèces qui sont strictement inféodées aux eaux douces (BEGHORA L, 2013)

Par sa biologie et son apparence, un poisson d'eau douce ne diffère pas essentiellement d'un poisson d'eau de mer, et plusieurs poissons ont leurs plus proches parents dans la mer. (MBEGA et al, 2003).

Les poissons d'eau douce, comme tout être vivant, peuvent être parasités par de nombreux phylums du règne animal. Ces parasites peuvent être externes vus sur la peau, les branchies et les nageoires ; ou internes, qui se développent dans la cavité abdominale ou sous forme de kystes sur les viscères (foie, intestin, etc.) et dans la chair. L'infestation du poisson se fait soit par des parasites transmis par les organismes qu'il consomme ou par des parasites transmis par des organismes qui vivent dans son habitat. Ces parasites peuvent également déterminer des pathologies qui ralentissent la croissance et augmentent le taux de mortalité chez les poissons atteints (EUZET et al., 1996). Parmi les principaux groupes d'espèces parasites pathogènes chez les poissons, nous citons dans ce contexte ; Les protozoaires du genre *Cryptosporidium spp.* Ce dernier est un parasite mondialement répandu et qui possède un spectre très large d'hôtes : mammifères dont les humains, oiseaux, reptiles, amphibiens et les poissons.

Ce protozoaire est responsable de nombreuses épidémies liées à la consommation d'eau contaminée et ces produits.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail de recherche où le but est d'apporter des informations supplémentaires sur ce protozoaire à large échelle géographique. Ainsi, ce travail fait l'objet d'une nouvelle recherche dans notre région qui s'intéresse par :

- la connaissance des poissons espèce hôte des parasites
- est de compléter la liste des espèces de parasites liée aux poissons du genre *Barbus*
- aussi de confirmer la présence des parasites du genre *Cryptosporidium* chez les poissons

ce mémoire est structuré en trois chapitres; le premier, il s'agit d'une recherche bibliographique sur les poissons et le parasite *Cryptosporidium*. Le 2ème chapitre est consacré

a une description d'une part de la zone d'étude et d'autre part aux différentes méthodes et techniques utilisés (y compris aussi le matériel) lors de la réalisation de cette étude. Le dernier

CHAPITRE I :GENERALITES

I- La Cryptosporidiose

1. Historique :

En 1895 le scientifique J.J Clark a déclaré pour la première fois la présence un « essaim de spores reposant sur l'épithélium gastrique de souris » (**Clarke, 1895**) mais ce n'est qu'en 1907 que Tyzzer décrit un parasite unicellulaire vivant dans les glandes gastriques de souris de laboratoire et qu'il nomma *Cryptosporidium muris* (**Tyzzer, 1907**). Il en décrit aussi des stades sexués et asexués chez le parasite, ainsi que l'attachement aux cellules épithéliales gastriques de l'hôte par le biais d'une organelle spécialisée. Il détailla alors les caractéristiques permettant d'établir un nouveau genre de sporozoaires, le genre *Cryptosporidium* apparenté aux Coccidies (**Tyzzer, 1910**). En 1912, il observa une autre espèce plus petite en taille dans l'intestin de la souris, qu'il nomma *Cryptosporidium parvum* (**Fayer, 2010**). Dans ses publications nous pouvons retrouver la plupart des notions sur ce que nous connaissons actuellement sur la biologie et le cycle biologique du parasite (**Widmer G and Sullivan S (2012)**). Il fut également le premier à décrire une cryptosporidiose aviaire en 1929 mais ce n'est que trente cinq ans plus tard, que Slavin découvrit un parasite structurellement similaire dans l'iléon de dindonneaux qu'il nomma *C.meleagridis*. Pour la première fois, l'association entre le parasite et des manifestations cliniques est établie (**Slavin 1955, Ryan 2010**).

Les premiers cas humains de cryptosporidiose décrits dans la littérature datent de 1976. L'un concerne un enfant de 3 ans et demi, immunocompétent, chez qui différents stades de développement de *Cryptosporidium* dans l'intestin ont été détectés. Cet enfant guérit après avoir seulement reçu un traitement symptomatique (**Nime et al. 1976**). L'autre cas, décrit aux Etats-Unis, est celui d'un patient de 39 ans, immunodéprimé, qui recevait quotidiennement 150 mg de cyclophosphamide et 60 mg de corticoïdes depuis 5 semaines, et qui a dû être hospitalisé suite à une diarrhée importante. Celle-ci cessa 2 semaines après l'arrêt du cyclophosphamide (**Meisel et al. 1976**). La même année, l'impact vétérinaire de la cryptosporidiose chez les ruminants fut rapportée (**Widmer & Sullivan, 2012**)

2. Taxonomie :

Cryptosporidium est un protozoaire de l'embranchement des *Apicomplexa*. La classification historique apparente les cryptosporidies aux coccidies en raison de similitudes dans leur cycle biologique respectif. Cependant les données de la biologie moléculaire laissent penser que le genre *Cryptosporidium* est apparenté aux *Gregarinidia*(FAYER, 2007).

etableau ci-dessous montre la position taxonomique de *Cryptosporidium spp.*

Tableau 01 :Position taxonomique de *Cryptosporidium spp.*(Adapté de o'donoghue, 1995 et leconte, 2013).

Classification	Nom
Hyper-royaume	<i>Eucaryote</i>
Royaume	<i>Protiste</i>
Phylum	<i>Apicomplexa</i>
Sous-classe	<i>Coccidiasina</i>
Ordre	<i>Eucoccidiorida</i>
Sous-ordre	<i>Eimeriorina</i>
Famille	<i>Cryptosporidiidae</i>
Genre	<i>Cryptosporidium</i>

3. Espèces de cryptosporidies :

Tableau 02 : Espèces du genre *Cryptosporidium* et leurs hôtes.

Espèce	Hôte	Taille de l'oocyste (micromètres)
<i>C. andersoni</i>	Bovins	7,4 × 5,5
<i>C. baileyi</i>	Oiseaux	6,2 × 4,6
<i>C. felis</i>	Chat	4,6 × 4,0
<i>C. meleagridis</i>	Oiseaux	5,2 × 4,6
<i>C. muris,</i>	Souris Bétail	8,4 × 6,3
<i>C. nesorum</i>	Poissons	4,3 × 3,3
<i>C. parvum</i>	Souris, Bétail, Homme...	5,0 × 4,5
<i>C. saurophilum</i>	Lézards	5,0 × 4,7
<i>C. wrairi</i>	Cochon d'Inde	5,4 × 4,6

4. Biologie du parasite

Les connaissances sur la morphologie des oocystes (taille, forme) ainsi que celles sur le cycle de développement du parasite sont relativement bien établies malgré l'absence de modèles en culture cellulaire. La publication des génomes complets de *C. parvum*(Abrahamsen et al., 2004) et *C. hominis*(Xu et al., 2004) a représenté une étape importante pour l'avancée des études sur *Cryptosporidium spp*(Templeton et al., 2004).

4.1. Cycle de développement du parasite :

L'ensemble des espèces du genre *Cryptosporidium* sont des parasites intracellulaires obligatoires(Fayer dans Fayer et Xiao, 2007). Ce sont des parasites monoxènes : un seul hôte est nécessaire pour effectuer leur cycle de développement qui se déroule dans les cellules épithéliales de l'intestin (pour la plupart des espèces). *Cryptosporidium* a un cycle de développement complexe qui débute par l'ingestion d'oocystes (formes de résistance et de dissémination) et se poursuit par des phases de multiplication asexuée et de reproduction sexuée du parasite.

Le cycle se déroule de la façon suivante : un hôte va ingérer des oocystes dans l'environnement. Une fois ingéré, cet oocyste va exister sous l'action de la trypsine et des sels biliaires et ainsi libérer son contenu soit quatre sporozoïtes (éléments invasifs). Ces éléments invasifs sortent de l'oocyste en se déplaçant par glissement grâce à leur système microtubulaire pour arriver au niveau de la bordure en brosse des cellules épithéliales de l'intestin. Ils pénètrent alors dans les cellules épithéliales intestinales et s'entourent d'une vacuole parasitophore, vacuole ayant pour origine la membrane plasmique des cellules épithéliales, pour devenir des trophozoïtes. Cette vacuole, en plus d'être un lieu d'échange entre le parasite et la cellule parasitée, permet la protection du parasite en empêchant la fusion avec les lysosomes. Le parasite se développe en position intracellulaire mais extra cytoplasmique. Le cycle de multiplication se poursuit par des phases de multiplication asexuée appelées mérogonie ou schizogonie. La forme trophozoïte du parasite évolue en une nouvelle forme : le méronte de type I, qui contient huit cellules filles appelées mérozoïtes de type I (formés par des divisions nucléaires successives). Ces mérozoïtes de type I, une fois libérés, ont deux devenir possibles : soit ils participent à un phénomène de rétro-infection en reformant des mérontes de type I, soit ils vont lyser et envahir les cellules épithéliales voisines et former des mérontes de type II (à l'origine de 4 mérozoïtes de type II). Après deux cycles de multiplication asexuée, les mérozoïtes de type II se différencient soit en microgamontes mâles (36 heures post-infection) ou macrogamontes femelles (48 heures post-infection). On parle alors de gamétogonie, qui correspond à la phase sexuée du cycle. Les microgamontes deviennent plurinucléés (chaque noyau est incorporé dans un microgamète non flagellé). Les macrogamètes, eux, demeurent uninucléés en devenant des macrogamètes. La fécondation des macrogamètes femelles par les microgamètes mâles aboutit à la formation de zygotes (oocyste immature 2 N chromosomes).

Une fois le zygote formé, une enveloppe kystique résistante (ou paroi) va se former autour de lui. Celui-ci va ensuite subir la sporulation (à l'intérieur de l'hôte à la différence des coccidies) qui donne, par méiose, 4 sporozoïtes (N chromosomes). Ainsi se forme l'oocyste sporulé de *Cryptosporidium*. Ces oocystes matures sont émis directement sporulés dans la lumière intestinale et sont donc directement infectants pour un hôte sensible. Deux types d'oocystes sont formés : ceux à paroi épaisse (80%) qui constituent la forme de résistance et de transmission, éliminés dans les selles de l'hôte et ceux à paroi fine (20%) qui participent au

phénomène d'auto-infection chez le même hôte. Ces particularités (oocyste directement infectant, auto-infection par des oocystes à parois fine) ne sont pas partagées par les autres coccidies.

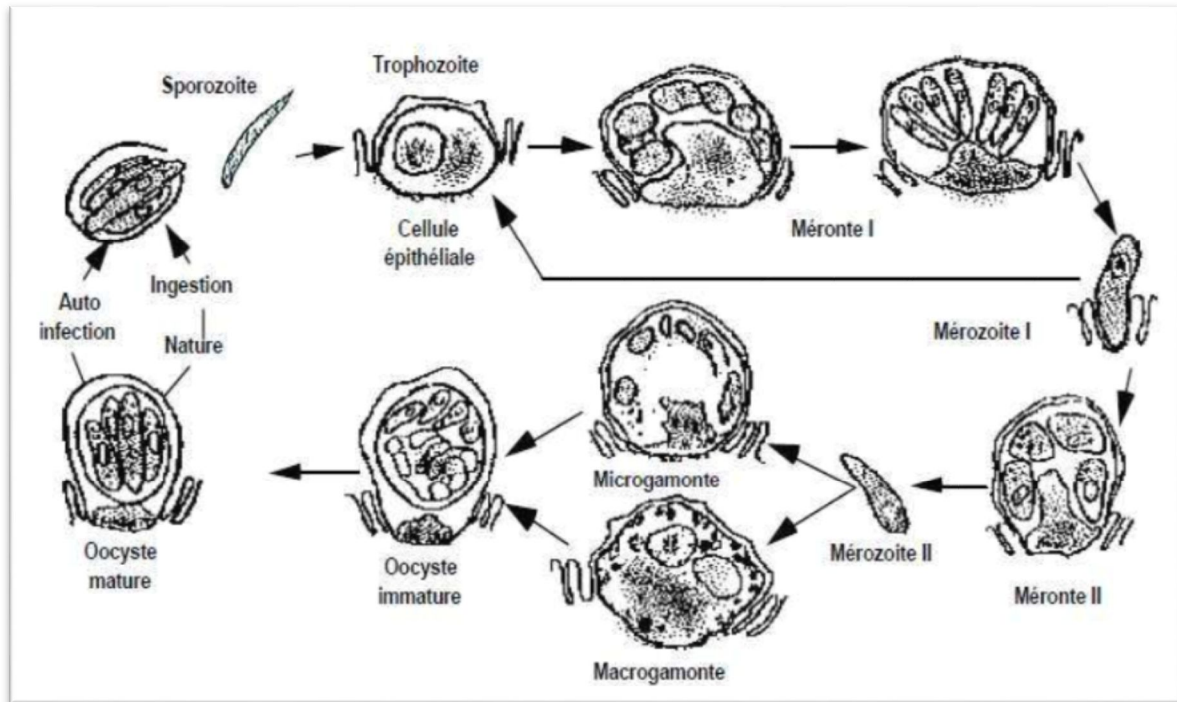


Figure01 : Cycle de développement de *Cryptosporidium* spp. (Fayer et Xiao, 2007).

