

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLAB - BLIDA 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master dans le domaine SNV
Filière Sciences Biologiques

Option : Parasitologie

Thème

"contribution à l'étude parasitologique chez *Daphnia sp*"

Présenté par :

Date de soutenance :

* Chebboubi Sabrina

* Daouadji Hidaya

Devant le jury :

Mme Tail G.	professeur /USDB1	Presidente
Mme Saighi H.	MAA/USDB1	Examinatrice
Mme Kara F/Z	professeur /USDB1	Promotrice
Mme Chabet Dis Ch	Doctorante /CNRDPA	Copromotrice

Promotion : 2021-2022

Remerciement

En premier lieu et avant tout nous tenon à exprimer nos remerciement au bon Dieu qui nous a entouré de sa bienveillance et nous a renforcé avec le courage et la force pour avoir enfin mené à bien ce travail.

*Nous exprimons nos profonds remerciements à notre promotrice **Mme Kara.F/Z** pour nous avoir permis de bénéficier de son encadrement, pour l'encouragement, l'aide, la patience, et la sympathie qu'elle nous a témoignée et son accompagnement tout au long de la période d'étude. Grâce à ses conseils, nous avons pu terminer et achever notre travail. Son efficacité et son encadrement suscitent toujours notre profond respect nous, vous remercions pour votre accueil et vos conseils judicieux, vos qualités éducatives et humanitaires sont un modèle pour nous et votre gentillesse nous a toujours impressionnée*

*Nous tenons à remercier notre Co-promotrice **Mme Chabet Dis .Ch.** de nous avoir encadrés, ainsi que pour sa disponibilité et ses remarques constructives et le temps qu'ils nous a consacré et surtout pour sa patience tout au long de ce travail*

*Nous vifs remerciements vont a **Mme Tail.G** pour l'honneur qu'elle nous a fait de présider ce jury.*

*Nos chaleureux remerciements s'adressent également à **Mme Saighi.H** d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

Au terme de ce travail ; nous tenons à remercier chaleureusement toutes les personnes qui nous ont soutenues et encouragées pour aller au bout de ce travail, en particulier nos familles et nos amis proches.

Dédicace

Avant toute chose, je remercie Dieu, le tout puissant, pour m'avoir donnée la force et la patience.

Aux êtres les plus chers: Mes parents,

A mon père,

Mon plus haut exemple et mon modèle de persévérance pour aller toujours de l'avant et ne jamais baisser les bras. Pour son enseignement continu à m'inculquer les vraies valeurs de la vie et pour ses précieux conseils.

J'espère que cette thèse sera à la hauteur de tes attentes et qu'elle soit l'accomplissement de tous tes efforts.

A ma mère,

A celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite

Pour son affection, sa patience, sa compréhension, sa disponibilité, son écoute permanent et son soutien sans égal dans les moments les plus difficiles de ma vie et son aide si précieuse qui a rendu possible la soutenance de ce mémoire.

Là où je suis arrivée aujourd'hui c'est à vous MES CHÈRES PARENTS que je le dois, que Dieu vous garde

A mes chères frères

Mohamed, Islem et Wassim Vous m'avez toujours aidé par votre soutenance, vos encouragements et vos aides pratiques... J'avoue vraiment que si je suis arrivée à être là c'est grâce à vous, à vos aides et à votre amour. Je vous souhaite tout ce qu'il y a de meilleur, je vous dédie ce travail avec mes sincères remerciements

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire, Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infaillible, Merci d'être toujours là pour moi et surtout ma cousine **Manel** qui m'a encouragé tout au long de ce mémoire.

A mon binome sabrine

je vous dédie ce travail en témoignage de ce lien unique qui nous unit. Votre amitié est précieuse pour moi et j'espère que'elle durera à jamais.

Hidaya

Dédicace

Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert, profonde gratitude et sincères mots, je dédie ce mémoire

À ma très chère mère

A celle qui m'a donné la vie, l'envie, près de toi j'ai grandi, par toi j'ai appris la vie, ton amour n'a aucune limite, c'est comme une rivière qui coule toujours. Pour son encouragement pendant l'époque de ces années d'études, son aide, sa patience, ses sacrifices pour nous, aucune dédicace ne saurait exprimer mes sentiments, elle est toujours une source de tendresse et de force pour traverser les différents obstacles.

À mon très cher père

A mon pilier, mon repère, Pour les sacrifices et les efforts pour voir sa famille heureuse et pour notre réussite, et nous ont éclairé le chemin par ses conseils judicieux,

Ce travail est le fruit de vos prières vos effort que vous avez déployé pour ma réussite, les mots me manquent pour vous exprimer mon infini gratitude. Je vous

aime très fort, et que Dieu vous garde.

À mon chère frère Ibrahim et ma petite chère sœur Rama, je vous souhaite tout le bonheur et le succès dans votre vie et la réussite

dans vos études.

À mes grands-parents, je vous dédie ce travail avec mes sincères remerciements.

À toute ma famille maternelle et paternelle pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire, Merci énormément d'être toujours là pour moi.

À ma chère cousine Mounira et ma chère tante Sihem, Merci pour vos encouragements et votre amour. Je vous souhaite tout le bonheur du monde .

À ma très chère amie d'enfance Ferial, à qui je porte beaucoup d'estime. Merci d'être toujours dans mes cotés

À mon adorable binome Hidaya

Merci, au notre belle amitié, pour tous les souvenirs qui nous lient, toutes nos joies et nos douleurs, je te dédie ce travail qui est le fruit de nos efforts .

Sabrina

Résumé

Résumé

Daphnia est micro-crustacé de l'ordre des cladocères habitant dans les eaux douces qui ont une contrainte de se développer dans les eaux saumâtres ; elle est utilisée comme un bioindicateur pour évaluer la qualité environnementale des écosystèmes aquatiques et des effluents industriels.

Nous avons pris cette espèce en vue sa sensibilité ; sa position dans la chaîne trophique et sa rapidité de se reproduire ; ainsi de sa manipulation et son élevage qui très facile suite à sa taille relativement petite ; et cycle de vie court.

Ce travail nous a permis d'identifier les parasites et les bactéries présents chez les daphnia d'une part et de caractériser les paramètres physico-chimiques (PH ; oxygène dissous ; température ; la conductivité et la turbidité) au niveau du milieu de vie les bassins du centre CNRDPA . En outre une réduction à été observé concernant leur reproduction dans la période estivale.

Les résultats obtenus ont révélé la présence de deux espèces de parasites une microsporidie et un protozoaire cilié , du point de vue caractérisation de son milieu de vie , les daphnies support mal les températures supérieures à 22°C, Ainsi que les indices parasitaires ont révélé que la prévalence, l'abondance et l'intensité pour ces deux parasites ont très faible est de pourcentage 1.61 % .

Mots clés : Daphnia , élevage , CNRDPA , microsporidie , protozoaires cilié .

Abstract

Abstract

Daphnia is a micro-crustacean of the order Cladocera living in fresh waters which has a constraint to develop in brackish waters; it is used as a bioindicator to assess the environmental quality of aquatic ecosystems and industrial effluents.

We have taken this species in view of its sensitivity; its position in the trophic chain and its speed of reproduction; as well as its handling and breeding which are very easy due to its relatively small size; and short life cycle.

This work allowed us to identify the parasites and bacteria present in daphnia on the one hand and to characterize the physico-chemical parameters (PH; dissolved oxygen; temperature; conductivity and turbidity) at the level of the living environment. basins of the CNRDPA center. In addition, a reduction has been observed in their reproduction in the summer period.

The results obtained revealed the presence of two species of parasites, microsporidia and a ciliated protozoan, from the point of view of characterizing their living environment, daphnia do not support temperatures above 22°C. As well as the parasitic indices revealed that the prevalence, abundance and intensity for these two parasites have very low percentage is 1.61%.

Keywords: Daphnia, breeding , CNRDPA , microsporidia , ciliates protozan .

ملخص

ملخص

الدافنيا هي قشريات دقيقة من رتبة كلادوسيران تعيش في المياه العذبة والتي لديها قيود على النمو في المياه معتدلة الملوحة ؛ يتم استخدامه كمؤشر بيولوجي لتقييم الجودة البيئية للنظم الإيكولوجية المائية والنفايات الصناعية السائلة. لقد أخذنا هذا النوع نظراً لحساسيته. موقعها في السلسلة الغذائية وسرعة تكاثرها ؛ بالإضافة إلى التعامل معها وتربيتها التي تعتبر سهلة للغاية نظراً لصغر حجمها نسبياً ؛ ودورة حياة قصيرة

سمح لنا هذا العمل بالتعرف على الطفيليات والبكتيريا الموجودة في برغوث الماء من جهة وتوصيف المعلمات الفيزيائية والكيميائية (الرقم الهيدروجيني ، الأكسجين المذاب ، درجة الحرارة ، التوصيل والتعكر) على مستوى البيئة الحية في أحواض المركز الوطني للبحث و التنمية في الصيد البحري و تربية المائيات . بالإضافة إلى ذلك ، لوحظ انخفاض في تكاثرها في فترة الصيف.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها وجود نوعين من الطفيليات ، ميكروسبورديا و بروتوزوان مهدب ، من وجهة نظر توصيف بيئتهم المعيشية ، الدافنيات لا تتحمل درجات حرارة أعلى من ٢٢ درجة مئوية. وكذلك بينت الدلائل الطفيلية أن نسبة انتشار وكثافة هذين الطفيلين منخفضة جدا بنسبة 1.61٪ .

كلمات مفتاحية: دافنيا ؛ تربية ، ميكروسبورديا . بروتوزوان مهدب .

Sommaire

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction.....	01
Chapitre 01 : Caractérisation biologiques des daphnies	
1.1. Description de <i>Daphnia sp</i>	03
1.2. Position systématique.....	04
1.3. Morphologie de daphnia.....	04
1.4. Anatomies de daphnia.....	05
1.5. Dimorphisme sexuel	05
1.6. Cycle de vie.....	08
1.7. Développement de <i>Daphnia sp</i>	10
1.8. Répartition.....	11
1.9. La Nutrition.....	11
1.10. Locomotion déplacements.....	11
1.11. Importance et place de <i>Daphnia sp</i> dans la niche écologique aquatique.....	12
1.12. Biotope de <i>Daphnia sp</i>	12
1.13. Les exigences physico-chimiques.....	13
1.14. Intérêt éco-toxicologique de la daphnie.....	14
1.15 Les principaux micro-organismes inféodés aux daphnies.....	16
Chapitre 02 : Matériel et méthodes	
2.1. Lieu de stage.....	17

2.1.1. Situation géographique.....	17
2.1.2. Climat de la région.....	18
2.1.3. Les facteurs climatiques et leur variabilité.....	18
2.2. Matériel et méthodes.....	19
2.2.1 Matériel biologique	19
2.3. Méthodes utilisées sur terrain.....	20
2.3.1. Méthode d'élevage.....	20
2.3.2. Méthode d'échantillonnage et prélèvement.....	20
2.3.3. Caractérisation physico-chimique du milieu.....	21
2.4. Méthodes utilisées au Laboratoire.....	21
2.4.1. Identification et morphométrie.....	21
2.4.2. Observation et recherche parasitologique.....	24
2.5. les analyses bactériologiques des daphnies.....	24
2.5.1. Recherche et dénombrement des bactéries.....	24
2.6. Analyses statistiques des données.....	27
Chapitre 03 : Résultats et discussion	
3.1. Résultats des analyses physico-chimique de l'eau des bassins d'élevage.....	28
3.2. Inventaire et identification des espèces de <i>Daphnia</i>	30
3.2.1. les principaux critères d'identification des deux espèces.....	30
3.2.2. Variation de la taille des individus capturés chez <i>Daphnia magna</i>	30
3.2.3. Variation de la taille des individus capturés chez <i>Daphnia pulex</i>	32
3.3. Résultats de l'étude parasitaire	33
3.4. Résultats des analyses bactériologiques.....	34
3.5. Résultats des analyses statistiques.....	37
3.5.1. Calcul de l'indice écologique la richesse spécifique.....	37
3.5.2. Calcul des indices parasitaires.....	38
3.3. Discussion.....	40
Conclusion	41
Références bibliographiques	43

Liste des figures

Figure	Titre	page
01	Structure morphologique de <i>Daphnia magna</i>	03
02	Structure anatomique d'un cladocère	06
03	Dimorphisme sexuel chez <i>Daphnia</i> , A (mâle), B (femelle). Le rectangle bleu permet d'illustrer les différences au niveau du post-abdomen	07
04	Femelle de <i>D.magna</i> (A) et mâle de <i>D.magna</i> (B) (FA:First antennae) (CE: carapace edge) (A:femelle)(B :male)	07
05	Cycle de vie de la daphnie	08
06	Reproduction de la daphnie par parthénogénèse en conditions favorables	09
07	Œufs de durée ou éphippies de <i>Daphnia</i>	09
08	Photos des différents stades de développement embryonnaire chez <i>Daphnia magna</i> (stade 3 : 1 présence de la tête 2 antenne secondaire ; stade 4 : apparition de l'œil ; stade 5 : 1 antenne secondaire partiellement étendue 2 antennules non développé 3 épine collé au corps ; stade 6 : 1 antenne secondaire développée 2 épine totalement étendue)	10
09	Position des daphnies au sein des chaînes alimentaires	14
10	Localisation du CNRDPA	17
11	Echantillonnage et prélèvement des Daphnies Prélèvement , (b) transport dans des bidons	20
12	calcul des paramètres physio-chimiques	21
13	Etapes d'identification du genre.	22
14	Etape d'identification de l'espèce de daphnies	23
15	Observation des daphnies	24
16	Variation de la taille de <i>Daphnia magna</i>	30
17	<i>Daphnia magna</i>	31
18	Critère clé de détermination de <i>Daphnia magna</i>	31
19	Variation de la taille de <i>Daphnia pulex</i>	32

20	<i>Daphnia pulex</i> femelle	32
21	D. magna infecté par le microsporidium . La masse blanche et trouble dans la région centrale du corps est constituée de cellules graisseuses et d'ovaires chargés avec des spores de parasites.	33
22	La forme d'un protozoaire cilié libre	33
23	Résultat de l'Api 20 E (<i>Enterobacter cloacae</i>)	36
24	Résultat de l'Api 20 E (<i>Chryseomonas luteola</i>)	37
25	Résultat de l'Api 20 E (<i>Flavimonas oryzihabitans</i>)	37
26	Résultat de l'Api 20 E (<i>Pseudomonas fluorescens</i>)	37
27	la prévalence des parasites de daphnia	38
28	L'abondance des parasites de daphnia	39
29	L'intensité des parasites de daphnia	39

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
01	Analyses des facteurs physico-chimiques dans un milieu d'élevage.	28
02	Résultats des germes mésophiles après 24h	35
03	Résultats des germes mésophiles après 48h	35
04	Résultats des germes mésophiles après 72h	35
05	Les espèces identifiées par l'API20E	36
06	Calcul des indices parasitaires de microsporidie et protozoaire cilié	38

Liste des abréviations

A1 : Une antenne

A2 : Deux antennes

CE : carapace edge (bord de la carapace)

CNRDPA : Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et Aquaculture

FA : First antennae (première antenne)

D.magna : Daphnia magna

D.pulex : Daphnia pulex

OMS: Organisation mondiale de la Santé

Introduction

Introduction

Introduction

Des millions d'espèces vivantes, animales ou végétales, colonisent la surface de la terre, dans les différents types de milieux naturels existants. Elles sont parfois indépendantes les unes des autres et se côtoient occasionnellement sans interagir. Cependant le fonctionnement des écosystèmes repose essentiellement sur les interdépendances entre individus vivant dans un même milieu, il existe plusieurs types d'associations et de cohabitations entre les êtres vivants tels que celle entre hôte-parasite. Les parasites sont omniprésents, génération après génération, et chaque espèce animale ou végétale peut subir une infestation par un parasite à une période de sa vie, quels que soient son mode de vie et son aire d'extension géographique.(Filippi, 2013).

