

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة 8 ماي 1945 قالمة
Université 8 Mai 1945 Guelma
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la terre et de l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biologie

Spécialité/Option: Ecologie/ Biodiversité et Ecologie des zones humides

Département: ECOLOGIE ET GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

Evaluation et l'utilisation de *Daphnia magna* comme bio indicateur de la qualité de l'eau d'Oued Seybouse

Présenté par :

Guerrouf Marwa

Touahria Fatima

Devant le jury composé de :

Président (e) : Samraoui Chenafi F

Pr

Université de Guelma.

Examineur : Rettem C

M.A.A

Université de Guelma.

Encadreur : Nedjah R

M.C.A

Université de Guelma.

Co Encadreur : Touati L

M.C.B

Université de Constantine.

Juin 2016

Résumé

Daphnia magna un microcrustacé de l'ordre des cladocères est utilisé comme bioindicateur pour évaluer la qualité des écosystèmes aquatiques. Cette présente étude vise à évaluer et caractériser la qualité des eaux de l'Oued Seybouse, en utilisant une espèce des eaux douces *Daphnia magna*. Les résultats obtenus suite à un test chronique ont mis l'accent sur l'effet des différents effluents (Charef, Bouhamdane et Seybouse) sur les traits de l'histoire de *D. magna*. Une réduction dans la taille des femelles et juvéniles à la première ponte, la longévité, la grandeur de ponte, nombre de ponte par femelle et le nombre de descendants total par mère. L'intervalle de ponte, l'âge à la maturité et à la première ponte ont connu un étalement dans le temps par rapport au témoin. En outre, la taille des femelles et des juvéniles à la fin de l'essai (21 jours) est réduite dans les trois sites comparativement au témoin. Enfin, on note la présence des malformations et des males dans la descendance au niveau de l'Oued Bouhamdane.

Mots clés : *Daphnia magna*, bioindicateur, Oued Seybouse, histoire de vie, effluents.

Abstract

Daphnia magna is a cladoceran species used as bio indicator to estimate the quality of the aquatic ecosystems. This present study aims to estimating and characterizing the quality of waters of the Wadi Seybouse, by using a species of freshwater *Daphnia magna*. The results obtained by chronic test revealed the effect of the various effluents (Charef, Bouhamdane and Seybouse) on the life history traits of *D. magna*. A decrease was observed in the size of the females and neonates at first reproduction, longevity, brood size, number of brood and total progeny). The inter-clutch time; age at maturity and at first brood (neonate to neonate) extended in the time with regard to control. Besides, the size of females and neonates at the end of essay (21 days) is reduced in three sites of study compared with control. Finally, we note the presence of abnormal individuals and males in the progeny at Bouhamdane wadi.

Key words: *Daphnia magna*, bio indicator, Seybouse wadi, life history, effluents.

Chapitre I : **Qualité d'eau**

Chapitre II :
Biologie et description
de Daphnia magna

Chapitre III :

Présentation de

la zone d'étude

Chapitre IV:

Materiel et Méthodes

Chapitre V:

Résultats et discussion

Table de matière

Introduction

Référens

Résumé

Conclusion

Remerciement

Tout d'abord, nous remercions le « Dieu » notre créateur de nos avoir donné les forces, la volonté et le courage afin d'accomplir ce Modeste travail.

*Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à notre encadreur **Mr Nedjah** et Co-encadreur **Mr Touati** pour tout le temps qu'ils nous ont consacré, leur directives précieuses, et pour la qualité de leur suivi durant toute la période de la réalisation de ce mémoire de fin d'étude*

*Nos plus vifs remerciements s'adressent aussi à madame la présidente **Samraoui** et Madame l'examinatrice **Rettem** pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leur propositions.*

Nos remerciements vont enfin à toute personne qui a contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Fatima, Marwa

Dédicace

Je dédie ce mémoire

*A mes chers parents Guerrouf Abdel Halim et Soufi Djamaa
Pour leur patience, leur amour, leur soutien et leur encouragement.*

A mon mari : HAMZA MEGROUD

A mes frères : Sofiane, Djakob

Et mes sœurs : Chahrazade, Fatiha, Ikram, Souaad

A toute la famille Guerrouf et Megroud

A ma copine : Fatima Touahria

A tous mes chers amis et mes collègues de l'Université de Guelma

Et à tous ce qui ont enseigné moi au long de ma vie scolaire.

GUERROUF MARWA

Dédicace

Je dédie ce mémoire à ... 

A mes très chers parents: Tayab et Houria

*Ce travail est le fruit de vos sacrifices que vous avez consentis
pour mon éducation et ma formation*

A mon très cher mari Abd el Azize (Zizou)

*Pour leur patience, leur amour, leur soutien et leur
encouragement.*

*A mes très chères sœurs : Linda , Somia , Yosra et mes très
chers frères : Tahar, Adel, Lotfi, Abd el Halim, Kamel, Hicham
et Ilyas.*

A ma chère copine : Guerrouf Marwa

A mes chères ami(e)s: Marwa, Rania , Yamina, Zouzou, Amina

Vous avez toujours été présents pour les bons conseils

*A tous les membres de la famille TOUAHRIA et KHELAFIA,
petits et grands*

*Veillez trouver dans ce modeste travail l'expression de mon
affection*

TOUAHRIA FATIMA

Table de matière

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction.....	01

Chapitre I : Qualité de l'eau

1. Généralités sur l'eau	03
2. Le cycle de l'eau	03
3. Etude globale de qualité de l'eau	05
4. Les facteurs influents sur la qualité de l'eau.....	05
5. Types de ressources en eau	06
5.1. Précipitation ou l'eau de pluie	06
5-2. Eaux de surfaces.....	06
5-2.1. Eaux des fleuves et rivières.....	06
5-2.2. Eaux des lacs et marais	07
5-3. Eaux souterraines	07
6. Maladie hydriques.....	07
6-1. Maladies d'origine bactérienne	07
6-2. Maladies d'origine virale	08
6-3. Maladies d'origine parasitaire	08
6.3.1. Coliformes totaux	08
6.3.2. Coliformes fécaux (thermotolérants)	08

6.3.3. Streptocoques fécaux ou entérocoques.....	08
7. Analyse de l'eau	09
7.1 .Analyse physico-chimique	09
7 .1.1.Paramètres organoleptiques.....	09
7.1.2. Les paramètres physiques chimiques.....	10
7.2. Analyses microbiologiques	15
7.3. Analyses biologiques.....	15
7.3.1. Indice biotique.....	15
7.3.2. Un bio indicateur	16
7.3.3. Biomarqueur.....	18

Chapitre II: Biologie de Daphnia magna

1. Description de <i>Daphnia magna</i>	19
2. Biotope.	19
3. Position systématique.	19
4. Morphologie.	20
4-1. La tête de la daphnie.	20
4-2. Le système nerveux.	20
4-3. Le tube digestif.....	20
4-4. Le système circulatoire.	20
4-5. Le cœur.....	20

4-6. Les ovaires.	20
5. La déférence entre les male et les femelles	24
6. La reproduction.	24
8. Développement.	26
9. Longévité	27
10. Les exigences physico-chimiques.....	27
• La salinité.....	27
• Oxygène dissous.....	27
• Le milieu ionique	28
• Les températures.....	28
11. La L' Alimentation	28
12. La Répartition	28

Chapitre III: Présentation de site d'étude.

1. Présentation de région de Guelma	30
2 . Relief.	30
3. Ressources hydriques.....	30
.3.1.Oued Seybouse.	30
3-2. Oued Bouhamdene.	30
3-3. Oued Charef.....	31
4. Description Le bassin de la Seybouse	32
4-1. Hydrologie.....	32
4-2. Climatologie	33

5. Qualité physico-chimique des eaux de la Seybouse.	33
6. Les sources de pollution.....	33

Chapitre VI : Matériel et Méthodes

1. Matériels	37
1-1. Matériels biologique (bio indicateur).....	37
1-2. Matériels expérimental	37
2. Méthodes	37
2-1. Au terrain	37
2-2. Au laboratoire	38
• La culture en aquarium	38
• Mode opération	38
2-3. Analyse statistique	39

Chapitre V : Résultats et Discussion

5-1. Effet des effluents sur les paramètres de <i>Daphnia magna</i>	40
5-1-1. La taille des femelles adultes à la 1 ^{ère} reproduction	40
5-1-2. La taille des juvéniles à la 1 ^{ère} reproduction.....	40
5-1-3. La longévité.....	41
5-1-4. L'intervalle de ponte.....	42
5-1-5. L'âge à la maturité	42
5-1-6. L'âge à la première ponte	42
5-1-7. Grandeur de ponte.....	44

5-1-8. Nombre de ponte par femelle	44
5-1-9. Nombre de descendants par femelle	44
5-1-10. La taille des femelles à la fin du test	46
5-1-11. La taille des juvéniles à la fin du test	46
5-1-12. Le sex ratio.....	47
5-2. Discussion.....	48
Conclusion.....	52
Références bibliographiques.....	53

Résumé

Abstract

ملخص

Liste de tableaux :

Tableau	Titre	Page
01	Caractéristique d'une eau de bonne qualité	05
02	Classification des eaux d'après leur PH	12
03	Classes de turbidité usuelles (NTU, nephelometric turbidity unit)	12
04	Echelle de valeurs de DBO5	13
05	Selon le groupe indicateur et la diversité taxonomique on attribue à partir d'un tableau une note variant de 1 à 20	17
06	Les mesures des paramètres	38
07	Embryotoxicité et pourcentage de males présent dans la descendance de <i>D. magna</i> pendant les 21 jours du test exposée aux différents traitements	47

Liste de figures

Figures	Titres	Pages
01	Cycle de l'eau.	04
02	(a) Photo de <i>Daphnia magna</i> , femelle adulte. (b). Anatomie de <i>Daphnia magna</i>	21
03	Organisation générale d'un cladocère, vue latérale	22
04	Dimorphisme sexuel chez <i>Daphnia magna</i> , A (mâle), B (femelle). Le rectangle bleu permet d'illustrer les différences au niveau du post-abdomen.	23
05	Cycle de vie de <i>Daphnia magna</i>	25
06	Reproduction de la daphnie par parthénogénèse en conditions favorables, d'après	29
07	Photos des différents stades de développement embryonnaire chez <i>Daphnia magna</i>	29
08	Carte de la wilaya de Guelma	31
09	Confluence des oueds Charef et Bouhamdane donnant la Seybouse	36
10	Variation de la taille des femelles à la 1 ^{ère} reproduction dans les différents sites	40
11	Variation de la taille des juvéniles à la 1 ^{ère} reproduction dans les différents sites	41
12	Variation de la longévité dans les différents sites	41
13	L'intervalle de ponte moyen dans les différents sites	42
14	L'âge à la maturation de daphnies dans les différents sites	43
15	Variation de l'âge à la 1 ^{ère} ponte dans les différents sites.	43
16	La variation de la grandeur de ponte moyenne dans les différents sites	44
17	. Variation du nombre de ponte par femelles dans les différents sites	45

18	Variation du nombre de descendants produits par mère dans les différents sites	45
19	Variation de la taille des femelles chez <i>D. magna</i> à la fin du test (21 jours) dans les différents sites	46
20	Variation de la taille des juvéniles chez <i>D. magna</i> à la fin du test (21 jours) dans les différents sites	47

Liste des abréviations

DBO : Demande Biologique en Oxygène.

DBO₅ : Demande Biologique en Oxygène Durant 5 jours.

DCO : Demande chimique en Oxygène.

PH : Potentiel Hydrogène.

MO : matière organique.

IBGN : L'Indice biologique global normalisé.

ST : Variété taxonomique

GI : Groupe Indicateur.

NO₃⁻ : Les nitrates

NO₂⁻ : les nitrites

RHP: Réseau Hydrobiologique et Piscicole

IPR : Indice Poison Rivière

ROM : Réseau d'Observation de Milieu

UJ : Unité Jackson.

UNT : Unité de Néphélométrie de Turbidité.

UFT : Unité Formazine de Turbidité.

SiO₂ : Unité de Concentration de Silice.

Introduction

Introduction :

Dans tous l'univers, il y a une molécule que l'homme cherche avidement, à cause de sa grande importance dans la vie biologique. Sa formule, peut s'écrire de façon très simple: H_2O , c'est l'eau. (Adjeroud et Nahal, 2014).L'eau est une ressource naturelle limite et circule environ $1.4Km^3$ d'eau à travers le cycle hydrologique sur la planète, et cet environnement rassemble une ensemble d'organismes adaptés à la vie aquatique (faune, flore microbienne), qu'ontun rôle essentielle dans la modulation d'équilibre hydrologique. (Chennouf et Siradj, 2008).

Cette ressource qui répond aux besoins fondamentaux de l'homme est un facteur du développement pour générer et entretenir la prospérité par le biais de l'agriculture, la pêche, la production d'énergie, l'industrie, des transports et du tourisme... etc.(Bedouh, 2014). De cette raison, elle est devenue de plus en plus contaminée par différents types de polluants véhiculés par les activités humaines et naturelles,En effet, on a besoin d'outils capables d'aborder de manière aussi globale et intégrée que possible ces problèmes, dans le souci d'améliorer les connaissances et le contrôle des phénomènes mis en cause.Le développement de la bio-indication ouvre ainsi la voie à une surveillance plus large et écologique intégrant leseffets sur l'environnement grâce à des organismes sentinelles en particulier les micro-crustacés. (Rivière, 1998).

A cet égard, le cladocère *Daphnia magna* est un organisme test qui occupe une place confirmée pour l'évaluation de la toxicité aigüe et chronique de polluants sur les écosystème d'eau douce .Cette espèce est choisie en raison de son rôle clé dans la chaine trophique ,sa sensibilité , sa facilité d'élevage et ceci en plus de sa disponibilité en abondance en raison de la simplicité de sa culture et manipulation.(Bouguebina, 2015).

Notre étude se focalise essentiellement sur la qualité d'eau d'Oued Seybouse, en basant sur les effets de différents effluents (Oued Charef et Oued Bouhamdane) sur les paramètres de cycle de vie de *Daphnia magna* (Taille des femelles adultes à la 1^{ere} reproduction, longévité, âge à la première ponte).

Les objectifs du présent travail sont de trois ordres : scientifiques, méthodologiques et d'amélioration de gestion.

Introduction

Les **objectifs scientifiques** visent à améliorer les connaissances sur les effets des effluents d'eau vis-à-vis de *Daphnia magna*.

Les **objectifs méthodologiques** visent à contribuer à l'amélioration des méthodologies d'évaluation des risques écotoxicologiques de l'eau ;

Les **objectifs d'amélioration de gestion** visent à proposer des moyens efficaces d'évaluation et de contrôle de la qualité des eaux.

La structure du mémoire est comme suit :

- ✓ Le premier chapitre présente une étude bibliographique sur la qualité d'eau.
- ✓ Le deuxième abordera la biologie de *Daphnia magna*.
- ✓ Le troisième chapitre est réservé à la description des sites d'étude.
- ✓ Le quatrième chapitre présente les différents matériels et les méthodes utilisées dans cette étude.
- ✓ Enfin, un cinquième chapitre traite les résultats et leur discussion.

I.1. Généralité sur l'eau :

L'eau est un composé chimique ubiquitaire sur la terre, essentiel pour tous les organismes vivants connus. L'eau se trouve en général dans son état liquide et possède à température ambiante des propriétés uniques. Presque 70% de la surface de la terre est recouverte d'eau (97 % d'eau salée et 3 % d'eau douce dans les différents réservoirs), essentiellement sous forme d'océans, mais l'eau est aussi présente sous forme gazeuse (vapeur d'eau), liquide et solide (glace). Le volume approximatif de l'eau de la terre (toutes les réserves d'eau du monde) est de $1\,360\,000\,000\text{ Km}^3$. Dans ce volume :

- $1\,320\,000\,000\text{ Km}^3$ (97.2%) se trouvent dans les océans.
- $25\,000\,000\text{ Km}^3$ (1.8%) se trouvent dans les glaciers et les calottes glaciaires.
- $13\,000\,000\text{ Km}^3$ (0.9%) sont des eaux souterraines.
- $250\,000\text{ Km}^3$ (0.02%) sous forme d'eau douce dans les lacs, les mers intérieures et les fleuves.
- $13\,000\text{ Km}^3$ (0.001%) sous forme de vapeur d'eau atmosphérique à un moment donné [1].

I.2. Le cycle de l'eau :

Le cycle de l'eau biogéochimique, ou cycle hydrologique, concerne les actions de l'eau H_2O au-dessus et en dessous de la surface de la terre, toutes les interactions en mouvement continu de la masse d'eau, tant en aérien, terrestre que souterrain ou sous-marin. C'est en raison de la présence sur toute la surface du globe que la terre est appelée "planète bleue", lorsqu'elle est vue à partir de l'espace. La terre a une quantité limitée d'eau, tout le temps recyclée, et étudiée en hydrologie. Le cycle de l'eau regroupe plusieurs phénomènes physiques comme les précipitations, l'écoulement, le ruissellement, l'infiltration, la fonte des glaces, l'évapotranspiration et la transpiration, la condensation et les mouvements des masses d'eaux, tant en surface qu'en souterrain ou sous-marin (Fig. 1) [2].



Fig. 1: Cycle de l'eau (USGS, 2016) [3].

I.3. Etude globale de qualité de l'eau :

Pour juger de la qualité de l'eau dans sa globalité, il est nécessaire de prendre en compte les critères énumérés dans le tableau suivant :

Tableau 1 : caractéristique d'une eau de bonne qualité (Zerluth et Gienger, 2006).