4.2. Morphologie des différents stades parasitaires :

Dans les années 1980, la microscopie électronique a fait son apparition et a permis la différenciation des différents stades parasitaires et de préciser les caractères morphologiques de *Cryptosporidium* spp.

4.2.1. Les oocystes :

Parmi les coccidies, les oocystes de *Cryptosporidium* spp sont les plus petits, leur diamètre varie entre 4 et 8 μm selon les espèces. Ils ont une forme sphérique à ovoïde et contiennent chacun quatre sporozoïtes, nus (sans sporocyste), libres agencés autour d'un corps résiduel granuleux très réfringent mesurant un micron de diamètre. Le micropyle et les granules polaires présents chez les autres coccidies ne sont pas retrouvés au sein de l'oocyste de *Cryptosporidium* spp. Leur paroi est très résistante, elle leur permet une grande survie dans le milieu extérieur.

Elle est composée de deux couches : la couche externe qui est composée d'une matrice polysaccharidique et la couche interne, qui est composée de glycoprotéines filamenteuses. La couche externe est immunogène et très résistante aux protéases alors que la couche interne de par sa composition confère une certaine élasticité à la paroi. A l'un des pôles, une suture est visible sur la paroi, cette suture permet aux sporozoïtes de sortir de l'oocyste au moment de l'excystation(**Fayer et Xiao, 2007**).

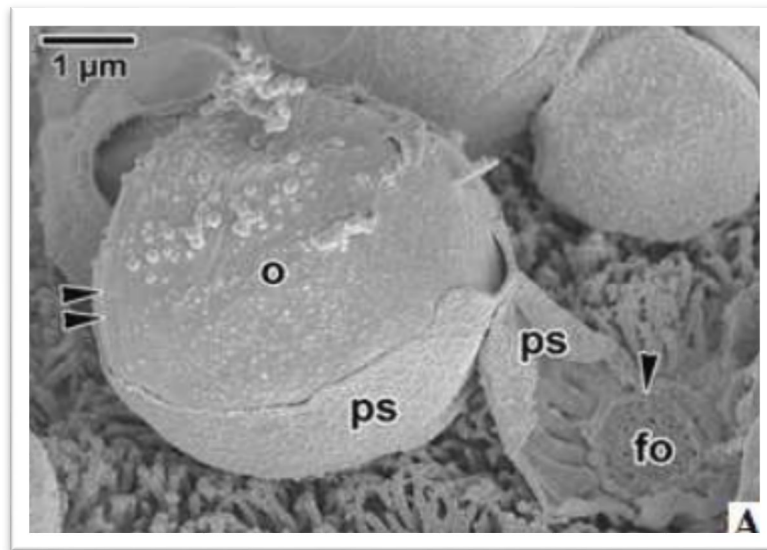


Figure02 : Images d'oocystes matures de *Cryptosporidium* spp
En microscopie électronique en transmission (D'après **Valigurova et al., 2008**).

4.2.2. Les sporozoïtes :

Les sporozoïtes sont les formes parasitaires invasives, libres et mobiles. Ils ont une forme de croissant, avec une partie postérieure arrondie, et renferment un noyau proéminent. Ces éléments invasifs possèdent en position apicale un complexe d'organelles contenant des protéines essentielles aux différentes étapes d'invasion et de développement à l'intérieur de la cellule hôte. Parmi ces organelles on retrouve : des rhoptries, des micronèmes, des granules denses, un noyau, des ribosomes et des microtubules. Les protéines des micronèmes interviennent lors de l'attachement du parasite à la surface de la cellule hôte. Les protéines des rhoptries ont plutôt un rôle lors de l'étape d'invasion du parasite.

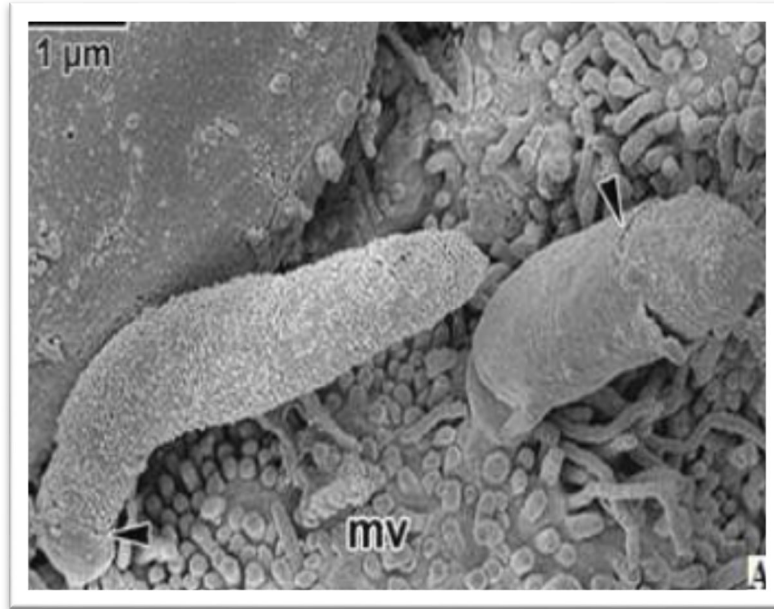


Figure03 : Images de sporozoïtes de *Cryptosporidium spp*
En microscopie électronique à transmission (D'après Valigurova et al., 2008).

4.2.3. Les trophozoïtes :

Les trophozoïtes sont caractérisés par la présence d'un noyau unique de grande taille. Le complexe apical observé chez les sporozoïtes n'est plus présent mais un organelle nourricier est bien développé à ce stade.

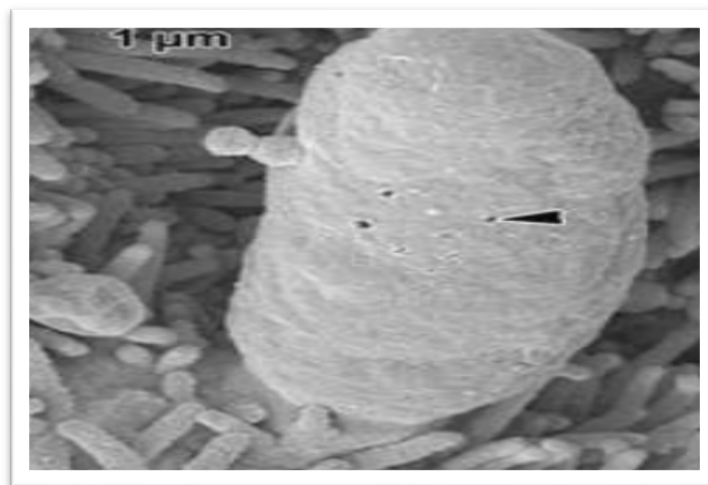


Figure04 : Images de trophozoïte de *Cryptosporidium spp*
En microscopie électronique en transmission (D'après Valigurova et al., 2008).

4.2.4. Les mérontes et mérozoïtes de types I et II :

Les deux types de mérontes mesurent entre 4 et 5 μ de diamètre. Les mérontes de type I, issus de la première multiplication asexuée contiennent 6 à 8 mérozoïtes alors que les mérontes issus de la 2e multiplication ne contiennent que 4 mérozoïtes. Les mérozoïtes de type I sont attachés à un corps résiduel par leur extrémité postérieure. Une fois matures, ils se séparent de ce corps résiduel puis la membrane cellulaire de l'hôte qui entourait le méronte va se lyser permettant ainsi aux mérozoïtes extracellulaires d'aller infecter d'autres cellules hôtes pour reproduire des mérontes de type I ou alors évoluer en méronte de type II.

Les mérozoïtes ont la même morphologie que les sporozoïtes. Leurs extrémités antérieure et postérieure sont arrondies. Ils contiennent un noyau et de nombreux granules denses.

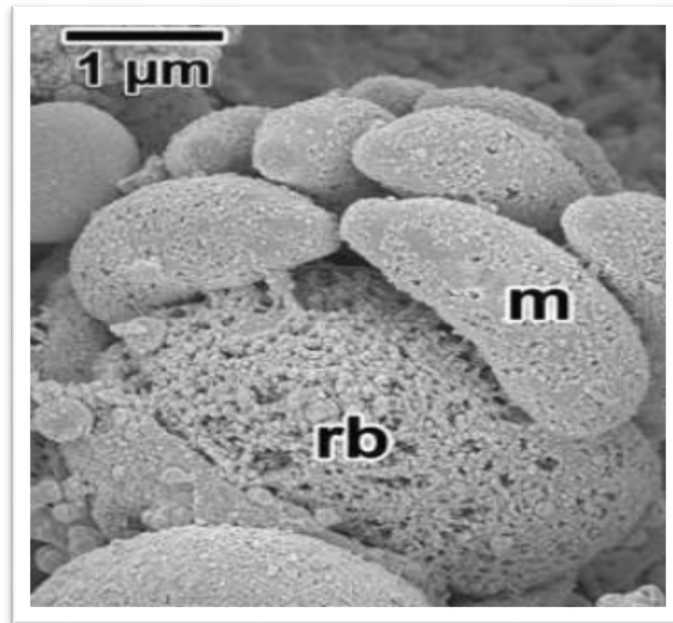


Figure05 : Image d'un méronte de *Cryptosporidium spp*

En microscopie électronique en transmission le méronte est mature . (D'après Valigurova et al., 2008).

4.2.5. Les macrogamonte :

Les macrogamontes sont caractérisés par la présence de granules d'amylopectine qui les différencient des trophozoïtes. Ils ont une forme sphérique à ovoïde et une taille comprise entre 4 et 6 μm . Il présente une vacuole et un grand noyau en position central. Un macrogamonte donne naissance à un seul macrogamète .

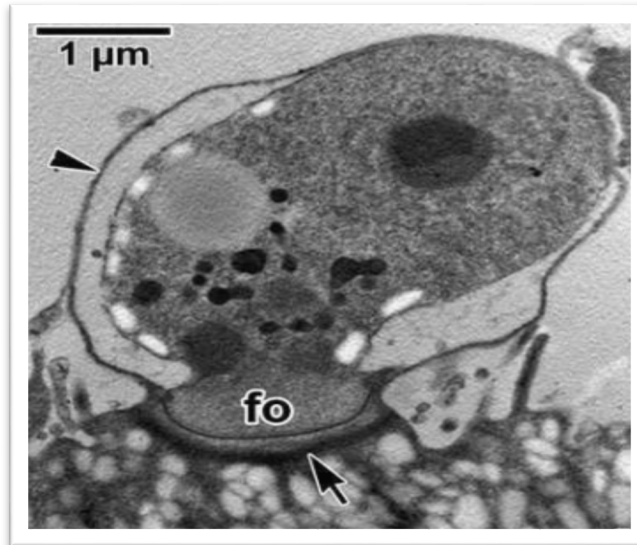


Figure06 : Image d'un macrogamonte de *Cryptosporidium* spp.

En microscopie électronique à transmission . (D'après Valigurova et al., 2008).

4.2.6. Les microgamontes :

Les microgamontes ressemblent aux mérontes mais contiennent de plus petits noyaux. Ils sont rarement observés du fait de leur vie brève. Ce sont des divisions successives dans le microgamonte qui sont à l'origine des microgamètes. Ils renferment 14 à 16 microgamètes a flagellés, ces microgamètes ont une forme allongée avec une extrémité antérieure aplatie. Chaque microgamète se forme par une protusion nucléaire à la surface du gamonte.

Les microgamètes s'attachent à la surface des cellules contenant les macrogamontes pour féconder les macrogamètes afin de produire des zygotes qui évolueront en oocystes.

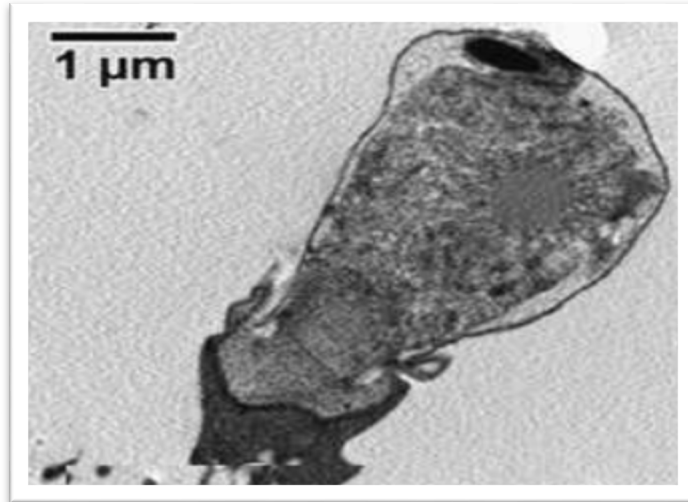


Figure 07 : Image d'un microgamonte de *Cryptosporidium spp*
En microscopie électronique à transmission (D'après Valigurova et al., 2008).