Cas des poissons qui sont très sensible aux parasites , en effet de nombreuses pisciculture n'ont pas réussi en raison de certaines maladies, dont les maladies parasitaires (Alexandre and Mandonnet, 2005) qui sont devenues une source d'alarme pour les éleveurs.

Ainsi, selon qu'on soit en milieu d'eau douce ou marin, il existe une variété d'espèces différentes du point de vue de la classe ; chaque classe d'espèce ayant un comportement adapté aux propriétés physicochimiques de son milieu. On distingue donc, en fonction de la salinité, les espèces d'eaux douces d'une part, et les espèces d'eau de mer d'autre part.

En Algérie les travaux portant sur les parasites des poissons d'eau douce sont peu nombreux(Meddour, 1988 ; Meddour, 2009 ; Loucif et al., 2009; Djebbari et al., 2009a ; Boudjadi, 2010; Meddour et al.,2010; Kaouachi, 2010; Hadou-Sanoun, 2012; Guessasma, 2013; Chaibi, 2014; Djebbari et al., 2015b; Boucenna et al., 2015; Allalgua et al.,2015; Brahmia, 2017)

la dégradation de cet écosystème menace l'existence de certains organismes comme les Daphnia crustacés qui regroupent certaines espèces méconnues, souvent microscopiques présents dans tous les milieux doux (lacs, mares, rivières...). Ils jouent un rôle important car ils constituent une source d'alimentation pour d'autres espèces. Par ailleurs ces crustacés sont très sensibles aux pollutions chimiques et son donc des indicateurs de la qualité des eaux.

Nous nous sommes intéressées à l'étude de cette espèce due à son rôle dans la chaîne trophique.

Introduction

Pour cela notre but dans ce travail se repose Sur l'identification des différents parasites et microorganismes présents chez daphnia sp d'une part et la caractérisation des paramètres physico-chimiques (PH ; oxygène dissous ; température ; la conductivité et la turbidité) du milieu de vie des daphnies.

Pour atteindre l'objectif précédemment évoqué, l'étude se décompose en trois parties principales :

- ❖ Le premier chapitre est consacré à la Biologie et la description de *Daphnia sp* .
- ❖ Le second chapitre traite le matériel et les méthodes utilisés pour la réalisation de ce travail.
- ❖ Le troisième chapitre englobe les résultats et leur discussion.

Enfin, nous terminons par une conclusion et des perspectives .

Chapitre01
Caractérisation
biologiques des daphnies

1- Caractérisation biologiques des daphnies

1.1 Description de *Daphnia sp*

D'après, Sandhall,(1993), les daphnies sont des petites crustacés zooplanctonique de 1 à 5 mm phyllopodes cladocères de long vivant dans les eaux douces stagnantes et parfois saumâtres. Il est pélagique (nage en pleine eau). En général de la forme d'une goutte d'eau, le corps de la daphnie est protégé par une carapace translucide bivalve. Deux de ses antennes sont de grande taille et lui servent pour nager. Ces longs appendices natatoires sont munis de soies pour augmenter leur capacité de propulsion .

L'animal ne possède qu'un œil souvent caché ou masqué sous "un casque" plus ou moins pointu. Cet œil est visible par transparence. Les organes peuvent être observés par transparence : notamment le tube digestif et les œufs (Sous forme de petites boules foncées (fig 01) .



Figure 1 : Structure morphologique de *Daphnia magna* (watanab, 2011)

1.2. Position systématique

Embranchement :	Arthropoda
Sous-embranchement :	Crustacea
Classe :	Branchiopoda
Sous-classe :	phyllopoda
Ordre :	Diplostraca
Famille :	Daphniidae
Genre :	Daphnia
Espèce :	<i>Daphnia sp</i> (Amoros, 1984).

1.3. Morphologie de daphnia

La morphologie des daphnies peut changer périodiquement au cours des cycles saisonniers et affecter en particulier la forme de la tête et de la carapace, la taille de l'œil composé ainsi que la longueur de l'épine caudale. Ce phénomène nommé cyclomorphose (Amoros, 1984) semble être contrôlé par les conditions du milieu à savoir la température (Yurista, 2000), la turbidité, la lumière ainsi que par les kairomones solubles, libérées par certains prédateurs (Tollrian, 1995). Dans ce dernier cas, il a été montré que la cyclomorphose permet de se défendre contre les prédateurs (Dodson, 1974), puisqu'elle permet aux daphnies de changer de morphologie en développant certains organes afin de disperser les prédateurs

- Le corps de *Daphnia* est subdivisé en deux parties :

La tête et le corps (fig 02)

- ❖ **La tête :** la daphnie comporte un œil composé, une bouche, deux antennes qui aident à sa locomotion saccadée, ce qui d'ailleurs lui a valu le surnom de « puce d'eau » et deux antennules qui chez le mâle servent de crochets généralement lors de l'accouplement. Les embryons des daphnies possèdent deux ébauches d'œil bien visibles qui fusionnent à la fin de leur développement chez les adultes pour donner un œil unique, composé, mobile et de taille plus importante servant à l'orientation de la daphnie (Amoros, 1984).
- ❖ **Le corps :** Est recouvert par une carapace transparente qui se renouvelle à chaque mue marquée par un doublement du volume de l'organisme pendant une minute dû essentiellement à une brusque entrée d'eau dans l'animal (Green, 1956)

1.4. Anatomie des daphnies

- **Le système nerveux** est caractérisé par un ganglion cérébral, localisé entre l'œil et le début du tube digestif.(Amoros, 1984)
- **Le tube digestif** est simple, de forme tubulaire, visible par transparence et se termine par un anus au niveau de la griffe post-abdominale(Toumi, 2013)
- **Le système circulatoire des daphnies**

Est lacunaire et le transport de l'oxygène se fait à l'aide d'hémoglobine. Ainsi lorsque le milieu est bien aéré, les daphnies sont de couleur pâle, en revanche lorsque la teneur en dioxygène diminue dans le milieu, les daphnies prennent une couleur rouge à la suite de l'augmentation du taux d'hémoglobine dans le sang (Amoros, 1984)

- **Le cœur**

Le cœur de *Daphnia* est un petit sac musculaire avec deux trous à travers lequel le sang entre, et une sortie principale vers le haut. Il n'y a pas de vaisseaux sanguins, aussi le sang circule librement entre les différents organes. Le cœur du mâle bat plus vite que celui de la femelle et la vitesse des battements des deux sexes peut être altéré par plusieurs facteurs :

- Température élevée
 - Inanition.
 - Manque d'oxygène...etc (Green, 1956)
- **Les ovaires** Sont disposés de chaque côté du tube digestif, dans la région thoracique(Amoros, 1984)

1.5. Dimorphisme sexuel

Il existe un dimorphisme sexuel très net chez les daphnies (fig 03). D'après (Olmstead et al., 2002) la différence entre les 2 sexes est visible par la taille de l'antenne primaire qui est grande chez les mâles. Une autre différence réside dans la forme du bord de la carapace. Les femelles ont des carapaces symétriques par contre, les mâles ont des carapaces asymétriques et terminés par des soies (fig 04) .

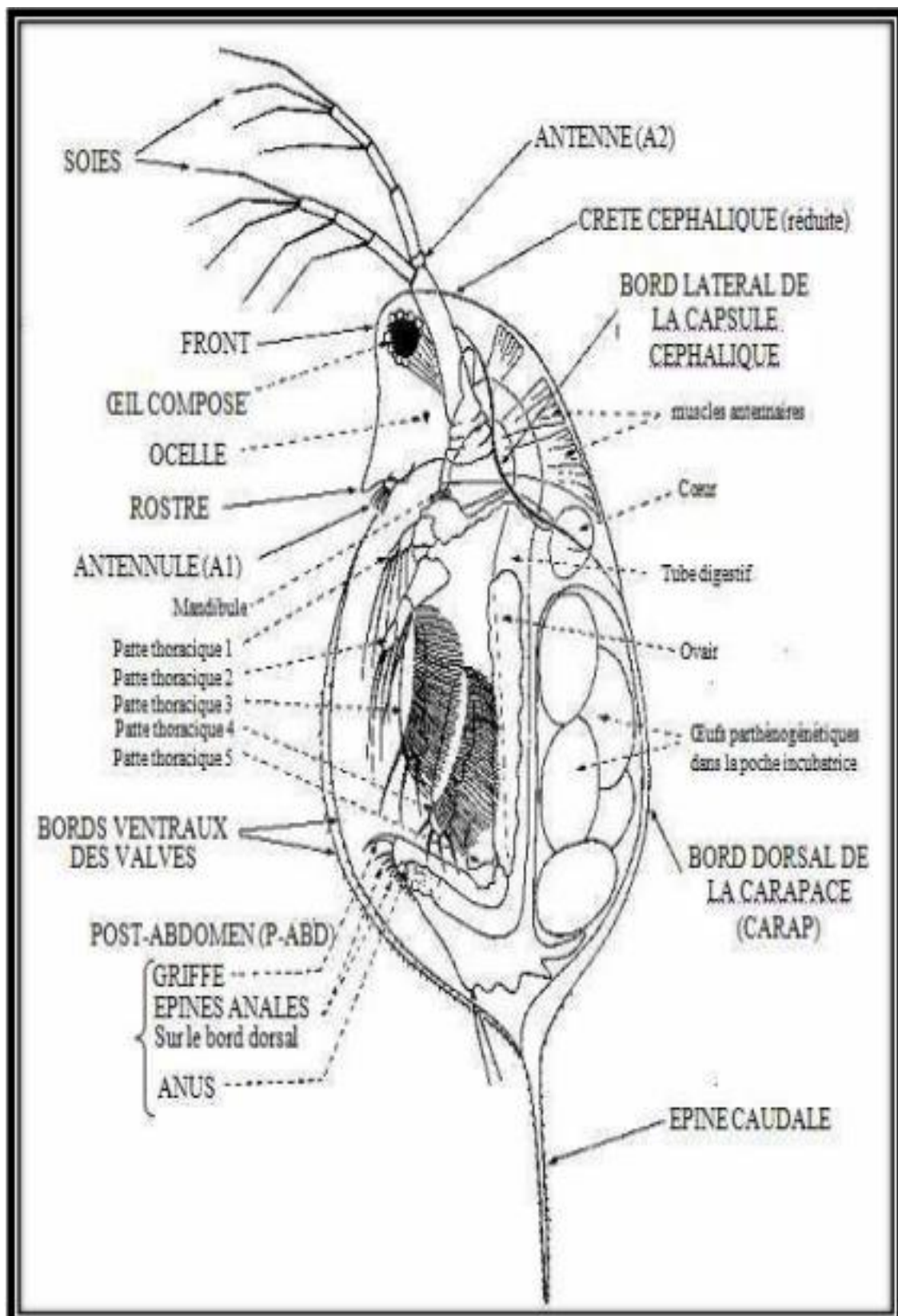


Figure 2 : Structure anatomique d'un cladocère , Amoros, (1984)

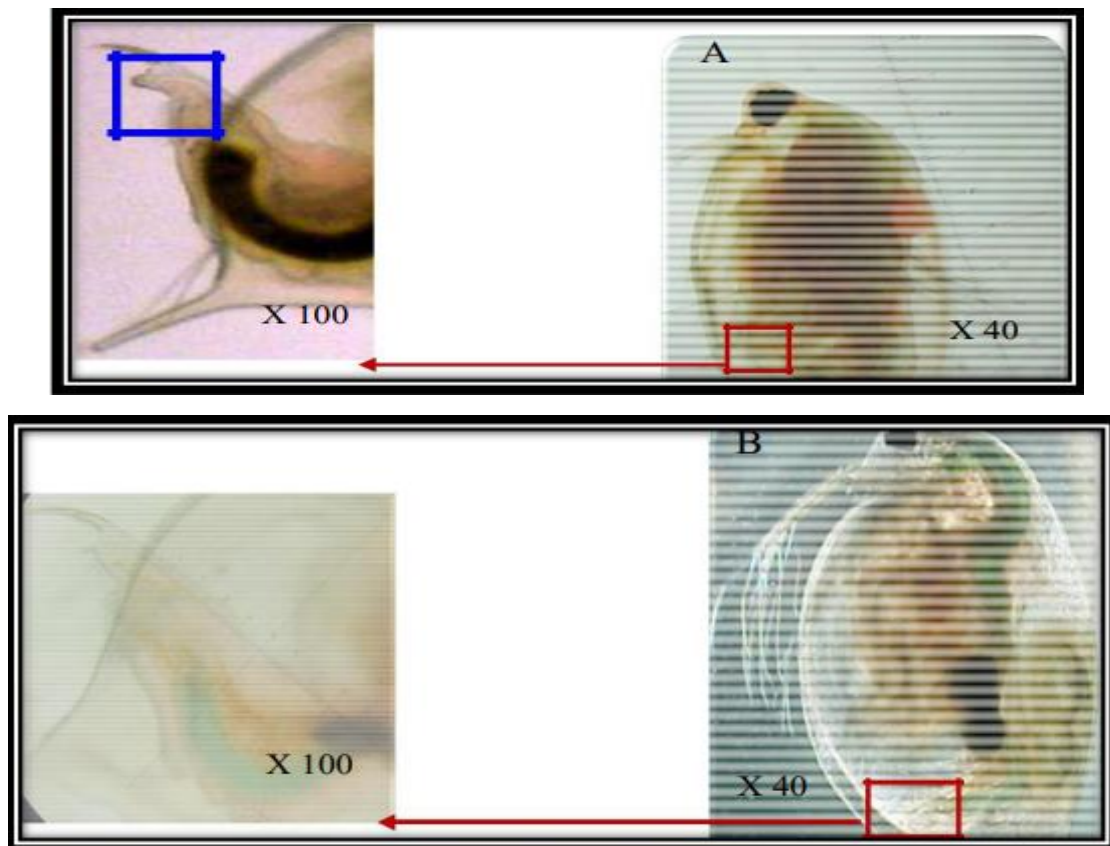


Figure 3 : Dimorphisme sexuel chez *Daphnia* , A (mâle), B (femelle). Le rectangle bleu permet d'illustrer les différences au niveau du post-abdomen(Toumi, 2013)

