



لجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE



التعليم  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université des Frères Mentouri Constantine  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسنطينة  
كلية الطبيعة الحياة

Département : de Biologie et Écologie végétale

قسم : بيولوجيا و البيئة النباتية

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Gestion durable des écosystèmes et protection de l'environnement

Option : Pollution des écosystèmes et écotoxicologie

Intitulé :

## L'effet chronique de la salinité du chlorure de sodium sur les paramètres du cycle de vie de *Daphnia magna*

Présenté et soutenu par : Zeroual Charaf Eddine

Le : 22/06/2016

Jury d'évaluation :

<b>Président du jury :</b>	Mme. Afri-Mehennaoui F-Z	(MCA - UFM Constantine).
<b>Rapporteur :</b>	Mr. Touati Laïd	(MCB - UFM Constantine).
<b>Examineurs :</b>	Mme. Zaïmeche Saïda	(MCB- UFM Constantine).

*Année universitaire*  
*2015 - 2016*

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## *Remerciements*

*Je tiens en premier lieu à remercier ALLAH qui est toujours avec moi à me donner la force et le courage d'accomplir mon travail.*

*En suite je remercie et j'exprime ma profonde gratitude à notre **Dr. TOUATI LAÏD** qui m'a encadré et dirigé.*

*Toute ma reconnaissance en vers madame **Dr. Afri-Mehennaoui Fatima.Z**, maitre de conférences à l'université de Constantine 1.*

*Et également merci à **Dr. Zaïmeche Saïda**, maitre de conférences à l'université de Constantine 1.*

*Je n'oublie pas de remercier mes chers professeurs :*

**Dr. BAZRI KAMEL EDDINE**

**Dr. OUAHRANI GHANIA**

**Dr. MENNED AHMED**

**Dr. BEN DARADJI MOHAMED ELHABIB**

*En outre je remercie monsieur le doyen de la faculté de la science de la nature et de la vie professeur **DEHIMET LAÏD** qui m'a conseillé à opter la spécialité « écologie et environnement ».*

*Merci à mon père **ZEROUAL MOHAMED NOUR EDDINE** qui s'est donné la peine après son travail tous les soirs à m'aider en faisant la traduction et surtout à corriger mon modeste orthographe tout le long de mon parcours à l'université. et ma mère **CHAABANE NORA** qui m'a accompagné depuis ma scolarisation.*

*Ainsi que tout le monde qui à collaborer à mon mémoire.*



**Dédicaces**

*Je dédie mon travail à :*

*Ma très chère mère **CHAABANE NORA** et mon père **ZEROUAL MOHAMED NOUR EDDINE**, en reconnaissance de leurs divers sacrifices dans cette vie juste pour me hisser vers le savoir.*

*À mes chers sœurs et frères :*

*« **IKRAM, SARAB, HADIL, RAFAA, HEITHEM, SOHEIB** »*

*À tous mes collègues : « **BOUTERAA.K, BENGUEDOUAR.H, SAHRAOUI.A, KACHIA.** »*

# Sommaire

## Liste des tableaux

## Liste des figures

## Liste des abréviations

Introduction.....	01
-------------------	----

### Chapitre 1: La salinité

1.1. La salinité de l'eau.....	02
1.2. Quantités des sels dans l'eau de mer.....	02
1.3. Le chlorure de sodium (Na Cl).....	03
1.4. Classification des eaux selon la salinité.....	03
1.5. L'origine de la salinité.....	04
1.6. L'effet du sel sur les propriétés de l'eau.....	05
1.7. Effets physiologiques de la salinité sur la faune et la flore.....	05
1.8. Impact cellulaire.....	05
1.9. Impact sur la bio diversité aquatique.....	06

### Chapitre 2: La biologie et la description de *Daphnia magna*

2.1. Description physique.....	08
2.2. La différence entre les deux sexes.....	09
2.3. Classification.....	10
2.4. Le développement.....	10
2.5. Les étapes de développement de l'embryon.....	12
2.6. La nourriture naturelle.....	13
2.7. L'importance dans la niche écologique.....	14

### Chapitre 3: Matériel et méthodes

3.1. Matériel biologique.....	15
3.2. Méthodes.....	15
3.2.1. Culture de <i>Daphnia magna</i> .....	15
3.2.2. Préparation de l'infusion de l'épinard.....	15
3.2.3. Mode opératoire.....	15
3.2.4. Analyse statistique.....	16

## **Chapitre 4: Résultats et discussion**

4.1. L'effet de la salinité du NaCl sur la survie, la croissance et la reproduction chez <i>Daphnia magna</i> .....	17
4.1.1. La taille des femelles adultes à la 1 <sup>ère</sup> reproduction.....	17
4.1.2. La taille des juvéniles à la première reproduction.....	18
4.1.3. La longévité.....	19
4.1.4. L'intervalle de ponte.....	19
4.1.5. L'âge à la maturité .....	20
4.1.6. L'âge à la première ponte .....	21
4.1.7. Grandeur de ponte .....	21
4.1.8. Nombre de ponte par femelle.....	22
4.1.9. Nombre de descendants par femelle.....	23
4.1.10. La taille des femelles à la fin du test .....	23
4.1.11. Le poids des femelles à la fin du test .....	24
4.1.12. Le taux de croissance spécifique .....	25
4.2. Discussion.....	26
<b>Conclusion et perspective</b> .....	29
<b>Références bibliographiques</b> .....	31
<b>Résumés</b>	