5.Mode de contamination :

Les épidémies décrites jusqu'alors majoritairement d'origine hydrique impliquant principalement les eaux de distribution et à moindre degré, les aliments comme le lait cru et les abats, tout autre nourriture incluant les fruits et légumes pourrait être contaminée à travers l'eau de lavage (TOUNSI, 2001).

Ces microorganismes pathogènes pour l'homme et les animaux sont essentiellement retrouvés dans les eaux résiduaires contenant des matières fécales. Les eaux usées traitées sont ensuite mélangées aux eaux de surface. Les rivières peuvent alors véhiculer des virus et parasites jusqu'à l'homme. La contamination peut se faire par l'intermédiaire des eaux récréatives (piscine, lac et rivière autorisés à la baignade, activités nautiques), des eaux de boissons provenant d'eaux de surface traitées, de végétaux irrigués ou d'aliment contaminés lors de leur préparation (BANAS, 2005).

6. Pathogénie, symptômes et lésions

6.1. Mécanismes impliqués

Une caractéristique de *Cryptosporidium* est la présence d'une vacuole parasitophore (ou sac parasitophore) incomplète. Cette vacuole est présente chez le trophozoïte et semble induite par les microvillosités de la cellule hôte. Elle contient des composés dérivés du parasite ou de l'hôte. La cellule hôte participe à l'élaboration de la vacuole en entourant progressivement le protozoaire d'une double membrane (la membrane la plus externe porte les microvillosités). Sa dénomination et les raisons de sa présence chez le stade libre sont encore à l'étude. Son rôle pourrait être de créer une délimitation entre le parasite et le milieu extérieur afin de mieux résister aux conditions environnementales. Elle assurerait des conditions favorables de croissance, de développement et de reproduction par échappement au système immunitaire de l'hôte. Elle contrôlerait les échanges passifs de solutés (**Alvarez-Pellitero et al. 2004**).

Des facteurs intrinsèques à l'hôte, notamment le statut immunitaire, déterminent également si l'infection va être asymptomatique, aiguë ou chronique (**Sitja-Bobadilla et al. 2005, Roberts et al. 2007**). Chez l'homme, le parasite se trouve communément dans la muqueuse colique et de l'iléon. Cependant, les différents stades parasitaires peuvent être rencontrés dans tout le tube digestif et dans l'appareil respiratoire chez une personne immunodéprimée. La diarrhée est accompagnée d'une hypochlorémie et d'une dégradation de l'absorption de glucose. La réponse immunitaire est cellulaire de type Th1 (lymphocytes CD4+) mais les lymphocytes CD8+ interviennent également (**Xiao et Ryan 2015**).

Des anticorps ont été mis en évidence et l'infection se résout lors de la mise en place d'une réponse immunitaire cellulaire. La protéine gp60 est localisée à la surface de la région apicale des stades parasitaires invasifs et est la cible privilégiée des anticorps neutralisants chez l'homme (**Ryan et al. 2014**).

Etant donné la possibilité de *Cryptosporidium* de se multiplier au sein d'un biofilm, il peut être envisagé que de tels biofilms existent à la surface de la muqueuse intestinale et puissent jouer un rôle dans la pathogénicité (**Sitja-Bobadilla et al. 2005**).

6.2. Signes cliniques :

- * Une diarrhée aqueuse, avec peu de mucus et peu de matières fécales et génère une forte déshydratation,
- * une perte de poids et un déséquilibre électrolytique.

Les autres symptômes possibles sont de la nausée, des vomissements, de la fièvre, des maux de tête et des crampes. Ces symptômes sont généralement observés 4 à 6 jours après infection (possible entre 2 et 10 jours). L'infection dure quelques jours à quelques semaines (moyenne 9 à 21 jours) mais les oocystes peuvent continuer à être éliminés dans les fèces pendant plusieurs mois (**Roberts et al. 2007**).

Ce sont les personnes immunodéprimées qui sont les plus à risque (malades chroniques, porteuses du VIH) car elles peuvent succomber de la cryptosporidiose à cause de la diarrhée incoercible. La maladie aiguë est non létale mais peut engendrer des séquelles à long terme. Dans les pays en développement, la mortalité ainsi que les retards de croissance chez les enfants sont plus importants. Des cholangiopathies peuvent être observées chez l'homme (**Xiao et Ryan 2015**).

6.3. Lésions

A l'histologie, la lamina propria est infiltrée par des cellules mononuclées et les cellules de la muqueuse rentrent en apoptose. L'inflammation conduisant à une perte de structure des villosités et les cryptes infectées engendrent une perte de fonction de la barrière digestive. Par conséquent, il y a malabsorption et disparition des villosités (**Xiao et Ryan 2015**).

7. Épidémiologie

7.1. Prévalences

Certad et al. (2015) ont estimé la prévalence de *Cryptosporidium* dans les poissons d'eau douce du lac Léman en France. Elle était de 37% et c'était la première fois qu'elle était aussi importante chez des poissons sauvages d'eau douce (**Certad et al. 2015**). En Australie, le même type d'étude de prévalence du protozoaire chez les poissons sauvages d'eau douce (rivières) et de mer (estuaires et côtes) ainsi que chez les poissons juvéniles d'élevage a été réalisé. La prévalence était de 2,4% chez les poissons de mer sauvages (**Reid et al. 2010**). La prévalence du parasite chez tous les types de poissons a également été étudiée en Papouasie Nouvelle-Guinée. Cette fois, *Cryptosporidium* a été retrouvé chez les poissons élevés, sauvages d'eau douce et de mer à une prévalence totale de 1,14% (**Koinari et al. 2013**).

7.2. Influence de la mondialisation et des paramètres environnementaux

Ce protozoaire ne semble pas clairement établi dans les zones de hautes latitudes. Une augmentation de la température globale lui serait donc favorable, tout en sachant que les mammifères présents en Amérique du Nord pourraient faciliter son introduction dans de nouvelles régions lors de leur migration (oiseaux dont la Bernache du Canada, Caribou, divers mammifères marins). L'augmentation des précipitations et de la fréquence des événements climatiques extrêmes pourront causer plus fréquemment des épidémies de cryptosporidiose (Jenkins et al. 2013). La topographie du lieu (pentes) et l'endroit de la défécation par rapport au réseau des rivières joue un rôle dans le transport des oocystes (Simon et al. 2013). Rôle du poisson dans la contamination humaine et du potentiel zoonotique de certaines espèces de *Cryptosporidium*.

Le rôle et l'importance des poissons dans la transmission des *Cryptosporidium* sont encore à élucider. L'oocyste est le stade infestant. La contamination des poissons a lieu lors du contact avec les fèces de mammifères contenant les oocystes. Les sources environnementales des oocystes sont les jus des lisiers ou fumiers des animaux d'élevage et les eaux usées non traitées. Lorsque les oocystes se retrouvent dans l'eau, le poisson pourrait agir en tant que « fomite » ou transporteur passif d'oocystes à sa surface (Roberts et al. 2007).

Dans le lac Léman, cinq espèces de poissons sauvages ont été identifiées comme hôte potentiel. Les stades en développement (mais pas les oocystes) de *C. parvum* ont été retrouvés en position apicale dans les cellules épithéliales de l'estomac et de l'intestin, ce qui indique que *C. parvum* est capable d'infester le poisson et n'est pas simplement transporté passivement. La consommation de ces poissons présente donc un risque potentiel pour l'homme. Le poisson serait ainsi une source supplémentaire de contamination de *C. parvum* pour l'homme, en plus des animaux de rente et autres animaux et de l'environnement (Reid et al. 2010). Lors de l'observation de 100 filets de perche commune, *C. molnari* a été identifié sur un seul filet. L'homme pourrait donc se contaminer en consommant du poisson cru ou insuffisamment cuit ou en manipulant le poisson. Cependant, cette hypothèse n'a pas été validée par des infections expérimentales de mammifères nourris avec des poissons porteurs de *Cryptosporidium spp*, *C. parvum*, *C. scrofarum* et *C. hominis* sont zoonotiques. *C. parvum* est l'espèce qui a le spectre le plus large d'hôtes et est la plus répandue dans le monde. La prévalence globale chez les poissons de *C. parvum* et *C. hominis* est inférieure à 1%, ce qui

conduit à supposer que le poisson n'est certainement pas un réservoir important dans le cadre de la contamination humaine (Ryan et al. 2014).

7.3. Facteurs de risque et favorisants

Le réservoir principal de *C. parvum* est le veau (Massie et al. 2010), La présence de *C. hominis* reflète très certainement une contamination de l'eau par les fèces humaines (Zahedi et al. 2016).

Les oocystes de *Cryptosporidium* sont retrouvés dans les nappes phréatiques, les mares, les lacs, les rivières, les estuaires, les mers et les océans (Certad et al. 2015).

Les oocystes sont très résistants, ce qui explique leur présence malgré le traitement des eaux usées et les contrôles réguliers de qualité de l'eau (Reid et al. 2010, Certad et al. 2015). Ils peuvent survivre très longtemps en mer (3 mois expérimentalement) (Roberts et al. 2007).

En résumé, la contamination de l'environnement résulte du nombre d'hôte infectés, du nombre d'oocystes excrétés, des pratiques agricoles, du comportement de l'hôte, des pratiques culinaires et socio-économiques, de la distribution géographique, de l'hygiène de l'eau et des denrées alimentaires et du climat de la région. Les poissons pourraient être utilisés en tant que sentinelles ou bioindicateurs à la manière des moules (qui filtrent et accumulent les oocystes dans leurs tissus) afin d'évaluer la pollution de l'eau (via le ruissellement des lisiers, fumiers ou les eaux usées) et alerter sur une potentielle source environnementale de contamination pour l'homme (Reid et al. 2010).

8. *Cryptosporidium* chez les animaux :

Les *Cryptosporidium* sont des parasites de mammifères et de divers oiseaux, affectant surtout les individus très jeunes, infectés très tôt après la naissance : veaux, agneaux, chevreaux, porcelets âgés de 1 à 3 semaines, surtout lorsqu'il n'ont pas absorbé le colostrum maternel (EUZEBY, 1984). La présence de *Cryptosporidium parvum* est décrite chez les mammifères domestiques (cheval, porc, chien, chat) et des mammifères sauvages cervidés : buffles (*Synerus caffer*), zèbre (*Equus zebra*), gnou (*Connochaetes gnou*). Un rapport d'étude réalisée sur la faune sauvage en Tanzanie faisant appel à l'utilisation d'anticorps monoclonaux indique la présence d'oocystes de *Cryptosporidium* sur 8/36 des échantillons de matières fécales de buffles, 7/25 de zèbre et 7/26 de gnous (MTAMBO, 1995). La prévalence de l'infection cryptosporidienne a été déterminée dans 38 élevages de poulets de chair (KICHOU et al., 1996).

Divers facteurs modulent les risques de contamination environnementale par les cryptosporidies. Il s'agit de facteurs liés aux parasites, aux hôtes, aux modes d'élevage et à l'environnement (AFSSA, 2002). Parmi les éléments facilitant les modalités d'infection et/ou modifiant l'excrétion, on retient en particulier (AFSSA, 2002) :

- la prolificité importante des cryptosporidies, due aux particularités du cycle infectieux, l'infectiosité immédiate des ookystes rejetés dans les excréments responsables d'une contagion facile par ingestion ;

- la grande résistance de ces ookystes dans l'environnement.

9. *Cryptosporidium* chez l'homme :

Au contraire de la plupart des autres coccidies qui parasitent l'Homme, les ookystes de *Cryptosporidium spp.* sont sporulés et infectants dès leur élimination fécale. Par conséquent, la transmission interhumaine, soit par contact direct (entourage, partenaires sexuels, enfants, personnel hospitalier), soit par contact indirect via l'alimentation ou certains supports (couches contaminées) est une caractéristique de la cryptosporidiose humaine. L'auto-infestation est biologiquement possible (AFSSA, 2002).

- Les dégâts chez l'Homme :

Le rôle de l'immunité cellulaire dans la pathogénie de la cryptosporidiose a été clairement établi chez l'Homme, essentiellement par les observations cliniques et épidémiologiques effectuées chez des malades immunodéprimés, en particulier au cours du SIDA :

- La cryptosporidiose au cours du SIDA a plusieurs particularités. La susceptibilité à l'infection est croissante avec la diminution du taux de lymphocytes CD4 sanguins. Le risque est multiplié par 2 pour un taux de 500 à 1000 lymphocytes CD4/mm³, par 3,6 pour un taux de 100 à 200 et par 6 pour un taux <100 (POZIO et al., 1997). L'infection par *Cryptosporidium* s'associe à un risque 3 fois plus élevé de présenter des manifestations cliniques à la suite d'une contamination, avec une symptomatologie dont la sévérité croît avec la diminution du taux de CD4 : diarrhée prolongée et fréquence plus élevée de douleurs abdominales. Au cours d'une épidémie dans une communauté de toxicomanes, un taux

d'attaque de cryptosporidiose de 16,6% a été observé chez les malades VIH-, versus 30,7% chez les sujets VIH+ (**POZIO et al., 1997**). La maladie est fréquemment chronique (plusieurs mois à plusieurs années) avec persistance de l'émission d'ookystes et des symptômes cliniques sans guérison parasitologique.