Qualité chimique de l'eau	Qualité bactériologique de l'eau	Qualité physique de l'eau
Produit chimique ▼ Minéraux ▼ Calcaire ▼ Oxygène ▲ Acide carbonique ▼ Composants odorants ▼ Agent de sapidité ▼ Matière en suspension Rouille ▼ Substance radioactives ▼ Valeur de PH♦	Bactéries ▼ Virus ▼ Parasites ▼ Spores de champignons	Surface interne ▲ Taille des gouttes ▼ Energie, force Attractive ▲ Structure ▲ Pénétration de la matière Activité bio phonique ▲ Information Extérieurs ▼ Forces concentratrices
La plus faible possible ▼	Autant que possible ▲	Asses équilibré que possible♦

I.4. Les facteurs influents sur la qualité de l'eau :

- La croissance démographique provoque une augmentation de besoin en eau potable donc de l'exploitation des ressources existantes.
- Les facteurs anthropiques en particulier les pollutions dues à l'urbanisation, l'industrialisation, l'agriculture,....
- Les facteurs physico - chimique du sol et sous-sol dont la nature lithologique (porosité et perméabilité, la structure et texture de l'aquifère) pour les eaux souterraines.
- Les facteurs climatiques surtout la variabilité et le changement du climat avec une faible ou forte pluviosité (cyclone, inondation, sécheresse) ou une forte évapotranspiration (Rakotondrabe, 2006).

I.5. Types de ressources en eau :

Dans la nature, on peut signaler d'une part les petites ressources en eau comme l'humidité de l'air et l'humidité du sol que certains animaux et plantes en profitent. Et d'autre part les grandes ressources d'eau dont : l'eau des pluies (précipitations), l'eau de surface (eau des fleuves et rivières, des lacs et des marais, des étangs et des petites dépressions fermées), les eaux souterraines (dans les différents magasins aquifères) et l'eau de mer (Rakotondrabe, 2006).

I.5.1. Précipitations ou l'eau de pluie :

Les précipitations sont toutes l'eau météorique qui tombe sur la surface de la terre tant sous forme liquide que sous forme solide. C'est une source primaire d'eau douce. Par des précipitations efficaces, l'eau de pluie alimente à la fois les nappes souterraines par l'infiltration et l'eau de surface par le ruissellement. Dans certaines régions, la pluie est captée directement pour l'approvisionnement en eau de certains villages par l'impluvium. La pluie tombée peut être mesurée ou quantifiée à l'aide d'un pluviomètre ou d'un pluviographe à une station d'observations. Les précipitations exprimées en lame d'eau ou en hauteur de pluie en millimètre indiquent la pluie globale précipitée dans un intervalle de temps (journalière, mensuelle, annuelle) de la région et par unité de surface (Rakotondrabe, 2006).

I.5.2. Eau de surfaces :

L'eau de surfaces inclue : les eaux des ruisseaux, des rivières et fleuves, des lacs et marais. Elle provienne de l'eau de pluie tombée sur le bassin versant récepteur et (ou) de vidange des nappes souterraines au niveau des sources et suintements (Rakotondrabe, 2006).

I.5.2.1. Eau des fleuves et rivières :

En très haute montagne, les cours d'eau naissent de la fonte des glaciers. La glace qui fond donne naissance à des ruisseaux ou à des torrents qui glissent sous les glaciers et émergent à leur pied : c'est le régime glaciaire.

Les autres cours d'eau proviennent du ruissellement des pluies excédentaires et/ou de l'émergence, sous la forme de sources, de nappes d'eaux souterraines : ce type de régime est dit pluvial ; Tous les cours d'eau descendent le long des pentes, se rejoignent pour former des rivières de plus en plus imposantes qui finissent par se jeter dans un océan ou une mer intérieure. Les cours d'eau sont aussi alimentés par les eaux de ruissellement et parfois par des eaux souterraines (AESN_COL, 2016).

I.5.2.2. Eau des lacs et marais :

Les lacs se forment lorsque les eaux qui coulent le long des pentes, cours d'eau ou eaux de ruissellement, rencontrent un obstacle qui les empêche de poursuivre leur course. Les eaux envahissent alors la dépression ainsi créée, formant des étendues parfois immenses, à tel point que certains grands lacs sont appelés des mers ; Les lacs sont alimentés par un cours d'eau ou par des eaux de ruissellement et dans certains cas par des eaux souterraines (AESN-COL, 2016).

I.5.3. Eaux souterraines :

Elles proviennent de l'infiltration des eaux de pluie dans le sol. Celles-ci s'insinuent par gravité dans les pores, les microfissures et les fissures des roches constituant le sous-sol, humidifiant des couches de plus en plus profondes, jusqu'à rencontrer une couche imperméable. Les eaux s'accumulent, remplissant le moindre vide, saturant d'humidité le sous-sol, formant ainsi un réservoir d'eau souterraine appelé nappe. La roche plus ou moins poreuse et donc plus ou moins perméable contenant cette eau est appelée aquifère.

Les eaux souterraines constituant la nappe cheminent en sous-sol sur la couche imperméable, en suivant les pentes, parfois sur des dizaines voire des centaines de kilomètres, avant de ressortir à l'air libre, alimentant une source ou un cours d'eau nommés exutoires. Les nappes souterraines fournissent presque le tiers du débit total des cours d'eau de la planète, soit environ 12 000 km³ d'eau par an (AESN-COL, 2016).

I.6. Maladies hydriques :

Les pathologies liées à l'eau peuvent être d'origine bactérienne, virale, parasitaire, liées au manque d'eau. Elles sont souvent regroupées sous le nom de maladies hydriques :

I.6.1. Maladies d'origine bactérienne :

Les eaux peuvent transmettre un certain nombre de maladies d'origine bactérienne. Les différents germes en cause sont:

- Le choléra (*Vibrio cholerae*).
- La fièvre typhoïde et gastro-entérite (*Salmonella typhi* et *E. Coli*).
- Schigellose (*Shigella* spp).
- La tuberculose (*Mycobacterium tuberculosis*).

I.6.2. Maladies d'origine virale :

- La poliomyélite.
- Les hépatites virales et entérovirus.

I.6.3. Maladies d'origine parasitaire :

On trouve les épidémies d'origine hydrique dues à des parasites. Exemples : l'Ankylostomose, la Dracunculose, le Téniasis etc.... (Harlye et al, 2010). Pour évaluer ces risques un certain nombre d'indicateurs de contamination fécale ont été retenus. On cite les Coliformes totaux, les Coliformes fécaux (thermo tolérants) et les Streptocoques.

I.6.3.1. Coliformes totaux:

Sont définis comme étant des bactéries en bâtonnet, non sporogènes, gram négatif, aérobie ou anaérobies facultative capables de croître en présence des sels biliaries ou autre agent de surface ayant des propriétés inhibitrices de croissance analogues et capables de fermenter le lactose avec production d'acide (ou d'aldéhyde) et de gaz en 48 heures à des températures de 35 à 37°C. Ils possèdent l'enzyme β -galactosidase permettant l'hydrolyse du lactose à 35°C afin de produire des colonies rouges avec reflet métallique sur un milieu gélosé approprié. Les principaux genres inclus dans le groupe sont : *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Eschirichia*, *Serratia* et *Klebsiella* (INSPQ, 2010).

I.6.3.2. Coliformes fécaux (thermotolérants):

Ce sont des bâtonnets gram négatif, aérobies et facultativement anaérobies ; non sporulant, capables de fermenter le lactose avec production de l'acide et de gaz à 36 et 44°C en moins de 24 heures. Sont souvent désignés sous le nom *d'Eschericia Coli* bien que le groupe comporte plusieurs souches différentes (*Citrobacterfreundii*, *Entérobacter aérogènes*, *Klebsiellapneumoniae... etc.*). Les coliformes fécaux sont intéressants car un très grand nombre d'entre eux vivent en abondance dans les matières fécales des animaux à sang chaud et de ce fait, constituent des indicateurs fécaux de la première importance (Harlye et al, 2010).

I.6.3.3. Streptocoques fécaux ou entérocoques :

Ce sont des hôtes normaux de l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud. Ils se répartissent en deux genres *Streptococcus* et *Enterococcus*. La plupart des espèces appartiennent au genre *Enterococcus*. Leur recherche dans le milieu hydrique présente un intérêt certain, car leur comportement diffère nettement de celui des coliformes. Leur

caractère de cocci Gram+ leur confère une bonne résistance dans les milieux hydriques. Ce qui permettrait la mise en évidence de pollution plus ancienne (Hade, 2003).

I.7. Analyse de l'eau :

I.7.1 .Analyse physico-chimique :

I.7.1.1.Paramètres organoleptiques :

Les paramètres organoleptiques correspondant à l'appréciation de la qualité de l'eau par les sens et doivent être déterminés au moment de prélèvement à fin d'éviter toute modification au cours du stockage (apparition d'une coloration de précipités etc.)(Rodier, 1984).

- **La couleur :**

La couleur de l'eau est due à la présence de matière organique colorée (substances chimiques), de métaux au cours de rejets industriels (industries papetière et textile) (Potlon et Zysman, 1998). Le terme de couleur, au sens strict, décrit la perception visuelle d'une combinaison d'effets chromatique et achromatique, mais la norme distingue différents types de coloration :

- ✓ **La couleur d'une l'eau :**

Propriété optique consistant à modifier la composition spectrale de la lumière transmise.

- ✓ **La couleur apparente d'une l'eau :**

Couleur due aux substances dissoutes et aux matières en suspension.

- ✓ **La couleur vraie d'une eau :**

Couleur due seulement aux substances dissoutes.

La couleur peut être mesurée soit par la méthode au platine cobalt par comparaison avec des disques colorés sur terrain (Rodier, 1984).

- **La turbidité :**

La turbidité de l'eau a pour origine la présence de matière en suspension (argile, limons, particules colloïdales, plancton, organismes microscopiques) qui donne un aspect trouble à l'eau (Potlon et Zysman, 1998). L'appréciation de l'abondance de ces matières mesure son degré de turbidité. Celle-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace. La turbidité peut être évaluée sur le terrain ou au laboratoire à l'aide d'un turbidimètre optique. Il convient de signaler que la directive des communautés européennes a retenu la méthode à la silice et celle à la fomezine (Rodier, 1984).

La turbidité peut être exprimée en unité Jackson (UJ), unité de néphélogéométrie de turbidité (UNT), unité formazine de turbidité (UFT) ou unité de concentration de silice (SiO₂) Ainsi que des mesures en nombre de gouttes de mastic (Potlon et Zysman, 1998).

1UJ=1UNT=1UFT=15 goutte

- **L'odeur :**

On définit l'odeur comme les sensation perçues par l'organe olfactif en flairent certains substance volatiles (Rejsek,2002) l'odeur a pour origine principale la présence de présence de la substance organique volatile ou de certains gaz :

D'origine biologie, les odeurs révèlent la présence de micro-organismes qui peuvent être des germes pathogène en grand concentration ; Elles peuvent aussi provenir de pollution issue des activités humaines (effluent industriels ou agricoles). L'existence d'une odeur inhabituelle dans l'eau de distribution publique est révélatrice d'une dégradation (Potlon et Zysman, 1984).

- **Le goût :**

On définit le goût comme l'ensemble de la sensation gustative, olfactives et des sensibilités Chimique communes qui est perçue lorsque l'aliment ou la boisson est dans la bouche. (Rodier, 1984 .Potlon et Zysman, 1998).

La saveur d'une eau est due à la combinaison de nombreux facteurs parmi les quels :

- ✓ Les matières organiques dissoutes.
- ✓ Les métabolites de certains micro-organismes vivants dans l'eau.
- ✓ La minéralisation de l'eau ; certain minéraux donnent des goûts particuliers à l'eau.
- ✓ La flaveur peut être définie comme : l'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif.
- ✓ Les bourgeons gustatifs et la cavité buccale aux quelles peuvent s'ajoutes des sensations Thermique, tactiles, chimique, kinésique, douloureuses, etc. (Rodier, 1984).

I.7.1.2. Les paramètres physiques chimiques :

Les paramètres à analyser sont choisis en fonction de l'objectif recherché.

- **Température**

La température de l'eau est un paramètre de confort pour les usagers. Elle permet également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment). De plus, en mettant en évidence des contrastes de température de l'eau sur un milieu, il est possible d'obtenir des indications sur

l'origine et l'écoulement de l'eau. La température doit être mesurée in situ. Les appareils de mesure de la conductivité ou du pH Possèdent généralement un thermomètre intégré.

- **Conductivité :**

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. La conductivité est également fonction de la température de l'eau : elle est plus importante lorsque la température augmente. Les résultats de mesure doivent donc être présentés en termes de conductivité équivalente à 20°C ou 25°C. Les appareils de mesure utilisés sur le terrain effectuent en général automatiquement cette conversion.

Ce paramètre doit impérativement être mesuré sur le terrain. La procédure est simple et permet d'obtenir une information très utile pour caractériser l'eau ; Comme la température, des contrastes de conductivité permettent de mettre en évidence des pollutions, des zones de mélanges ou d'infiltration. La conductivité est également l'un des moyens de valider les analyses physico-chimiques de l'eau : la valeur mesurée sur le terrain doit être comparable à celle mesurée au laboratoire.

- **PH :**

Le pH (potentiel Hydrogène) mesure la concentration en ions H⁺ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14.7 étant le pH de neutralité. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau. Le pH doit être impérativement mesuré sur le terrain à l'aide d'un pH-mètre ou par colorimétrie.

Tableau 2 : classification des eaux d'après leur PH : [4]

PH <5	Acide forte =présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
PH=7	Ph neutre
7<PH<8	Neutralité approchée=majorité des eaux de surface
5. 5<pH<8	Majorité des eaux souterraines
PH=8	Alcalinité des forte, évaporation intense

- **Turbidité :**

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. La turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...). Les désagréments causés par une turbidité auprès des usagers sont relatifs car certaines populations sont habituées à consommer une eau plus ou moins trouble et n'apprécient pas les qualités d'une eau très claire. Cependant une turbidité forte peut permettre à des micro-organismes de se fixer sur des particules en suspension. La turbidité se mesure sur le terrain à l'aide d'un turbidimètre [4].

Tableau 3 : classes de turbidité usuelles (NTU, nephelo metric turbidity unit) : [4].

NTU<5	Eau claire
5<NTU<30	Eau légèrement trouble
NTU =50	Eau trouble
NTU	La plupart des eaux de surface en Afrique atteignent ce niveau de turbidité

- **Oxygène dissous :**

L'eau absorbe autant d'oxygène que nécessaire pour que les pressions partielles d'oxygène dans le liquide et dans l'air soient en équilibre. La solubilité de l'oxygène dans l'eau est fonction de la pression atmosphérique (donc de l'altitude), de la température et de la minéralisation de l'eau : la saturation en O₂ diminue lorsque la température et l'altitude augmentent. La concentration en oxygène dissous est un paramètre essentiel dans le maintien de la vie, et donc dans les phénomènes de dégradation de la matière organique et de la photosynthèse.

C'est un paramètre utilisé essentiellement pour les eaux de surface. Au niveau de la mer à 20°C, la concentration en oxygène en équilibre avec la pression atmosphérique est de 8.8 mg/l d'O₂ à saturation. Une eau très aérée est généralement sursaturée en oxygène (torrent), alors qu'une eau chargée en matières organiques dégradables par des micro-organismes est sous-saturée. En effet, la forte présence de matière organique, dans un plan d'eau par exemple, permet aux micro-organismes de se développer tout en consommant de l'oxygène, donc il est un paramètre utile dans le diagnostic biologique du milieu eau [4].

- **Demande biochimique en oxygène(DBO) :**

La DBO (demande biochimique en oxygène) exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation de la matière organique biodégradable d'une eau par le développement de micro-organismes, dans des conditions données. Les conditions communément utilisées sont 5 j (on ne peut donc avoir qu'une dégradation partielle) à 20°C, à l'abri de la lumière et de l'air ; on parle alors de la DBO₅. Cette mesure est très utilisée pour le suivi des rejets des stations d'épuration, car elle donne une approximation de la charge en matières organiques biodégradables. Elle est exprimée en mg d'O₂ consommé (cf. tableau ci dessous).

Tableau 04 : Echelle de valeurs de DBO₅ : [4].

Situation	DBO ₅ (mg /l d'O ₂)
Eau naturelle pure et vive	< 1
Rivière légèrement polluée	1 < c <3
Egout	100 < c <400
Rejet station d'épuration efficace	20 < c <40

- **Demande chimique en oxygène(DCO) :**

La DCO (demande chimique en oxygène) exprime la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique (biodégradable ou non) d'une eau à l'aide d'un oxydant, le bichromate de potassium. Ce paramètre offre une représentation plus ou moins complète des matières oxydables présentes dans l'échantillon (certains hydrocarbures ne sont, par exemple, pas oxydés dans ces conditions). L'objectif de la DCO est donc différent de celui de la DBO. La DCO peut être réalisée plus rapidement que la DBO (oxydation " forcée ") et donne une Image de la matière organique présente, même quand le développement de micro-organismes est impossible (présence d'un toxique par exemple). Le résultat s'exprime en mg/l d'O₂. Généralement, la DCO vaut de 1.5 à 2 fois la DBO₅ pour les eaux usées domestiques. La relation empirique suivante lie la DBO₅, la DCO et la matière organique de l'échantillon (MO) : $MO = (2 DBO_5 + DCO) / 3$.

- **L'oxydabilité :**

L'oxydabilité est une mesure similaire à la DCO, utilisée dans le cas de faible concentration en matière organique (DCO < 40 mg/l d'O₂). L'oxydant requis est le permanganate de potassium [4].

- **Le chlore :**

Le goût de chlore est un des reproches les plus fréquemment exprimés par les consommateurs à l'encontre de l'eau potable. Le chlore est le désinfectant le plus utilisé pour l'élimination des germes pathogènes et pour la sécurité sanitaire du transport de l'eau dans les canalisations.

- **Le calcaire et la dureté de l'eau :**

La dureté de l'eau est proportionnelle à sa teneur en calcaire et en magnésium. Elle ne fait pas l'objet d'une norme. Elle se mesure en « degrés français ». Un degré correspond à 4 mg de calcium ou 2.4 mg de magnésium par litre. On distingue les eaux « douces » (moins de 15 degrés français), « dures » (de 15 à 35 degrés) et « très dures » (plus de 35 degrés). La dureté de l'eau dépend de la nature géologique des sols qu'elle a traversés. Un sol crayeux ou calcaire donnera une eau « dure », alors qu'un sol granitique ou sablonneux, donnera une eau « douce ».

Les désagréments d'une eau trop dure sont uniquement de l'ordre du confort (entartrage des tuyauteries, eau désagréable pour l'épiderme...).