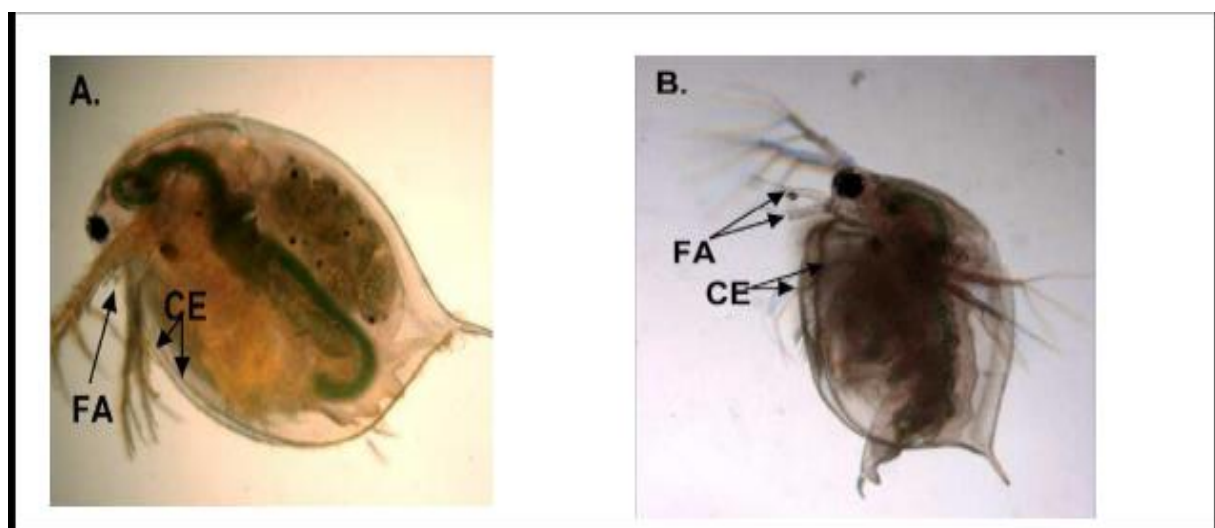


Figure 4 : Femelle de *D. magna* (A) et mâle de *D. magna* (B)(Olmstead and Leblanc, 2002)

(FA:First antennae) (CE: carapace edge) (A:femelle)(B :male)

1.6. Cycle de vie

Les daphnies peuvent se reproduire par voie sexuée et/ou asexuée selon les conditions Environnementales (fig 5)

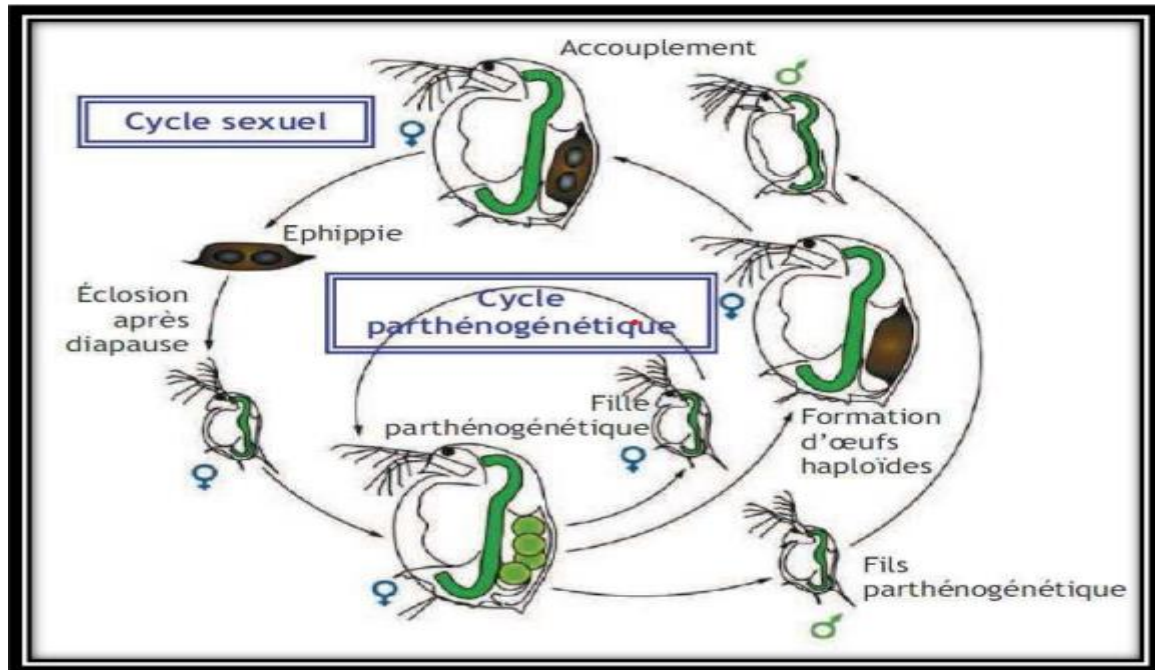


Figure 5 : Cycle de vie de la daphnie d'après (d'après Zeman, 2008 ; repris de Ebert, 2005)

- ❖ Une reproduction asexuée, lorsque les conditions de vie sont favorables. Une femelle adulte produit une ponte d'œufs parthénogénétiques après chaque événement de mue. Les œufs sont déposés dans la chambre incubatrice, localisée dorsalement sous la carapace. Le développement des œufs est direct. Les embryons éclosent après un jour mais restent dans la poche incubatrice où ils se développent. Après trois jours de développement, de jeunes daphnies (stade néonate) sont libérées par des flexions ventrales. Les néonates sont morphologiquement proches des adultes de daphnies, à l'exception de la chambre incubatrice non développée. Avant de devenir des individus capables de se reproduire, les juvéniles passent par quatre à six instars (période séparant deux événements de mue). Dans des conditions optimales, les daphnies sont matures à 7 ± 1 jour, et déposent leur première ponte (B1) dans la poche incubatrice. Une femelle adulte peut produire une ponte tous les 3 à 4 jours, jusqu'à sa mort (Figure 6). La taille des pontes varie d'environ 10 à 30 œufs selon l'âge de la mère. (Massarin et al., 2010)

- ❖ Lorsque les conditions deviennent défavorables les daphnies femelles adultes produisent des œufs diploïdes asexués qui se développent en mâles. En outre, les daphnies femelles peuvent aussi produire des œufs haploïdes qui nécessitent la fécondation par les mâles. Les œufs fécondés sont placés dans une coquille de protection ou éphippie, qui contient deux œufs de résistance de couleur noire(fig 7) et doivent subir une diapause(Ebert, 2005) Lorsque les conditions redeviennent favorables, ces œufs de résistance éclosent mais donnent toutefois naissance à une population génétiquement différente des daphnies mères(Chèvre, 2000)

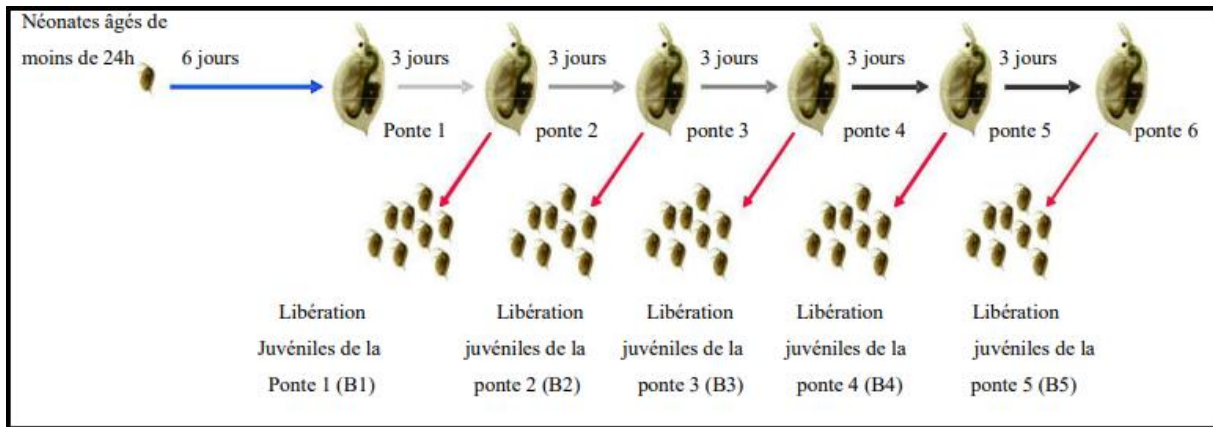


Figure 6 : Reproduction de la daphnie par parthénogénèse en conditions favorables d’après (Zeman, 2008).

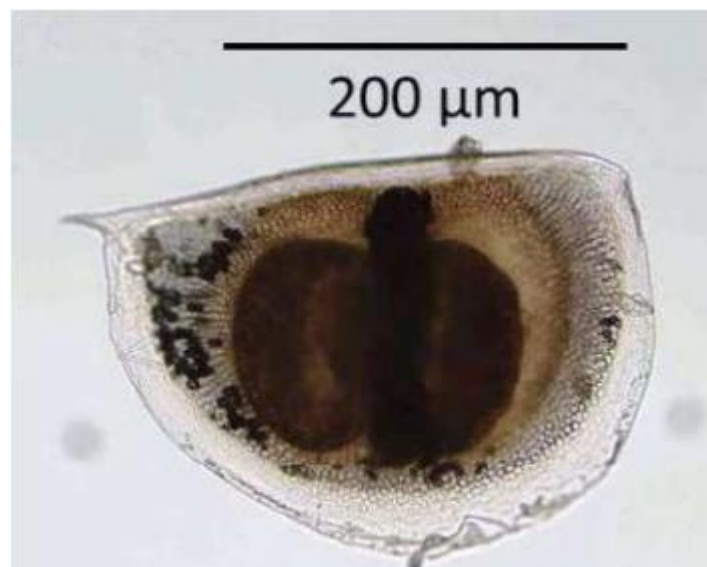


Figure 7 : Œufs de durée ou éphippies de *Daphnia* (Boehler et al, 2012)

1.7. Développement de *Daphnia sp*

Les étapes du développement d'un embryon normal chez les daphnies sont divisées en 6 stades distincts (Kast-Hutcheson et al., 2001) (fig 8)

- **Stade 1** : clivage, l'embryon est parfaitement sphérique, pas de différenciation cellulaire, ce stade se déroule entre 0 et 15 heures
- **Stade 2** : gastrulation, début de la différenciation cellulaire, présence du blastopore et l'embryon devient asymétrique, ce stade se déroule entre 15 et 25 heures.
- **Stade 3** : maturation embryonnaire précoce, la tête et l'antenne secondaire sont différenciés, ce stade se déroule entre 25 et 35 heures
- **Stade 4** : maturation embryonnaire moyenne, présence d'œil pigmentée et développement des antennes qui restent collés à la seconde membrane embryonnaire, ce stade se déroule entre 35 et 45 heures
- **Stade 5** : maturation embryonnaire tardive, rupture de la seconde membrane embryonnaire, extension partielle de l'antenne secondaire et l'épine est pliée sous la carapace, ce stade se déroule entre 45 et 50 heures.
- **Stade 6** : développement complet du nouveau né, développement des antennules et l'épine est bien décollée de la carapace. L'organisme commence à nager. Quatre périodes distinctes peuvent être reconnues dans l'histoire de la vie de *Daphnia*: (1) œuf, (2) juvénile, (3) adolescence et (4) adulte.

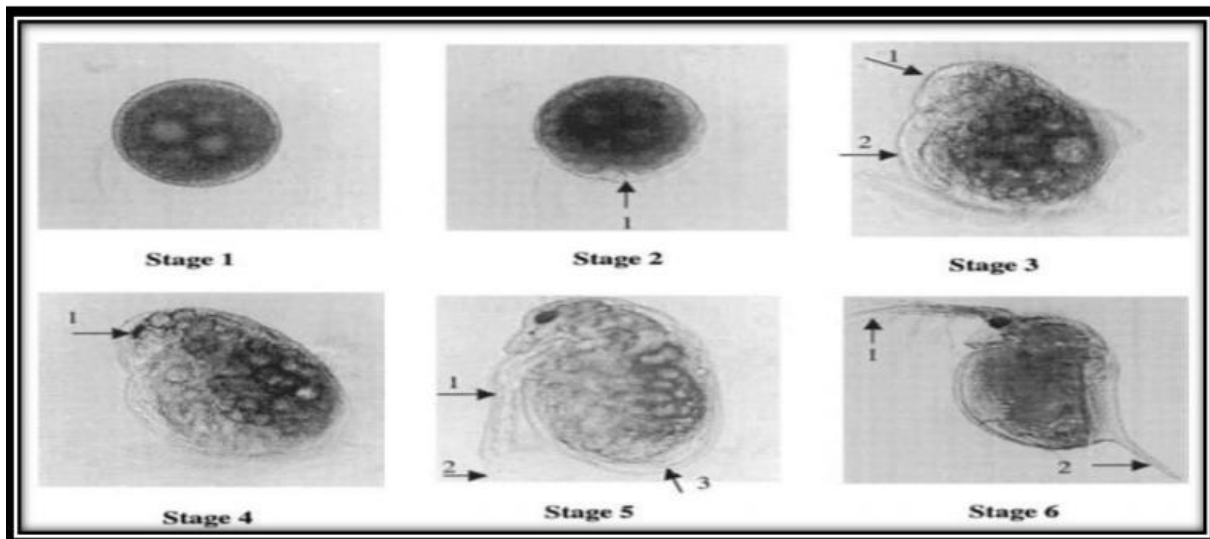


Figure 8 : Photos des différents stades de développement embryonnaire chez *Daphnia magna* (stade 3 : 1 présence de la tête 2 antenne secondaire ; stade 4 : apparition de l'œil ; stade 5 : 1 antenne secondaire partiellement étendue 2 antennules non développées 3 épine collée au corps ; stade 6 : 1 antenne secondaire développée 2 épine totalement étendue) d'après (Kast-Hutcheson et al, 2001).

1.8. Répartition

La répartition des Daphnies est très hétérogène. Les organismes ont tendance à se grouper et à former des essaims qui se déplacent verticalement et horizontalement tout au long de la journée. Pendant l'hiver, en l'absence d'un phytoplancton abondant, les Daphnies se répartissent sur le fond pour se nourrir à partir de la couche biologique qui se développe à la surface du sédiment. Cette tendance à aller vers le fond pour se nourrir de débris de microorganismes a aussi été notée lorsque les apports en microalgues sont insuffisants (Amoros, 1984).

1.9. La Nutrition

Dans la nature les daphnies se nourrissent de bactéries, de phytoplancton, de ciliés, de levures, d'algues uni pluricellulaires, de détritus organiques fins dissous. Les daphnies sont considérées comme des filtreurs plus ou moins spécialisées. (Burns, 1968)

La nourriture est collectée plus particulièrement à l'aide du 3^{ème} et 4^{ème} pattes thoraciques foliacées, garnies d'un peigne de longues soies (Amoros, 1984a), et qui assurent un courant d'eau entre les deux valves de la carapace. Les particules ainsi piégées sont transférées via un sillon alimentaire jusqu'à la bouche. Toutefois, il est important de signaler que la quantité et la qualité de la nourriture jouent un rôle primordial pour la reproduction et influencent nettement la dynamique de population de la daphnie.

La qualité et la quantité de la nourriture semblent aussi influencer la sensibilité des daphnies aux toxiques (Lynch, 1989).

1.10. Locomotion et déplacements

La daphnie se déplace en battant simultanément des deux antennes. Les nuages de daphnies donnent l'impression d'un comportement natatoire aléatoire, mais ces populations effectuent de lentes migrations horizontales et verticales (nycthémérales) qui semblent guidées par l'éclairement, les cycles jour/nuit et lunaires, la température, la salinité de l'eau, et des phénomènes discrets de convection de l'eau.