Cette chronicité entraîne plusieurs type de complications : déshydratation, malabsorption, atteinte des voies biliaires, justifiant des hospitalisations, voire des interventions chirurgicales pour cholécystectomie (**MC. GOWAN et al., 1993 ; VAKIL et al., 1996**).

La cryptosporidiose s'associe à une mortalité directement liée à ces complications (**HOXIE et al., 1997**).

La description de *Cryptosporidium parvum*, l'appréciation de l'émission du danger, et des effets chez l'Homme montrent à quel point sa présence dans l'eau de boisson peut avoir de sérieuses répercussions sur la santé des consommateurs.

Cependant à Port-au-Prince, capitale haïtienne, la présence des ookystes de *Cryptosporidium spp.* a été décelée d'après les résultats des récentes études effectuées par (**BRASSEUR et al.2002**) sur la circulation de ces derniers dans l'eau de boisson, distribuée par adduction publique

II . Présentation de l'espèce genre *Barbus* :

Le genre *Barbus* (le Barbeau) appartient à la famille des cyprinidés. Cette dernière compte plus de 340 genres avec approximativement 2000 espèces répartis en majorité en Asie, en Europe et en Afrique (**Bouhbouh, 2002**).

Barbus est une espèce de poissons caractéristique de l'Afrique du Nord où elle est très bien représentée aussi bien en Algérie, au Maroc qu'en Tunisie, appartenant au genre *Barbus* (barbeaux) et à la famille des cyprinidae (**Djemali, 2005**).



Figure 08 : Poisson de Oued Taadmit genre *barbus* (**original 2020**).

2. Description morphologique :

Le corps est presque cylindrique. Le front est aplati en dessus. Le museau est allongé. La bouche, protractile et infère, se caractérise par des lèvres charnues et quatre barbillons. Les dents pharyngiennes, très développées, sont implantées sur trois rangées. Les nageoires rayonnées sont bien développées. La nageoire dorsale est haute et courte. Elle porte quatre rayons épineux et huit mous. Le dernier rayon épineux de cette nageoire est denticulé dans sa partie inférieure. Le corps est recouvert d'écailles cycloïdes et la tête est nue. Il existe 40 à 47 écailles en ligne longitudinale et 37 à 41 vertèbres totales .

2.1. La couleur

La couleur du corps est brune jaunâtre à éclat métallique, le ventre argenté, les jeunes sont souvent mouchetés de noir, les écailles sont moyennes, la ligne latérale est complète et compte 43 ± 3 écailles (Kraïem, 1983) .

2.2. Taille et Poids :

La taille habituelle du barbeau est de 20 à 60cm pour un poids entre 500g et 4kg. Les plus gros individus peuvent atteindre 1.20 m pour un poids de 12 kg (Kraïem, 1983).

2.3. Longévité du barbeau

Le barbeau est un poisson dont la durée de vie moyenne est de 15 ans. Toutefois, certains individus peuvent atteindre l'âge respectable de 25 ans (Kraïem, 1983).

3. Position systématique :

Sur le plan systématique et le statut spécifique des barbeaux en Algérie et en Afrique du nord en général, il existe des divergences sur les notions d'espèce et de sous-espèce .Bouhadad (1993) reconnaît cinq espèces de barbeaux qu'il répartit en deux groupes. Le premier est formé par *Barbus callensis* et *B. setivimensis* , et fréquente la plupart des rivières du Tell et des hauts plateaux.

Le second est formé par *Barbus antinorii*, *B. biscarensis* et *B. figuigensis*; il caractérise les systèmes aquatiques sahariens.

Tableau 03:La position systématique est la suivante (Nelson, 1994)

• Règne	Animalia
• Embranchement	Vertebrata
• Sous-embranchement	Chordata
• Super-classe	Osteichthyes
• Classe	Acténopterygii
• Sous-classe	Neopterygii
• Infra-classe	Teleostei
• Ordre	Cypriniformes
• Sous-ordre	Cyprinoidés

• Super-famille	Cyprinoidea
• Famille	Cyprinidae
• Genre	<i>Barbus</i>
• Espèce	<i>Barbus spp</i>

4. Biologie et écologie de barbus :

4.1. Régime alimentaire

C'est un poisson de fond, se nourrit principalement de proies animales qu'il découvre en fouillant le substrat. Il cherche sa nourriture au crépuscule et pendant la nuit. Durant la journée, il est surtout actif après un orage, lorsque les eaux tumultueuses apportent sur leurs passages de petits organismes. Il se nourrit principalement avec des larves d'insectes, des algues et quelques débris de végétaux pour les tailles les plus petites. Par contre, les adultes peuvent en plus consommer des crustacés. Il s'agit donc d'un régime alimentaire essentiellement omnivore et phyto-macrobenthophage (**Kraïem, 1994**).

4.2.. Reproduction

Il fraye du printemps jusqu'à l'été suivant la région ; la ponte s'effectue en général sur un fond de cailloux ou de graviers. L'éclosion des œufs se produit deux semaines après la fécondation (**Poncin et al., 1987**). Au moment de fraie, les caractères sexuels secondaires se manifestent chez le mâle de certaines espèces par l'apparition de tubercules blanchâtres sur le corps. *Barbus*, est constituée de deux fractions : l'une sédentaire n'affectant pratiquement pas de déplacement, l'autre errante qui se déplace sur de longues distances faisant preuve d'un comportement migratoire. Ce dernier est en rapport avec les conditions climatiques et hydrologiques, ainsi qu'avec la reproduction (**Hunt et Jones, 1975**).

4.3. Habitat

Poisson d'eau douce, *Barbus* effectue, grâce à sa capacité de tolérer les eaux salines, jusqu'à 15 g/l, des incursions en eaux saumâtres qu'il quitte dès l'augmentation de la salinité au-delà du seuil de tolérance. Il s'agit d'un poisson grégaire qui fréquente des milieux où la profondeur est moyenne, les rives sont à pente modérée, le courant est moyen et le substrat, plus ou moins fin (sable, graviers et pierres), présente des abris (herbiers, souches et blocs) qui lui servent de refuges ou de sources de nourriture (**Chaouachi et al., 1998**).

4.4. Répartition géographique de genre *barbus*

Cette espèce est caractéristique de l'Afrique du Nord, elle est bien répandue dans les 3 pays maghrébins Maroc, Algérie et Tunisie. Elle se répartit du Nord jusqu'à une limite méridionale située au sud de l'Atlas. *Barbus spp* doit son nom à la localité du type décrit pour la première fois. Ce spécimen provient en effet du lac de la Calle en Algérie. Au Maroc, *Barbus spp* est présent aussi bien dans les cours d'eau de l'Atlantique que dans ceux du bassin méditerranéen. Cependant les populations de ces deux bassins présentent des différences assez significatives pour qu'on puisse distinguer 2 sous-espèces différentes (**Doadrio, 1990**).

En Algérie *Barbus spp* est largement réparti, il peuple tous les oueds situés au nord de l'Atlas entre les frontières tunisienne à l'est et marocaine à l'ouest. Le barbeau Algérien vit dans les eaux douce, tel que les lacs les oueds les barrages et les gueltas ; (**Djemali, 2005**).

cette espèce colonise aussi bien les retenues des barrages que les cours d'eaux.

Chapitre II :
Matériels et Méthodes

1. Présentation de la zone d'étude :

1.1. Situation géographique de La wilaya de Djelfa

La wilaya de Djelfa faisant partie de la région des hauts plateaux, elle se situe entre 2° et 5° de longitude Est et entre 33 ° et 35° de latitude Nord. Elle s'étend sur une superficie totale de 32.280,41 Km² représentant 1.36 % de la superficie totale du pays.

A la faveur du découpage administratif de 1974, cette wilaya se compose actuellement de 36 communes regroupées en 12 Dairates. Elle se limite au Nord par Médéa et Tissemsilt ; à l'Est par Biskra et M'sila; à l'Ouest par Laghouat et Tiaret ; et au Sud par El-Oued et Ghardaïa.

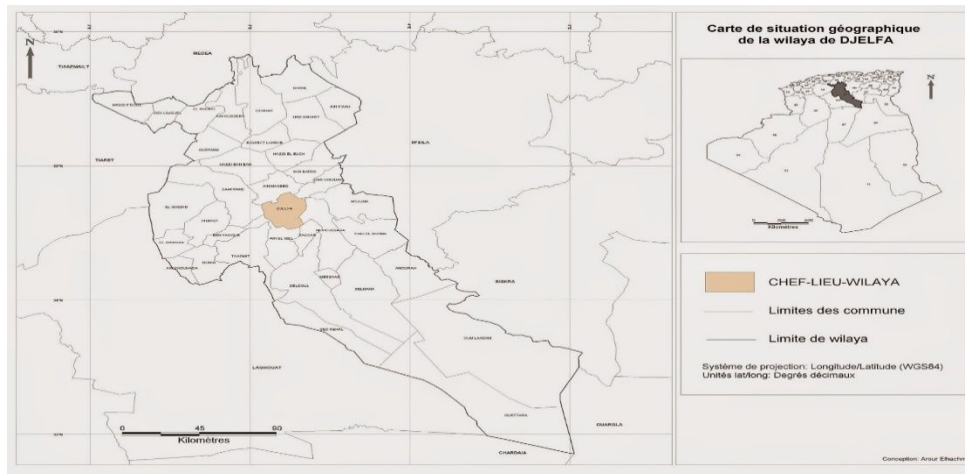


Figure 09: Situation géographique de la wilaya Djelfa.

1.2.. site d'étude d'oued Taadmit

Dans la commune de Taadmit (wilaya de Djelfa) se trouve notre site de prélèvement, c'est un courant d'eau douce appelé « Oued Taadmit » qui est caractérisé par un débit variable selon les saisons, les eaux de ce courant ont un caractère permanent. La profondeur maximale peut aller jusqu'à 1, 2 m avec une largeur de 45m. Le type de substrat est un mélange entre les sables fins et grossiers et parfois vaseux ou rocheux .



Figure 10:Photo représentative d'oued Taadmit qui abrite le genre *Barbus*.

2. Synthèse bioclimatique

2.1 La température

D'après **Barbault (2000)**, la température a une action majeure sur le fonctionnement et la multiplication des êtres vivants et comme elle varie selon un schéma géographique net. Les températures de la région d'étude collectées durant la période allant de 2006 à 2017 sont récapitulées dans le Tableau 05.

Tableau 04 :Moyenne mensuelle et annuelle des Températures de la région de Djelfa (2006-2017).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
T(°C)	<u>5,3</u> <u>6</u>	6,38	10,91	14,2	19,41	25,6	<u>30,44</u>	29,28	22,81	17,45	10,94	6,38	16,5 9

Source :office nationale de météorologie de Djelfa 2018

Par l'analyse des données des valeurs enregistrées, on constate que le maximum du mois le plus chaud se situe au mois de juillet avec une moyenne de 30,44°C, alors que le minimum du mois le plus froid se situe en janvier avec une moyenne de 5.36°C.

2. 2. La pluviométrie

Les précipitations constituent un facteur écologique d'importance fondamentale. Les précipitations moyennes mensuelles de la région d'étude collectées durant la période allant de 2006 à 2017 sont récapitulées dans le Tableau 02.

Tableau 05 : Moyennes mensuelles et annuelles des précipitations de la région de Djelfa (2006-2017)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Total
P(mm)	28,13	29,34	28,72	42,37	31,58	17,24	<u>16,89</u>	25,89	32,21	<u>32,68</u>	26,75	26,75	338 ,55

Source : office nationale de météorologie de Djelfa 2018

La région d'étude est marquée par une variabilité des précipitations dans le temps et dans l'espace. A partir des données enregistrées sur une période de 11 ans (2006-2017). La précipitation moyenne annuelle est d'environ 338.55 mm. Le moins le plus pluvieux est le mois d'Octobre avec de moyenne de 32,68 mm. Cependant, le mois le plus sèche est Juillet avec de moyenne de 16,89 mm.

2.3. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN

Le diagramme Ombrothermique de Gausse (1953), est un graphique représentant les caractéristiques d'un climat local par la sur position des figures exprimant d'une part par les précipitations et d'autre part par la température.