## Liste des tableaux

<b>Tableaux</b>	<b>Titres</b>	<b>Pages</b>
<b>01</b>	La classification de <i>D. magna</i> .	<b>10</b>
<b>02</b>	Les différentes étapes et phases de développement d'un embryon chez <i>D.magna</i>	<b>11</b>
<b>03</b>	Effet de la salinité du NaCl sur le taux de survie de <i>Daphnia magna</i> .	<b>17</b>

## Liste des figures

<b>Figures</b>	<b>Titres</b>	<b>pages</b>
<b>01</b>	Quantités des sels dans un litre d'eau de mer	<b>02</b>
<b>02</b>	structure chimique de la molécule de chlorure de sodium	<b>03</b>
<b>03</b>	La richesse en espèces d'eaux douce (- -), d'eaux saumâtre (..) et marines ( ) en fonction de la salinité	<b>07</b>
<b>04</b>	schématisation de l'effet général de la salinisation sur les communautés	<b>07</b>
<b>05</b>	Organisation générale d'un cladocère, vue latérale	<b>09</b>
<b>06</b>	Femelle de <i>D. magna</i> (A) et mâle de <i>D. magna</i>	<b>09</b>
<b>07</b>	Cycle de vie de <i>D. magna</i>	<b>11</b>
<b>08</b>	Reproduction de la <i>D. magna</i> par parthénogénèse en conditions favorables, au cours vingt et un jours	<b>11</b>
<b>09</b>	Œufs de durée ou éphippies de <i>D. magna</i>	<b>11</b>
<b>10</b>	Les étapes de développement de l'embryon de <i>D. magna</i>	<b>13</b>
<b>11</b>	Les nutriments des daphnies	<b>13</b>
<b>12</b>	vue d'un test chronique	<b>16</b>
<b>13</b>	Variation de la taille des femelles adultes à la 1 <sup>ère</sup> reproduction chez <i>D. magna</i> pour les concentrations variées du Na Cl.	<b>18</b>
<b>14</b>	Variation de la taille des juvéniles à la 1 <sup>ère</sup> reproduction chez <i>D. magna</i> pour les concentrations variées du Na Cl	<b>18</b>
<b>15</b>	Variation de la longévité chez <i>D. magna</i> pour les concentrations variées du Na Cl.	<b>19</b>
<b>16</b>	Variation de l'intervalle de ponte chez <i>D. magna</i> pour les concentrations variées du Na Cl.	<b>20</b>
<b>17</b>	Variation de l'âge à la maturité chez <i>D. magna</i> pour les concentrations variées du Na Cl.	<b>20</b>
<b>18</b>	Variation de l'âge à la première reproduction chez <i>D. magna</i> pour les concentrations variées du Na Cl.	<b>21</b>

<b>19</b>	Variation de la grandeur de ponte chez <i>D. magna</i> pour les concentrations variées du Na Cl.	<b>22</b>
<b>20</b>	Variation du nombre de ponte par femelle chez <i>D. magna</i> pour les concentrations variées du Na Cl.	<b>22</b>
<b>21</b>	Variation du nombre de descendants total par mère chez <i>D.magna</i> pour des concentrations variées du Na Cl.	<b>23</b>
<b>22</b>	Variation de la taille des femelles à la fin du test (21 jours) chez <i>D.magna</i> pour des concentrations variées du Na Cl	<b>24</b>
<b>23</b>	Variation du poids des femelles à la fin du test (21 jours) chez <i>D.magna</i> pour des concentrations variées du Na Cl.	<b>25</b>
<b>24</b>	Variation du taux de croissance spécifique chez <i>D.magna</i> pour des concentrations variées du Na Cl	<b>25</b>