Les grands cladocères contribuent aux équilibres écologiques comme source de nourriture (particulièrement riche en protéines) pour de nombreuses espèces ; en filtrant l'eau pour se nourrir en assurant ainsi un contrôle des populations phytoplanctonique et de divers ciliés (paramécies) et bactéries ; de l'eau. Ces organismes entretiennent la clarté des mares et des zones humides eutrophes ou mésotrophes où elles sont présentes, permettant une meilleure pénétration de la lumière dans les couches profondes de la colonne d'eau. *Daphnia magna* peut par exemple filtrer et manger plusieurs milliers de petites algues vertes par heure, ce qui correspond à une filtration atteignant 80ml par 24 heures, soit une capacité de filtration pour 20 individus de 1 litre d'eau en 24 heures ; en permettant - grâce à cette limpidité de l'eau - une désinfection accrue par les rayons UV solaires. En limitant les pullulations d'algues filamenteuses de surface (tant que les nitrates et phosphates ne sont pas trop surabondants).

Comme pour d'autres invertébrés aquatiques, un éclaircissement correspondant à la moitié de celui de la pleine lune (moins de 0,1 lux) suffit à influencer la migration verticale nyctémérale. La pollution lumineuse pourrait donc aussi perturber cette espèce, avec des conséquences écologiques potentiellement graves telles que le développement d'algues de surface susceptibles d'appauvrir et dégrader les zones humides où les daphnies seraient ainsi perturbées. Les daphnies connaissent comme tous les crustacés des mues périodiques. Mais elles sont aussi des polymorphes saisonnières (Hairston et al., 1999)

1.11. Importance et place de *Daphnia sp* dans la niche écologique aquatique

les daphnies jouent un rôle majeur dans le cycle des nitrates et phosphates dans l'eau, et donc en terme de " autoépuration " des eaux stagnantes. elles sont aussi un régulateur efficace du phytoplancton tant que les nutriments ne sont pas trop excessivement présents.

elles sont une source d'alimentation importante pour de nombreuses espèces aquatiques et des semi-aquatiques

Les daphnies montent et descendent dans la colonne d'eau de manière rythmique selon la luminosité et des cycles nyctéméraux ; en l'absence de poissons et de mouvements de convection, surtout dans les mares forestières et de vallées peu exposées au vent ; par le mouvement constant de leurs antennes natatoires et par les microturbulences qu'elles génèrent ainsi dans la colonne d'eau, elles contribuent :

- à la dispersion du phytoplancton et d'autres microorganismes
- au mélange des gradients thermiques
- au mélange des couches plus ou moins oxygénées (le taux d'oxygène dissous fluctue surtout avec la température)
- au mélange des couches de salinité ou densité différente), ce qui diminue le risque de présence d'eaux mortes induites par des phénomènes d'anoxie ou de température trop élevée (Anderson and Jenkins, 1942)

1.12. Biotope de *Daphnia sp*

Les populations de *Daphnia* sont généralement rares en hiver et au début du printemps. Mais avec l'augmentation de la température de l'eau (6 à 12 °C), les populations augmentent leur abondance et atteignent des densités élevées de 200 à 500 individus/l

Les populations dans les étangs diminuent de façon importante leurs effectifs en été. Par contre, en automne, il peut y avoir une seconde pulsation de la population avant la diminution en hiver. (Pennak, 1989)

1.13. Les exigences physico-chimiques

Les daphnies sont des organismes d'eau douce, quelques souches sont trouvées en eau légèrement saumâtre

➤ La température

La fourchette des températures n'altérant pas le cycle de vie des daphnies est très important puisqu'elle peut varier de 0 °C à 30 °C selon les espèces. La température optimale se situe entre 18 et 22 °C. *Daphnia magna* supporte mal les températures supérieures à 22 °C. Cette précision est un élément important dans le choix des souches pour les aquariophiles qui maintiennent des cultures dans des écloséries intérieures, notamment en été. (Green, 1956)

➤ L'oxygène

La capacité à fournir de l'hémoglobine, leur permet de survivre dans des eaux à faible teneur en oxygène (le taux d'oxygène peut varier de 0,6 Mg/l à la saturation), la daphnie s'adapte à une brusque variation du taux d'oxygène dissous. Cette capacité à produire de l'hémoglobine semble également dépendre de la température et de la densité des daphnies en présence dans le milieu.

➤ Le milieu ionique

tolère des faibles taux d'oxygène, mais elle est très sensible pour la variation de la composition ionique de son milieu. Cependant, elle devient immobile et meurt éventuellement avec l'addition des sels tels que le sodium, potassium, magnésium le calcium. une concentration faible de phosphore (moins de 0,5 ppm), stimule la reproduction, mais une concentration supérieure à 1 ppm, est létale pour les juvéniles. les daphnies sont extrêmement sensibles pour les ions de métaux, comme le cuivre et le zinc, les pesticides, détergents et les autres toxines dissoutes

➤ Les besoins alimentaires

Les daphnies adaptées à la survie dans les blooms algaux, qui sont riches en protéines et en carbohydrates, où elle se nourrit d'algues et de bactéries malgré sa préférence pour les bactéries (Hadas et al., 1983). La qualité et la quantité de la nourriture affectent la sensibilité de *Daphnia* aux polluants et son taux de reproduction. Keating et Dagbusan, (1986) ont montré que les daphnies nourries par les diatomées sont plus tolérantes aux polluants que celles nourries par les algues vertes seulement. Mais, en général les réserves lipidiques sont un bon indicateur des conditions nutritives chez les daphnies. (Holm and Shapiro, 1984)

1.14. Intérêt éco-toxicologique de la daphnie

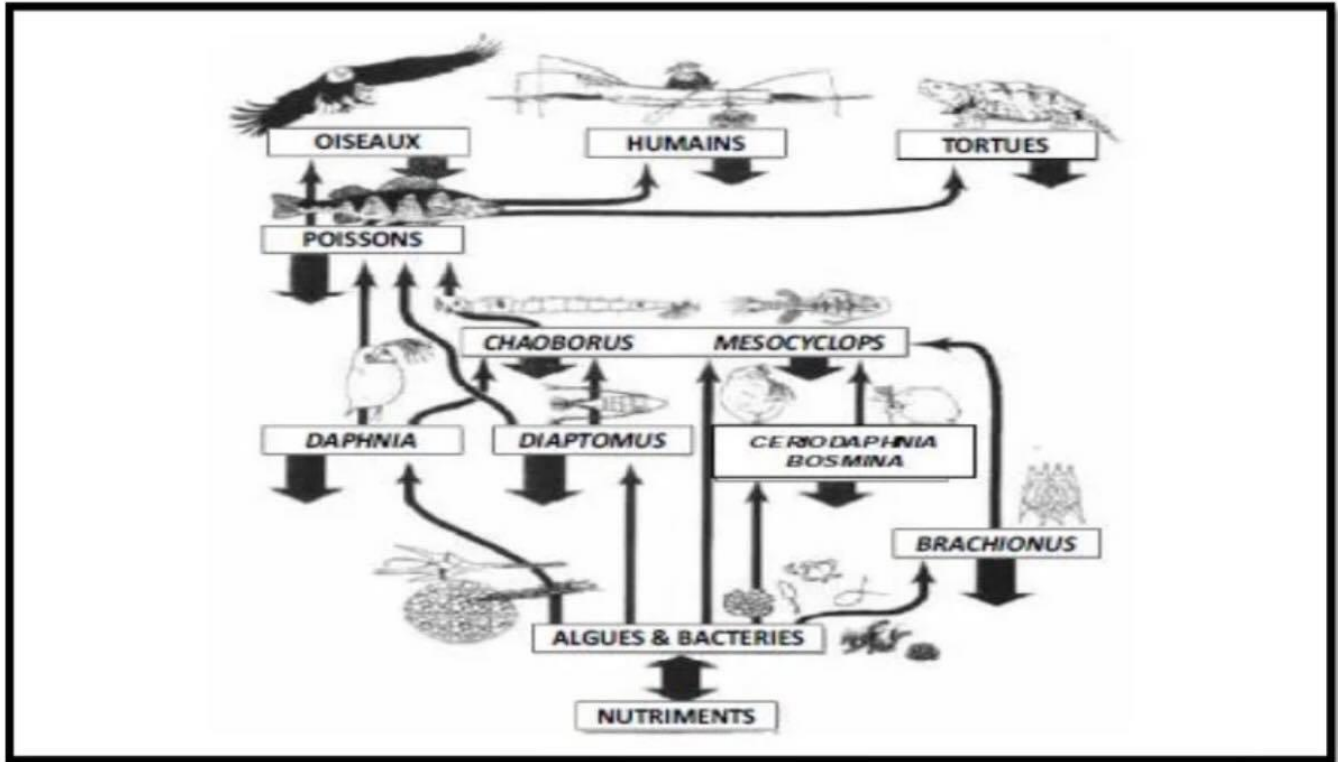


Figure9 : Position des daphnies au sein des chaînes alimentaires (Dodson and Hanazato, 1995)

Les daphnies ont été largement utilisées en écotoxicologie, Elles sont l'une des trois modèles biologiques les plus utilisés, avec les algues et les poissons, dans le cadre de l'évaluation des risques écotoxique des substances chimiques (Pereira et al., 2010). C'est ainsi que les données expérimentales relatives aux daphnies représentent 8% de l'ensemble des données expérimentales aquatiques trouvées dans les bases de données. En réalité, cette espèce a été choisie pour diverses raisons, à savoir :

- visible à l'œil nu,
- reproduction parthénogénétique et donc faible variabilité génétique,
- pontes abondantes
- manipulation et élevage faciles à réaliser au laboratoire suite à sa taille relativement petite.

- cycle de vie court, ce qui permet de suivre l'effet des polluants sur plusieurs générations.
- sensibilité à une large gamme de produits chimiques (Colbourne et al., 2011)

De nombreux auteurs ont utilisé la daphnie comme modèle biologique et la première publication date, du début du XX^{ème} siècle

Ce sont ensuite les travaux de Naumann (1938) qui publie un article intitulé « sur l'utilisation à des fins expérimentales de *Daphnia magna* Straus comme animal de laboratoire pour mieux comprendre les conditions de vie dans l'eau ».

Ensuite, (Anderson and Jenkins, 1942b) étudient l'écotoxicité de diverses substances présentes dans les effluents industriels sur *D. magna*, avant que cet organisme ne fasse l'objet de normes (aux USA et en France) ou de lignes directrices (LD).

La daphnie fait l'objet d'un test aigu normalisé par différentes instances (Versteeg et al., 1997) et il apparaît que les différences entre les normes ou LD sont relativement ténues. La daphnie fait aussi l'objet d'un test chronique qui fait l'objet d'une LD OCDE N°211 servant de référence à la plupart des auteurs et qui est périodiquement remise à jour (OCDE 1998, 2008, 2012). Une synthèse de l'utilisation du genre *Daphnia sp.* relative au test aigu (48h) et chronique (21 jours) a été réalisée par Jonczyk et Gilron (2005) (Toumi, 2013)

Selon (Toumi, 2013) les principales caractéristiques d'un bon élevage de daphnies sont :

- 1- Absence d'éphippies (œufs de durée) et d'œufs avortés dans les élevages.
- 2- Aspect des organismes (éviter l'absence de couleur ainsi qu'une couleur trop rougeâtre).
- 3- Taille suffisante des organismes adultes (environ 5 mm).
- 4- Production suffisante de jeunes daphnies femelles (environ 100 juvéniles par daphnie mère en 21 jours).
- 5- Jeunes daphnies femelles dépourvues de malformations.
- 6- Absence de parasites ou de champignons (surtout au niveau de la poche incubatrice).

1.15. Les principaux micro-organismes inféodés aux daphnies

Les daphnies peuvent être infestées par plusieurs micro-organismes représentés principalement par les bactéries, les champignons et des microsporidies qui peuvent être maintenus en culture avec les hôtes.

➤ Les bactéries

Les bactéries infectent soit l'hémolymphe de l'hôte, soit sont des parasites intracellulaires. Les infections de l'hémolymphe de *Daphnia* font apparaître l'ensemble du corps d'un blanc laiteux, brunâtre, rosâtre ou jaunâtre. Ces infections peuvent être observées dans tout le corps et ont été trouvées chez de nombreuses espèces de daphnies. Parmi ces bactéries nous avons les espèces : *Pasteuria ramosa* et *Spirobacillus cienkowskii*. (Anderson et al. 1999).

➤ Les champignons

Plusieurs espèces de champignons ont été observées parasitant des daphnies et d'autres cladocères. Se sont des espèces du point de vue taxonomique sont mal connus. Ils varient fortement dans leur apparence et leurs effets sur leurs hôtes. Les infections fongiques sont généralement nocives pour leurs hôtes, réduisant considérablement le succès de reproduction et la survie de l'hôte. (Whisler 1960)

La spécificité d'hôte semble plutôt faible chez les champignons infectant les crustacés. , les champignons parasites de *Daphnia* sont les plus difficiles à identifier. Les champignons parasites semblent être les agents pathogènes les plus dévastateurs de *Daphnia*, tuant souvent les hôtes rapidement ou détruisant les couvées. (Ebert, 2008)

➤ Les Microsporidia

Les Microsporidia sont le plus grand groupe de parasites de *Daphnia*. Ils sont faciles à reconnaître une fois les spores formées, à 20°C, cela prend environ 3 à 12 jours après l'infection. Les microsporidiens se révèlent généralement spécifiques aux tissus (ovaires, cellules graisseuses, hypoderme, intestin et épithélium), et le tissu infecté peut donner des indices importants sur l'espèce. Selon le tissu infecté, les infections peuvent être clairement visibles de l'extérieur (même sans microscope) ou ne sont visibles qu'une fois l'hôte disséqué (par exemple, les infections de l'épithélium intestinal). (Refardt et al., 2002)

Bien que les parasites microsporidiens soient très variables dans leur mode de transmission, quelques généralisations sont possibles. Les infections intestinales sont généralement transmises horizontalement à partir de l'hôte vivant. Les infections des ovaires sont souvent transmises verticalement. Les parasites microsporidiens semblent généralement être le groupe de parasites le plus spécifique à l'hôte *Daphnia* (Ebert, 2008).

Chapitre 02

Matériel et Méthode

Objectif

l'identification des différents parasites et microorganismes présents chez *daphnia sp* d'une part et la caractérisation des paramètres physico-chimiques (PH ; oxygène dissous ; température ; la conductivité et la turbidité) du milieu de vie des daphnies.

2.1. Lieu de stage

Le travail a été réalisé au niveau de la division Aquaculture au CNRDPA de Bou Ismail dans la période allant du 30 mars jusqu'à 30 juin, sur des individus de Daphnies, dans le cadre du projet de recherche du CNRDPA : infection bactériologique, parasitaire et virologique dans le domaine ichtyologique.

2.1.1. Situation géographique

le CNRDPA se trouve dans la wilaya de Bou Ismail situé au nord-est de la wilaya de Tipaza. Bou Ismail est une ville située au bord de la mer méditerranée, à environ 25 km à l'est de Tipaza et à environ 35 km au sud-ouest d'Alger.(36° 38' 33" nord, 2° 41' 24") (fig 10).



figure 10: Localisation du CNRDPA (googleearth).

2.1.2.Climat de la région

À Bou Ismaïl, les étés sont très chaud, lourd, sec et dégagé dans l'ensemble et les hivers sont long, frisquet, venteux et partiellement nuageux. Au cours de l'année, la température varie généralement de 7 °C à 32 °C et est rarement inférieure à 3 °C ou supérieure à 35 °C (weatherspark,2016).