Il permet de poursuivre les variations saisonnières de la réserve hydrique. Il est représenté :

- En abscisses par les mois de l'année ;
- En ordonnées à gauche par les précipitations en mm ;
- En ordonnées à droite par les températures moyennes en °C ;
- Une échelle de $P = 2T$.

La combinaison des variations mensuelles des températures et des précipitations, illustrées par le diagramme Ombrothermique (Fig11) permet de voir le type du climat régional et d'analyser surtout les caractères essentiels des saisons de la zone d'étude.

Le diagramme Ombrothermique décrit mieux les anomalies des précipitations et des températures pour donner deux périodes climatiques au cours de l'année, l'une sèche et l'autre humide.

La période sèche s'étend de mois de Mai jusqu'à le mois d'Octobre et la période humide s'étend de mois de Janvier jusqu'à Mai (Fig.11). Donc la région de Djelfa se caractérise par un climat qui comporte deux saisons l'une estivale sèche et chaude et l'autre hivernale pluvieuse et froide.

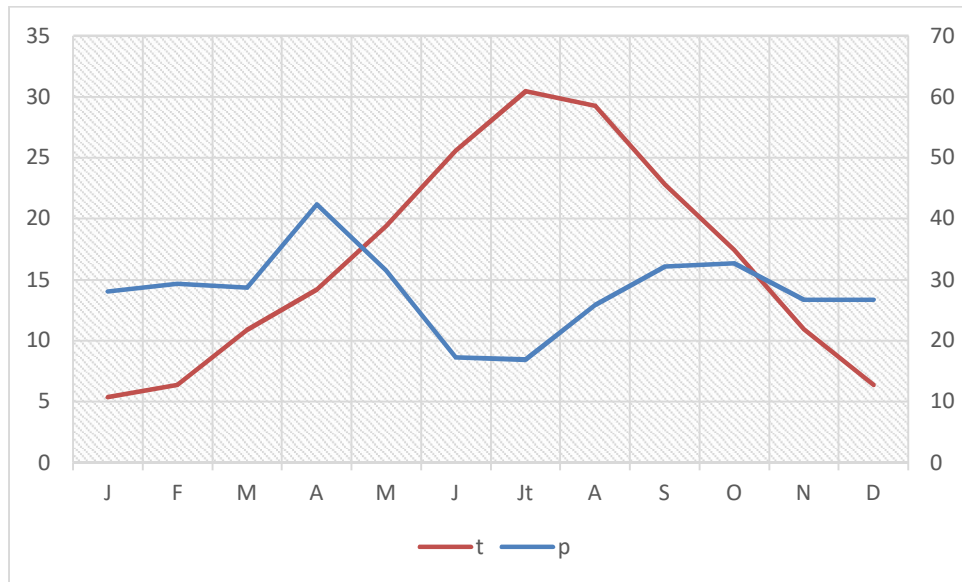


Figure 11 : Diagramme Obrothermique de Gaussen de la région de Djelfa 2006-2017

2. Méthode de recherche des parasites :

La recherche de parasite de genre barbus à été réaliser sur deux étapes :

2.1. La première étape dans l'eau :

- L'échantillon d'eau y compris la mince couche du sédiment de 1 à 2 cm .
- Après conservation dans un réfrigérateur à 4°C et après homogénéisation (mélange)
- On prêtre 100 ml de l'échantillon d'eau et en le mettre dans un bêcher .
- Le contenu du bêcher doit versé dans 10 tubes de centrifugation à raison de 10 ml par tube .
- Les tubes sont places dans la centrifugeuse (3000 Toure par 5 min) .
- Puis on récupéré le culot et en le mettre sur la lame .
- Coloration par la technique de la coloration de Ziehl-Neelsen .

2.2. La deuxième étape au niveau du tube digestif :

2.1. L'échantillonnage :

2.1.1. Période d'échantillonnage

L'échantillonnage est aléatoire, les échantillons de barbeaux que nous avons examinés, ont été collectés durant les mois de Février et Mars (2020) dans deux sorties , un sortie pour chaque station .

2.1.2. Méthode de pêche

L'échantillonnage a été effectué à l'aide d'un verveux , filet rond qui va toujours en pointe, l'ouverture de ce filet est faite d'un demi cercle et d'une traverse par le bas ; plusieurs cercles qui vont toujours en diminuant se soutiennent ouverts ; il y a un filet qui prend l'ouverture du verveux et diminue comme un entonnoir ; c'est par le bout de ce filet, que l'on nomme le goulet, qu'entrent dans le verveux les poissons qui y sont conduits, et d'où ils ne peuvent plus sortir, parce que le goulet se dilate quand le poisson se présente pour entrer et pour que le goulet demeure toujours en état, il est soutenu par quatre ou six petites ficelles qui le font toujours rester dans le milieu du verveux. Pour conduire le poisson dans ce piège, il y a deux filets, un de chaque côté, que l'on nomme les ailes et qui sont d'inégales longueurs. Ces filets sont garnis de flots par le haut et chargés de pierres par le bas.

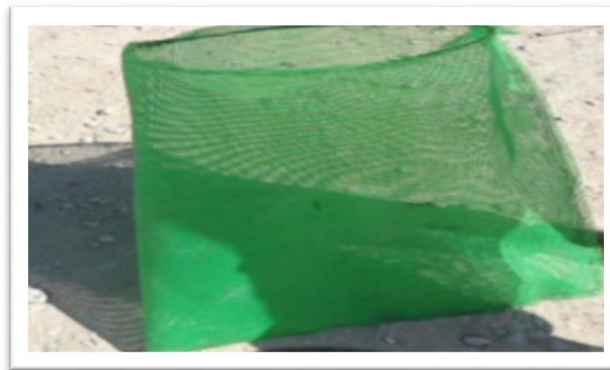


Figure 12: Schéma représentatif d'un verveux (BEGHORA , 2014).

2.1.3. Conservation

Après la capture, les poissons recueillis sont transportés immédiatement au laboratoire dans des glacières pour les examiner faire l'étude de la morphométrie, de la biométrie Les poissons morts. Nous avons consigné pour chaque pièce capturée, le nom de l'espèce, la date de la capture et le site d'échantillonnage.

2.2. Biomésuration des poissons :

2.2.1. Mesure de la longueur et du poids :

Le poisson à mesurer était posé sur un flanc, le museau contre la butée de l'ichtyomètre gradué au mm près . Les pesées des poids ont été réalisées à l'aide d'une balance (**Figure 13**)



Figure 13 : Détermination des longueurs totales et des poids totales chez le *Barbus*.

2.2.2. Détermination du sexe du poisson :

Le sexe du poisson est déterminé par l'observation des gonades, quand elles sont développées. Chez les femelles, les ovaires sont remplis d'ovules et sont d'une coloration rosâtre, alors que chez les mâles les testicules sont blanchâtres.

2.2.3. Détermination de l'âge :

La détermination correcte de l'âge chez le poisson est nécessaire à la bonne connaissance du cycle biologique de l'espèce et de la dynamique de ses populations. On le détermine à partir des écailles (**OMBREDANE et al., 1986**). La croissance d'un poisson ne se compense pas par le nombre d'écailles mais par l'augmentation de leur surface depuis la date de leur apparition au stade d'alevin. L'augmentation de l'âge des écailles se fait par des stries circulaires plus au moins rapprochées selon la vitesse de croissance. Comme la croissance hivernale est d'environ 3 à 4 fois plus lente que la croissance estivale, les stries apparaissant pendant l'hiver seront rapprochées (annulus), tandis que celles de l'été seront espacées (circulis). Le nombre d'alternances (stries rapprochées/ stries espacées) nous donne le nombre d'années vécues par le poisson (**OULD SAMBA, 2005**) .

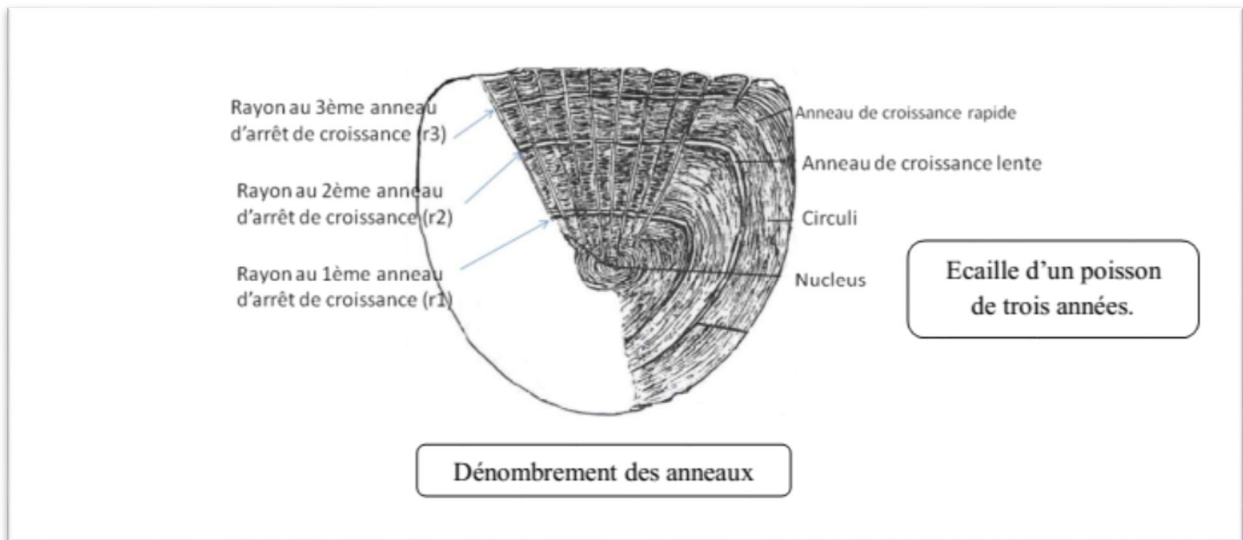


Figure 14 : Étapes de la détermination de l'âge chez le *Barbus*.

2.2.4. Lecture des écailles :

Nous avons prélevées sur chaque poisson entre cinq et dix écailles , après nous avons montées les écailles à sec entre deux lames minces, reliées à leurs bouts avec du scotch .

La lecture des écailles est la plus exploitable si le prélèvement est effectué juste avant ou pendant la phase d'arrêt de croissance. La lecture est simple, pour chaque anneau d'arrêt de croissance on note un an. Si la dernière année ne s'est pas entièrement écoulée, l'âge en années d'un poisson est sous-estimé. On parle alors de l'âge minimal du poisson, et on dit qu'un poisson a 2+ lorsqu'il a 2 années auxquelles s'ajoute l'année en cours .

2.3. Méthode de recherche des parasites dans le tube digestif :

nous sommes passé par les étapes suivantes:

- * Tout en gardant le poisson fixé sur sa partie dorsale, nous avons commencé par l'ouverture à l'aide d'un ciseau de la cavité abdominale par une incision à partir de l'anus jusqu'à la tête;
- * Nous avons ouvert latéralement le poisson au niveau de l'extrémité postérieure de l'ouverture ventrale jusqu'à ce que nous ayons touché le muscle dorsal puis nous avons pratiqué la même incision juste en arrière de l'opercule.

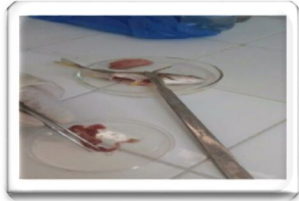
* Avec une pince, nous avons prélevé le tube digestif, après éviscération, nous l'avons placé dans une boîte de Pétri où nous avons séparé les organes en se servant de l'eau. La détection des parasites est effectuée par la recherche à l'intérieur des intestins à l'aide du scalpel .

Recherche de la cryptosporidiose par la technique de la coloration de Ziehl-Neelsen :

* Nous avons préparé les échantillons : les échantillons sont mis sur la paillasse, une goutte d'eau physiologique est déposée sur chaque lame, on ajoute une petite portion de selles et bien mélanger pour obtenir une suspension uniforme qu'on étale sous forme de frottis.