## Liste des abréviations

**D.magna** : *Daphnia magna*

**A1** : Une antenne

**A2** : Deux antennes

**FA** : First antennae (première antenne)

**CE** : carapace edge(bord de la carapace)

**Na Cl** : chlorure de sodium

**EPA** : Environmental Protection Agency

**H Cl** : Acide chlorhydrique

**Na OH** : Hydroxyde de sodium

**Mg<sup>2+</sup>** : ion de magnésium

**Na<sup>+</sup>** : ion de sodium

**K** : potassium

**K<sup>+</sup>** : ion de potassium

**\*** : (p<0.01)

**\*\*** : (P <0.0001)

# Introduction

# Introduction

---

## **Introduction :**

La reconnaissance de la vie est liée à la présence des êtres vivants sur notre planète, qui ont le pouvoir et la capacité de faire des échanges avec le milieu externe, ce dernier qui leur garantit la stabilité et la continuité. L'équilibre des milieux naturels à un impact positif sur la biodiversité, soit au niveau aquatique, terrestre ou aérien, seulement de nos jours on s'aperçoit que le système écologique commence à se perturber, celles-ci sont observées sur les différents niveaux d'organisations (moléculaire, cellulaire, tissulaire, organismes, individus, populations), à cause de ces perturbations l'intervention de l'écotoxicologie est nécessaire pour chercher des nouvelles méthodes et solutions urgentes et fiables pour donner l'espoir à retrouver notre équilibre écologique, parmi ces méthodes on trouve les tests écotoxicologiques qui donnent un aperçu significatif illustrant les interactions entre les êtres vivants et les différents éléments du milieu.

Dans notre sujet on prend le cas de chlorure de sodium (NaCl) qui détermine la salinité des eaux, et qui se trouve naturellement dans les milieux aquatiques (océans, rivières, lacs, mares, ...), l'augmentation de ce paramètre dans les écosystèmes aquatiques est reconnu par le nom pollution saline, cette dernière est engendré soit naturellement (érosion, météorisation ...) soit par les rejets anthropiques qui accélère cette pollution d'une façon anarchique, et pour tester leurs effets sur une parmi plusieurs espèces bio indicatrices (sentinelles) et sensibles aux différents changements des paramètres physico-chimiques des eaux douces qui s'appelle *Daphnia magna* Strauss, cette crustacé qui a un grand rôle sur la caractérisation des eaux douces et qui a un intervalle de tolérance spécifique à différents paramètres, en même temps pour savoir comment peut-elle résister vis-à-vis de ce paramètre (NaCl) à l'aide d'un test chronique pendant 21 jours.

Pour cela notre but dans ce travail se repose sur l'étude de l'effet de salinité de l'eau par le chlorure de sodium sur les paramètres de cycle de vie de *Daphnia magna* (taille des femelles adultes à la première reproduction, taille des juvéniles à la première reproduction, la longévité, intervalle de ponte, âge de maturation, grandeur de ponte, nombre de ponte moyen par femelle, nombre de descendants produits par femelle, nombre total des individus au cours de ce test.), et pour atteindre notre objectif on a organisé ce mémoire comme suit :

Le premier chapitre est consacré à la salinité.

Le deuxième chapitre pour la biologie et la description de *Daphnia magna*.

Le troisième chapitre traite le matériel et les méthodes utilisées pour la réalisation de ce travail.

Le quatrième chapitre englobe les résultats et leur discussion.

Enfin, nous terminons par une conclusion.