2.1.3.Les facteurs climatiques et leur variabilité

✓ Temperature moyenne à bou ismail :

La saison très chaude dure 3,0 mois, du 21 juin au 21 septembre, avec une température quotidienne moyenne maximale supérieure à 29 °C. Le mois le plus chaud de l'année dans la région est août, avec une température moyenne maximale de 31 °C et minimale de 21 °C.

La saison fraîche dure 4,0 mois, du 23 novembre au 23 mars, avec une température quotidienne moyenne maximale inférieure à 19 °C. Le mois le plus froid de l'année à Bou Ismaïl est janvier, avec une température moyenne minimale de 7 °C et maximale de 16 °C. (weatherspark,2016).

✓ Précipitation

A jour de précipitation est un jour au cours duquel on observe une accumulation d'eau au moins 1 millimètre. La probabilité de jours de précipitation à Bou Ismaïl varie au cours de l'année.

La saison connaissant le plus de précipitation dure 7,7 mois, du 24 septembre au 15 mai, avec une probabilité de précipitation quotidienne supérieure à 15 %. Le mois ayant le plus grand nombre de jours de précipitation à Bou Ismaïl est novembre, avec une moyenne de 7,5 jours ayant au moins 1 millimètre de précipitation.

La saison la plus sèche dure 4,3 mois, du 15 mai au 24 septembre. Le moins ayant le moins de jours de précipitation à Bou Ismaïl est juillet, avec une moyenne de 0,6 jour ayant au moins 1 millimètre de précipitation.

Le mois avec le plus grand nombre de jours de pluie seulement à Bou Ismaïl est novembre, avec une moyenne de 7,5 jours. En fonction de ce classement, la forme de précipitation la plus courante au cours de l'année est de la pluie uniquement, avec une probabilité culminant à 28 % le 19 novembre. (weatherspark,2016).

2.2. Matériel et méthodes

2.2.1 Matériel biologique

- **Sur terrain**

- ✓ Des bacs
- ✓ salabre de maille
- ✓ Bidon de transport
- ✓ Bouteille d'eau
- ✓ Tamis

- **Au laboratoire**

- ✓ Un Microscope
- ✓ Boites de pétrie
- ✓ Pipette
- ✓ Lames
- ✓ Multiparamètre
- ✓ Lugol
- ✓ Flacon
- ✓ Agitateur
- ✓ Bain mari
- ✓ Ecouveillons
- ✓ Tubes
- ✓ Lance
- ✓ Pipette pasteur
- ✓ Sureingue

2.3.Méthodes utilisées sur terrain

2.3.1.Méthode d'élevage

Les individus de Daphnies sont élevés en système semi-intensif dans des bassins circulaire en fibre de verre. La température des élevages doit être contrôlée, Cette température est maintenue à $20^{\circ}\pm 2$. L'alimentation est assurée par les ressources que les daphnies trouvent dans leur environnement (microalgues, bactéries, particules organiques diverses, etc.)

2.3.2.. Méthode d'échantillonnage et prélèvement

au niveau de ces bassins l'échantillonnage a été réalisé d'une manière aléatoire non stratifié, à l'aide d'une épuisette d'une maille 2 cm. Les individus sont ensuite transférés au laboratoire d'Atelier traitement ichtyologique pour mesure et observation dans des seaux contenus l'eau d'élevage du bassin afin de minimiser le stress.



Figure 11 : Echantillonnage et prélèvement des Daphnies

(a) Prélèvement , (b) transport dans des bidons

2.3.3. Caractérisation physico-chimique du milieu

À l'aide d'un multi-paramètres de marque Calypso nous avons mesuré les différents paramètres physico-chimiques (température, oxygène dissous, pH et la salinité) du milieu d'élevage à chaque prélèvement de daphnies



Figure 93 : calcul des paramètres physico-chimiques

2.4. Méthodes utilisées au Laboratoire :

2.4.1. Identification et morphométrie

a. Identification du genre

daphnia se caractérise par : Un corps comprimé latéralement ; tête relativement Grande munie d'une crête ; rostre bien développé ; carapace bivalve à carène dorsale et à bords ventraux convexes ; une épine caudale plus ou moins longue à l'angle dorsaux postérieur des valves .

La forme générale du corps et notamment le développement de la crête céphalique et la longueur de l'épine caudale varient beaucoup en fonction des phénomènes cyclomorphoses ; Cette variabilité de la morphologie rend parfois délicate la détermination au niveau spécifique. (Smith, 1963)(fig 12).

b. Identification de l'espèce

❖ L'espèce *Daphnia magna* se caractérise par :

Longueur du corps mesurant entre 1,5 à 5mm, bord dorsal du post-abdomen échancré juste après l'anus , cette échancrure sépare les épines anales en deux séries : épine caudale de longueur variable ; carène latérale sur les valves.(Aquaportail,2007)

❖ L'espèce *Daphnia pulex* se caractérise par :

La longueur du corps varie entre 1 à 3mm, griffe distale du post-abdomen munie d'une série d'épines formant un peigne basal et d'une rangée de fines soies réparties sur toute la longueur de la griffe; antennules insérées sur un faible décrochement du bord inférieur du rostre; rostre long et pointu; pas de frange de soies sur le bord interne des valves; épine caudale de longueur variable. (Amoros, 1984) (fig14).

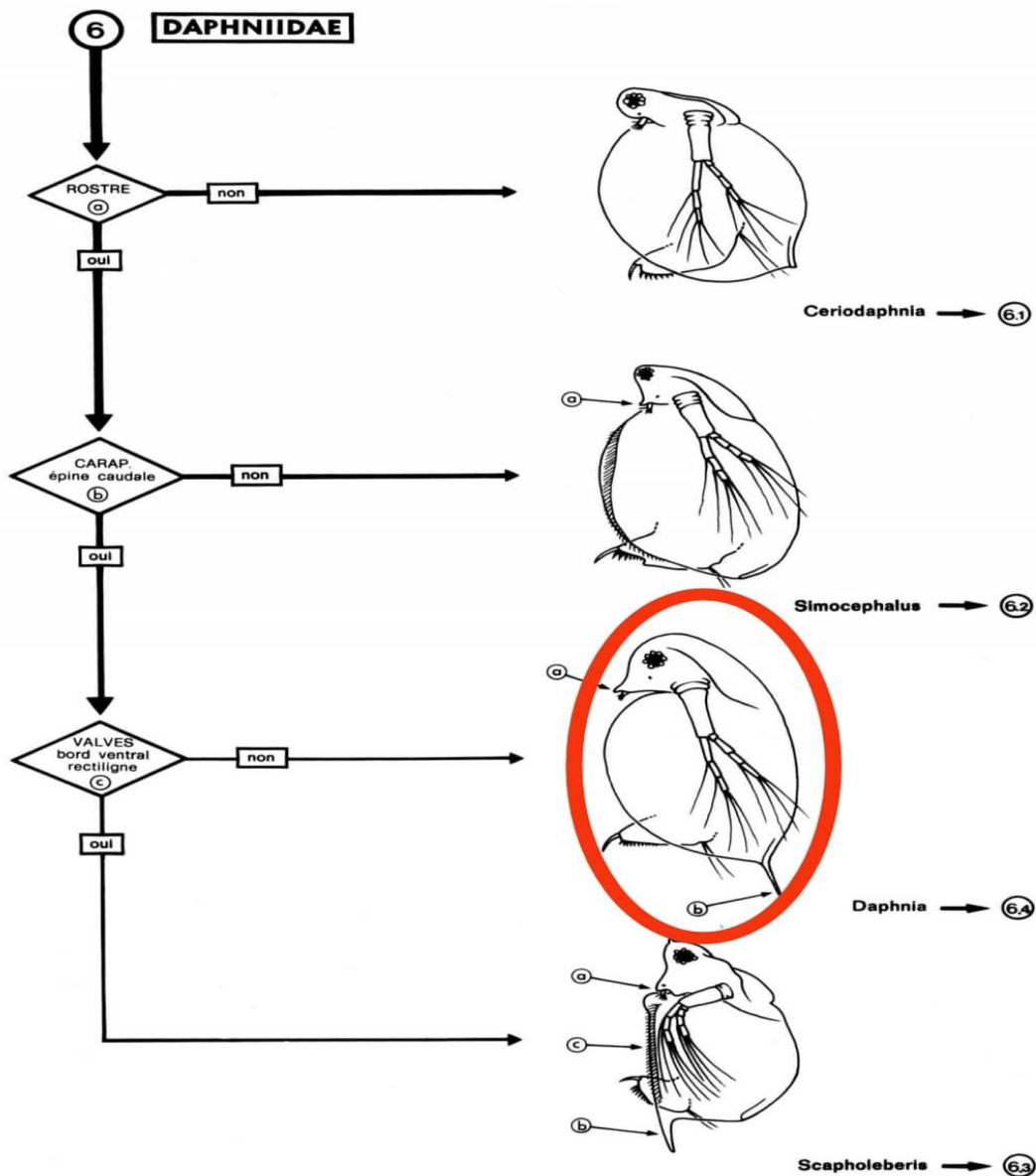


figure 14: Etapes d'identification du genre.(Amoros, 1984)

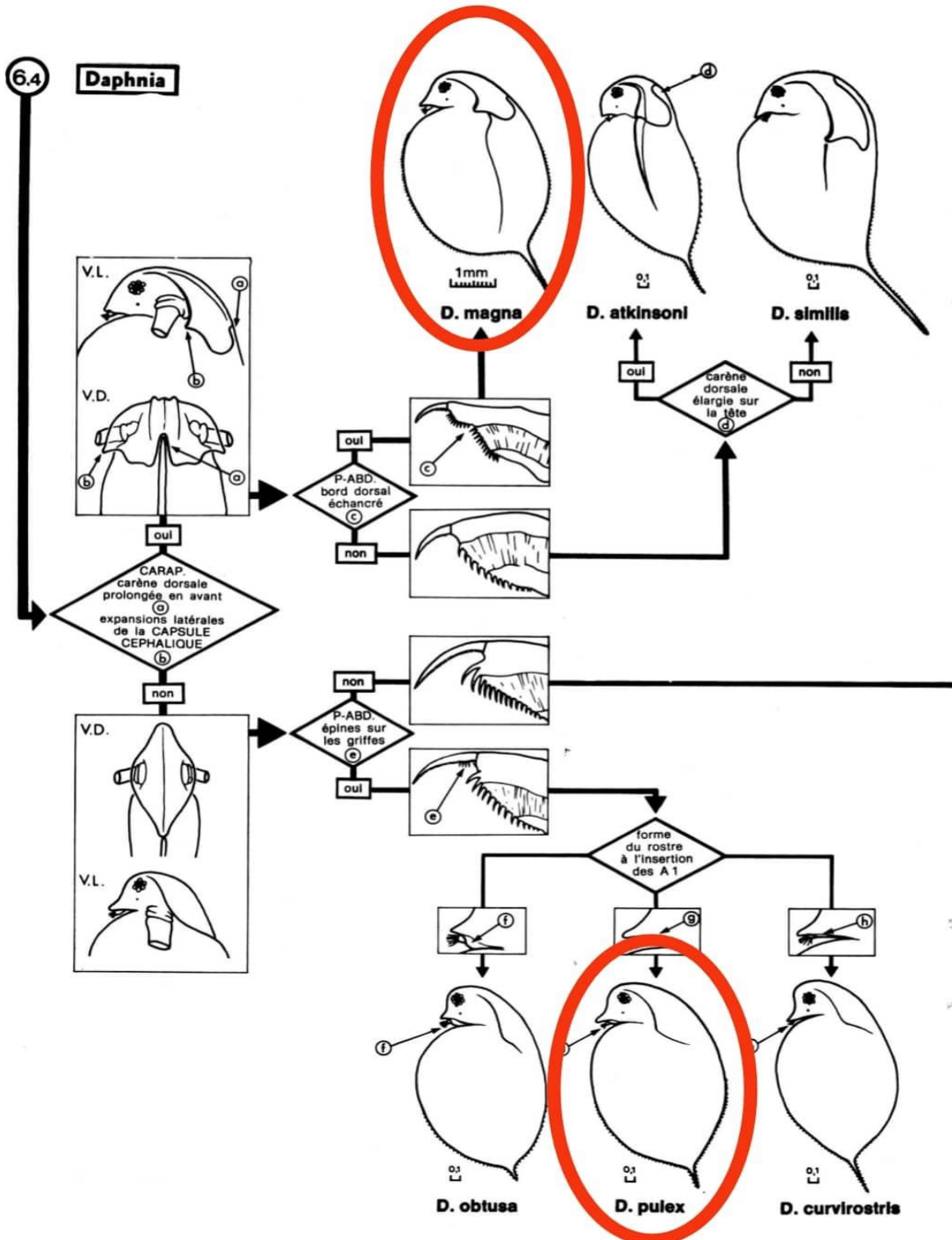


Figure15 : Etape d'identification de l'espèce de daphnies(Amoros, 1984)

2.4.2. Observation et recherche parasitologique

L'observation et la recherche des parasites sur les différentes parties du corps a été faite sous une loupe de type Optika équipée d'une camera de type Eurotek (fig16)

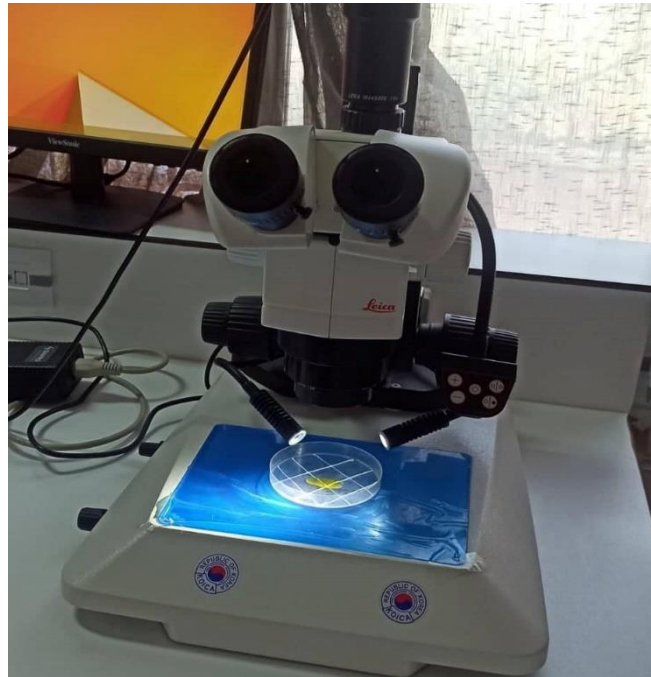


Figure 16 : Observation des daphnies (photo originale,2022)

2.5. les analyses bactériologiques des daphnies :

Nous avons effectué l'étude des paramètres bactériologiques des daphnies dans les cas de mortalités par la méthode du nombre le plus probable (NPP ; série de trois tubes) pour la recherche des germes de contamination (coliformes totaux ; coliformes fécaux ; Escherichia coli ; les staphylocoques ; vibréo cholériques).

2.5.1. Recherche et dénombrement des bactéries :

- ✚ la recherche des coliformes fécaux et E coli a été réalisée par la méthode NPP par inoculation de tube de VBL et schubert (Rizet, 1989)

- ✓ Nous prenons le tube du Schubert ; puis on prélève 1ml d'eau piptoné d'indole à l'aide d'une pipette Pasteur stérile et la porte dans le premier ce tube incubé en 44°C.
- ✓ Après 48h ; nous avons mis 2 gouttes du réactif Kovacs dans le tube du schubert et on le chauffer .