Ensuite nous avons :

- Fixé les frottis de chaque échantillon à l'éthanol absolu pendant au moins 5 minutes et sécher à l'air libre.
- Immersion de la lame dans la solution de fushine phénique pendant 15 mn
- Rincé la lame sous un jet d'eau
- Décoloré dans le méthanol acide à 1% pendant 10 à 15 secondes
- Rincé la lame sous un jet d'eau
- Contre coloré avec le vert malachite à 0.4% pendant 30 secondes
- Rincé la lame sous un jet d'eau
- Séché à l'air libre
- Observation au microscope de cryptosporidium sp ; Examiné la lame sans lamelle couvre objet avec l'objectif x 40 au microscope optique



étape 01



étape 02



étape 03



étape 04



étape 05



étape 06



étape 07



étape 08



étape 09

Figure 15: les étapes de la recherche des *Cryptosporidium* (original 2020)

- **Les indices parasitaires**

Afin de mieux caractériser la structure des peuplements des parasites, nous avons exploité nos données par le calcul des indices épidémiologiques

- **Prévalence parasitaire (Pr%)**

C'est le pourcentage du rapport entre le nombre d'individus d'une espèce hôte infestés par une espèce parasite (nP) et le nombre total des hôtes examinés (N).

$$\text{Pr \%} = (\text{nP} / \text{N}) \times 100$$

Les termes espèce dominante (prévalence > 50%), espèce satellite (10 <prévalence < 50%) et espèce rare (prévalence < 10%)

- **Intensité parasitaire moyenne(IM)**

C'est le rapport entre le nombre total des individus recensés d'une espèce parasite dans un échantillon d'une espèce hôte (n) et le nombre d'hôtes infestés par le parasite (Np).

$$\text{IM} = \sum n / \text{Np}$$

L'analyse des couples prévalence intensité moyenne se présente sous 2 formes :

- prévalence forte mais intensité faible => parasite distribué sur l'ensemble de la population hôte.
- prévalence faible mais intensité forte => phénomène d'agrégation parasitaire sur les mêmes individus.

Pour les intensités moyennes (IM), la classification adoptée est celle de **BILONGBILONG et NJINE (1998)**:

- IM <10: intensité moyenne très faible.
- 10 < IM <50: intensité moyenne faible.
- 50 < IM <100: intensité moyenne.
- IM >100: intensité moyenne élevée.

Chapitre III :
Résultats et Discussion

RESULTATS DE L'ETUDE MORPHOMETRIQUE :

1. Paramètres morpho métriques et de croissances de poissons hôtes

1.1- Caractères méristiques et morphologiques

Dans le cadre de cette étude nous avons examiné 19 spécimens de l'espèce hôte Barbus capturés d'oued Taadmit ; Les données acquises sur le Barbus montrent que les valeurs enregistrées pour les caractères méristiques considérés sont généralement supérieures chez les mâles (10 mâles)par rapport aux femelles (09 femelles) . l'âge de cette population d'oued Taadmit varie de 1 à quatre ans chez les femelles et de 1 à trois chez les mâles , cette population regroupe des individus qui ont des tailles varient entre 7 cm (la plus petite longueur qui a été enregistrée chez les mâles) et 15,2 cm (la plus grande taille qui a été mesurée pour les femelles).

Tableau 06: récapitulation de la principale variable des populations étudiées

		Poids		Longueur Totale		Age	
	N	Max	Min	Max	Min	Max	Min
Mâles	10	27,31	3,88	12,3	7	3	1
Femelles	9	42,74	3,91	15,2	7,7	4	1

1.2.Sex-ratio :

- Le calcul du nombre des femelles par rapport au mâles montre que ce rapport est en faveur des mâles avec 52,63 % (soit 10 individus) contre 47,36 % pour les femelles (soit 9 individus)

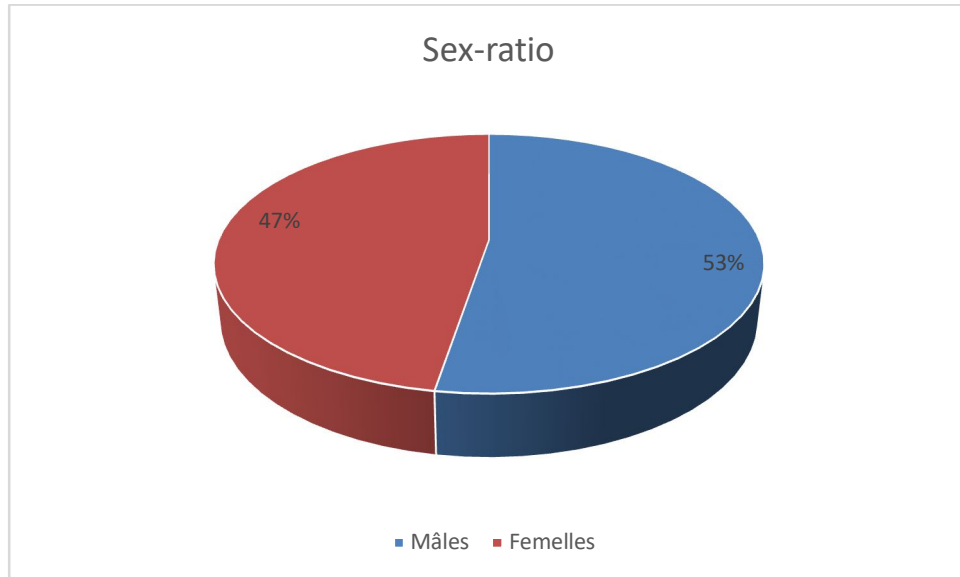


Figure 16 : représentation Sex-ratio

1.3. Étude de la croissance :

1.3.1.- Croissance en poids

L'expression mathématique de la relation Age-poids montre que ces deux paramètres sont fortement liés avec $r = 0,886$. C'est-à-dire que l'animal devient plus âgé, son poids augmente.

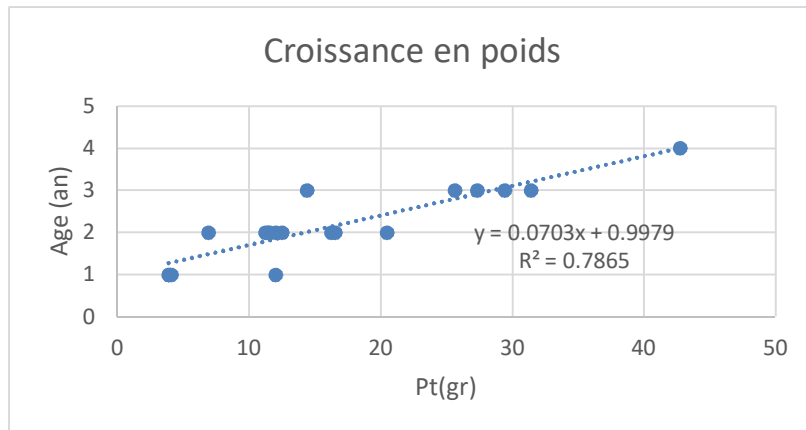


Figure 17 : Croissance en poids

1.3.2 Croissance en longueur

- L'expression mathématique de la relation longueur-âge montre que ces deux paramètres sont fortement liés avec $r = 0,878$. C'est-à-dire que l'animal devient plus âgé, sa longueur augmente.

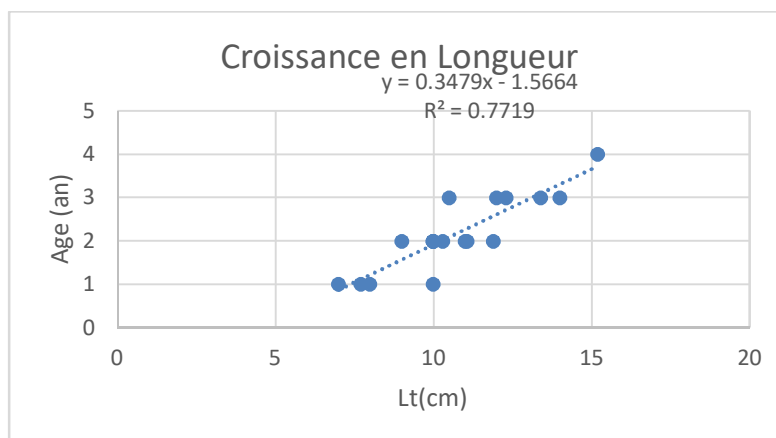


Figure 18 : Croissance en longueur

2.Taux d'infestation

Tableau 07 : récapitulation des principales espèces parasité des populations étudiées

N ° de poisson	Poids	Longueur	Sexe	Age
1	12,01	10	M*	2
2	14,4	10,5	M*	3
3	11,22	10	F*	2
4	3,88	7	M*	1
5	16,55	11	F*	2
6	31,4	14	F*	3
7	42,74	15,2	F*	4
8	16,23	11,07	M*	2
9	27,31	12,3	M*	3
10	12,5	10	M*	2
11	4,1	8	F*	1
12	29,41	13,4	F*	3
13	6,93	9	M*	2
14	12	10	M*	1
15	11,54	10,3	M*	2
16	20,49	11,9	F*	2
17	11,43	10	M*	2
18	3,91	7,7	F*	1
19	25,64	12	F*	3

- Sur un effectif de 19 spécimens poisson ; 3 individus (soit 16%) sont infestée et 16 (soit 84%) non infestée.

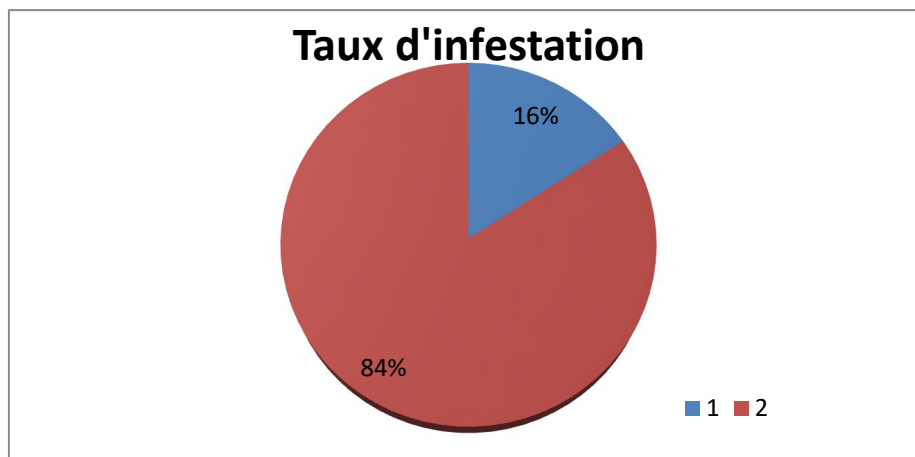


Figure 19 : Taux d'infestation

2.1. Calcule des indices épidémiologiques

2.1.1. Résultats de la prévalence de *Cryptosporidium* en fonction de sexe

Les valeurs des indices épidémiologiques de *Cryptosporidium* du genre *Barbus* de site prospecté sont présentées dans le Tableau.

Tableau 08 : Variations de Prévalence de *Cryptosporidium* en fonction de sexe (P : Prévalence, N : Nombre d'hôtes infestés, H : Nombre de poissons examinés)

Sexe	Espèces	P(%)	N	H
♂	<i>Barbus sp</i>	0	0	10
♀	<i>Barbus sp</i>	33,33	3	9

Les valeurs du et l'illustration graphique de Prévalence par sexe, montre que :

La prévalence ; est élevée chez les femelles que chez les mâles, c'est-à-dire les femelles ont un large spectre d'espèce hôte d'où la valeur de P% égale à 33.33% contre 0% chez les mâles donc les femelles sont plus vulnérables aux agressions parasitaires .

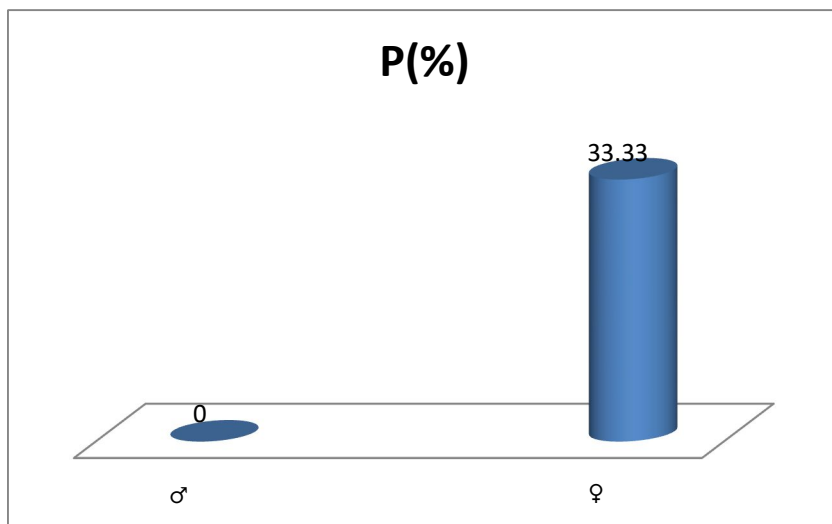


Figure 20 : Répartition de prévalence par sexe

2.1.2. Variations des indices épidémiologiques de *Cryptospridium* en fonction des classes de taille

Les valeurs des indices épidémiologiques de *Cryptospridium* du genre *Barbus* par classe de taille sont présentées dans le Tableau

Tableau 09 : Répartition des indices épidémiologiques des espèces parasites en fonction des classes de taille

	[7-10 [[10-13 [[13-16 [
Nombre de poissons examinés	4	12	3
Nombre de poissons parasités	0	2	1
Nombre total des parasites	0	4	2
Prévalence (%)	0	18	33.33
Abondance	0	0.5	0.66
Intensité parasitaire	0	2	2

Le tableau () récapitule la relation entre différent indice parasitaire et les différentes classes de taille,

Pour la prévalence, nous constatons que cette dernière augmente avec la taille jusqu'à un taux d'infestation de 33.33% pour les espèces qui appartiennent de la classe de taille 13 et 16 cm

L'intensité moyenne varie d'une classe de taille à l'autre elle présente des moyennes très faibles qui ne dépassent pas 2% .