# Chapitre 1 : La salinité

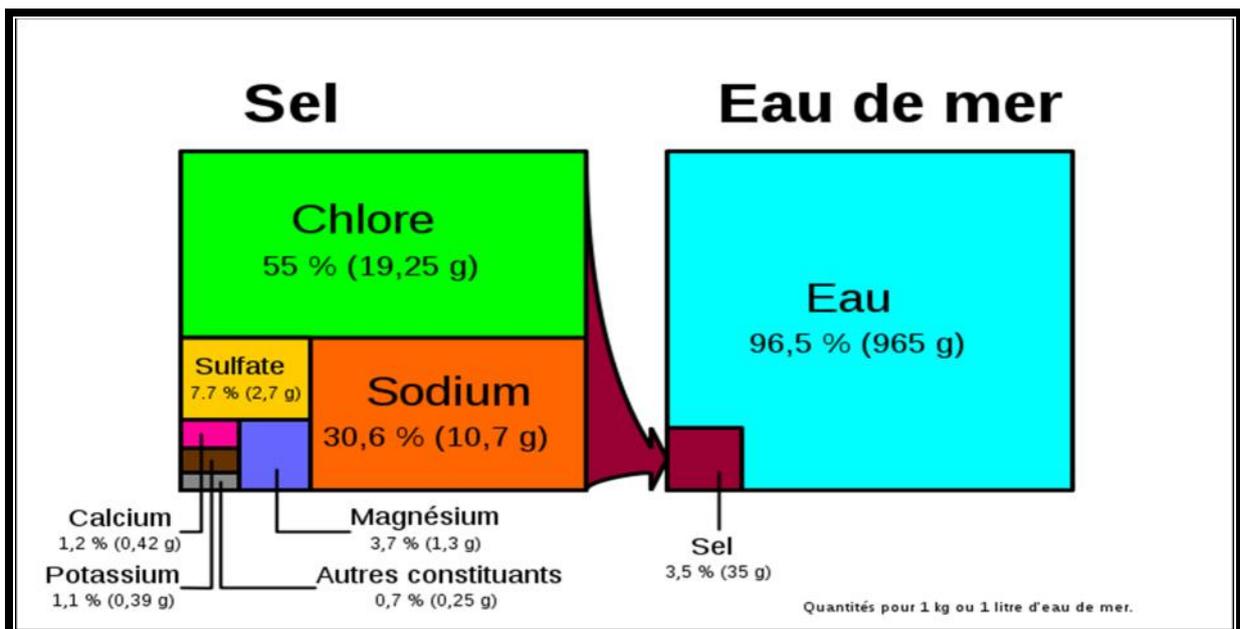


**1.1. La salinité de l'eau :**

Plus du deux tiers de la surface terrestre sont couverts d'eau, que ce soit par des mers, des océans, des lacs ou des rivières, cette eau, sous forme liquide, contient de nombreux sels minéraux, (chlorure de sodium, chlorure de magnésium, sulfate de magnésium, etc....) [2]. Théoriquement la définition de la Salinité est la quantité totale des résidus solides en grammes contenu dans 1 kg d'eau de mer, quand tous les carbonates ont été transformés en oxydes, le brome et l'iode remplacé par le chlore et que toute la matière organique a été oxydée [3], cette quantité est sans unité, on l'évalue par la mesure de la conductivité, et on l'exprime en unité pratique de salinité (UPS) qui équivaut approximativement à 1mg/g, et 1g/kg de sels, ou en ‰, la salinité de l'eau de mer est en moyenne de 35 ups, soit 35 g/kg [4]. En pratique est une mesure difficile à obtenir, car certains corps présents, notamment les chlorures, s'échappent au cours du dernier stade de séchage, la présence de sel dans l'eau modifie certaines propriétés (densité, compressibilité, point de congélation, température du maximum de densité), d'autres (viscosité, absorption de la lumière) ne sont pas influencées de manière significative. Enfin certaines sont essentiellement déterminées par la quantité de sel dans l'eau (conductivité, pression osmotique) [5].

**1.2. Quantités des sels dans l'eau de mer :**

La salinité varie d'un endroit à l'autre et d'une profondeur à l'autre dans les océans, on estime que la salinité moyenne des océans est de 35 g/L. Cette salinité est représentée par la présence de plusieurs quantités des différents sels dissous (Figure 1)



**Figure1 :** Quantités des sels dans un litre d'eau de mer [2].

### 1.3. Le chlorure de sodium (Na Cl) :

Est un élément naturel hydrosoluble majoritaire parmi ceux qui constituent la salinité mais il n'est jamais le seul, 60 des 92 éléments chimiques de base participent à l'état dissous à ce que l'on nomme « la salinité » de l'eau, Riley. (1965). D'un point de vue chimique, le sel de cuisine est du chlorure de sodium, c'est-à-dire une substance composée de 40% de sodium et de 60% de chlore, en solution aqueuse, ces deux éléments évoluent librement sous forme des ions (particules chargés), à l'état solide, ils constituent sous forme de sels, un réseau cristallin (cristaux blanc) connu comme le sel de cuisine(Figure2).

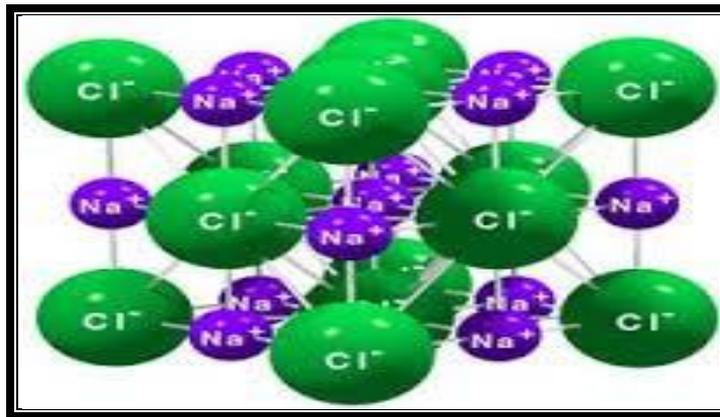


Figure2: structure chimique da la molécule de chlorure de sodium [6].

### 1.4. Classification des eaux selon la salinité:

On distingue trois types d'eaux en fonction de la teneur en sels dissous :

- **Eau douce:** est une eau ou sa salinité est inférieure à 1 g/l, on retrouve majoritairement les eaux douces sur les continents. On estime qu'uniquement 2,5% de l'eau retrouvée sur Terre est douce et donc susceptible de servir à notre consommation [2].
- **Eau saumâtre:** L'eau saumâtre forme la transition entre les zones d'eau douce et celles d'eau salée, la salinité est comprise entre 1 et 10 g/l, on retrouve les eaux saumâtres principalement à l'embouchure des fleuves, dans les estuaires et les deltas [2].
- **Eau salée:** L'eau des mers et des océans possède une salinité supérieure à celle de l'eau douce. Toutes les eaux dont la salinité dépasse 10 g/l sont qualifiées de salées. L'eau salée représente 97,5% de l'hydrosphère terrestre. Parmi les nombreux types de sel retrouvés dans l'eau de mer, le chlorure de sodium (NaCl) est le plus abondant [2].