Résultat après 48h .

La présence de Coliforme fécaux se manifeste par un dégagement gazeux, et un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par Escherichia Coli après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs.

la recherche de coliformes fécaux et totaux dans le milieu Tergitol incubation 37°C ;44°C (Greenberg et al., 1973)

- ✓ L'ensemencement des échantillons par un écouvillon dans 2 boites de pétri
- ✓ La première boite :

Pour les coliformes totaux incubés en 37°C

- ✓ La deuxième boite :

Pour les coliformes fécaux incubés en 44°C

La lecture après 48h

la recherche des bactéries gram positif et staphylocoque (Chapman +BHIB +test coagulase) (CHAMBON et al., 1983)

- ✓ Nous avons écrasé une quantité de daphnie (200g).
- ✓ L'ensemencement des échantillons à l'aide d'un écouvillon dans un milieu Chapman incubé en 37°C pendant 24h.

Pour le milieu BHIB ; nous avons pris à l'aide d'une seringue 0.5ml de BHIB et l'avons mis dans un tube et nous avons également pris 0.5ml de coagulant et nous l'avons mis dans le meme tube incubés en 37°C pendant 4h ; pour l'identification des staphylocoques .

✚ **la recherche des bactéries gram négatif héktoen et isolement des colonies puis l'identification bactérienne par galerie API 20^E (Walton, 1951)**

- ✓ L'ensemencement des échantillons par un écouvillon dans un milieu hektoen (2 boites de pétri). Incubés en 37°C pendant 24h.
- ✓ L'utilisation de la méthode de galerie API20 et un logiciel pour l'identification bactérienne :

Destinée pour la famille des Enterobactériacées la galerie API 20E comporte 20 microtubes contenant des substrats sous forme déshydratée. Les tests sont inoculés avec une suspension bactérienne qui reconstitue les milieux. Les réactions produites pendant la période d'incubation se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition de réactifs. La lecture de ces réactions se fait à l'aide du Tableau de lecture et l'identification est obtenue à l'aide du tableau d'identification

✚ **La recherche des germes mésophiles (champignons ;moisissures ;et levures) :dans le milieu PCA (Rae and Aston, 1981)**

- ✓ Prendre 2 boites de pétri dans chacune on ajoute 20 gouttes de pré-enrichissement (eau distillé +quantité de daphnie)
- ✓ Puis on verse le milieu PCA dans les boites en 2 couches pour éviter la contamination ;l'une incubée en 30°C et l'autre en 35°C pendant 72h.

✚ **la recherche des vibréo par : EPA+TCBS+GNAB (Mouchet, 1986)**

- ✓ A l'aide d'une seringue ; nous avons pris 1ml de pré-enrichissement et l'avons mis dans le milieu EPA incubé en 44°C pendant 24h
- ✓ Après ;nous avons pris une goutte et on fait l'ensemencement dans le milieu TCBS
- ✓ Et une autre goutte pour faire l'ensemencement dans le milieu GNAB .
Incubés en 37°C pendant 24h .

2.6. Analyses statistiques des données

Afin d'évaluer le parasitisme au cours de notre étude, nous avons calculé les indices parasitologiques proposés par (Margolis et al., 1982)

- Richesse spécifique totale (S) :

La richesse est le nombre total des d'espèces que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné (Blondel and Bourlière, 1979)

- La prévalence (P) :

C'est le rapport en pourcentage du nombre d'hôtes infestés (N) par une espèce donnée de parasites sur le nombre d'hôtes examinés (H) : $P (\%) = N/H * 100$

Le terme la prévalence:

- Espèce dominante (prévalence > 50%).
- Espèce satellite (10 prévalence 50%). –
- Espèce rare (prévalence < 10%)

- L'abondance (A) :

Elle correspond au rapport du nombre total d'individus d'une espèce parasite (n) sur le nombre total des individus examinés (H) : $A = n/H$.

- Intensité Parasitaire (I)

Elle correspond au le rapport du nombre total d'individus espèce parasite (n) sur le nombre d'individu infestés (N) : $I = n/N$

Le terme l'intensité :

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

Chapitre 03

Résultats et discussion

Résultats

3.1. Résultats des analyses physico-chimique de l'eau des bassins d'élevage

Les analyses physico-chimiques des différents paramètres testés (température, salinité, oxygène, ph, conductivité, turbidité) dans les bassins d'élevage , sont représentés dans le tableau (1) .

Tableau (01) : Analyses des paramètres physico-chimiques dans le milieu d'élevage.

Paramètres	Température	Salinité	Oxygène	Ph	Conductivité	Turbidité
Milieu d'élevage	15.05	1.48	3.4	8.79	2.56	13.80
Normes OMS	14-20	0.3-2.45	5.5	6.5-8.5	2	15

Interprétation

L'analyse des paramètres réalisés au mois d'avril représentés dans le tableau (1) révèle que ces paramètres sont constants en comparaison avec les normes OMS.

Et on peut dire que Daphnia vit dans un milieu qui se caractérise par des paramètres précis et n'importe quel changement dans ces derniers peut en résulter un dysfonctionnement non habituel de Daphnia.

- **La température**

Selon l'OMS la température idéale pour un milieu d'élevage de Daphnia est comprise entre 14°C et 20°C (elle diffère selon le climat) .Celle de notre milieu d'élevage est de 15.05°C , nous pouvons dire que la température des bassins est favorable au développement des daphnies.

- **La salinité**

Selon l'OMS une salinité idéale du milieu d'élevage des daphnies oscille entre 0,3 ; 0,45 et 2.45g /l. celle de notre milieu est de 1.48g/l donc conforme aux exigences des daphnies .

- **L'oxygène**

Selon l'OMS la concentrations d'oxygène dissous est 5.5 mg/L. la saturation en oxygène de notre milieu est faible de l'ordre de 3.4 mg/l.

- **Le pH**

Le pH de l'eau utilisée pour l'élevage des daphnies devrait être compris entre 6.5 et 8.5. Il est préférable d'utiliser une eau dont le pH se situe entre 6.5 et 8.5 selon l'OMS . Quant à la valeur de pH dans notre milieu d'élevage ; elle est de 8.79. nous pouvons noter que le Ph de notre milieu est légèrement élevé; mais en général ; et par rapport à l'OMS on peut dire qu'elle est moyenne.

- **La conductivité**

Selon l'OMS ; plus la conductivité est basse ; plus l'eau utilisée pour l'élevage des daphnies est douce c'est-à-dire la valeur idéale est inférieure ou est égale de 2ms/S. Celle de notre milieu d'élevage est de 2.56 ms/S ; elle est un peu élevée mais pas tellement ; donc on peut dire qu'elle est approximativement idéale.

- **La turbidité**

Une turbidité idéale pour un milieu d'élevage des daphnies est inférieure à 15 UTN. Celle de notre milieu d'élevage est de 13.80 UTN ; donc on peut dire qu'elle est favorable au développement des daphnies.

3.2. Inventaire et identification des espèces de Daphnia

L'analyse de 62 individus du genre *Daphnia* a permis d'identifier deux espèces qui sont : *Daphnia magna* et *Daphnia pulex*

3.2.1. les principaux critères d'identification des deux espèces

❖ *Daphnia magna* :

- Les principaux critères utilisés dans l'identification de l'espèce *Daphnia magna* dont :
 - ✓ Longueur du corps mesurant entre 1,5 à 5 mm
 - ✓ Carapace dorsale prolongée en avant (fig 17)
 - ✓ L'extrémité abdominale à bord échancré
 - ✓ possède deux peignes distincts sur l'abdomen (fig18)

3.2.2. Variation de la taille des individus capturés chez *Daphnia magna* :

Nous avons mesuré la longueur du corps de 20 individus adulte de *Daphnia magna* ; les résultats sont représentés dans la figure (16)

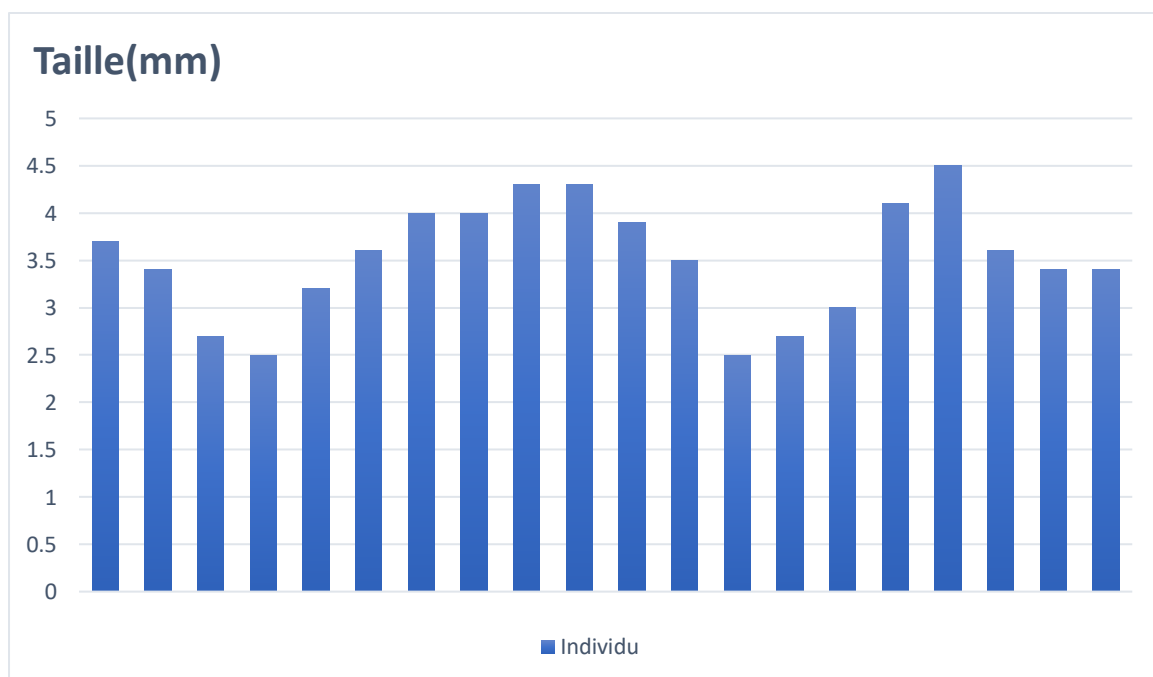


Figure 16 : Variation de la taille de *Daphnia magna*

D'après le graphe la taille mesuré des individus de *Daphnia magna* varie entre 2.7 et 4.5mm avec une taille moyenne de 3.515 ± 0.60

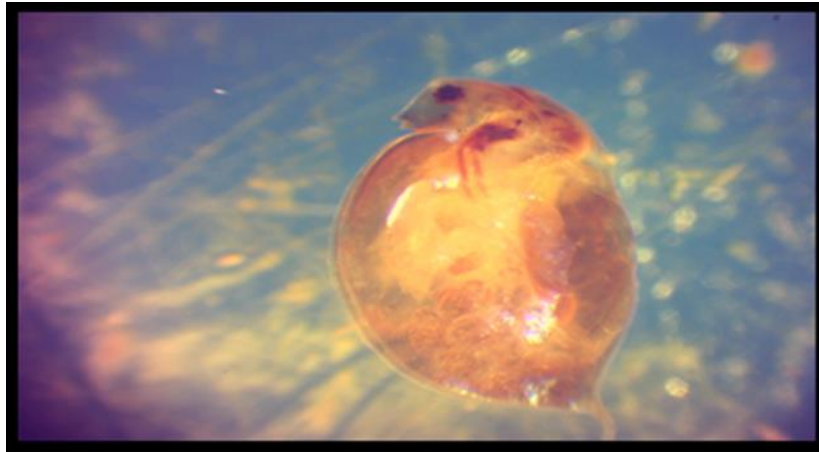


Figure 17 : *Daphnia magna* (photo originale, 2022)



Figure 18: Présence de deux peignes sur l'abdomen de *Daphnia magna* (Amoros,1984)

❖ *Daphnia pulex*

- Les principaux critères utilisés dans l'identification de l'espèce *Daphnia pulex* dont :
 - ✓ La longueur du corps varie entre 1 à 3 mm
 - ✓ La carapace entourant l'animal se prolonge vers l'arrière en une colonne vertébrale (fig20)
 - ✓ l'absence de peigne sur la griffe abdominale

3.2.3. Variation de la taille des individus capturés chez *Daphnia pulex*

Nous avons mesuré la longueur du corps de 42 individus adulte de *Daphnia pulex*, les résultats sont représentés dans la figure (19)

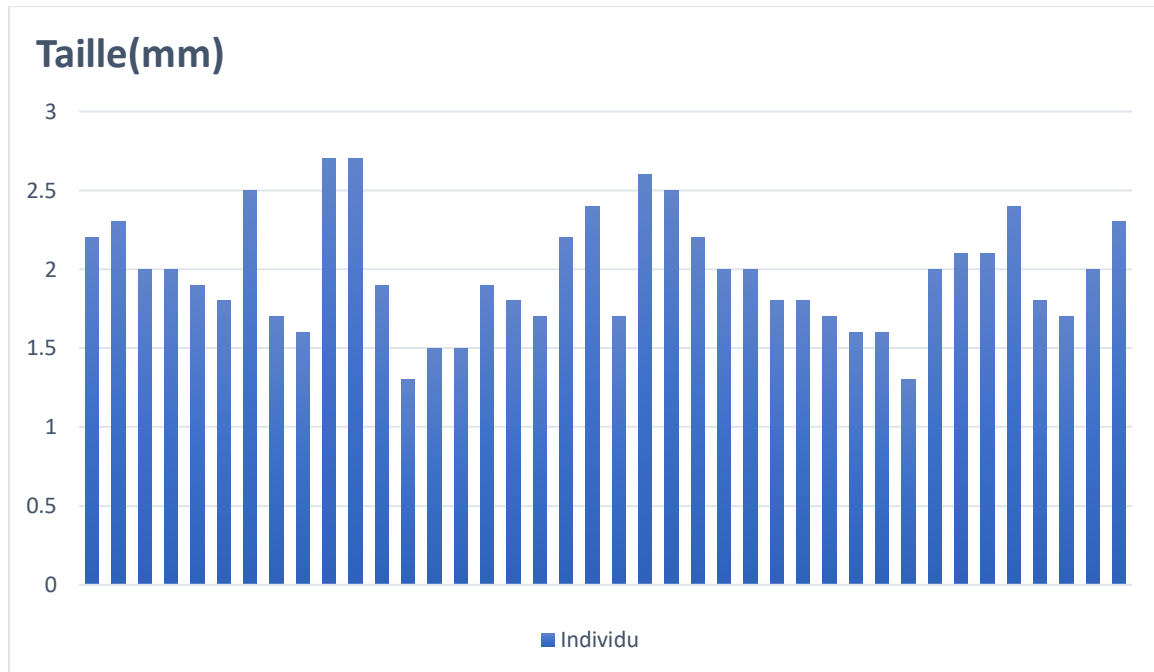


Figure 19: Variation de la taille de *Daphnia pulex*

D'après le graphe la taille mesuré des individus de *Daphnia pulex* se situe entre 1 et 3mm , avec une taille moyenne de 1.974 ± 0.36



Figure 20: *Daphnia pulex* femelle (photo originale,2022)