En revanche, une eau trop douce (qu'on dira paradoxalement « agressive ») a un effet corrosif sur les canalisations et peut amener une présence excessive des métaux provenant des canalisations dans l'eau, tel le plomb [5].

Les nitrates (NO₃-) et les nitrites (NO₂-) :

La présence de nitrates dans l'eau est un indice de pollution d'origine agricole (engrais), domestiques (excréta) ou industrielle. Le nitrate ne constitue pas un danger direct pour la santé humaine. Mais il se transforme, dans l'organisme humain, en nitrite qui présente un danger, surtout pour les nourrissons. En effet, les nitrites réagissent avec l'hémoglobine normale pour former la méthémoglobine, affectant ainsi la capacité du sang à transporter suffisamment d'oxygène jusqu'aux cellules de l'organisme. Il faut noter que les nitrates ont un rôle secondaire dans l'eutrophisation des cours d'eau- le facteur principal étant le phosphore- qui participe à la diminution de l'oxygène dissous [6].

I.7.2. Analyses microbiologiques :

Les analyses microbiologiques réalisées en laboratoire ont pour but de déceler et évaluer la présence dans les eaux de microbes pathogènes dangereux pour l'homme : eau potable, eaux de baignade, ... Ces analyses reposent sur la recherche dans les eaux de bactéries indicatrices de leur éventuelle contamination fécale, les *Escherichia coli* (E.

coli) et les Entérocoques. Ces organismes, d'origine intestinale sont naturellement présents dans les déjections animales ou humaines qui via les déversements, eaux usées et épandages peuvent se retrouver dans l'eau. Les Entérocoques sont pathogènes de même que certains colibacilles. L'eau potable du robinet doit être exempte de la présence de ces bactéries [7].

Une présence très importante de germes fécaux dans une eau indique une pollution fécale importante d'origine humaine ou animale en amont.

Des germes indicateurs de pollution :

- La flore mésophile aérobie totale.
- Les coliformes totaux).
- Les coliformes fécaux (thermotolérants).
- Les streptocoques fécaux.
- *staphylococcus aureus*.
- Les Clostridiums Sulfito-réducteurs (ASR).
- *Pseudomonas aeruginosa*, (Belghiti et al, 2013).

I.7.3. Analyses biologiques :

I.7.3.1. Indice biotique :

Le contrôle biologique de la qualité de l'eau peut s'effectuer à des niveaux variés d'organisation : cellule, organe, population, communauté, écosystème .toute présente un intérêt certain mais deux niveaux d'organisation (individu et communauté) se présente particulièrement à un contrôle plus faible que les analyses chimiques car elles tiennent compte des effets cumulés passés et présents. Alors que, les résultats chimique ne sont que ponctuels (Champiat et Larpent ,1994 ; Engelhardt, 1998).

I.7.3.2. Un bio indicateur :

Est un indicateur constitue par une espèce végétale ou animale ou groupe d'espèces (groupe éco-sociologique) ou groupements chimique ou biologie de l'enivrement ou sur l'incidence de certaines pratique. Les effets sont observables au niveau de l'individu et se traduisent par des altérations morphologiques (croissance et reproduction). En théorie, les indicateur biologique sont génétiquement homogène et assez sensibles et réagissant assez spécifiquement et quantifiable aux produit toxiques (Korzet et al, 2008).

- **Indice biologique global normalisé :**

L'application d'un protocole normalisé établi sur l'examen des peuplements des macros invertébrés vivant sur le fond (faune benthique constituée des insectes sous leurs différents états larve, nymphe, adulte, des crustacés, des mollusques, des vers....) des cours d'eau de petite ou moyenne importance permet d'attribuer une note de qualité biologique globale variant de 1 (qualité très mauvaise) à 20 (qualité très bonne). Cette méthode appelée indice biologique global normalisé est appliquée une fois par an en période de basses eaux. Cet indicateur biologique, à la différence de la simple analyse d'eau souvent ponctuelle, rend compte des altérations subies par le milieu durant une période relativement longue précédant le prélèvement. L'ensemble des organismes peuplant un écosystème aquatique est l'expression synthétique des facteurs écologiques qui conditionnent le système. Les changements du milieu qui entraînent une évolution de certains de ces facteurs provoquent alors des modifications plus ou moins marquées des communautés vivantes qu'il héberge. L'IBGN traduisant la structure d'une biocénose constituée d'organismes intégrateurs (organismes sensibles aux modifications chimiques ou physiques du milieu quelque soit leur nature et leur durée, ils intègrent et réagissent à l'ensemble des facteurs agissant sur eux) sur le long terme est sensible à des perturbations chroniques ou intermittentes mais suffisamment intenses pour provoquer une modification de la nature du substrat et de la qualité de l'eau. L'IBGN est établi à partir de l'étude de la faune récoltée suivant un protocole standard. Le choix de la station et du matériel de prélèvement, l'échantillonnage, le conditionnement des échantillons et leur traitement pour le tri et les déterminations sont autant de paramètres définis par la norme NF T 90 – 350. Lorsque la liste faunistique est établie, on détermine : le groupe indicateur (GI), le plus élevé selon sa sensibilité à la pollution, présent sur la station. Ce groupe montre une bonne corrélation avec la qualité physico-chimique de l'eau pour les paramètres de pollution classique à dominante organique. La variété taxonomique (ST) qui est le nombre total de taxons différents récoltés. Cette richesse faunistique est bien corrélée avec la nature et la qualité des habitats quand la qualité de l'eau n'est pas limitant [8].

Tableau 5 : Selon le groupe indicateur et la diversité taxonomique on attribue à partir d'un tableau une note variant de 1 à 20 [8].

IBGN	≥ 17	16-13	12-9	8-5	≤ 4
Qualité	Très bonne	bonne	passable	Mauvaise	Très mauvaise
Couleur	bleu	vert	jaune	orange	rouge

- **Bio indicateur de l'état des cours d'eau :**

- ✓ **Réseau Hydro biologique et Piscicole (RHP) :**

Est un réseau de suivi des peuplements de poissons. L'indice poisson rivière (IPR) est établi à partir de ces peuplements piscicoles comparés au peuplement théorique attendu en absence de perturbation.

- ✓ **Réseau d'Observation de Milieu (ROM) :**

Portent sur la consultation de perturbation et leurs effets visibles ainsi que sur l'observation D'espèces particulières dont la présence traduit une bonne qualité au contraire une dégradation de milieux.

- ✓ **Bio indicateur marin :**

La surveillance de la qualité des eaux du milieu marin s'appuie sur la surveillance des moules des et des huitres, qui possèdent la particularité d'accumuler certains contaminants présent de l'eau.

- ✓ **Bio indicateurs en zones humides :**

Des bio indicateurs actuellement en cours d'élaboration dans le cadre de la mise en œuvre d'un suivi à long terme de l'évolution de la qualité écologique du marais ou poitevin. Ces bio indicateurs sont basé sur :

- Le peuplement d'odonate en milieu aquatique (par exemple, la présence du leste vert traduit bien la persistance de rideaux d'arbre, notamment le frêne, le long des canaux et fossés).
- La végétation des prairies et des milieux aquatique (par exemple, la prise en compte de groupement de lentilles d'eau pour les milieux aquatiques).
- le peuplement d'oiseaux en milieu prairial. (par exemple, la bergeronnette printanière est une espèce strictement prairial en terme de site de nidification).

I.7.3.3. Biomarqueur :

Dans le domaine de la biologie et de la toxicologie, on appelle bio marqueur tout indicateur biochimique présent dans un ou plusieurs organes (animal, végétal, fongique) ou excrété par lui, comme réponse biologique à un contact avec un produit.

Un biomarqueur est susceptible de permettre d'identifier la présence, l'effet et/ou la mesure de phénomènes éco-physiologiques particuliers, tels que :

- ✓ La toxicité ou l'impact d'une molécule, ou d'un cocktail de molécules.
- ✓ la progression d'une pathologie, ou sa détection rapide.
- ✓ l'impact d'un traitement d'un médicament, d'un pesticide.
- ✓ Modification d'un processus cellulaire, d'une voie métabolique, etc.

La bio indication est basée sur le suivi de réponse d'individus vivant d'une espèce (des individus, éventuellement des malades ou morts), alors qu'un biomarqueur est une réponse mesurée « à niveau inférieure à celui de l'individu ».

Le principe de l'utilisation d'un « biomarqueur » est de rechercher la signature biologique de l'impact (actuel ou passé) ou de la présence d'un xéno biotique dans l'organisme, ou de l'effet induit d'un changement environnemental, et non la mise en évidence directe de la cause. Les biomarqueurs sont souvent des enzymes, métabolites, ou d'autres types de molécules (histamine, hormone, protéine, produite en réaction à une agression) (Lemoalle et al, 2001).

II.1. Description de *Daphnia magna* :

Daphnia magna est un microcrustacé planctonique d'eau douce, de l'ordre des Cladocères, La fréquence des mues dépend de la température. La croissance de *Daphnia magna* est indéfinie (Lynch, 1980) ; les adultes continuent la mue durant toute leur vie ; 28 mues ont été. La taille moyenne à la maturité chez *Daphnia magna* varie entre 2.43 et 3.33 mm ; la plus grand taille de femelle enregistrée est de 6 mm, *Daphnia magna* se reproduit par parthénogenèse cyclique (Hebert, 1974). Leur grande transparence permet de voir les organes internes, alors que l'animal est encore vivant et entier, La vigueur de leurs mouvements et la rapidité des abattelements cardiaque donnent l'impression d'une chose intensivement vivante (Green, 1956).

II.2. Biotope :

Les daphnies sont essentiellement des organismes littoraux, largement répandues dans les eaux tempérées et colonisent en particulier les eaux stagnantes. Ces organismes peuvent se retrouver dans les flaques d'eau, les mares, les étangs de pisciculture, les canaux, les étangs, les lacs, mais rarement dans les rivières (Mugel & Férard, 1978) ; Les daphnies sont des organismes filtreurs, considérés comme des consommateurs primaires. Elles sont phytophages et bactériophages (Hadas et al, 1983) ; Elles apprécient les eaux riches en matières organiques dissoutes ou en suspension et peu polluées par les micropolluants chimiques (Mugel & Férard, 1978).

II.3. Position systématique :

Règne	Animalia
Embranchement	Arthropoda
Sous-embranchement	Crustacea
Classe	Branchiopoda
Sous-classe	Phyllopoda
Ordre	Diplostraca
Sous-ordre	Cladocera
Infra-ordre	Anomopoda
Famille	Daphniidae
Genre :	<i>Daphnia</i>
Espèce :	<i>magna</i>

II.4. Morphologie :

La taille de la daphnie adulte varie entre 3 et 5 mm et est subdivisée en deux parties la tête et le corps (Fig. 2).

La tête de la daphnie :

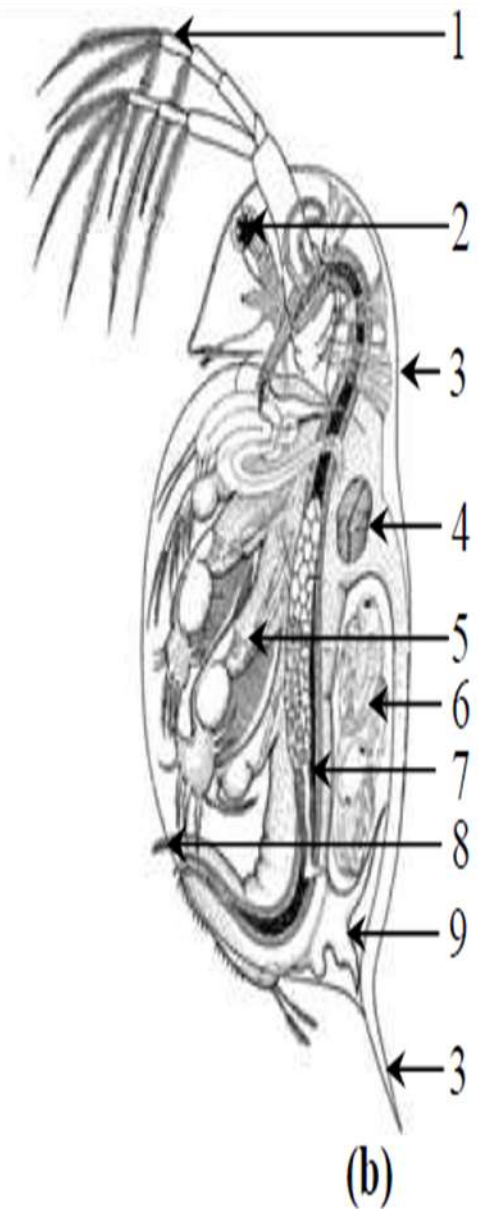
Comporte un œil composé, une bouche, deux antennes (A2) par un anus au niveau de la griffe post-abdominale (Fig. 2). Qui aident à sa locomotion saccadée, ce qui, d'ailleurs, lui a valu le surnom de « puce d'eau » et deux antennules (A1) qui, chez le mâle, servent de crochets généralement lors de l'accouplement.

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 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 (Fig. 2).
- **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 (Fox, 1957).
- **Le cœur :** est en position dorsale et antérieure au-dessus de la poche incubatrice.
- **Les ovaires :** sont placés de part et d'autre de l'intestin de la daphnie (Fig. 3).



(a)



(b)

Fig. 2 : (a) Photo de *Daphnia magna*, femelle adulte. (b). Anatomie de *Daphniamagn*(1) Antennes, (2) Œil, (3) Carapace, (4) Cœur, (5) Appendices Thoraciques, (6) PocheIncubatrice, (7) Tube digestif, (8) Anus, (9) Appendices caudaux, (10) Epine apicale, (11) (Ebert, 2005)

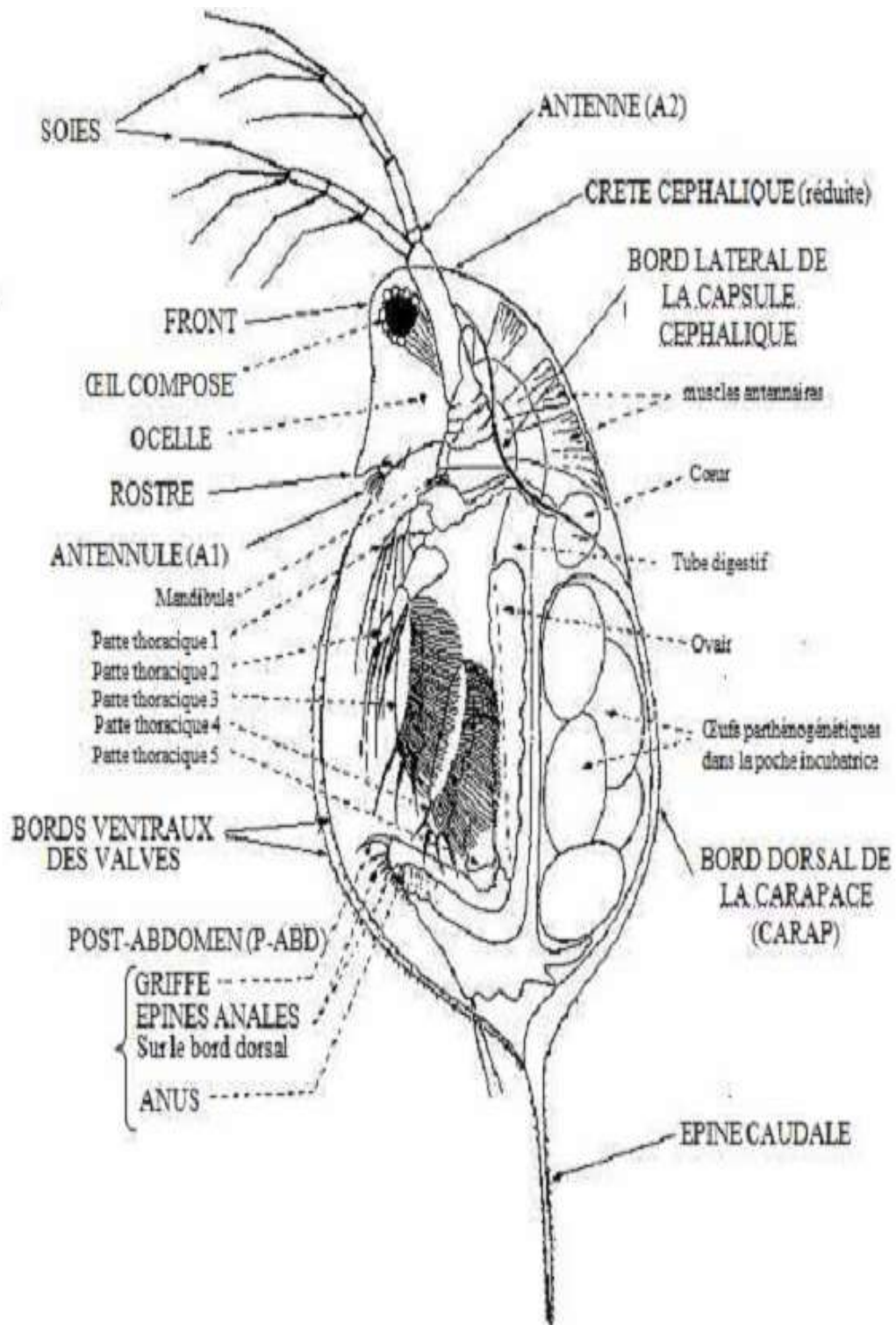


Fig. 3 Organisation générale d'un cladocère, vue latérale (Amoros, 1984)