### 1.5. L'origine de la salinité :

La salinisation est un terme lié avec l'augmentation de la teneur en sels dissous des eaux superficielles, selon différentes voies et phénomènes, et qui est un critère de classification des eaux. On distingue deux groupes, la salinisation naturelle aussi appelée (salinisation primaire), et la salinisation anthropique ou (salinisation secondaire), Williams.(1987).

➤ **La salinisation naturelle :**

La salinité naturelle est régie par deux principaux facteurs que sont la géologie et le climat, par exemple en ce qui concerne le sodium et les chlorures, les deux proviennent de la météorisation naturelle de la roche et du transport atmosphérique de substances d'origine océanique, c'est -à-dire les sels proviennent essentiellement de l'érosion des roches de la lithosphère, produite par les eaux de ruissellement et les eaux souterraines. Tout au long de leur parcours, les sels sont entraînés par les eaux de ruissellement et ils s'accumulent lors de leur progression dans les bassins versants Eilers et al.(1995).

➤ **la salinisation anthropique :**

-La salinisation secondaire provient de trois facteurs anthropiques, les pratiques agricoles, Williams. (1987), et en particulier une irrigation associée à un mauvais système de drainage sont souvent mises en cause, Silva et al. (1999) et comme marginaux à l'échelle de la planète, et qui a une importance au niveau local.

- Le deuxième grand facteur anthropique est la demande croissante d'eau souterraine qui est à l'origine d'intrusion d'eau de mer et de la salinisation des aquifères côtiers, par exemple en Grèce ces phénomènes peuvent entraîner une augmentation de la concentration en chlorures d'aquifères de certaines zones côtières à  $8 \text{ g.L}^{-1}$  Estrela et al. (1996).

- En troisième position l'utilisation de sels de déneigement sur les routes Williams et al. (1999), cette activité en Canada peut engendrer une augmentation de 15 fois plus de la concentration en chlorures de certains lacs et cours d'eau, même situés à plusieurs centaines de mètres des routes traitées, Löfgren. (2001), sans oublier un certain nombre de rejets industriels tels que les effluents des industries chimiques et pétrochimiques, de la production de gaz et des eaux d'exhaures acides Pringle et al. (1981). Après la pénétration de ces substances dans l'environnement, elles se cristallisent et se sédimentent sous forme de sels minéraux, quand leurs concentrations augmentent au dessus de leurs produits de solubilité Christophe.(2004).

### 1.6. L'effet du sel sur les propriétés de l'eau :

Le sel dissous a une grande capacité de modifier certaines propriétés habituelles de l'eau [6], telle que :

- Dissolution : l'eau salée a une moins grande capacité de dissolution que l'eau douce
- La densité : l'eau salée est plus dense que l'eau douce, c'est-à-dire que sa masse volumique est plus grande que celle de l'eau douce.
- Congélation : le point de congélation de l'eau salée est plus bas que celui de l'eau douce (-1,9°C au lieu de 0°C), tandis que son point d'ébullition est plus élevé (101,5°C au lieu de 100°C).
- La conductivité : l'eau salée est plus conductrice d'électricité.

### 1.7. Effets physiologiques de la salinité sur la faune et la flore :

D'après Beiselet al. (2011) la salinisation provoque une augmentation de la pression osmotique et une forte concentration de certains ions (Cl, Na, K, ... etc.) qui sont toxiques pour la plupart des organismes vivants. Baily (1969) mentionnait que le rapport  $(\text{Na}^+ + \text{K}^+) / (\text{Mg}^{2+} + \text{Ca}^{2+})$  détermine la toxicité d'une eau, car les ions monovalents sont plus toxiques que les ions divalents, pour cet auteur, les concentrations en chlorures dans l'hémolymphe déterminent la limite supérieure de tolérance chez l'espèce *Boeckella triarticulata* (un crustacé copépode), et la modification de celles-ci par un régime avec des bicarbonates permet de repousser cette limite à des concentrations supérieures.