L'abondance varie entre les différentes classes de la taille. L'infestation massive apparaît chez les poissons à une taille entre [13-16 [.Il faut que chez les espèces hôtes, le recrutement parasite exige certaines conditions de l'hôte comme, sa présence dans l'endroit où l'espèce parasite abondante, la dynamique de l'espèce hôte et l'immunité de l'hôte.

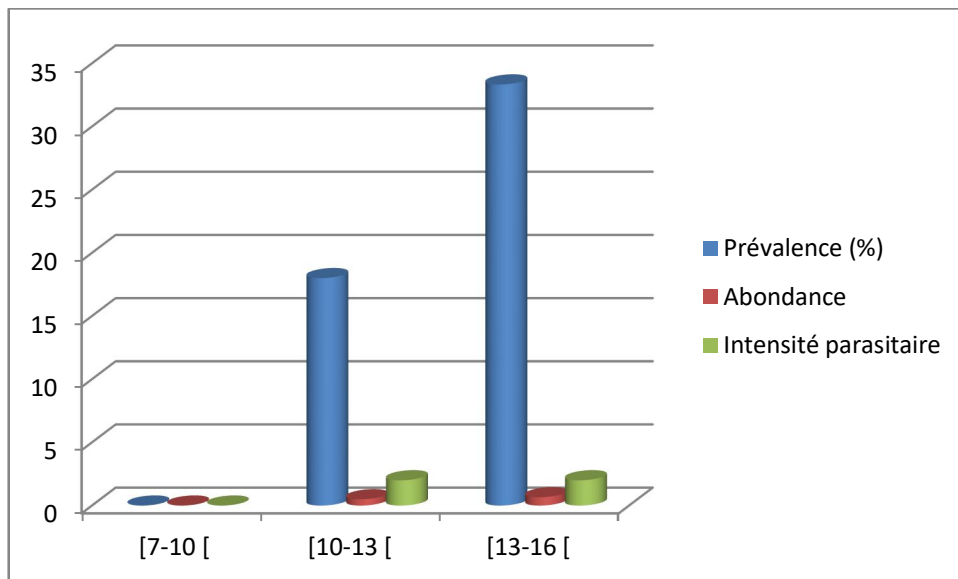


Figure 21 : Répartition de *Cryptospridium* selon la taille des espèces hôtes dans l'ouedT'admit.

2.1.3. Variations des indices épidémiologiques de parasite en fonction de l'âge

Tableau 10 : Répartition des indices épidémiologiques d'espèce parasite en fonction de l'âge

	[1-2 [[2-3 [[3-4 [
Nombre de poissons examinés	4	9	6
Nombre de poissons parasités	0	2	1
Nombre total des parasites	0	4	2
Prévalence (%)	0	22.22	16.6
Abondance	0	0.44	0.66
Intensité parasitaire	0	2	2

Pour la prévalence, nous constatons que cette dernière atteint un taux d'infestation de 22.22% pour les espèces qui appartiennent de la classe d'âge [23[ans alors que les plus faibles valeurs sont observées chez les spécimens de l'âgés 3ans.

L'abondance varie entre les différentes classes d'Age. L'infestation massive apparaît chez les poissons à une Age entre [3-4 [..

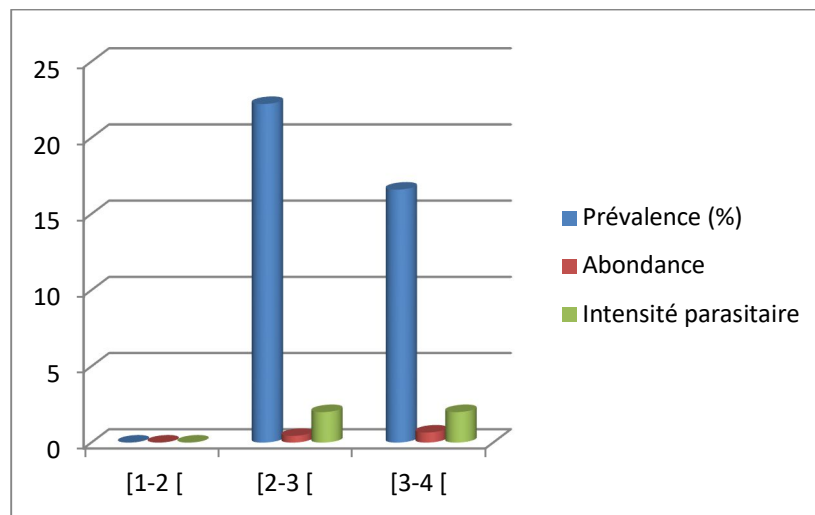


Figure 22: Répartition des parasites selon l'âge des espèces hôtes dans oued Taadmit.

3.. L'indice d'occurrence (C%)

Les fréquences d'appariation calculées montrent que le *Cryptosporidium* présente une fréquence d'occurrences accidentelles soit (15.78%). Selon ce résultat, le milieu (l'hydrosystème) et l'hôte sont deux facteurs limitants qui agissent sur le phénomène de parasitisme.

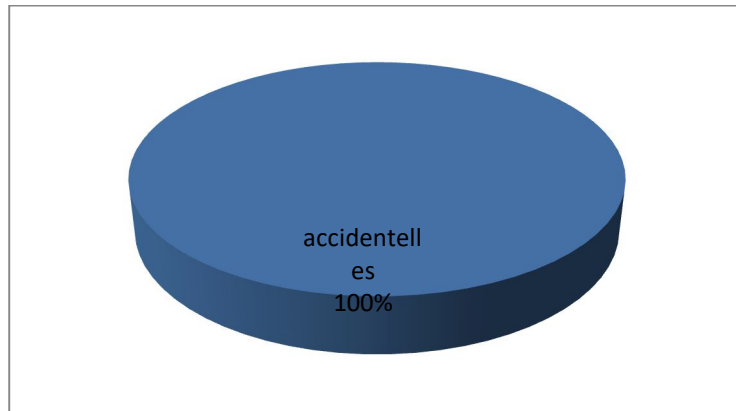


Figure 23 : statut global des parasites inventoriés



Figure 24 : Quelques photos représentant le *Cryptosporidium*

Discussion

Le test de coloration de Ziehl Neelsen, est un test rapide d'utilisation, avec une interprétation simple pour tout manipulateur débutant.

La méthode est peu décrite en littérature scientifique mais elle reste une méthode pratique et simple d'utilisation et a un faible coût financier, cependant des défauts de sensibilités par absence de coloration de certains oocystes sont possible, comme signalé dans les études de (FAYER et al, 1993).

CONCLUSION

Dans le but de compléter la liste des espèces de parasites liée aux poissons du genre *Barbus* et de confirmer la présence des parasites du genre *Cryptosporidium* chez les poissons; dans oued Taadmit, le suivi de trois mois nous a permis de déduire les conclusions suivantes :

-Le calcul du nombre des femelles par rapport au mâles montre que ce rapport est en faveur des mâles

- Sur un effectif de 19 spécimens de poisson ; 3 individus (soit 16%) sont infestée et 16 (soit 84%) non infestée.

- L'inventaire de des parasites de genre barbus montre que la présence de 06 individus du genre *Cryptosporidium*

Toutefois, il serait intéressant de compléter ces résultats dans l'avenir par l'utilisation de test ELISA dans le diagnostic de la cryptosporidiose, ce test est couteux mais il permet d'augmenter la détection des cas positifs, mais en région saine l'utilisation de la méthode classique de coloration de Ziehl Neelsen est préférable pour sa facilité d'accès et son coût bas

Ces recherches devraient être menées sur des périodes plus longues et plus régulières afin d'assurer un suivi rigoureux

Références bibliographiques :

1. Abrahamsen, M.S., Templeton, T.J., Enomoto, S., Abrahante, J.E., Zhu, G., Lancto, C.A., Deng, M., Liu, C., Widmer, G., Tzipori, S., Buck, G.A., Xu, P., Bankier, A.T., Dear, V., 2004. Complete genome sequence of apicomplexan, *Cryptosporidium parvum*. *Science*. 304, 441-445.
2. AFSSA, 2002. Rapport sur les infections a protozoaires liées aux aliments et à l'eau : Evaluation scientifique des risques associés à *Cryptosporidium*spp.
3. Afssa, 2002. Rapport sur les infections à protozoaires liées aux aliments et à l'eau: évaluation scientifique des risqué associés à *Cryptosporidium*sp.
4. Aissaoui A, 2016, Université d'Oran 2Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers, Pour l'obtention du diplôme de MagisterSciences de la TerreOption : Hydrogéologie, HYDROLOGIE ET HYDROGEOLOGIE DU BASSIN VERSANTDE L'OUED M'ZI (LAGHOUAT, ALGERIE), 03p.:
5. ALVAREZ-PELLITERO P, QUIROGA M I, SITJÀ-BOBADILLA A, REDONDO M J, PALENZUELA O, PADRÓS F, VÁZQUEZ S, NIETO J M (2004). *Cryptosporidium scophthalmi* n. sp. (Apicomplexa: Cryptosporidiidae) from cultured turbot *Scophthalmus maximus*. Light and electron microscope description and histopathological study. *Diseases of Aquatic Organisms*, 62, 133–145.
6. BEGHORA L , 2013 .Connaissance et impace de la parasitofone sur la bio-ecologie des poissons des eaux continentales de la region du sahara septentrional ; Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Magister ,UNIVERSITE D'OUM EL BOUAGHI .
7. BOUHBOUH, S., 2002. Bioécologie de *Barbus callensis* (Valenciennes, 1842) et *Barbus fritschi* (Günther, 1874) au niveau du réservoir Allal El Fassi (Maroc). Thèse de Doctorat, Faculté des sciences, Fès, Maroc. 197 p.
8. BRASSEUR P., EYMA E., VERDIER R. I., AGNAMEY P., LIAUTAUD B., DEI CAS E., PAPE J.W. & RACCURT C. (2002) Circulation des oocystes de *Cryptosporidium* dans les eaux de surface et de distribution par adduction publique à Port-au-Prince. Actes du Colloque International « La gestion intégrée de l'eau en Haïti », pp173-176.

9. BILONG-BILONG C.F. et NJINE T., (1998). Dynamique de populations de trois monogènes parasites d'*Hemichromis fasciatus* (Peters) dans le lac municipal de Yaoundé et intérêt possible en pisciculture intensive. *Sci. Nat. et Vie* 34. 295-303.
10. BARBAUIT .K- (2000) : Diversité ectoparasitaire et parasitisme chez trois espèces du genre *Diplodus* (*Teleosteen-sparidae*) pêchées dans le littoral Est Algérien. Mémoire de Magistère.Univ. Annaba. 130p.
- 11.
12. Casemore, D.P., 1991. Laboratory methods for diagnosing cryptosporidiosis. *Broadsheet* 128. *J. Clin. Pathol.* 44, 445–451.
13. Casemore, D.P., Armstrong, M., Sands, R.L., 1985. Laboratory diagnosis of cryptosporidiosis. *J. Clin. Pathol.* 38, 1337-1341.
14. CERTAD G, DUPOUY-CAMET J, GANTOIS N, HAMMOUMA-GHELBOUN O, POTTIER M, GUYOT K, BENAMROUZ S, OSMAN M, DELAIRE B, CREUSY C, VISCOGLIOSSI E, DEI-CAS E, ALIOUAT-DENIS C, FOLLET J (2015). Identification of *Cryptosporidium* species in fish from Lake Geneva (Lac Léman) in France.
15. CHAOUACHI, B., BEN HASSINE, O.K., 1998. Le barbeau *Barbus callensisvalenciennes*, 1842 (poisson, teleosteen) de la lagune de l'ichkeul. *archs. i n s t. pasteur tunis*, 75 (3/4), 211-218.
16. Chartier, C., 2002. La cryptosporidiose des petits ruminants. *Le point vétérinaire*, n° spécial, Pathologie ovine et caprine, 118-122.
17. Chartier, C., Rieux, A., Delafosse, A., Lehebel, A., Paraud, C., 2013. Detection of *Cryptosporidium* oocysts in fresh calf faeces: characteristics of two simple tests and evaluation for a semi-quantitative approach. *Vet. J.* doi: 10.1016/j.tvjl.2013.06.011
18. Clark, D.P., 1999. New insights into human cryptosporidiosis. *Clin. Microbiol. Rev.* 12, 554-563.
19. Clarke JJ (1895) *Memoirs: A Study of Coccidia met with in Mice.* *Quarterly Journal of Microscopical Science*, s2-37(147), 277–283.
20. D.P.A.T Département de la planification et de l'aménagement du territoire .1994, annuaire statistique de la wilaya de Djelfa (1994). D.P.A.T, 52p, Alger.