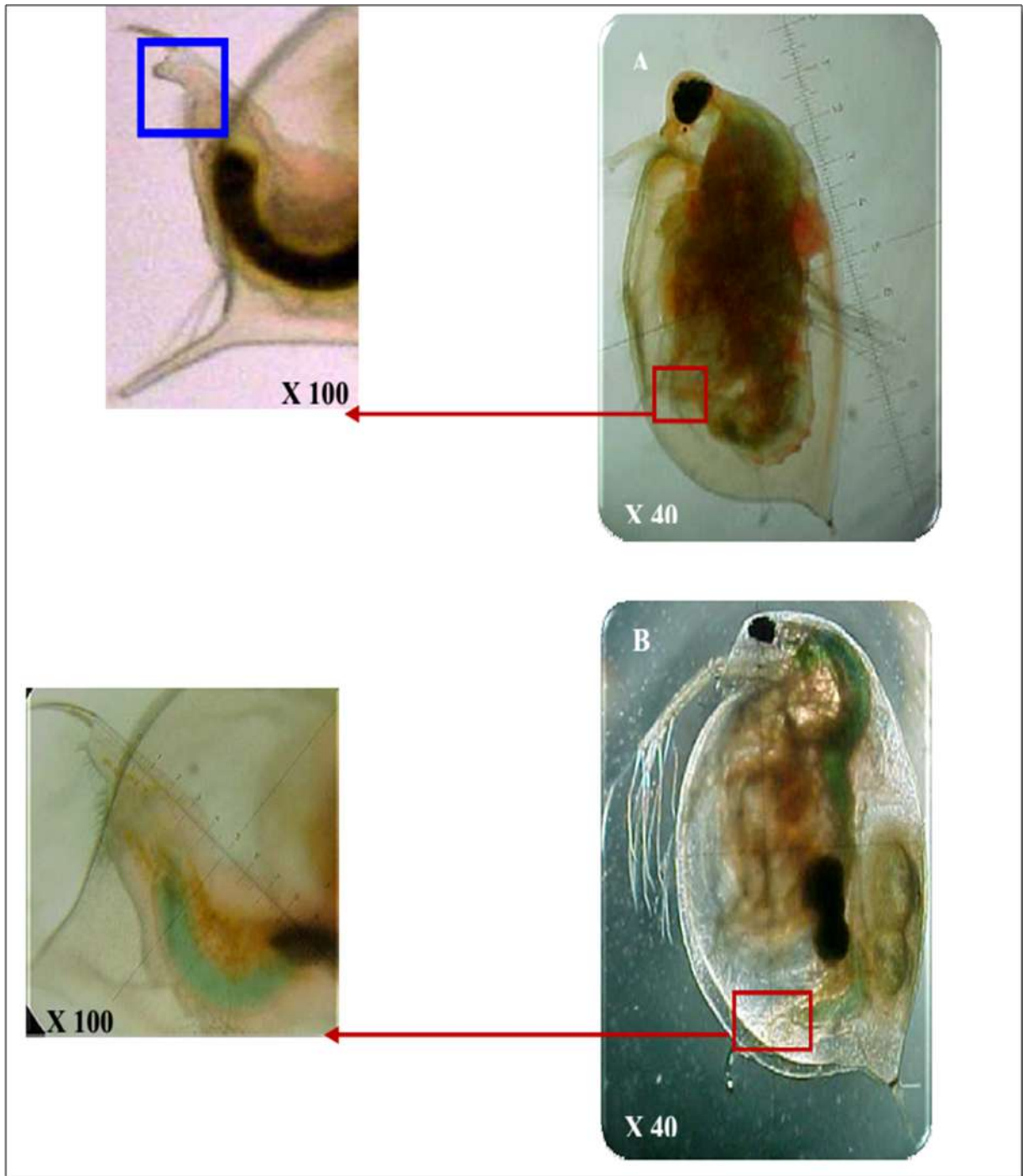


Fig. 4 : Dimorphisme sexuel chez *Daphnia magna*, A (mâle), B (femelle). Le rectangle bleu permet d'illustrer les différences au niveau du post-abdomen (Toumi, 2 013).

II.5. La déférence entre les male et les femelles :

La déférence entre les deux sexes est visible par la taille de l'antenne primaire (FA : first antennae) qui est grande chez les mâles. Une autre déférence réside dans la forme du bord de la carapace (CE : carapace edge) ; les femelles ont des carapaces symétriques par contre les mâles ont des carapaces asymétriques et terminés par des soies (d'après Olmstead et le Blanc, 2007) (Fig. 4).

II.6. La reproduction :

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 (Fig. 6). La taille des pontes varie d'environ 10 à 30 œufs selon l'âge de la mère.

Quand les conditions de vie deviennent défavorables, une génération sexuée est produite. Les mâles apparaissent. Les femelles produisent alors des œufs haploïdes qui requièrent une fertilisation par les mâles. Ces œufs de résistance sont encapsulés dans une structure protectrice, appelée éphippium, contenant généralement 2 gros œufs, issus de chaque ovaire. L'éphippie est expulsé à la mue suivante. Ces œufs de résistance n'éclosent que lorsque les conditions sont de nouveau favorables. Ils donnent naissance à une population génétiquement différente des daphnies mères (Massarin, 2010).

II.7. Cycle de vie :

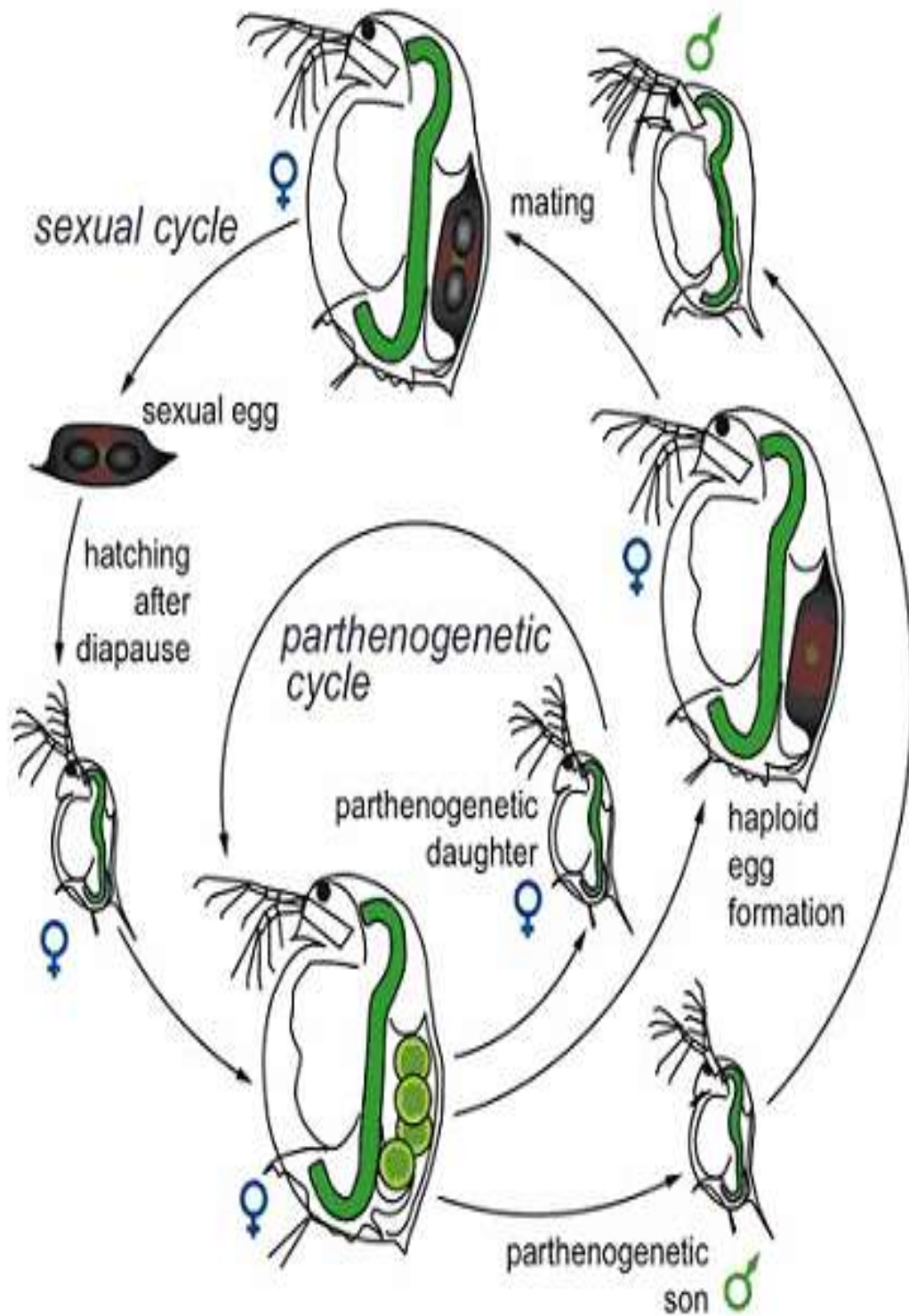


Fig. 5 : Cycle de vie de *Daphnia magna* (Manar, 2008).

II.8. Développement :

Les étapes du développement d'un embryon normal chez les daphnies sont divisées en 6 stades distincts (Kast et al, 2001) (Fig. 7).

- 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 de l'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 (Pennak, 1989).

En général, le taux de survie augmente avec la diminution de la température à cause de la diminution de l'activité métabolique. Le taux de croissance des organismes est important durant la phase juvénile et la taille du corps peut doubler après chaque phase caractérisée par la fin de la mue.

La croissance se fait directement après la mue étant donné l'élasticité de la nouvelle carapace. Le stade de l'adolescence est très court et consiste en un seul cycle. Il est caractérisé par le premier dépôt des œufs dans la poche incubatrice en provenance des ovaires.

En générale, les œufs sont déposés dans la poche incubatrice quelques minutes après la mue et les petits sont pondus juste avant la mue suivante.

D.magnapossède généralement entre 6 à 22 cycles à l'âge adulte. En général, les phases

deviennent plus lentes avec l'âge et selon les conditions de l'environnement. Dans les conditions favorables, une phase prend approximativement 2 jours, par contre elle peut atteindre une semaine au cas où les conditions sont détériorées. A quelques minutes de la fin de chaque phase, quatre événements se succèdent :

- la ponte des petits.
- (2) la mue.
- (3) l'augmentation de la taille.
- (4) la parution de nouveaux œufs dans la chambre incubatrice.

Le nombre de petits par ponte est très variable en fonction de la disponibilité de la nourriture et des conditions environnementales. Le nombre de petits par ponte peut atteindre 30 chez *D.magna* à l'état adulte (Kast et al, 2001).

II.9. Longévité :

La durée de vie de *Daphnia* varie avec la température cependant, *Daphnia magna* vit environ 108 jours à 8° mais également 45 jours 18°C et 29 jours seulement à 28°C (Green, 1954). L'augmentation de la température cause une augmentation de la vitesse du métabolisme. Ainsi l'animale va épuiser son énergie rapidement et meurt plus tôt (Touati & Samraoui, 2002).

II.10. Les exigences physico-chimiques:

• La salinité :

Les daphnies sont des organismes d'eau douce, quelque souches sont trouvées en eau légèrement saumâtre cependant, certaines espèces sont également observées à des rivières de salinité (Bouras, 2014).

• Oxygène dissous :

Daphnia est généralement tolérante pour les eaux de mauvaise qualité. La capacité à fournir de l'hémoglobine, leur permet de survivre dans les eaux à faible teneur en oxygène. La daphnie s'adapte à une brusque variation du taux d'oxygène dissous (Bougeuffa & Boutalbi, 2008 ; Korzet et al, 2008).

- **Le milieu ionique :**

La perturbation du milieu ionique et notamment les changements de concentration de certains cations (calcium, sodium, potassium, magnésium) entraînent la mort des daphnies (Rottmann, 1987 in Boukelia. 2015).

- **Les températures :**

La fourchette des températures n'altérant pas le cycle de vie de daphnies est très important puisqu'elle peut varier de 0°C à 30 °C selon l'espèce. La température optimale se situe entre 18°C et 22°C (Touati & Samraoui, 2002).

II.11. L'Alimentation :

D.magnaest adaptée 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 (Ganf, 1983 ; 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 de nutrition chez les daphnies (Holm & Shapiro, 1984; Tessier & Goulden, 1982).

II.12. La Répartition :

La répartition de *Daphnia magna* très hétérogènes. Les organismes ont tendances 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 *Daphnia* 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 notées lorsque les apports en micro algues sont insuffisants (Bagayoko et al, 2009).

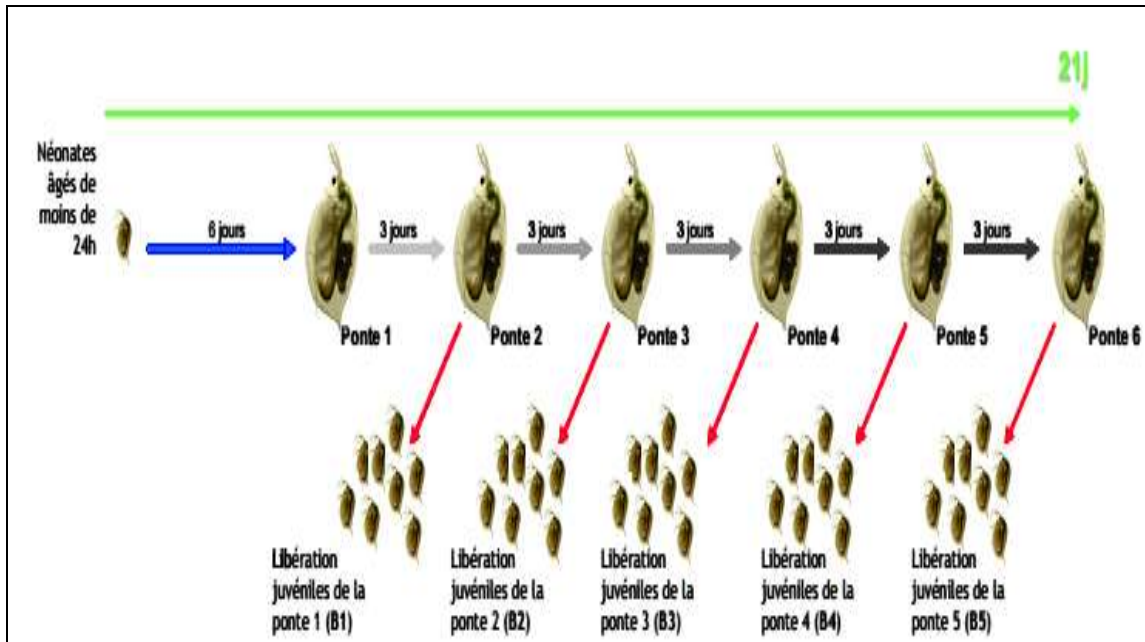


Fig. 6: reproduction de la daphnie par parthénogénèse en conditions favorables, d’après (Zeman, 2008).

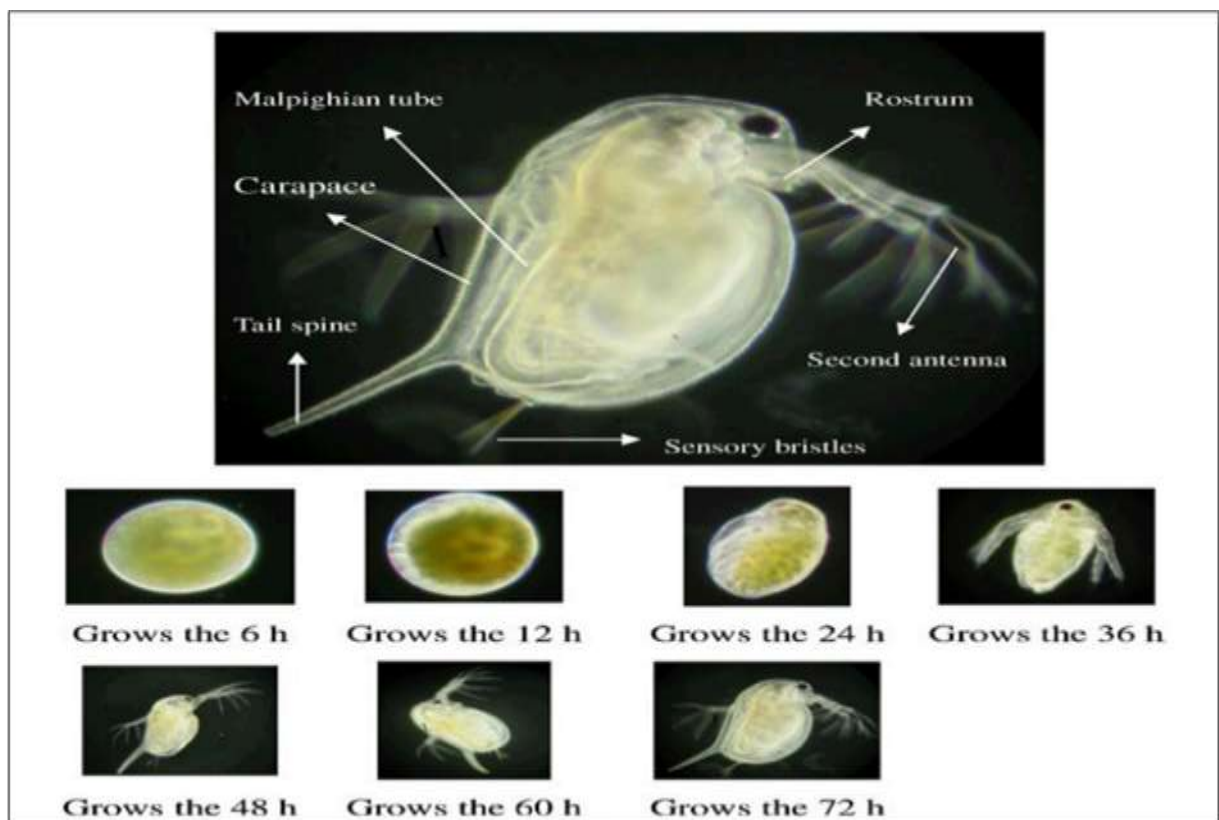


Fig. 7: Photos des différents stades de développement embryonnaire chez *Daphnia magna* (Wang et al, 2011).

III.1. Présentation de région de Guelma :

La Wilaya de Guelma s'étend sur une superficie de 3686.84km². Elle se situe au Nord-est du pays et constitue, du point de vue géographique, un point de rencontre, voire un carrefour entre les pôles industriels du Nord (Annaba et Skikda) et les centres d'échanges au Sud (Oum El Bouaghi et Tébessa). Elle occupe une position médiane entre le Nord du pays, les Hauts plateaux et le Sud (Fig.8).