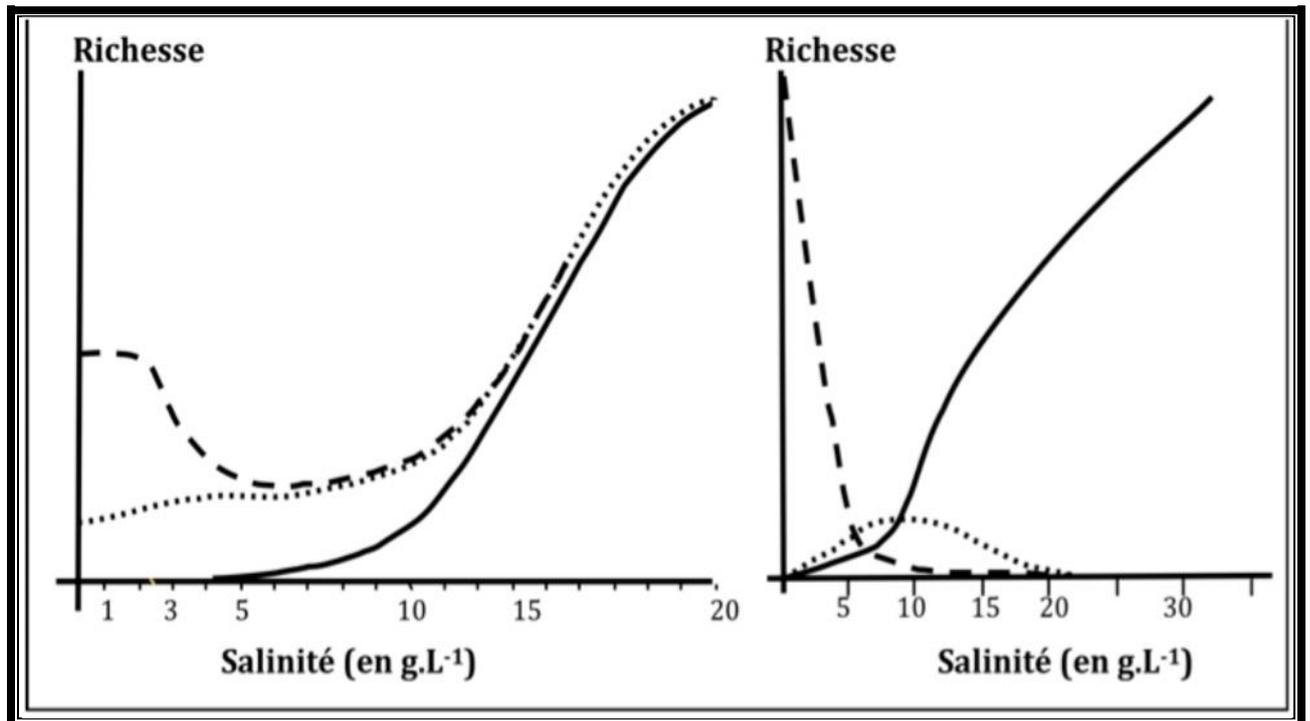
Plusieurs taxons possèdent des caractéristiques morphologiques, physiologiques et d'histoire de vie qui se permettent de tolérer, s'adapter ou d'éviter, ces caractéristiques confèrent un niveau de résistance aux communautés d'eau douce, Beisel et al. (2011), d'autant que nombreux organismes sont capables de tolérer le sel lorsque le taux de salinité augmente lentement, James et al. (1993).

### 1.8. Impact cellulaire:

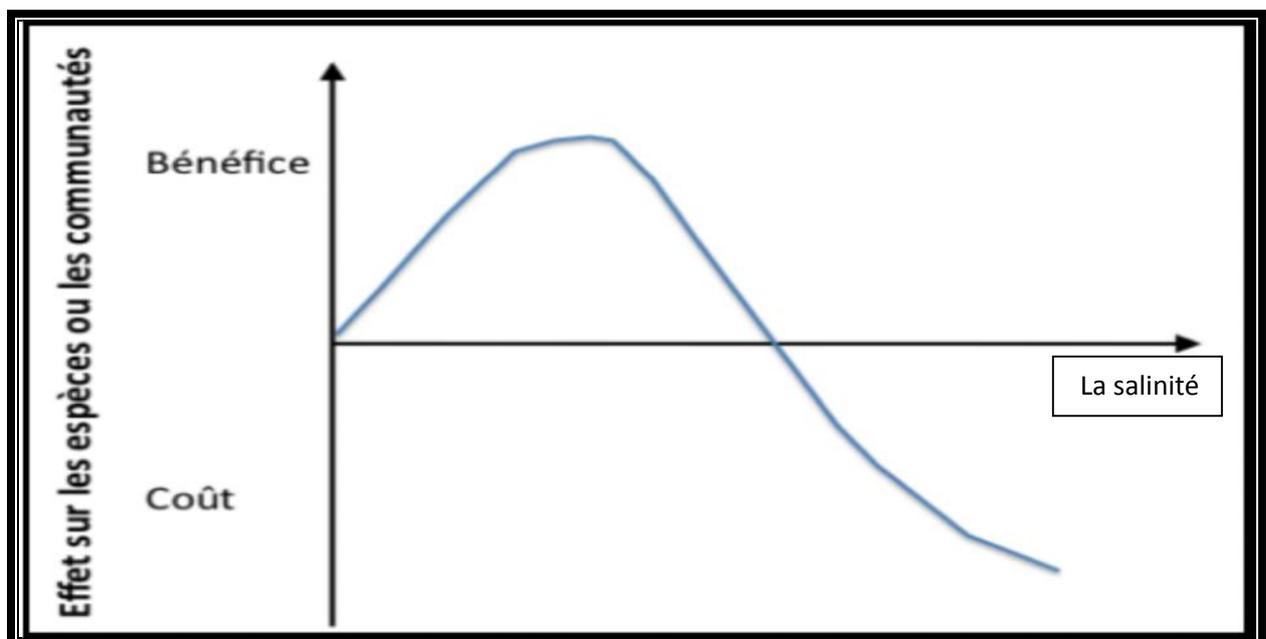
La salinisation perturbe de façon sévère l'homéostasie cellulaire chez plusieurs espèces de la faune ou de la flore, les différences entre les concentrations intra et extracellulaire d'ions inorganiques (majoritairement  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$ ), engendre une perte d'eau et une réduction du volume cellulaire Krell, (2006) et un impact sévère sur une multitude de voies métaboliques, sur la photosynthèse, Allakhverdiev et al. (2002), la biosynthèse de lipides de membrane Sakamoto et al. (2002), sur le turnover de protéines et leur repliement Madern et al. (2000).