21. DJEMALI, I., 2005. Evaluation de la biomasse piscicole dans les plans d'eau douce tunisiens: Approches analytique et acoustique. PhDthesis, Institut National Agronomique de Tunisie.
22. DOADRIO, I., 1990. Phylogenetic and classification of western palearctic species of the genus *Barbus* (Osteichthys, cyprinidae) *Aqu. Liv. Res.* 3(8), 265-282.
23. EUZEBY J. (1984). Les parasitoses humaines d'origine animale. Caractères épidémiologiques, Paris, Médecine Sciences 324 p
24. EUZET L. et PARISELLE A., (1996). Le parasitisme des poissons Siluroidei : un danger pour l'aquaculture. *Apar. Living Resour.*, 1996, Vol. 9, Hors série. 145-151p
25. Fayer R (2010) Taxonomy and species delimitation in *Cryptosporidium*. *Experimental parasitology*, 124(1), 90–7.
26. Fayer, R., Xiao, L., 2007. *Cryptosporidium and cryptosporidiosis*. second ed. CRC Press, Boca Raton.
27. GAVRIILIDOU D, BRIDLE H (2012). Comparison of immobilization strategies for *Cryptosporidium parvum* immunosensors. *Biochem. Eng. J.* , 68, 231-235.
28. Geurden T, Goma FY, Siwila J, Phiri IG, Mwanza AM, Gabriel S, Claerebout E, Vercruyse J (2006) Prevalence and genotyping of *Cryptosporidium* in three cattle husbandry systems in Zambia. *Vet Parasitol* 138:217-222
29. Heine, J., 1982. Eine einfache Nachweismethode für Kryptosporidien. *ImKot. Zentralbl. Veterinär. Reihe B.* 29, 324-327.
30. HOXIE N.J., DAVIS J.P., VERGERONT J.M., NASHOLD R.D. & BLAIR K.A. (1997) Cryptosporidiosis-associated mortality following a massive waterborne outbreak in Milwaukee, Wisconsin. *American Journal of Public Health*, 87, 2032-5.
31. HUNT, P.C., JONES, J.W., 1975. A population study of *Barbus barbus* L. in the river Severn. England. III. Growth. *J. Fish. Biol.*, 7, 361-376.
32. Impact de la sécheresse et d'anthropisme sur la biodiversité et le sol dans la station de Tadmit (Wilaya de Djelfa), Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene, BENSghir Louai, 2008.
33. JENKINS E J, CASTRODALE L J, DE ROSEMOND S J C, DIXON B R, ELMORE S A, GESY K M, HOBERG E P, POLLEY L, SCHURER J M, SIMARD M, THOMPSON R C A (2013). Tradition and transition parasitic zoonoses of people and

- animals in Alaska, northern Canada and Greenland. In *Advances in Parasitology*. Kidlington : Elsevier, p. 33-204.
34. Johnston, S.P., Ballard, M.M., Beach, M.J., Causer, L., Wilkins, P.P., 2003. Evaluation of three commercial assays for detection of *Giardia* and *Cryptosporidium* organisms in fecal specimens. *J. Clin. Microbiol.* 41, 623-626
 35. KICHOU F., SAGHIR F. & EL HADIMI M. (1996) Infection naturelle à *Cryptosporidium* sp. chez le poulet chair au poulet. *International Foundation for Science (IFS) Parasitology Research in Africa. Proceeding of an IFS Workshop*. Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 424p
 36. KOH W, CLODE P L, MONIS P, THOMPSON R C A (2013). Multiplication of the waterborne pathogen *Cryptosporidium parvum* in an aquatic biofilm system. *Parasites & Vectors*, 6, 270.
 37. KOINARI M, KARL S, NG-HUBLIN J, LYMBERY A J, RYAN U M (2013). Identification of novel and zoonotic *Cryptosporidium* species in fish from Papua New Guinea. *Veterinary Parasitology*, 198, 1-9.
 38. KRAÏEM M.M., 1994. Systématique, biogéographie et bio-écologie de *Barbus callensis* Valenciennes, 1842 (Poissons, Cyprinidés) de Tunisie. Thèse de Doctorat d'État, 229 p. Faculté de sciences, Tunis, Tunisie.
 39. KRAÏEM, M.M. 1983. Les poissons d'eau douce de Tunisie. Inventaire commenté et répartition géographique. *Bull. Inst. natnl scient, techn. Océanogr. Pêche Salammbô*, 10, 107-124. L
 40. LECONTE M (2013). Le point sur la cryptosporidiose des Ruminants et les risques zoonotiques. Thèse Méd. Vét., Alfort.
 41. MASSIE G N, WARE M W, VILLEGAS E N, BLACK M W (2010). Uptake and transmission of *Toxoplasma gondii* oocysts by migratory, filter-feeding fish. *Veterinary Parasitology*, 169, 296-303.
 42. MBEGA J.D. et TEUGELS G. G., (2003). Guide de détermination des poissons du bassin inférieur de l'OGOQUE. Institut de la recherche agronomique et forestière du Gabon. 165p
 43. MC. GOWAN I., HAWKINS A.S. & WELLER I.V. (1993). The natural history of cryptosporidial diarrhoea in HIV-infected patients. *Aids (London, England)* 7, 349-54.

44. Meisel JL, Perera DR, Meligro C, et al. (1976) Overwhelming watery diarrhea associated with a *Cryptosporidium* in an immunosuppressed patient. *Gastroenterology*, 70(6), 1156–60.
45. MILLAR BC, FINN M, XIAO L, LOWERY CJ, DOOLEY JS, MOORE JE (2002) *Cryptosporidium* in foodstuffs—an emerging aetiological route of human foodborne illness. *Trends Food Sci. Tech.*, 13, 168–187.
46. MORGAN, U.M., XIAO, L., FAYER, R., LAL, A.A., THOMPSON, R.C.A. . - Variation in *Cryptosporidium* : towards a taxonomic revision of the genus.- *International Journal for Parasitology*, 1999, 29, 1733-51.
47. MTAMBO M.M.A. (1995). Prevalence of *Cryptosporidium* spp. oocysts in Cattle and wildlife in Tanzania : A preliminary report. . International Foundation for Science (IFS) Parasitology Research in Africa. Proceeding of an IFS Workshop. Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 424p
48. NELSON, J.S. 1994. *Fishes of the World*. Third Edition. John Wiley and Sons, New York. 600 p.
49. Nime FA, Burek JD, Page DL, et al. (1976) Acute enterocolitis in a human being infected with the protozoan *Cryptosporidium*. *Gastroenterology*, 70(4), 592–8.
50. O'DONOGHUE PJ (1995). *Cryptosporidium* and *Cryptosporidiosis* in Man and Animals. *Int. J. Parasitol.*, 25, 139-195.
51. OMBEREDANE D. et BAGLINIERE J.L., (1986). Les écailles et leurs utilisations en écologies halieutique. 41p
52. OULD SAMBA OULD BILAL A., (2005). Etude écobiologique d'*Oreochromis niloticus* (Téléostéen, Cichlidae) du Fleuve Sénégal Thèse de Troisième Cycle de Biologie Animale Université Cheikh Anta Diop de Dakar. 17 p.
53. PONCIN, P., MELARD, C., PHILIPPART, J.C. 1987. Utilisation de la température et de la photopériode pour contrôler la maturation sexuelle en captivité de trois espèces de poissons Cyprinidés européens: *Barbus barbus*(L.), *Leuciscus cephalus*(L.) et *Tincatinca*(L.). Résultats préliminaires. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 304, 1-12.
54. POZIO, E., REZZA G., BOSHINI A., PESSOTI P., TAMBURRINI A., ROSSI P., DI FINE M., SMACCHIA C., SHIESARI A., GATTEI E., ZUCCONI R. & BALLARINI P. (1997). Clinical cryptosporidiosis and human immunodeficiency virus (HIV)

- induced immunosuppression: findings from a longitudinal study of HIV-positive and HIV-negative former injection drug users. *Journal of Infectious Diseases*, 176, 969-75
55. REID A, LYMBERY A, NG J, TWEEDLE S, RYAN U (2010). Identification of novel and zoonotic *Cryptosporidium* species in marine fish. *Veterinary Parasitology*, 168, 190-195.
 56. Rieux A , (2013) cryptosporidiose chez les ruminants domestiques en France : épidémiologie moléculaire et potentiel zoonotique . thèse doctorat .poitiers
 57. ROBERTS J D, SILBERGELD E K, GRACZYK T (2007). A probabilistic risk assessment of *Cryptosporidium* exposure among Baltimore urban anglers. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 70, 1568-1576.
 58. RYAN U, FAYER R, XIAO L (2014). *Cryptosporidium* species in humans and animals: current understanding and research needs. *Parasitology*, 141, 1667–1685.
 59. Ryan UM (2010) *Cryptosporidium* in birds, fish and amphibians. *Experimental parasitology*, 124(1), 113–20.
 60. Silverlås C, De Verdier K, Emanuelson U, Mattsson JG, Björkman C (2010) *Cryptosporidium* infection in herds with and without calf diarrhoeal problems. *Parasitol Res* 107:1435-1444.
 61. SIMON A, POULIN M, ROUSSEAU A, OGDEN N (2013). Fate and transport of *Toxoplasma gondii* oocysts in seasonally snow covered watersheds: a conceptual framework from a melting snowpack to the Canadian Arctic coasts. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10, 994-1005.
 62. SITJA-BOBADILLA A, PADROS F, AGUILERA C, ALVAREZ-PELLITERO P (2005). Epidemiology of *Cryptosporidium molnari* in Spanish gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.)
 63. Slavin D (1955) *Cryptosporidium meleagridis* (sp. nov.). *Journal of comparative pathology*, 65(3), 262–6.
 64. SPANO, F., CRISANTI, A. .- *Cryptosporidium parvum* : the many secrets of a small genome.- *International Journal for Parasitology*, 2000, 30, 553-65.
 65. Templeton, T.J., Lancto, C.A., Vigdorovich, V., Liu, C., London, N.R., Hadsall, K.Z., Abrahamsen, M.S., 2004. The *Cryptosporidium* oocyst wall protein is a member of a multigene family and has a homolog in *Toxoplasma*. *Infect. Immun.* 72, 980-987.

66. Tyzzer EE (1907) Asporozoan found in the peptic glands of the common mouse. Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine. Society for Experimental Biology and Medicine (New York, N.Y.), Royal Society of Medicine, 5(1), 12–13.
67. Tyzzer EE (1910) An extracellular Coccidium, *Cryptosporidium muris* (Gen. Et Sp. Nov.), of the gastric Glands of the Common Mouse. The Journal of medical research, 23(3), 487–510.3.
68. VAKIL N.B., SCHWARTZ S.M., BUGGY B.P., BRUMMITT C.F., KHERELLAH M., LETZER D.M., GILSON I.H. & JONES P.G. (1996). Biliary cryptosporidiosis in HIV- infected people after the waterborne outbreak of cryptosporidiosis in Milwaukee. The New England Journal of Medicine, 334, 19 -23
69. Valigurova, A., Jirku, M., Koudela, B., Gelnar, M., Modry, D., Slapeta, J., 2008. Cryptosporidia :epicellular parasites embraced by the host cell membrane. Int. J. Parasitol. 38, 913-922.
70. Widmer G and Sullivan S (2012) Genomics and population biology of *Cryptosporidium* species. Parasite immunology, 34(2-3), 61–71.
71. XIAO L, RYAN U (2015). *Cryptosporidium*. In Biology of Foodborne Parasites. Food Microbiology. Boca Raton : CRC Press, p. 77-96.
72. Xiao, L., Herd, R.P., 1993. Quantitation of *Giardia* cysts and *Cryptosporidium* oocysts in fecal samples by direct immunofluorescence assay. J. Clin. Microbiol. 31, 2944-2946.
73. XIAO, L., MORGAN, U.M., FAYER, R., THOMPSON, R.C., LAL, A.A. *Cryptosporidium* systematics and implications for public health.- Parasitology Today, 2000, 16, 7, 287-92.
74. Xu, P., Widmer, G., Wang, Y., Ozaki, L.S., Alves, J.M., Serrano, M.G., Puiu, D., Manque, P., Akiyoshi, D., Mackey, A.J., Pearson, W.R., Dear, P.H., Bankier, A.T., Peterson, D.L., Abrahamsen, M.S., Kapur, V., Tzipori, S., Buck, G.A., 2004. The genome of *Cryptosporidium hominis*. Nature. 431, 1107-1112.
75. ZAHEDI A, PAPANINI A, JIAN F, ROBERTSON I, RYAN U (2016). Public health significance of zoonotic *Cryptosporidium* species in wildlife: critical insights into

better drinking water management. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 5, 88-109.