Elle est limitrophe aux Wilayas de :

- Annaba, au Nord.
- El Taref, au Nord-est.
- Souk Ahras, à l'Est.
- Oum El-Bouaghi, au Sud.
- Constantine, à l'Ouest.
- Skikda, au Nord-ouest [9].

III.2. Relief:

La géographie de la Wilaya se caractérise par un relief diversifié dont on retient essentiellement une importante couverture forestière et de la Seybouse qui constitue la principale cours d'eau. Ce relief se décompose comme suit :

- Montagnes : 37.82 %.
- Plaines et plateaux : 27.22 %.
- Collines et piémont : 26.29 % Autres : 8.67 % [10].

III.3. Ressources hydriques :

La Wilaya de Guelma dispose d'un réseau hydrographique très développé dont les principaux points d'eau sont :

III.3.1. Oued Seybouse : qui traverse la plaine de Guelma ; Bouchegouf sur plus de 45 Km du sud au Nord-est avec un apport total estimé à 408 Hm³ /an à la station Boudaroua. Ses principaux affluents sont : Oued Maiz ; Oued Zimba, Oued Boussoua et Oued Helia.

III.3.2. Oued Bouhamdane : qui prend naissance au niveau la commune de Bouhamdane à l'Ouest de la wilaya avec un apport de 96 Hm³ /an (Station Medjaz Amar II).

III.3.3. Oued Charef : prend sa source au sud de la wilaya son apport est estimé a $107 \text{ Hm}^3/\text{an}$ (Station Medjaz Amar I). La rencontre de ces deux oueds au niveau de Medjaz Amar constitue le point de départ de l'oued Seybouse. La moyenne annuelle des précipitations varie de 400 à 600 mm [11].

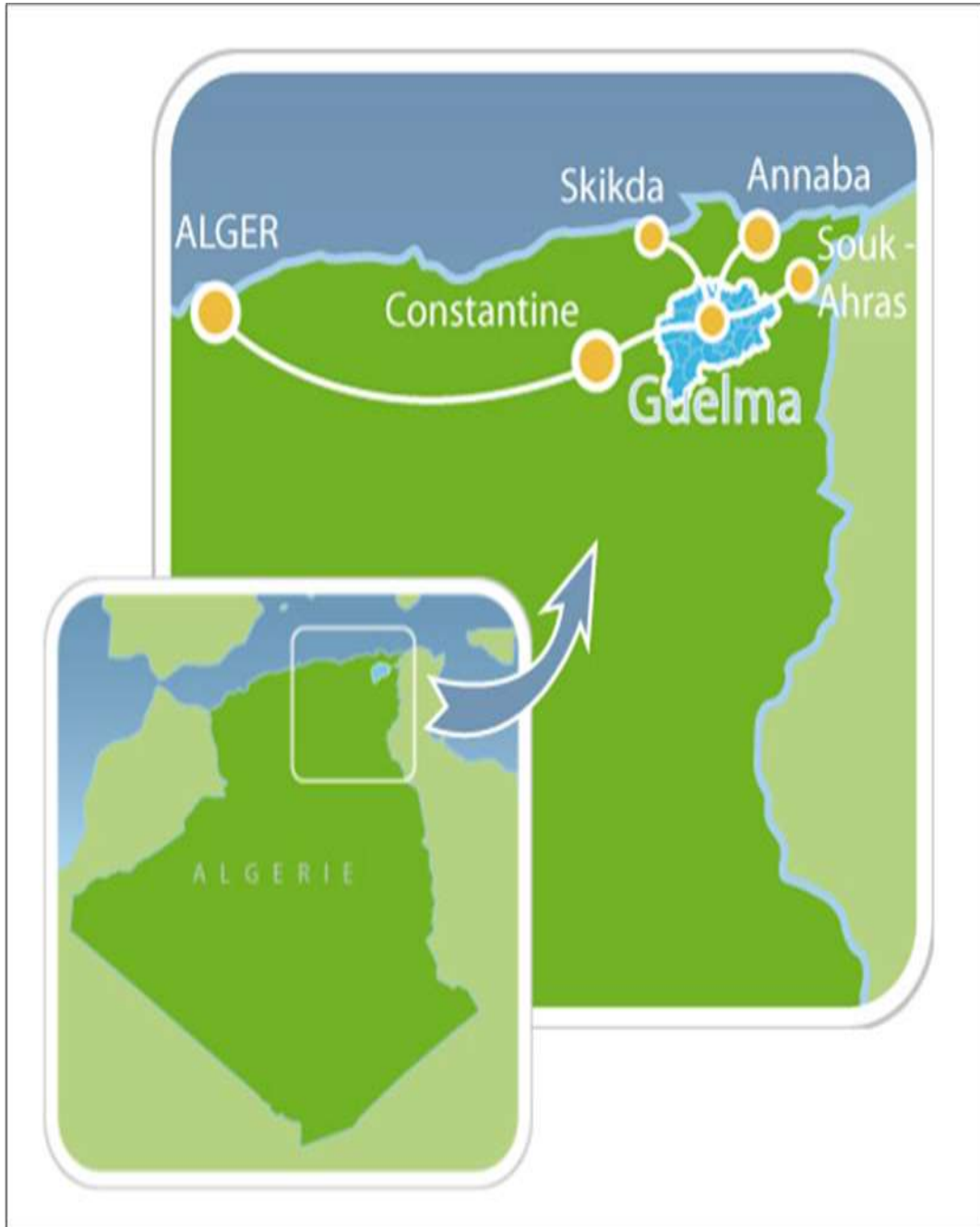


Fig. 8 : Carte de la wilaya de Guelma [12].

III.4. Description le bassin de la Seybouse :

L'Oued Seybouse draine l'un des principaux bassins versants de l'Algérie. Ce bassin situé au Nord-est de l'Algérie couvre une superficie totale d'environ 6471km². C'est le bassin le plus vaste, après celui de la Medjerda, de la partie orientale de l'Afrique du Nord et il est subdivisé en six sous-bassins principaux. Du point de vue importance des ressources hydriques et de sa forte anthropisation, les caractéristiques physiographiques et le climat humide et subhumide du bassin versant de la Seybouse (situé entre la confluence de l'Oued Charef et de l'Oued Bouhamdane), expliquent le fonctionnement hydrologique de ce cours d'eau.

L'Oued Seybouse prend naissance de la commune de Medjaz Amar wilaya de Guelma (36°26.587''N, 007°18.740''E), à l'ouest de la ville de Guelma et coule sur 13474 km avant de se déverser dans la mer méditerranée , près de la commune de Sidi Salem, wilaya d'Annaba (36°51.689''N, 007°46.066''E) il travers trois wilayas (Guelma El-Taref et Annaba) et reçoit en continue les rejets et les eaux usées des communes et des agglomérations du bassin versant et qui sont au nombre de 68 communes, soit 1.300.000 habitants .Guelma et d'El-Taref sont deux wilayas à vocation agricole avec une industrialisation faible (minoteries ,production industrielle de lait et conserverie de concentrés de tomates) et Annaba , capital de l'acier , qui représente pôle industriel de l'Est algérien : Mittal-Steel spécialisée dans la sidérurgie , *fertile* : industrie chimique spécialisée dans la production des insecticides et de produits phytosanitaires (Reggam et al ,2015).

III.4.1. Hydrologie :

Il comprend 5 Barrages d'une capacité de 400 millions m³ et 64 retenues collinaires. Selon l'Agence des Bassins hydro-géographiques (ABH, 2002) le débit est très variable selon la pluviométrie de l'année. La pluviométrie reçue par le bassin versant varie de 450 à 735 mm par an selon les sous bassins. En mai 2002, le débit s'est abaissé jusqu'à 5 m³/s (Ounissi, 2004). Les données de l'année (1976) permettent de retenir un débit moyen annuel de 15 m³/s, ce qui correspond à un flux de l'ordre de 500 millions m³/an. (ABH, 2002) et présente l'axe de drainage d'un bassin versant qui couvre au total une superficie d'environ 6500 Km³. Il hébergeant environ 1.5 Millions d'habitants. Les eaux de l'oued recèlent un mélange d'apports pluviométriques, domestiques, industriels et agricoles. Selon (ABH ,2002) le réseau d'assainissement est de 1200 Km avec un taux de raccordement de 80%. Le débit moyen annuel de la Seybouse et de ses principaux affluents, s'accroît progressivement d'amont en

aval. D'après Mirbek (2002) le débit de l'Oued Seybouse est en moyenne de $13.2 \text{ m}^3/\text{s}$. Les Oueds Charef et Bouhamdane à leur confluence à Medjaz Amar transitent respectivement à un débit de $2.27 \text{ m}^3/\text{s}$ (17 % du débit total) et $3.79 \text{ m}^3/\text{s}$ (soit 28.6 %) ; l'oued Mellah à Bouchegouf débite $3.41 \text{ m}^3/\text{s}$ soit 25.7% du module global de la Seybouse. l'oued Meboudja, le dernier affluent de l'oued Seybouse, assure la vidange du lac Fetzara par un canal d'assèchement de 14 km. Ainsi les variations moyennes annuelles des débits de la Seybouse fournies par l'ANRH, mesurées sur une période de sept ans (1987 à 1994) à la station de Mirbek, fluctuaient entre 1.65 et $17.2 \text{ m}^3/\text{s}$ (Ounissi, 2004) Et le débit moyen annuel est estimé à $15 \text{ m}^3/\text{s}$. (Ghachi, 1982).

III.4.2. Climatologie :

Les caractéristiques climatiques sont prises en considération afin de mieux prendre connaissance des conditions naturelles de la région d'étude. Selon les données climatiques, la région est caractérisée par un climat méditerranéen tempéré avec une alternance d'une saison humide douce et d'un été sec et chaud (Halimi, 2004) La pluviométrie moyenne annuelle est de l'ordre de 700 mm. Le mois le plus pluvieux étant janvier avec 102.8 mm et un minimum de 2.7 mm durant le mois de juillet. Quant à la température moyenne annuelle, elle est de l'ordre de 18°C avec un maximum de 22.8°C et un minimum de 12.4°C . De plus, la Seybouse se caractérise par un degré hygrométrique très élevé (70%) (Noui, 2010). En effet, les conditions climatiques influent sur les caractéristiques

Hydrologiques et physicochimiques des milieux aquatiques naturelles et par conséquent, sur la qualité biologique de ces derniers. Il convient alors de les intégrer comme éléments d'interprétation des résultats analytiques notamment des eaux des surfaces (Khellou, 2012).

III.5. Qualité physico-chimique des eaux de la Seybouse :

Les eaux de la Seybouse montrent une grande variation de la température ($9.5- 31^\circ\text{C}$) et un écart type de 6.4°C à 7.2°C), à cause de leur contact direct avec l'atmosphère.

Au niveau de l'oued Seybouse le PH varie entre 7.5 et 8.3 présentant ainsi une eau alcaline. (Korzet et al, 2008).

III.6. Les sources de pollution :

Le bassin de la Seybouse confronté à la pollution urbaine industrielle et agricole. Cette pollution émane des différentes villes usines et zones agricoles situées sur ses deux rives. La pollution atteint un degré élevé ,4.5 millions de m^3 sont rejetés annuellement dans la rivière

sur lesquels 3 millions de m³ sont des huiles usagées L'eau de l'oued Seybouse est de plus polluée. Elle se dégrade du fait :

- De l'urbanisation
- De l'industrialisation
- Du développement agricole.

Les industries dans le bassin :

- 86 unités industrielles importantes.
- Huit seulement ont leur propre station d'épuration.

Les périmètres d'irrigation :

Deux grands périmètres d'irrigation :

- Guelma Bouchegouf (12900Ha).
- Bounamoussa (4500 Ha).

Principales unités industrielles du bassin de Seybouse :

- Levurière Bouchegouf : rejets d'eau noire (déversement dans l'Oued Mellah affluent de la Seybouse).
- Carrelage à Guelma: (rejets d'eaux minéralisées).
- Sucrerie Guelma : eaux riches en matières organiques en suspension.
- Onalait :(Oued Meboudja en confluence avec la Seybouse) [13].

❖ Les points du prélèvement :

○ L'Oued Charef :

Limité à la station de Aioun Settara, le bassin de l'Oued Charef est inclus dans sa presque totalité en Hautes Plaines, et draine un bassin de 1743 km². Si on l'étend à sa confluence avec le Bouhamdane à Medjaz Ammar, il intègre une zone de transition avec le Tell (Fig.9) (Louamri, 2013).

Les coordonnées géographiques sont 31°55'0" N et 1°31'0" W en DMS (degrés, minutes, secondes) ou 31.9167 et -1.51667 (en degrés décimaux). La position UTM est XA43 et la référence Joint Opération Graphiques est NH30-03. [14].

- **L'Oued Bouhamdane**

C'est un bassin sud-tellien au relief compartimenté. Le réseau hydrographique principal est constitué par les Oueds Zenati, Sabath et Bouhamdane proprement dit. Les altitudes sont comprises entre 270 m, à la station de Medjez Ammar II au niveau de la vallée et 1281 m au sommet du djebel Djebel Mzarat Sidi Chagref (Fig.9) (Louamri, 2013). Les coordonnées géographiques sont 36°25'0" N et 7°27'0" E en DMS (degrés, minutes, secondes) ou 36.4167 et 7.45 (en degrés décimaux). La position UTM est LF63 et la référence Joint Opération Graphiques est NJ32-13. [14].

- **Le bassin de l'Oued Seybouse :**

L'Oued Seybouse qui couvre une superficie de 6745 km² (Fig.9) (Louamri, 2013). Les coordonnées géographiques sont 36°52'56" N et 7°45'15" E en DMS (degrés, minutes, secondes) ou 36.8822 et 7.75417 (en degrés décimaux). La position UTM est LF88 et la référence Joint Opération Graphiques est NJ32-14[14].

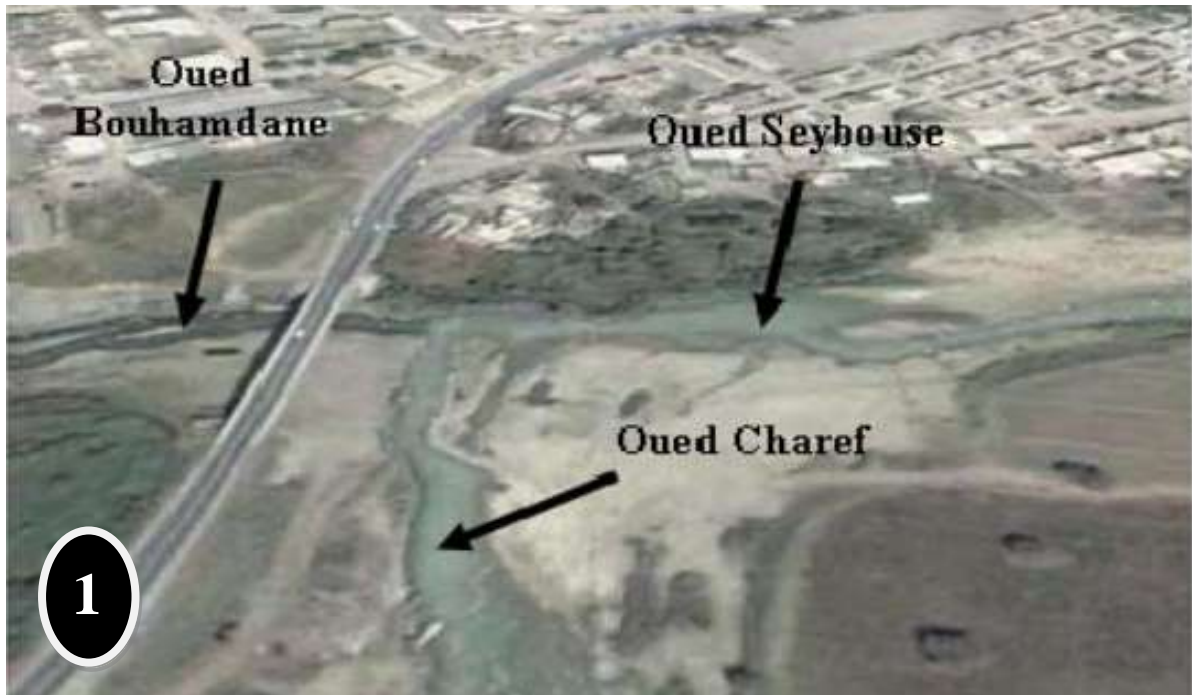


Fig. 9 : Confluence des oueds Charef et Bouhamdane donnant la Seybouse.

(1-Vue satellitaire Google Earth 2- Photos numérique).

VI.1. Matériel :

VI.1.1. Matériel biologique (bio indicateur) :

Les paramètres comportementaux sont de plus en plus considérés comme étant des bio-indicateurs sensibles et précoces de la qualité de l'eau. Dans notre étude, nous avons choisi de nous consacrer plus particulièrement aux crustacés notamment *Daphnia magna* se reproduit par parthénogenèse.

VI.2.2. Matériel expérimental :

- Multiparamètre.
- Aquarium en verre.
- Pompe et diffuseur d'oxygène.
- Loupe binoculaire.
- Tubes à essais de 10 ml.
- Micromètre.
- Lames.
- Boîtes de pétri.
- Pipette pasteur.
- Bêchers (100 ml, 200 ml).

IV.2. Méthodes :

Cette étude a été réalisée au laboratoire d'Ecologie. Elle consiste à utiliser *Daphnia magna* comme un bio-indicateur de qualité de l'eau d'Oued Seybouse en se basant sur un test chronique (test de reproduction) pendant 21 jours. Pour cela nous avons procédé d'abord à un élevage du matériel biologique puis aux expérimentations.

IV.2.1. Au terrain :

- **Mode de prélèvement et transport :**

Des bouteilles des plastiques stériles ont été introduites dans l'eau à une à une certaine distance du fond et de la surface (assez loin des bords des Oueds) ; pour les différents prélèvements (Oued Bouhamdane, Oued Charef et Oued Seybouse).