**1.9. Impact sur la biodiversité aquatique:**

Il est connu que la richesse écologique représente un écosystème aquatique exemplaire, jusqu'aujourd'hui et depuis les années 1990. Plusieurs études consacrées pour définir le seuil de l'impact de la salinité, sur les communautés des eaux douces, et pour être mesurable. Malheureusement les résultats sont restées quelque fois contradictoires, sauf que la richesse de la faune d'eaux douce diminue avec la salinité (Figure3). D'après Hart et al. (1991), estiment que les communautés biologiques les plus sensibles à la salinisation en rivière sont les macro- invertébrés et les végétaux, et que les effets néfastes directs se manifestent autour de 1 g/l, Hart et al. (1991). Mais Beisel et al. (2011) montrent que les effets négatifs ne correspondent pas toujours à une mortalité des individus même si cette issue est inéluctable, lorsque la salinisation devient vraiment très importante. Parce que plusieurs ions sont essentiels à la vie, comme peuvent l'être certains métaux lourds (cuivre, zinc par exemple), les effets toxiques de ces éléments se manifestent lorsque ceux-ci atteignent des concentrations qui excèdent les limites de tolérance des espèces (Figure4).



**Figure 3 :** La richesse en espèces : d’eau douce (- -), d’eaux saumâtre (..) et marines ( ) en fonction de la salinité d’après Mordukai. (1964) (à droite) et (à gauche) Remane. (1934)