3.2. Résultats de l'étude parasitaire

Deux espèces de parasites ont été identifiées à savoir : Une microsporidia (fig 21) et un protozoaire cilié (fig 22)

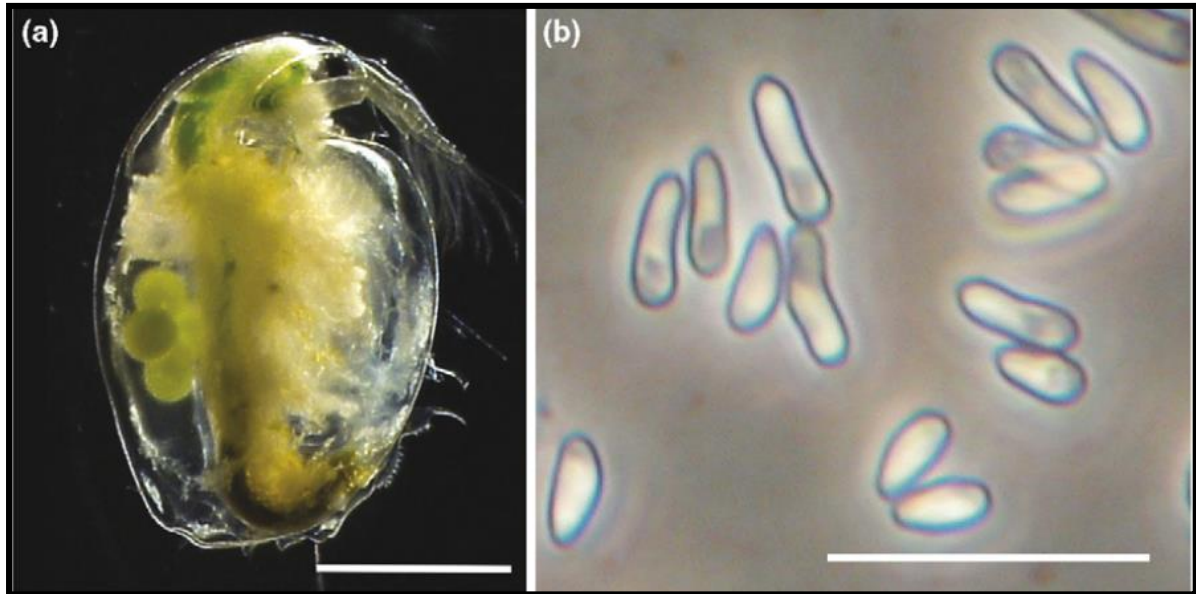


Figure 21 : Daphnia magna infecté par le microsporidium (Ebert,2008)

- (a) La masse blanche et trouble dans la région centrale du corps est constituée de cellules graisseuses et d'ovaires chargés avec des spores de parasites, . (b) Phase contrast image of sp



Figure 22 :La forme d'un protozoaire cilié libre (Sparagano and Grolière, 1991)

D'après ces résultats, la probabilité d'infection de daphnia dans le milieu par des parasites est très faible .

3.4. Résultats des analyses bactériologiques

- ✚ **résultats des coliformes fécaux et E coli a été réalisée par la méthode NPP par inoculation de tube de VBL et schubert :**

Les résultats de dénombrement de coliformes fécaux relèvent leur absence dans les échantillons analysés car la présence d'un anneau rouge en surface du tube est également absent qui se traduit par la suite l'absence d'E.coli.

- ✚ **résultats des coliformes fécaux et totaux dans le milieu Tergitol incubation 37°C ; 44°C :**

Absence totale des coliformes totaux et fécaux dans ce milieu

- ✚ **résultats des bactéries gram positif et staphylocoque (Chapman +BHIB +test coagulase) :**

Après purification les staphylocoques apparaissent sur milieu chapman sous forme de colonies jaunes ; ainsi que pour le milieu BHIB en remarquant l'absence des filaments ; donc la contamination des daphnies par les staphylocoques est absente .

- ✚ **résultats des bactéries gram négatif héktoen et isolement des colonies puis l'identification bactérienne par galerie API 20^E :**

Les colonies obtenues après l'isolement de chaque colonie sont : vert foncé ; orange moyenne ; orange petite ; blanc moyenne

Puis les résultats obtenus par la méthode de la galerie API20 E pour identifier les bactéries ; nous l'avons représenté dans le tableau et les figures ci-dessous

- ✚ **résultats des germes mésophiles (champignons ;moisissures ;et levures) :dans le milieu PCA :**

Tableau (02) : Résultats des germes mésophiles après 24h

Germes	Champignons	Moisissures	Levures
Température à 30°C	16	143	138
Température à 35°C	11	20	169

Tableau (03) : Résultats des germes mésophiles après 48h

Germes	Champignons	Moisissures	Levures
Température à 30°C	20	223	216
Température à 35°C	16	72	224

Tableau (04) : Résultats des germes mésophiles après 72h

Germes	Champignons	Moisissures	Levures
Température à 30°C	27	268	240
Températures à 35°C	20	90	256

✚ résultats des vibréo par : EPA+TCBS+GNAB

EPA : un virage de couleur et l'observation des troubles au niveau de tube ; qui se traduit la présence des vibréo

Identification par les API 20 E systèmes

Les espèces bactériennes identifiées par les API système sont résumées dans le tableau et les figure ci-dessous.

Tableau (5) : Les espèces identifiées par l'API20E

Milieu de culture	API système	Espèces bactériennes identifiées
Hektoen	API20E	- <i>Enterobacter cloacae</i> - <i>Chryseomonas luteola</i>
GNAB	API20E	- <i>Flavimonas oryzihabitans</i>
TCBS	API20E	- <i>Pseudomonas fluorescens</i>



Figure 23 : Résultat de l'Api 20 E (*Enterobacter cloacae*)

Figure 24 : Résultat de l'Api 20 E (*Chryseomonas luteola*)Figure 25: Résultat de l'Api 20 E (*Flavimonas oryzihabitans*)Figure 26 : Résultat de l'Api 20 E (*Pseudomonas fluorescens*)

3.5. Résultats des analyses statistiques

3.5.1. Calcul de l'indice écologique la richesse spécifique

- **La richesse spécifique totale**

Dans les 62 individus analysés à la recherche des parasites, deux parasites ont été identifiés à savoir : une microsporidie et protozoaire ciliée, donc la richesse totale est : $S=2$

3.5.2. Calcul des indices parasitaires

Les résultats des indices parasitaires sont synthétisés dans le tableau (5)

Tableau (6) : Calcul des indices parasitaires de microsporidie et protozoaire cilié

Espèces parasitaires	Prévalence %	Abondance	intensité moyenne
Microsporidie	1.61	0.016	1
Protozoaire Ciliée	1.61	0.016	1

Nous illustrons les résultats avec le graphique suivants :

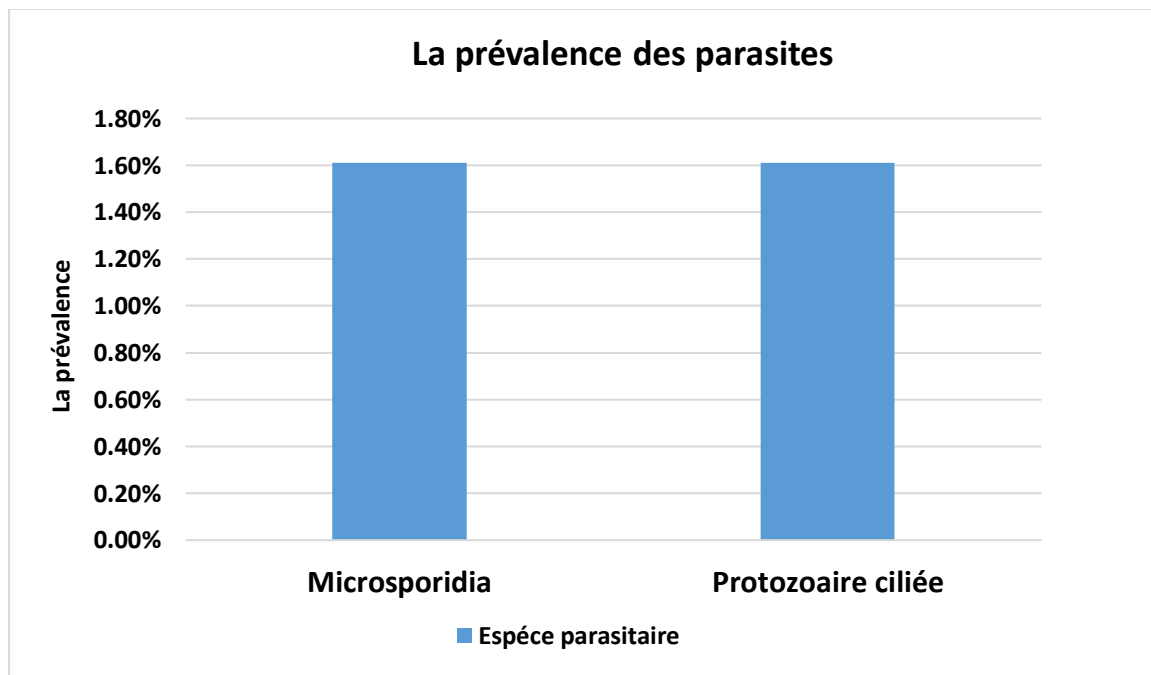


Figure 27 : la prévalence des parasites identifiés chez Daphnia sp

D'après le graphe la prévalence des deux parasites identifiés dans la population des daphnia analysés est de 1.61% pour la microsporidie et le protozoaire ciliée respectivement.

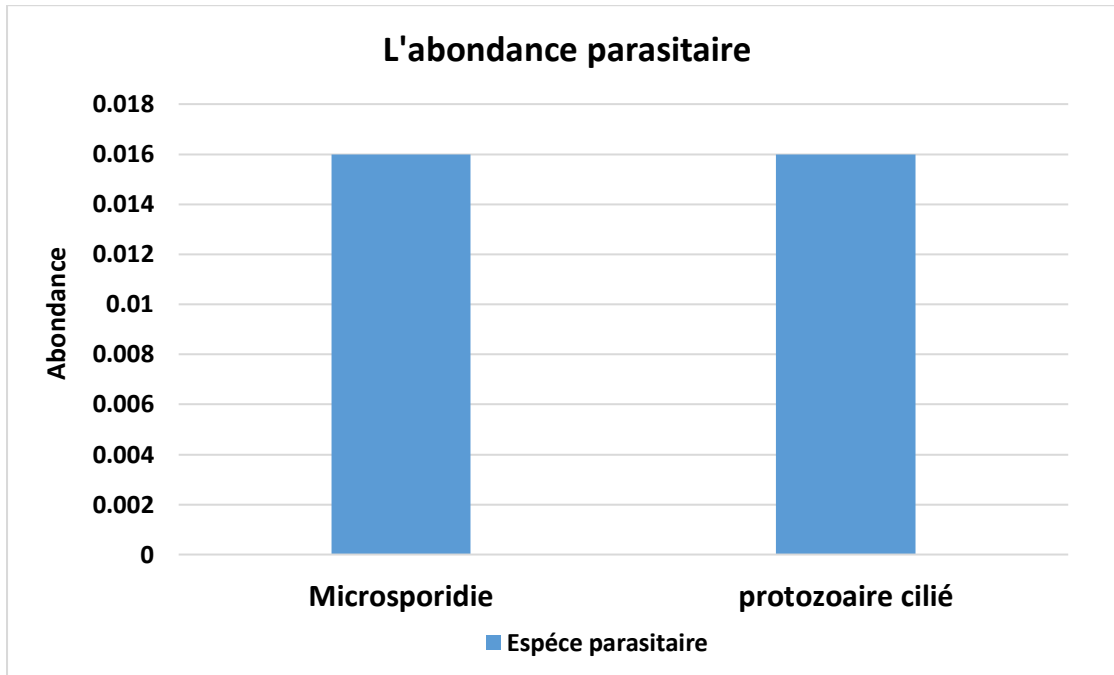


Figure 28: L'abondance des parasites de daphnia

Les graphes ci-dessus évaluent l'abondance et la prévalence des deux parasites identifiés qui sont de 0.016 soit 1.6% respectivement qui s'avèrent très faible.

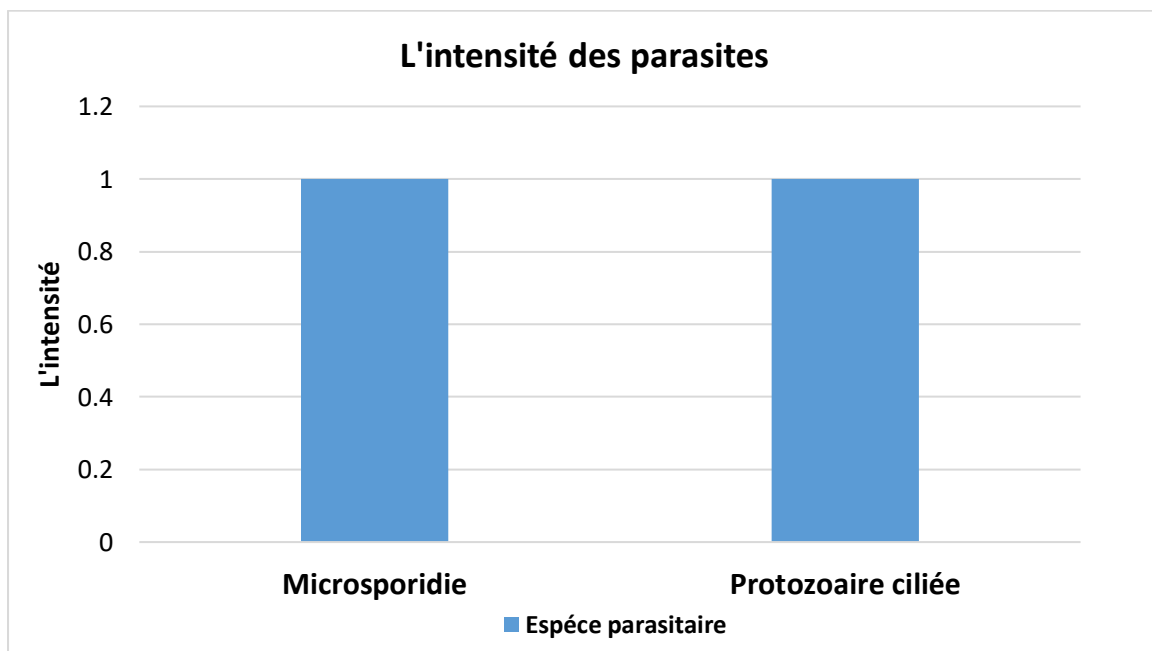


Figure 29: L'intensité parasitaire de daphnia

D'après le graphe 27, Intensité moyenne de microsporidie et du protozoaire cilié est de 1,00 respectivement. Cette valeur reste faible pour les deux parasites .

Discussion

➤ Les analyses physico-chimiques que nous avons effectuées sur les daphnies en mois d'avril ont donné des résultats optimaux après les avoir comparés aux normes OMS. Nous avons constaté qu'après le mois d'avril l'existence des daphnies diminue graduellement jusqu'à leur disparition à cause du changement survenu sur les paramètres (température, salinité, le pH, l'oxygène, la conductivité et la turbidité) et les conditions de leur milieu de vie.