Les échantillons sont récupérés et transportés dans une glacière pour une utilisation ultérieure dans les différents bio-essais. Sachant que, les mesures du pH, de conductivité,

d'oxygène dissous, et le potentiel redox ont été effectuées immédiatement dans les sites cités au préalable.

Tableau 6 : Résultats des paramètres mesurés in situ.

Paramètres	S1	S2	S3
PH	8.37	8.05	8.17
T (°C)	17	20.21	20
CE (µs/cm)	1587	1260	1507
Oxg dissous (mg/l)	6.21	4.99	5.15

IV.2.2.Au laboratoire :

- **La culture en aquarium :**

Les daphnies sont mises dans deux aquariums (larges et peu profonds) remplis à la hauteur avec une eau de robinet déchlorinée et oxygénée. La nourriture est l'élément fondamental de la réussite de la culture ; cette dernière doit être distribuée avec parcimonie très régulièrement (un jour sur deux). Nous avons utilisé la levure (*saccharomyces cerevisiae*) qui présente une taille facilement absorbable par les daphnies et l'extrait de l'épinard (*Beta vulgarismaritima*) (Touati & Samraoui, 2002).

- **Mode opération :**

C'est un test de toxicité à long terme (test chronique) normalisé qui consiste à évaluer l'effet de différents effluents sur les paramètres de cycle de vie de *Daphnia magna* (OECD, 1998). Les jeunes femelles de *Daphnia magna* âgées de moins 24 heures, issus de la 3^{ème} ponte, au début du test sont exposées individuellement dans des tubes à essai de 30 ml, aux différents effluents (Oued Charef, Oued Bouhamdane, Oued Seybouse). Le témoin contient uniquement de l'eau de robinet déchlorinée. Cependant, dix répliques, ont été utilisées pour le témoin et les différents effluents. La nourriture est additionnée chaque deux jours pour le témoin et les différents effluents. Le milieu de culture est renouvelé chaque 3 jours. Les juvéniles de chaque ponte sont retirés et comptabilisés. Ces derniers sont mesurés par un micromètre de la tête jusque à l'épine caudale. Les paramètres de cycle de vie mesurés dans ce test sont :

- Taille des femelles adultes à la 1^{ère} reproduction (les mères) en mm.
- Taille des juvéniles à la 1^{ère} reproduction (nouveau-nées) en mm.
- Age à la maturité.
- Age à la 1^{ère} ponte (nouveau-nées).
- L'intervalle de ponte (moyenne) en jours.
- La grandeur ou taille de ponte (nombre moyen des petites cumulé par mère à la fin du test).
- La longévité (la moyenne en nombre des jours pendant lesquels les mères sont restées en vie sur la durée du test).
- Le nombre total des descendants produit par animal parent (moyenne petites cumulé par mère à la fin du test).
- Le nombre de ponte par mère durant le test du 21 jours.

IV 2.3. Analyse statistique :

Nous avons calculé la moyenne et l'écart type de chaque paramètre. Aussi, nous avons fait recours à l'analyse de la variance à un facteur pour tester l'impact des différents effluents sur les paramètres de cycle de vie de *Daphnia magna*. La différence significative est établit à $P < 0.05$.

V. Résultats et discussion :

V.1. Effet des effluents sur les paramètres de cycle de vie de *Daphnia magna* :

V.1.1. La taille des femelles adultes à la 1^{ère} reproduction :

Les résultats obtenus montrent que la taille des femelles adultes à la première reproduction est légèrement affectée dans les Oueds de Charef (2,83 mm) et Bouhmedane (2,4 mm) (Fig.10). En occurrence, pour l'Oued Seybouse la valeur (2,86 mm) est proche de celle de témoin (2,93 mm). Les résultats de l'analyse statistique ne révèlent aucun effet significatif.

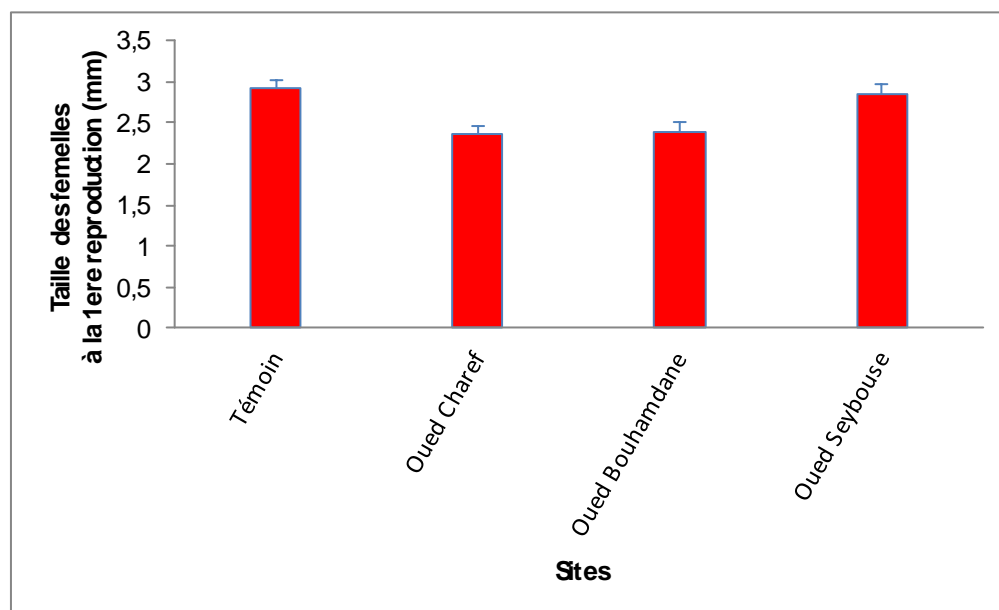


Fig. 10. Variation de la taille des femelles adultes à la 1^{ère} reproduction dans les différents sites.

V.1.2. La taille des juvéniles à la 1^{ère} reproduction :

La taille des juvéniles à la première reproduction est légèrement affectée pour l'Oued de Bouhmedane (0,80 mm) (Fig.11). Tandis que, les oueds de Charef et Seybouse, la taille moyenne des juvéniles à la première ponte est de 0,83 mm et 0,84 mm respectivement, qui sont proches de celle du témoin (0,89 mm). Les résultats de l'analyse statistique ne révèlent aucun effet significatif.

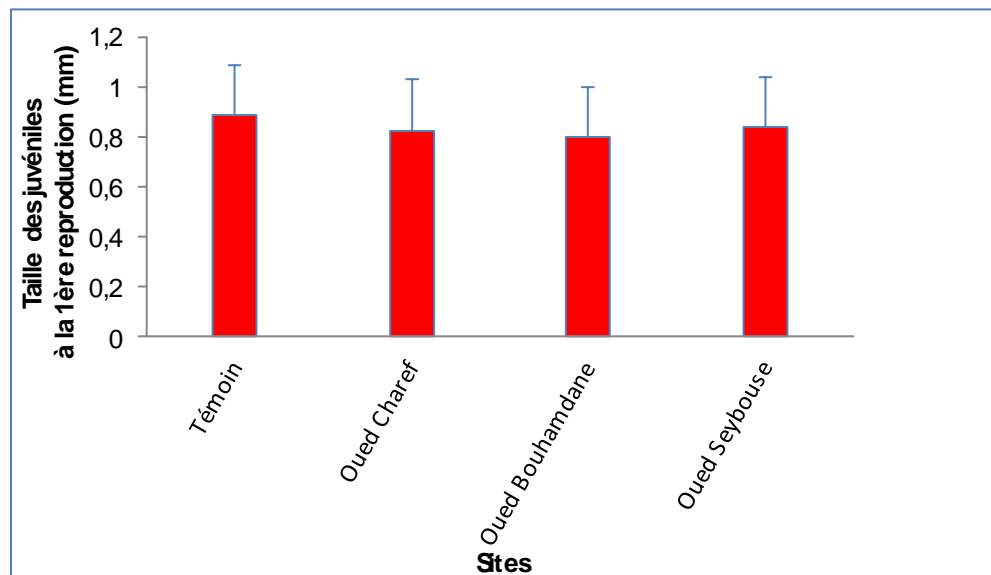


Fig.11. Variation de la taille des juvéniles à la 1^{ère} reproduction pour les différents sites.

V.1.3. La longévité :

Les résultats illustrés dans la (Fig.12), montrent une réduction de la longévité pour les trois sites (Charef, Bouhmedane et Seybouse), qui est de 18,3; 16,5 et 17,3 jours respectivement. La longévité du témoin est de 20,17 jours. Les analyses statistiques ne révèlent aucune différence significative.

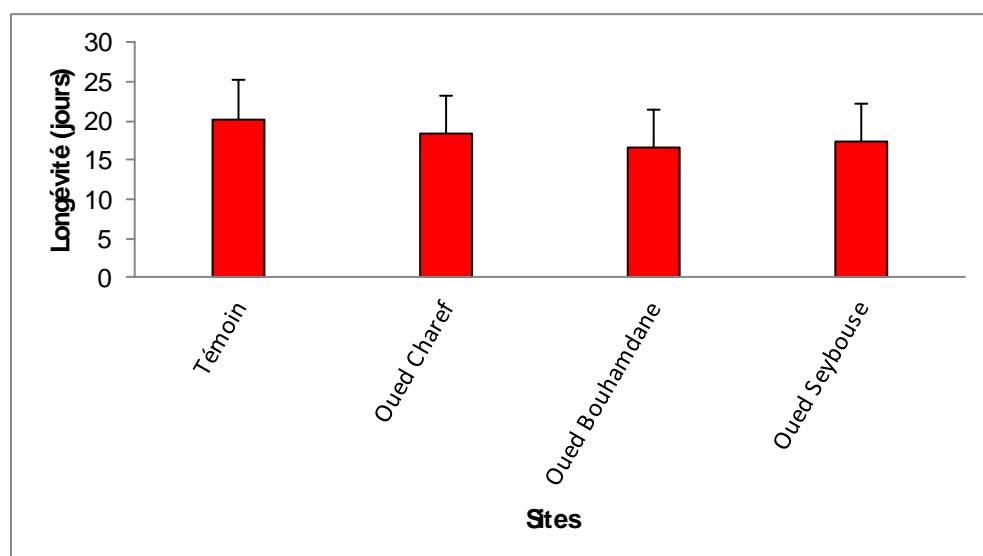


Fig.12. Variation de la longévité chez *Daphnia magna* pour les différents sites.

V.1.4. L'intervalle de ponte :

L'intervalle de ponte (Fig.13) s'est étalé pour le site 1 (Oued Charef) avec une valeur moyenne qui avoisine 6 jours. Alors que, le témoin et les autres sites, l'intervalle de ponte oscille entre 4,95 (témoin) et 5,5 jours (Oued Seybouse). Aucune différence significative est décelée pour les différentes valeurs du paramètre étudié ($P>0,05$).

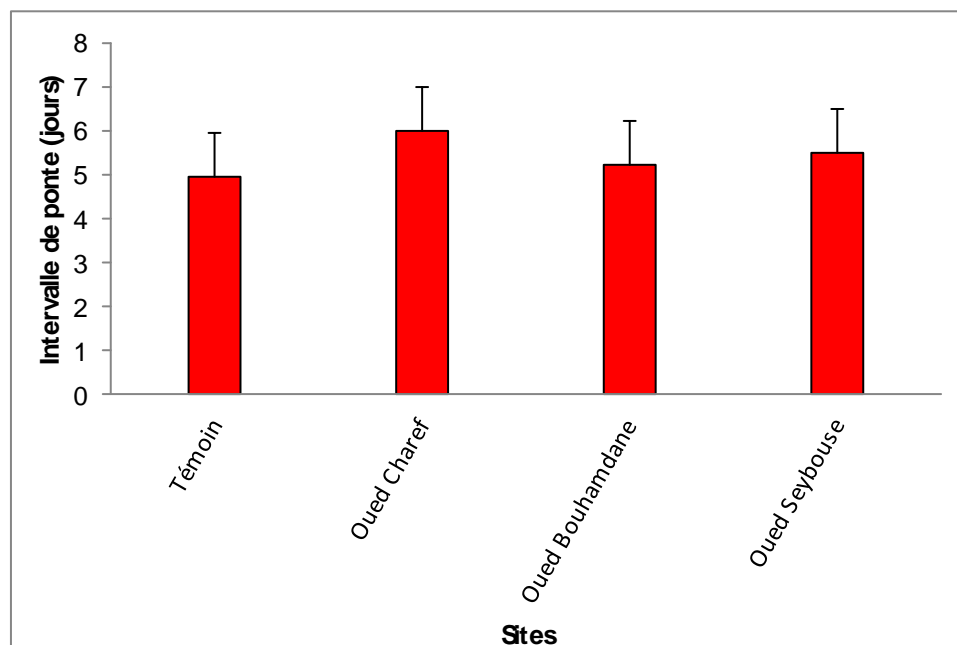


Fig.13. Variation de l'intervalle de ponte chez *D. Magna* pour les différents sites.

V.1.5. L'âge à la maturité :

L'âge à la maturité moyen dans le témoin est de 9,7 jours. Pour les autres sites (Charef, Bouhmedane et Seybouse), les juvéniles mettent 10,6; 10,9 et 10,2 jours respectivement pour qu'ils atteignent la maturation sexuelle (Fig.14). Les analyses statistiques ne révèlent aucune différence significative.

V.1.6. L'âge à la première ponte :

La figure 15 montre que l'âge à la première ponte est de 11,15 jours pour le témoin. Notons qu'il est pour les différents traitements varie entre 11,95 (Seybouse) et 13,01 jours (Bouhmedane). Aucune différence significative n'a été enregistrée.

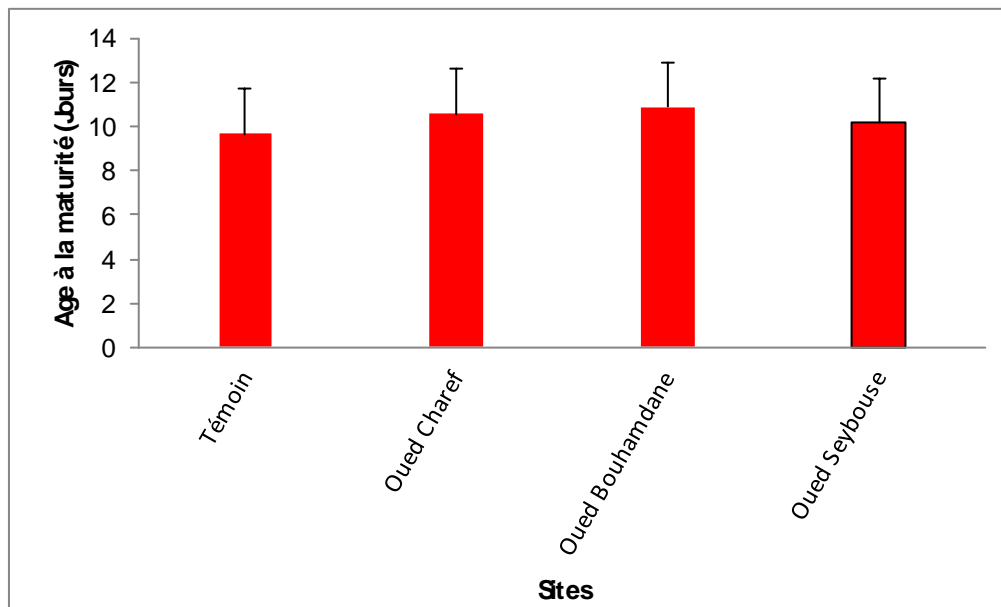


Fig.14. Variation de l'âge à la maturité chez *D. magna* dans les différents sites.

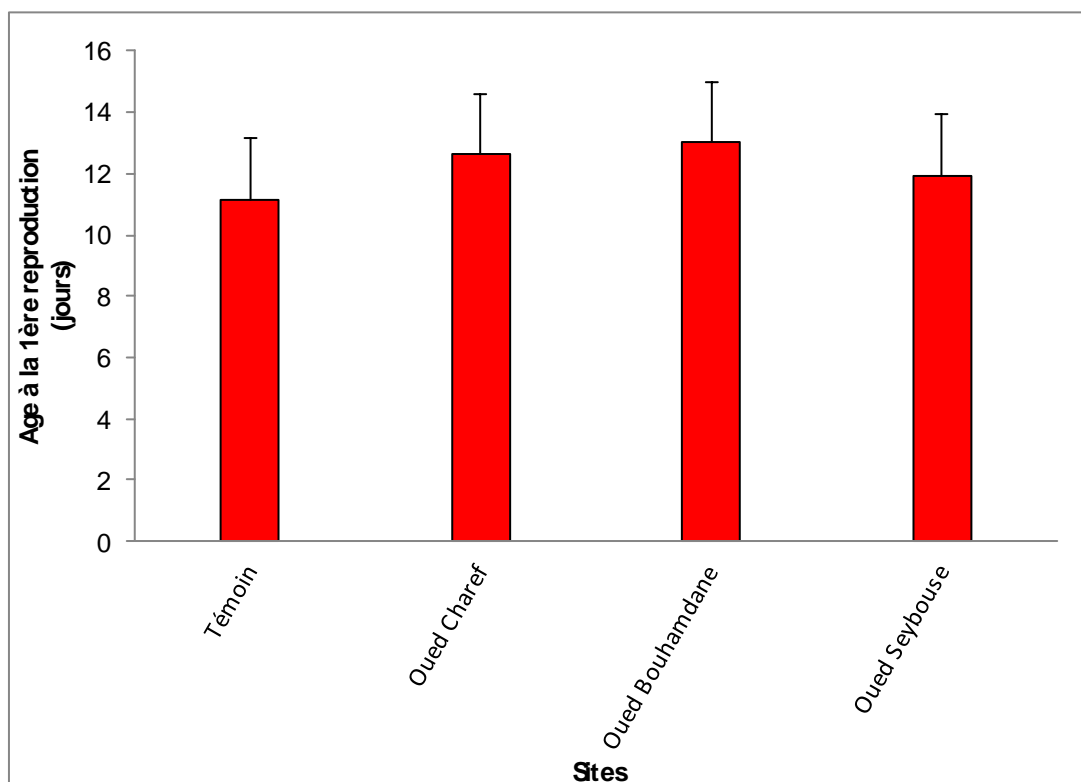


Fig.15. Variation de l'âge à la 1^{ère} ponte chez *D. magna* pour les différents sites.

V.1.7. Grandeur de ponte :

La grandeur de ponte chez *D. magna* exposés à des différents traitements, demeure presque proche. Elle est de 4,33; 4,66 et 5,03 respectivement pour les trois sites (Charef, Bouhmedane et Seybouse) respectivement. Cependant, pour le témoin la grandeur de ponte moyenne est 5,57 individus par femelle (Fig.16). Les résultats ne révèlent pas une différence significative.

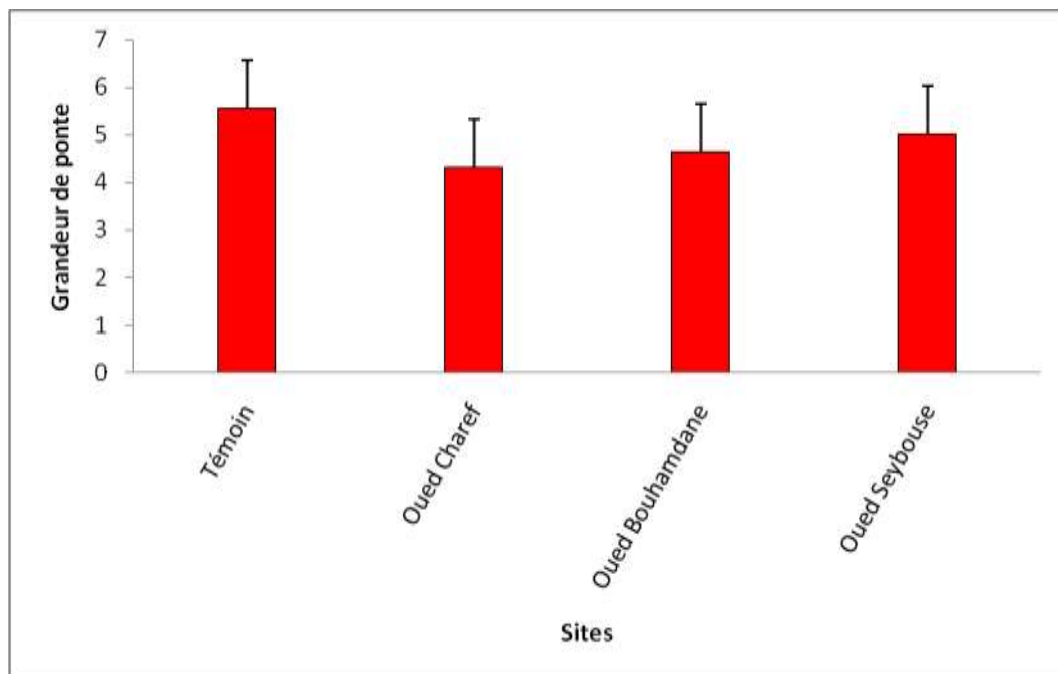


Fig.16. Variation de la grandeur de ponte chez *D. magna* dans les différents sites.

V.1.8. Nombre de ponte par femelle :

Les résultats obtenus (Fig.17), ont montré que le nombre de ponte moyen par femelle s'est diminué pour les sites (Charef et Bouhmedane), avec des valeurs moyennes de 2,11 et 2,5 respectivement. Quant au témoin et Oued Seybouse, le nombre de ponte moyen est presque le même. Les analyses statistiques ne montrent aucune différence significative pour les traitements variés.

V.1.9. Nombre de descendants par femelle :

Le nombre de descendant par mère est réduit chez aux niveaux des oueds (Charef et Bouhmedane), avec une valeur de 21,4 et 19,57 respectivement. Cependant,

le témoin et oued Seybouse ont des valeurs proches (Fig.18). Aucune différence significative a été révélée pour les différents traitements.

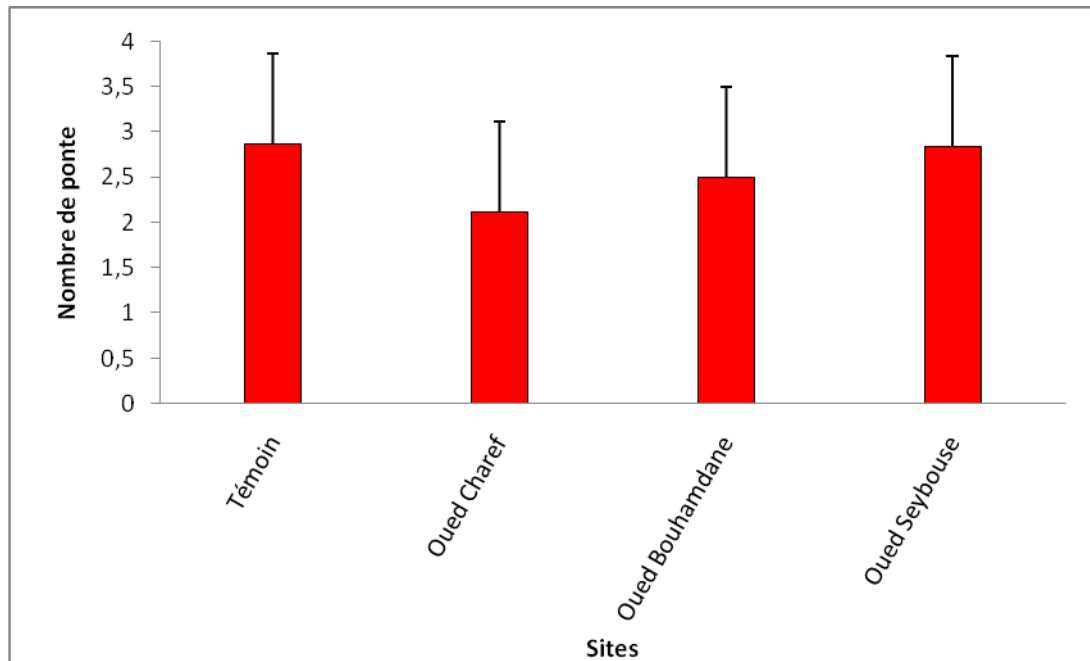


Fig.17. Variation du nombre de ponte par femelle chez *D. magna* dans les différents sites.

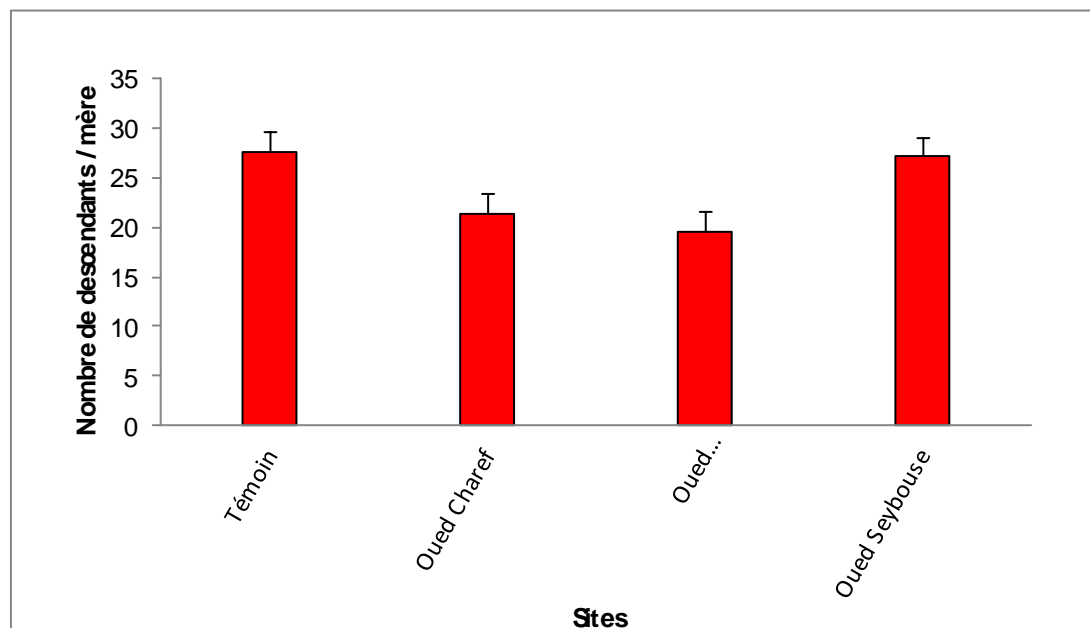


Fig.18. Variation du nombre de descendants total par femelle chez *D. magna* dans les différents sites.

V.1.10. La taille des femelles à la fin du test :

La taille des femelles à la fin du test (21 jours) est réduite pour Oued Charef (3,15 mm). Tandis que, la taille des femelles du témoin (3,73 mm) est supérieure à celle de l'Oued Bouhamdane (3,36 mm) et Oued Seybouse (3,4 mm) (Fig.19). Les résultats statistiques révèlent des différences significatives pour les différents traitements.

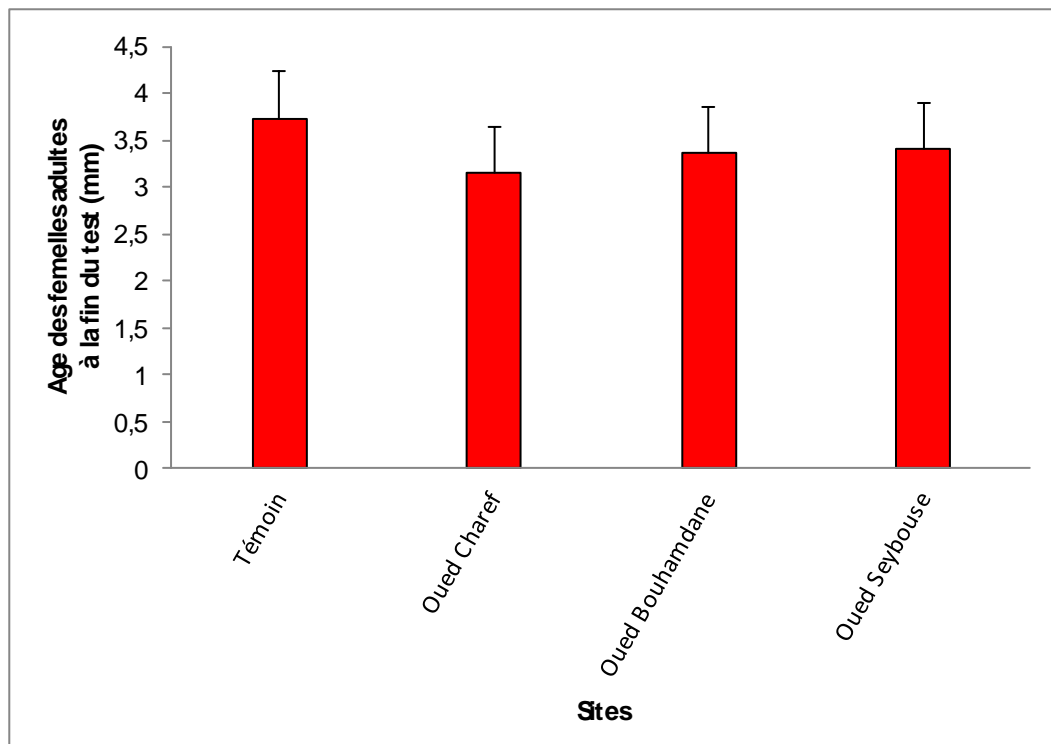


Fig.19. Variation de la taille des femelles chez *D. magna* à la fin du test (21 jours) dans les différents sites.

V.1.11. La taille des juvéniles à la fin du test :

La figure 20 illustre la taille des juvéniles à la fin du test (21 jours). Elle est de 1,17 mm pour le témoin. En occurrence, la taille des juvéniles pour les sites (Charef, Bouhamdane et Seybouse) est de 1,09; 1,03 et 1,07 respectivement. Les résultats statistiques ne montrent pas des différences significatives pour les différents traitements.

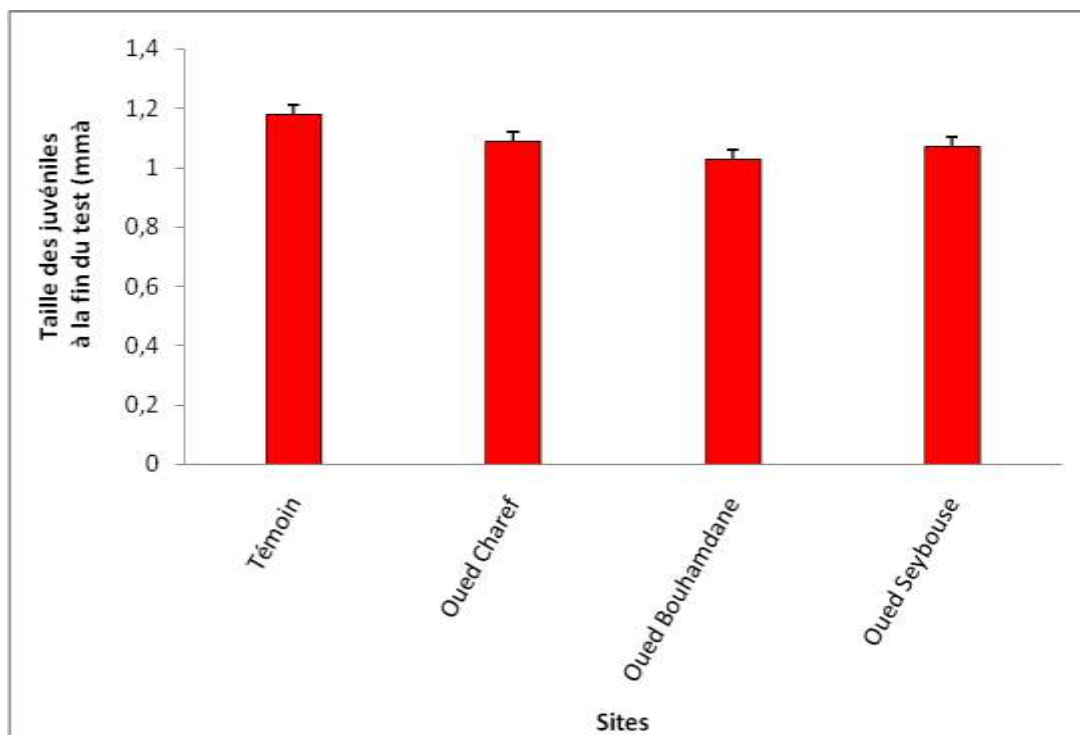


Fig.20. Variation de la taille des juvéniles chez *D. magna* à la fin du test (21 jours) dans les différents sites

V.1.12. Le sex ratio :

Tableau 7 : Embryotoxicité et pourcentage de males présent dans la descendance de *D. magna* pendant les 21 jours du test exposée aux différents traitements.

	Malformation %	Male %
Témoin	00	00
Oued Charef	00	00
Oued Bouhmedane	0,27	0,03
Oued Seybouse	00	00

Les résultats ont montré la présence de malformation de 0,27% du nombre total de descendants dans le site de l'Oued Bouhmedane. On a constaté un courbement de l'épine apicale et un sous-développement des antennes. Aucune malformation n'est observée pour le témoin et Oued Charef. Aussi, la présence des mâles au niveau de L'Oued Bouhmedane. Le pourcentage des mâles est faible 0,03% dans la descendance

de *D. magna*. Cependant, chez le témoin et Oued Charef seulement les femelles sont produites (Tableau 7).

V.2. Discussion :

Ce travail est une contribution à l'étude de l'effet qualitatif des marqueurs biologiques comme outil de biosurveillance des écosystèmes aquatiques. Qui vise à la détermination des effets de différents effluents (Oued Bouhmedane, Oued Charef et Oued Seybouse) sur les paramètres de cycle de vie de *Daphnia magna*.

- La taille des femelles adultes à la 1^{ère} reproduction est légèrement affectée dans les Oueds de Charef et Bouhmedane. Alors que l'autre site Oued Seybouse est proche n'est pas affectée et qu'elle a une taille proche de celle de témoin. Ces résultats sont accord avec les travaux antérieurs de Touati et Samraoui (2002) ; Chakri (2007) et Manar (2008). La diminution de la taille est la conséquence de l'accélération de la maturité.
- La taille des juvéniles à la 1^{ère} reproduction est réduite dans le site de Bouhmedane, sous l'effet de la pression exercée sur les individus, l'accélération de la maturité tout en diminuant la taille devient un avantage pour *Daphnia* qui se reproduit alors avant d'atteindre la taille ou elle devient plus vulnérable aussi pour les prédateurs. Donc la diminution de la taille est une réponse adaptative de l'histoire de vie de *Daphnia magna* lui permettant la survie en présence de substances (effluents).
- La longévité ou la durée de vie est sensiblement réduite dans les trois sites par rapport au témoin. (Bougueffa et Boutalbi, 2008 ; Kortez et al, 2008 ; Benghorieb et Siline, 2012). Cela aussi attribuée à la pollution de ces eaux par les contaminants d'origine domestiques et industrielles ainsi l'effet anthropique marqué.
- L'âge à la maturation et à la 1^{ère} ponte sont élevés aux différents sites par rapport au témoin. Ces résultats sont en accord avec Daniels & Allan (1981), Walton et al (1982).
- L'intervalle de ponte se situe entre 4.95 à 6 jours. Cet intervalle est élevé par rapport aux travaux de Touati et Samraoui (2002) et Chakri (2007) où il n'est que de l'ordre de 2-4 jours. Cette augmentation de l'intervalle pourrait être due soit à :
 - La toxicité intrinsèque de l'effluent sur la fonction de reproduction en tant que perturbateur endocrinien.