La daphnie est affectée par des conditions de vie défavorables telles qu'une faible température, l'absence de nourriture, le stress, une forte densité de population, l'anoxie et la dystrophisation. Elle réalise des mues périodiques et change de forme selon la saison. Le cycle des métamorphoses est fonction de la température, de la turbulence, de la turbidité et de la salinité du milieu de vie. (McCafferty, 1983).

➤ Nous avons identifié deux espèces de Daphnie à savoir *Daphnia magna* et *Daphnia pulex* selon la clé (Amoros, 1984) en utilisant les critères qui sont : la variation de la taille du corps et la forme de la carapace.

➤ La recherche des parasites : Nous avons identifié deux parasites sur 62 individus de daphnia analysés représentés par : une microsporidie et un protozoaire cilié, Ebert (2008) a retrouvé les mêmes parasites que nous avons identifiés.

Les indices parasitaires ont révélé que la prévalence, l'abondance et l'intensité parasitaire pour les deux parasites trouvés sont très faibles.

Dans la recherche bactériologique, notre milieu ne présente pas de contamination par coliformes fécaux, totaux, *Escherichia coli* et les staphylocoques qui sont des témoins d'une pollution fécale ; mais la présence des bactéries à Gram - telles que : *Pseudomonas fluorescens*, *Flavimonas oryzihabitans*, *Chryseomonas luteola* et *Enterobacter cloacae* et des vibrions.

Conclusion

Conclusion

Conclusion

Au niveau de la chaîne trophique ; les daphnies constituent un maillon important dans la chaîne trophique . Ils tiennent un rôle important dans la gestion des écosystèmes naturels exploités. Ils peuvent également être utilisés pour différentes applications et notamment l'aquaculture et les programmes de santé.

Cependant le fonctionnement des écosystèmes repose essentiellement sur les interdépendances entre individus vivant dans un même milieu, il existe plusieurs types d'associations et de cohabitations entre les êtres vivants tels que celle entre hôte-parasite. Les parasites sont omniprésents, génération après génération, et chaque espèce animale ou végétale peut subir une infestation par un parasite à une période de sa vie, quels que soient son mode de vie et son aire d'extension géographique. (Filippi, 2013)

Ce travail porte sur la contribution à l'étude de la qualité parasitologique chez *Daphnia* sp.

Nous avons étudié les paramètres physico-chimiques (la température ; la salinité ; le pH ; l'oxygène ; la turbidité et la conductivité) du milieu d'élevage des daphnies à l'aide de multi-paramètre « calypso » ; Ces paramètres ont montré que *Daphnia* vit dans un milieu qui se caractérise par des paramètres précis et n'importe quel changement dans ces derniers peut en résulter un dysfonctionnement non habituel.

Ensuite, l'observation et la recherche des parasites sur les différentes parties du corps a été faite sous une loupe de type Optika équipée d'une caméra de type Eurotek ,Nous avons aussi étudiée les indices parasitaires (la richesse spécifique ,la prévalence des parasites ,l'abondance et l'intensité parasitaires) .

L'inventaire des espèces a permis d'identifier deux espèces qui sont qui sont : *Daphnia pulex* et *Daphnia magna*.

En comparaison avec les normes OMS pour les paramètres physico-chimiques ; ces derniers sont fortement importants dans le milieu d'élevage des daphnies ; certaines valeurs obtenues sont des valeurs optimales pour la croissance ; la reproduction et le métabolisme de la *Daphnia* et d'autres ne permettent pas.

L'analyse parasitologique de 62 individus de *Daphnia* a révélé la présence d'un microsporidie et d'un protozoaire cilié ; la probabilité d'infection de *Daphnia* dans leur milieu d'élevage par ces parasites est très faible.

En ce qui concerne les analyses bactériologiques ; le milieu de vie de ces deux espèces ne présente pas de contamination des eaux par coliformes fécaux ; totaux ; *Escherichia coli* et les staphylocoques qui sont des témoins d'une pollution fécale. Avec une présence des germes mésophiles et des vibrions et aussi des bactéries de *Pseudomonas fluorescens* ; de *Flavimonas oryzihabitans* ; de *Enterobacter cloacae* et de *Chryseomonas luteola* .

Conclusion

Nous nous fixons les perspectives suivantes : il serait lucratif d'étudier quelles sont les causes et les facteurs qui conduisent à l'infestation de parasites daphnies .

Et d'étudier l'effet des parasites sur les le développement et la reproduction des animaux ou des végétaux.

les références bibliographiques

Les références bibliographique

Références bibliographiques

- Alexandre, G., Mandonnet, N., 2005.** Goat meat production in harsh environments. *Small Ruminant Research*, Special Issue: Plenary papers of the 8th International Conference on Goats 60, 53–66
- Amoros, C., 1984.** Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales françaises - 5. Crustacés Cladocères. Publications de la Société Linnéenne de Lyon 53, 72–107.
- Anderson, B.G., Jenkins, J.C., 1942.** A time study of events in the life span of *Daphnia magna*. *The Biological Bulletin* 83, 260–272.
- Blondel, J., Bourlière, F., 1979** La niche écologique, mythe ou réalité *Revue d'Ecologie, Terre et Vie* 345–374.
- Burns, C.W., 1968.** Direct Observations of Mechanisms Regulating Feeding Behavior of *Daphnia*, in *Lakewater*. *Int. Revue ges. Hydrobiol. Hydrogr.* 53, 83–100.
- Chambon, P., Coin, L., Vail, J., 1983.** Risques pour la santé humaine de certains composés azotés présents normalement ou éventuellement dans l'eau de boisson: les nitrates, nitrites et composés N-nitroso. II. *Tech. eau assain* 25–33.
- Chèvre, N., 2000.** Etude et modélisation des effets écotoxiques d'un micropolluant organique sur "*Daphnia magna*" et "*Pseudokirchneriella subcapitata*." EPFL, Lausanne.
- Colbourne, J.K., Pfrender, M.E., Gilbert, D., 2011.** The Ecoresponsive Genome of *Daphnia pulex*. *Science* 331, 555–561.
- Dodson, S.I., 1974.** Zooplankton Competition and Predation: An Experimental Test of the Size-Efficiency Hypothesis. *Ecology* 55, 605–613.
- Ebert, D ,2005.** Écologie, épidémiologie et évolution du parasitisme chez la daphnie. Centre national d'information sur la biotechnologie (États-Unis).
- FAO (Ed.), 2008.** Biofuels: prospects, risks and opportunities, The state of food and agriculture. FAO, Rome.
- Filippi, J.,2013.** Étude parasitologique de *Anguilla anguilla* dans deux lagunes de Corse et étude ultrastructurale du tégument de trois digènes parasites de cette anguille 157.
- Green, J., 1956.** Growth, size and reproduction in *daphnia* (crustacea: cladocera)*. *Proceedings of the Zoological Society of London* 126, 173–204.
- Greenberg, A.E., Thomas, J., Tamplin, B.R., 1973.** Mercury in Water: An Evaluation of Laboratories and Methodology. *Journal - American Water Works Association* 65, 552–554.
- Hadas, O., Bachrach, U., Kott, Y., Cavari, B.Z., 1983.** Assimilation of *E. coli* cells by *Daphnia magna* on the whole organism level. *Hydrobiologia* 102, 163–169.

Les references bibliographique

- Hairston, N.G., Perry, L.J., Bohonak, A.J., Fellows, M.Q., Kearns, C.M., Engstrom, D.R., 1999.** Population biology of a failed invasion: Paleolimnology of *Daphnia exilis* in upstate New York. *Limnol. Oceanogr.* 44, 477–486.
- Holm, N.P., Shapiro, J., 1984.** An examination of lipid reserves and the nutritional status of *Daphnia pulex* fed *Aphanizomenon flos-aquae*1. *Limnology and Oceanography* 29, 1137–1140.
- Kast-Hutcheson, K., Rider, C., Leblanc, G., 2001.** Kast-Hutcheson K, Rider CE, LeBlanc GA. The fungicide propiconazole interferes with embryonic development of the crustacean *Daphnia magna*. *Environ Toxicol Chem* 20: 502-509. *Environmental toxicology and chemistry / SETAC* 20, 502–9.
- Koivisto, S., 1995.** Is *Daphnia magna* an ecologically representative zooplankton species in toxicity tests *Environmental Pollution* 90, 263–267.
- Lynch, M., 1989.** The Life History Consequences of Resource Depression in *Daphnia Pulex*. *Ecology* 70, 246–256.
- Margolis, L., Esch, G.W., Holmes, J.C., Kuris, A.M., Schad, G.A., 1982.** The Use of Ecological Terms in Parasitology (Report of an Ad Hoc Committee of the American Society of Parasitologists). *The Journal of Parasitology* 68, 131–133.
- Massarin, S., Alonzo, F., Garcia-Sanchez, L., Gilbin, R., Garnier-Laplace, J., Poggiale, J.-C., 2010.** Effects of chronic uranium exposure on life history and physiology of *Daphnia magna* over three successive generations. *Aquatic Toxicology* 99, 309–319.
- McCafferty, W.P., 1983.** *Aquatic Entomology: The Fishermen's and Ecologists' Illustrated Guide to Insects and Their Relatives.* Jones and Bartlett.
- Mouchet, P., 1986.** Revue des reactions des algues aux micropolluants mineraux et organiques; consequences ecologiques et possibilites d'applications industrielles. *Water Research* 20, 399–412.
- Nilssen, J., Wærvågen, S., 2002.** Recent re-establishment of the key species *Daphnia longispina* and cladoceran community changes following chemical recovery in a strongly acid-stressed region in southern Norway. *Archiv fur Hydrobiologie* 153, 557–580.
- Olmstead, A.W., Leblanc, G.A., 2002.** Juvenoid hormone methyl farnesoate is a sex determinant in the crustacean *Daphnia magna*. *J Exp Zool* 293, 736–739.
- Pennak, R.W., 1989.** *Fresh-water invertebrates of the United States: protozoa to mollusca.* Wiley, New York.
- Pereira, J.L., Hill, C.J., Sibly, R.M., Bolshakov, V.N., Gonçalves, F., Heckmann, L.-H., Callaghan, A., 2010.** Gene transcription in *Daphnia magna*: effects of acute exposure to a carbamate insecticide and an acetanilide herbicide. *Aquat Toxicol* 97, 268–276.
- Rae, J.E., Aston, S.R., 1981.** Mercury in coastal and estuarine sediments of the northeastern Irish sea. *Marine Pollution Bulletin* 12, 367–371

Les references bibliographique

Refardt, D., Canning, E.U., Mathis, A., Cheney, S.A., Lafranchi-Tristem, N.J., Ebert, D., 2002. Small subunit ribosomal DNA phylogeny of microsporidia that infect *Daphnia* (Crustacea: Cladocera). *Parasitology* 124, 381–389

Rizet, M.M., 1989. Conséquences qualitatives de la sécheresse sur l'alimentation en eau potable. *La Houille Blanche* 553–557.

Sandhall, A., 1993. *Insectes et Petites Bêtes*. Nathan Nature, Paris.

Smith, F.E., 1963. Population Dynamics in *Daphnia magna* and a New Model for Population Growth. *Ecology* 44, 651–663.

Sparagano, O., Grolière, C.-A., 1991. Evaluation de la qualité des eaux d'une rivière avec les protozoaires ciliés comme bioindicateurs de pollution. Comparaison avec la physico-chimie. *Hydroécol. Appl.* 3, 43–62.

Sperfeld, E., Wacker, A., 2009. Effects of temperature and dietary sterol availability on growth and cholesterol allocation of the aquatic keystone species *Daphnia*. *Journal of Experimental Biology* 212, 3051–3059.

Tollrian, R., 1995. Predator-Induced Morphological Defenses: Costs, Life History Shifts, and Maternal Effects in *Daphnia pulex*. *Ecology* 76, 1691–1705.

Toumi, H., 2013. Écotoxicité de la deltaméthrine et du malathion sur différentes souches de “*Daphnia magna*” (Crustacea, Cladocera) : apport de la protéomique dans la recherche de nouvelles cibles cellulaires (These de doctorat). Université de Lorraine.

Versteeg, D.J., Stalmans, M., Dyer, S.D., Janssen, C., 1997. Ceriodaphnia and daphnia: A comparison of their sensitivity to xenobiotics and utility as a test species. *Chemosphere* 34, 869–892.

Walton, G., 1951. Survey of Literature Relating to Infant Methemoglobinemia Due to Nitrate-Contaminated Water. *Am J Public Health Nations Health* 41, 986–996.

Yurista, P.M., 2000. Cyclomorphosis in *Daphnia lumholtzi* induced by temperature. *Freshwater Biology* 43, 207–213.

Site web

<https://www.aquaportail.com/definition-337-daphnie.html>

<https://fr.weatherspark.com>

Annexes



Photo présente le bassin d'élevage du *Daphnia*.



Photo présente le matériel bactériologique

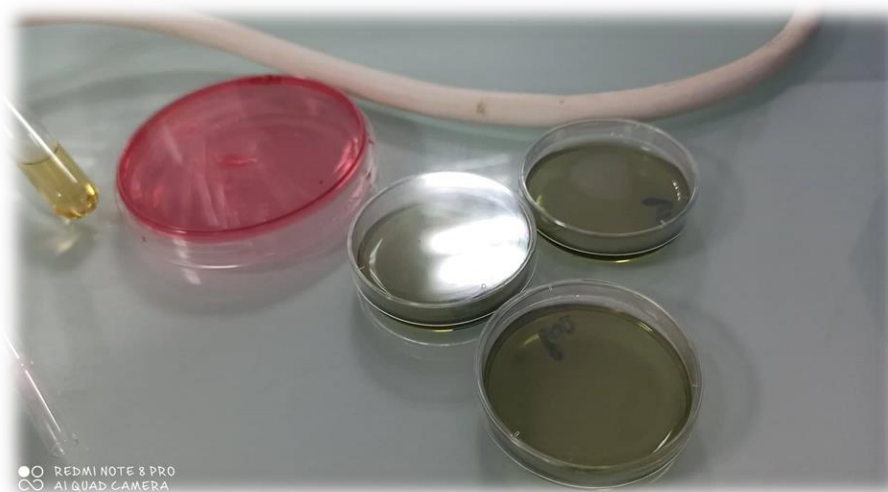
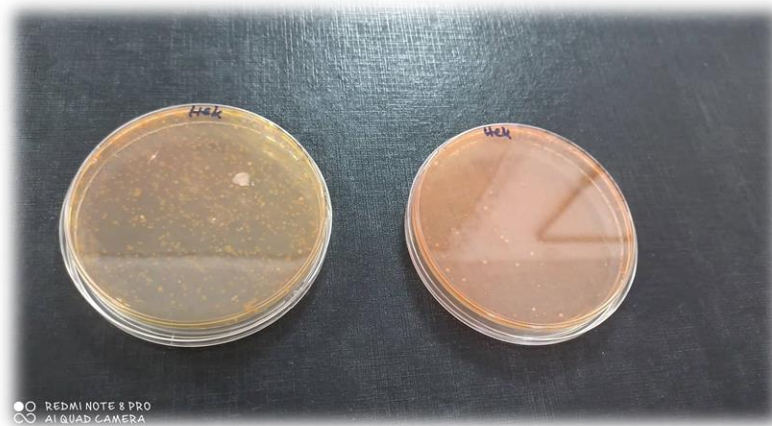


Photo présente le milieu Chapman et Tergitol



Aspect des colonies sur gélose Hektoen



Photo présente le milieu PCA pour la recherche des germes mésophiles



Photo présente le milieu TCBS et le milieu GNAB