- L'épuisement de l'organisme dans les mécanismes de détoxifications suite aux quels les daphnies se focalisent plutôt sur la conservation de leur intégrité que sur la fonction de reproduction. Dès résultats portant sur l'effet des effluents hospitaliers sur *Daphnia magna* et dont l'ensemble de ces eaux est rejeté dans l'Oued Seybouse a montré un intervalle de ponte proche du notre (6-8jours) (Bougueffa et Boutalbi, 2008).
- La grandeur de ponte moyenne dans les trois sites est largement faible à celle du témoin. Ces résultats sont accord avec les travaux d'Allan & Goulden (1980), Daniels & Allan (1981).
- le nombre de ponte moyen par femelle est élevé au niveau du témoin et Oued Seybouse comparativement avec les daphnies traitées avec la dureté provenant de différents sites (Charef et Bouhmedane), Il est claire que les deux sites (Charef et Bouhmedane) défavorables pour leur croissances. On remarque aussi il ya des femelle adultes donnent une seule ponte durant 21jours.
- Le nombre de descendants par mère est réduit aux niveaux des oueds (Charef et Bouhmedane) par rapport au témoin et Seybouse peut être liée la contamination de ces sites (effluents hospitaliers et effet anthropique, eau domestique...).
- La taille des femelles à la deuxième reproduction est supérieure à celle de la première Touati et Samraoui (2002) ; Chakri (2007).

Les résultats ont montré la présence de malformation de 0,27% du nombre total de descendants dans le site de l'Oued Bouhmedane. On a constaté un courbement de l'épine apicale et un sous-développement des antennes. Aucune malformation n'est observée pour le témoin et Oued Charef. Aussi, la présence des mâles au niveau de L'Oued Bouhmedane. Le pourcentage des mâles est faible 0,03% dans la descendance de *D. magna*. Cependant, chez le témoin et Oued Charef seulement les femelles sont produites (Tableau 7).

- Le sex ratio est un paramètre écologique très important pour dynamique de la population. Nos résultats, sont marqués par la présence des males (0,03 %) et (0,27%) de malformation enregistrée au niveau du site de Bouhamdane, peut-être dû aux conditions environnementales qui deviennent de plus en plus défavorables. Les daphnies font recours à la formation des males lorsque les conditions du milieu se dégradent et défavorisent la croissance et le développement des individus. On sait bien que Bouhamdane est sujette à des sources de pollutions variées (agricole, eutrophisation, les déchets.....).

Ce présent travail mérite d'être approfondi et un suivi à long terme dans le but d'évaluer ces marqueurs biologiques de nos zones humides et la conservation de la biodiversité.

Conclusion

Conclusion

Notre travail est une contribution à l'étude de l'effet des effluents (Oued Charef, Bouhamdane et Seybouse) sur les paramètres de cycle de vie de *Daphnia magna* (taille des femelles adultes et des juvéniles à la 1^{ère} reproduction, intervalle de ponte, longévité, grandeur de ponte...).

Les résultats obtenus à travers les bio-essais sur *D. magna*; révèlent l'effet des effluents sur les paramètres de leur cycle de vie. La réduction des tailles adultes à la première reproduction a été enregistrée dans les sites Oued Charef et Oued Bouhmedane, alors que la taille des juvéniles sont légèrement affectée dans les sites, comparativement avec le témoin.

Cependant, la longévité a connu une réduction dans les différents sites. Aussi que, l'intervalle de ponte est élevé dans les sites (Oued Seybouse, Oued Charef et Oued Bouhamdane).

On note effectivement une diminution de la grandeur de ponte dans le site Oued Charef comparativement avec celles des autres sites. Mais l'âge à la maturité et à la 1^{ère} ponte sont élevés aux différents sites par rapport au témoin.

Egalement, une réduction dans la taille des femelles et des juvéniles à la fin du a été observé par rapport au témoin.

Enfin, cette présente étude mérite d'être poussée plus loin, dans le but de la biosurveillance de la santé des écosystèmes et le maintien de la biodiversité qui joue un rôle capital dans l'équilibre écologique.

Références Bibliographique

Références bibliographiques

A

Adjeroud N et Nahal M. (2014) – « La Recherche des bactéries anti bio-résistantes dans les eaux de surface : cas de l'oued Messida (Nord-Est Algérien) » ; Mémoire de Master en Ecologie ; Université 8 MAI 1945 Guelma. 86 P.

Agence de l'Eau Seine Normandie , France. (2016) - « l'eau sur la terre ».

Allan J D et Daniels R E. (1981) – « Life table evaluation of chronic exposure of *Eurytemora affinis* (copepod) to Kepone. Mar.Biol.In Press.

Amoros C. (1984) - « Crustacé, cladocère » ; Association française de Limnologie 5 : 72-150.

B

Bagayoko S; Diabate S; Diarisso. (2009) - « Evaluation in vitro d'effet du cadmium sur *Daphnia magna* » ; Mémoire d'ingénieur ; Ecologie et environnement ; Université de 08 Mai 1945 Guelma.47 P.

Bedouh Y. (2014) – « Évaluation de la toxicité des eaux usées traitées par la station d'épuration de Guelma et son impact sur l'oignon (*Allium cepa*) » ; Thèse de doctorat en Biologie ; Université Badji Mokhtar -Annaba 128 P.

Belghiti M L ; Chahlaoui A; Bengoumi D ; Moustaine R. (2013) - « Étude de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe pléistocène » ; Université Moulay Ismail, BP 11201 Zitoune (Maroc) ; Environnement et Santé; Larhyss Journal, Juin 2013 -36 P.

Benghorieb N et Siline R. (2012) – « Utilisation de *Daphnia magna* comme bioindicateur de la qualité d'eau de Oued Rhumel » ; Mémoire d'ingénieur d'Etat en Ecologie ; Université Mentouri Constantine.58 P.

Références Bibliographique

Bouguebina Z. (2015)- « Contribution à l'étude de l'impact des rejets des effluents pharmaceutiques sur un cladocère *Daphnia magna* » ; Mémoire Master en Gestion durable des Ecosystèmes et protection de l'environnement ; Université des Frères Mentouri Constantine.42 P.

Bougueffa F et boutalbi K. (2008) - « Etude écologique de l'effet hospitaliers sur *Daphnia magna* » ; Mémoire d'ingénieur en Ecologie et environnement ; Université de 08 Mai 1945 Guelma.42 P.

Boukelia H. (2015) - « contribution à l'étude de l'effet de la dureté de l'eau sur les paramètres de cycle de vie de *Daphnia magna* » ; Mémoire de master en Ecologie et Environnement ; Université de Mentouri Constantine.31 P.

Bouras A. (2014) - « Contribution à l'étude de l'effet des effluents hospitaliers sur les paramètres de cycle de vie de *Daphnia magna* » ; Mémoire de master en Ecologie et Environnement ; Université de Constantine 1. 46 P.

C

Chakri K. (2007) - « Contribution à l'étude écologique de *Daphnia magna* (branchiopoda :Anamopoda) dans la Numidie ,et des grands Branchiopodes en Algérie » ; Thèse doctorat en Ecologie ; Université Badji Mokhtar Annaba.173 P.

Champiat D et Larpent L. (1994) - « Biologie des eaux (Méthodes et Techniques) » ; Edition Masson ; Paris 531 P.

Chennouf F et Siradj F. (2008) – « Isolement des bactéries métallo-résistant à partir de Chott Ain El-Baidha et lac Temaçine » ; Mémoire Master en Microbiologie ; Université Kasdi-Merbah- Ouargla. 89 P.

E

Ebert D. (2005) - « Ecology, Epidemiology, and Evolution of Parasitism in *Daphnia*. Bethesda (MD) » ; National Center for Biotechnology Information (US).Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>.

Références Bibliographique

Engelhardt W. (1998) - « Guide Vigot de la vie dans les étangs, les ruisseaux et les mares » ; Eition Vigot ; (MD): National Center for Bio-technology Information (US).313P.

F

Fox M. (1957) Cites par Green J. (1963) – « A biology of crustacean. 2ed.witherby Ltd, London, 165P.

H

Hads A. (2003)- « Nos Lacs: Les Connaitre Pour Mieux les Protéger » ; Fides. 359 P.

Harlye J P; klein D A; Prescott L M. (2010) - « Microbiologie, 3^{ème}edition ».1216 P.

Hadas O; Kott Y; Bachrach U; Cavari B. (1983) – « Ability of *Daphnia* Cell-Free Extract to Damage Escherichia coli Cells. Appl. Environ»; Microbiol.45, 1242–1246.

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.

Halimi A. (2004) – « L’homme et l’environnement » ; Ed. ANPEP.

Hebert P.D.N. (1974) – « Enzyme variability in natural population of *Daphnia magna*.I. Population structure in East Anglia .Evolution 24: 546-556.

Holm N P et Shapiro J. (1984) - « An examination of lipid reserves and the nutritional status of *Daphnia pulex* fed *Aphanizomenonflos-aquae* »; Limnology and Oceanography, 29, 1137-1140.

I

Institut National de Santé Publique du Québec. (2010) – « Fiches Synthétiques sur l’Eau Potable et la Santé Humaine » ; Direction de la santé environnementale et de la toxicologie.

Références Bibliographique

G

Ganf, G.G. (1983) - « An ecological relationship between *Aphanizomenon* and *Daphnia pulex*. *Australian* »; Journal of Marine and Fresh water Research, P 34, 755-773.

Ghachi S. (1982) – « Hydrologie et utilisation de la ressource en eau en Algérie, le bassin de Seybouse » ; P 8-9, P 13-17, P 21.

Green J. (1956) a - « Growth, size and reproduction in *Daphnia* »; proc. Zool. Soc. London P 126,173-204.

Green. (1954) b – « *Daphnia*, the water flea »; New Biology. P 23:48-65.

K

Kast-Hutcheson K; Rider C V; Le Blanc G A. (2001) - « The fungicide propiconazole interferes with embryonic development of the crustacean *Daphnia magna* ». Environ. Toxicol. 20 :502-509.

Khellou M. (2012) - « Flux d'azote et du phosphore minéraux à l'embouchure d'oued Seybouse » ; Mémoire Magister (Ecole doctorat) en Biologie et Ecologie Végétale ; Université Badji Mokhtar Annaba 123 P.

Korzet W ; Guebailia W ; bedboudi N. (2008) - « L'utilisation de *Daphnia magna* comme bio indicateur de la qualité de l'eau de Oued Seybouse » ; Mémoire D'ingénieur d'état en Biologie ; Université de 08 Mai 1945 Guelma.61 P.

L

Lemoalle J ; Bergot F ; Robret M. (2001) « Synthèse du programme de recherche sur l'état de santé des écosystèmes aquatique » ; Edition Cemagref. 175 P.

Lynch M, (1980) – « The life history consequences of resources deprivation in *Daphnia pulex* »; Ecology P 70:246-256.

Références Bibliographique

Louamri A, (2013) – « Le bassin-versant de la Seybouse (Algérie orientale): hydrologie et aménagement des eaux » ; Thèse de Doctorat en sciences, Université de Constantine 1.300 P.

M

Manar R. (2008) - « effets populationnels du chlordane sur les micro-crustacés cladoceres *Daphnia sp.* Dans une perspective d'évaluation des risques » ; Thèse de Doctorat sciences et techniques ; Université de Hassan II ; Mohammedia ; Maroc 167 P.

Massarin S. (2010)- « Etude des effets de l'uranium sur le budget énergétique et la dynamique de population de *Daphnia magna* » ; Thèse de Doctorat Océanographie ; Université de Aix-Marseille ii ; Université de la méditerranée 211 P.

Mugel M et Féraud J.F. (1978)-« Elaboration d'un modèle de chaine trophique dulçaquicole et application à une étude éco-toxicologie du cadmium » ; Thèse de spécialité en éco-toxicologie et chimie de l'environnement. Université de Metz.09-13.

N

Noui N. (2010) – « Annaba face aux risques urbains et technologiques » : Quel avenir (Cas de Seybouse). 14P.

O

OECD, (1998) – « Organization for Economic Cooperation and Development » ; Guidelines for Testing of Chemicals: *Daphnia magna* Reproduction Test. Procedure 211. Paris, France.

Olmstead A W et le Blanc G A. (2007) – « The environmental- endocrine basis of gynadromorphisme (intersex) in acrustacean –Int. J. Biol, sci. 3 (2):77- 84.

Ounissi M. (2007) – « Devenir et incidences des flux de matières continentales enrichissantes et polluantes dans le littoral d'Annaba » ; Bilan final du projet de recherche ONEDD/MATE/05/04 .11 P.

Références Bibliographique

P

Pennak R.W. (1989) - « Fresh-water invertibrates of the United States »; 3rd edition; Protozoa to mollusca, Johan Wiley & Sons, New York,NY.145P.

Potlon J L et Zysman K. (1998) - « Le guide des analyses de l'eau potable, la DDASS de l'Isère ».253 P.

R

Rakotondrabe F. (2006) - « Etude de la vulnérabilité desressources en eau aux changements climatiques, modélisation par le logiciel WEAP 21 : cas du bassin versant de Morondava (Sud-ouest de Madagascar) »; Diplôme d'études approfondies hydrogeologie ; Université d'Antananarivo113 P.

Reggam A ; Bouchelaghem H ; Houhamdi M. (2015) - « Qualité Physico-Chimique des Eaux de l'Oued Seybouse (Nord-est de l'Algérie): Caractérisation et Analyse en Composantes » ; Rapport d'université de 08 Mai 1945Guelma Journal. Mater. Environ. Sci. 6 (5) (2015) 1417-1425 ISSN : 2028-2508.

Rejsek F. (2002) - « Analyse des eaux (Aspects règlementaires et technique) ».364 P.

Rivière J L. (1998) - « Evaluation du risque écologique des sols pollués » ; édit. L'Association Record 17 P.

Rodier J. (1984) - « Analyses de l'eau » eaux naturelles-eaux résiduaires-eaux de mer) » ; 7 Edition dunod. 1365 P.

T

Tessier A J et Goulden C E. (1982) - « Estimating food limitation in cladoceran populations»; Limnology and Oceanography; P 27, 707-717.

Touati L et Samraoui B. (2002) - « The écologie of *Daphnia magna* chevreuxi richard in Norheast Algéria (crustacea : Anomopoda) » ; Sciences et Technologie.numéro spécial D. P 75-81.

Références Bibliographique

Toumi H. (2013) - « Ecotoxicité de la deltaméthrine et du malathion sur différentes souches de *Daphnia magna* (Crustacea, Cladocera): apport de la pro-téomique dans la recherche de nouvelles cibles cellulaires » ; Thèse de Doctorat en Écotoxicologie ; Université de Lorraine en France 156 P.

W

Wang K S; Lu C Y; Chang S H (2011) – « Evaluation of acute toxicity and teratogenic effects of plant growth regulators by *Daphnia magna* embryo assay» ; Journal of Hazardous Materials 190: 520-528

Walton W E; Compton S M; Allan J D; Daniels R E. (1982) – « The effect of acid stress on survivorship and reproduction of *Daphnia pulex* (crustacé: Cladocera) »; Can .J Zool; 60: 5736-579.

Z

Zeman F. (2008) - « toxicité d'un mélange binaire sur *Daphnia magna* : Etude des effets biologique de l'uranium et du sélénium seuls et en mélange » ; Thèse de Doctorat en Paléontologie, Université de Montpellier II, France 199 P.

Zerluth J et Gienger M. (2006) - « l'eau et ses secrets » ; Edition désirée. 223 P.

Webographie

Webographie

- [1] - [http : // www.ledifice.net /](http://www.ledifice.net/) . Consulté le 07/03/2016.
- [2] - [http : // ieonline.microsoft.com/#ieslice](http://ieonline.microsoft.com/#ieslice) . Consulté le 01/02/2016.
- [3] - [http : // ga.water.usgs .gov/edu/watercycle.html](http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycle.html) . Consulté le 25/02/2016.
- [4] - [http : //Analyse physico-chimique_ Présentation generale.htm](http://Analyse physico-chimique_ Présentation generale.htm) . Consulté le 07/02/2016.
- [5] - [http : //Qualité de l'eau.htm](http://Qualité de l'eau.htm) . Consulté le 29/01/2016.
- [6] - [http : //Mémoire Online - Evaluation de la qualité des eaux des puits couverts munis de pompe dans la commune de Porto-Novo - WarisKÃ©wouyÃ©mi CHOUTI.htm](http://Mémoire Online - Evaluation de la qualité des eaux des puits couverts munis de pompe dans la commune de Porto-Novo - WarisKÃ©wouyÃ©mi CHOUTI.htm) . Consulté le 07/02/2016.
- [7] - [http : //Les différents paramètres physiques et chimiques des eaux et commentaires. CPEPESC - Commission de Protection des Eaux.htm](http://Les différents paramètres physiques et chimiques des eaux et commentaires. CPEPESC - Commission de Protection des Eaux.htm) . Consulté le 22/02/2016.
- [8] - [http : //Suivi de la qualité biologique des cours d'eau de la région Nord - Pas de Calais Bilan 1997 – 2006 ;-1-PDF](http://Suivi de la qualité biologique des cours d'eau de la région Nord - Pas de Calais Bilan 1997 – 2006 ;-1-PDF) Consulté le 01/04/2016.
- [9] - [http : // PDF-« Chambre de Commerce et D'industrie Mermoura Guelma » http://CCI Mermoura Guelma .Consulté le 01/02/2016](http://PDF-« Chambre de Commerce et D'industrie Mermoura Guelma » http://CCI Mermoura Guelma .Consulté le 01/02/2016).
- [10] - [http : // Guide du programme de l'économie de l'eau, 2010 – 2014, Wilaya de Guelma_03pdf](http://Guide du programme de l'économie de l'eau, 2010 – 2014, Wilaya de Guelma_03pdf) .Consulté le 08/02/2016.
- [11] - [http : //programme de l'economie de l'eau Diagnostique Sur La Situation De l'hydro-Agricole ,2011-2014, Wilaya de Guelma_05pdf](http://programme de l'economie de l'eau Diagnostique Sur La Situation De l'hydro-Agricole ,2011-2014, Wilaya de Guelma_05pdf) .Consulté le 08/02/2016.
- [12] - http://www.marefa.org/images/c/c7/Acces_Guelma . Consulté le 07/03/2016.
- [13] - <http://Instrements alternatives pour améliorer la gestion de l'eau dans le bassin méditerranéen cas de l'oued Seybouse-Algérie Tunis. 2008 .PDF> . Consulté le 07/03/2016.

Webographie

[14] -<https://www.google Earth>. Consulté le 11/05/2016.