**Figure4:**L’effet général de la salinisation sur les communautés (Modifié de Hart et al. 1990).

## CHAPITRE 2:

# BIOLOGIE ET DESCRIPTION DE DAPHNIA MAGNA

---



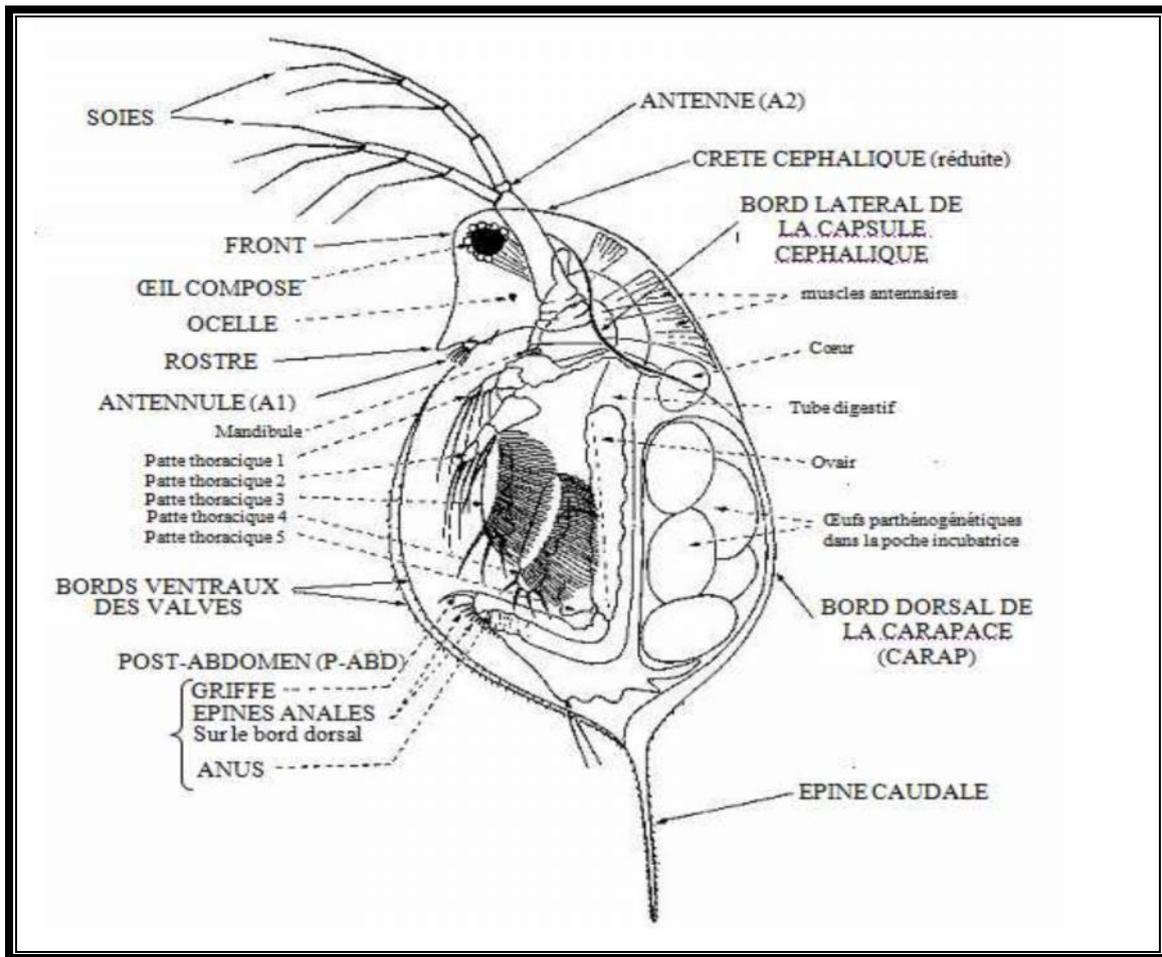
### 2.1. Description physique

Les daphnies sont des petits crustacés zooplanctoniques, mesurant d'un à cinq millimètres, de la famille du genre *Daphnia* phyllopoètes cladocères. Elles vivent dans les eaux douces et stagnantes, quelques espèces supportant des conditions un peu saumâtres, leur nom populaire de «puce d'eau» donne une bonne idée de leur taille, de leur forme et de leur façon d'évoluer dans l'eau, elles sont utilisées par les aquariophiles comme aliment pour poissons, mais également pour nettoyer l'eau.

Les toxicologues les utilisent aussi pour détecter la présence de certains toxiques dans l'eau, donc les daphnies constituent un très bon matériel en écotoxicologie[1].

Ces puces d'eau ont une forme générale semblable à un haricot, morphologiquement leur corps est divisé en deux parties (Figure5) :

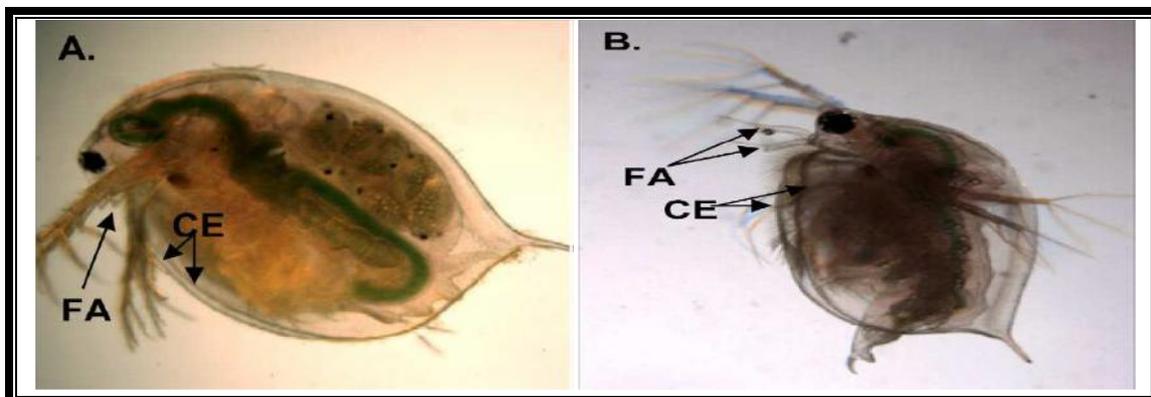
- **La tête :** Elle contient deux ensembles de longues antennes doublement ramifiées, et un œil unique et composé qui apparaît comme une tache sombre antérieure, et un œil simple (ocellus), dont le rôle est principalement lié à la perception de la photopériode et au phototropisme, Sahli. (2012).
- **Le corps :** Est entouré par une structure en forme de coque transparente, appelée une carapace, qui est la plupart du temps faite de la chitine Green(1963), la carapace se prolonge dans les boucliers de tête, une caractéristique de diagnostic important pour cette espèce. Ils ont six appendices thoraciques qui sont maintenus à l'intérieur de la carapace et aident à produire un courant d'eau, transportant de la nourriture (matières en suspension et/ou phytoplancton essentiel) et de l'oxygène à leur bouche et les branchies. Ils ont aussi deux grandes griffes, utilisés principalement pour le nettoyage de la carapace, plus une poche incubatrice pour la conservation des œufs provenant des ovaires situés de part et d'autre de l'intestin, et un cœur en position dorsale et antérieure au-dessus de la poche incubatrice, Toumi. (2013). Les daphnies ont une couleur transparente et leur tinte changeable en allant légèrement vers le rouge dès qu'il y a un manque d'oxygène à la suite de l'augmentation du taux d'hémoglobine dans le sang, Fox. (1957).



**Figure 5:** Organisation générale d'un cladocère, vue latérale, Amoros, (1984).

## 2. 2. La différence entre les deux sexes :

D'après Olmstead et al (2002), la différence entre les 2 sexes est visible par la taille de l'antenne primaire qui est grande chez les mâles, une autre différence réside dans la forme du bord de la carapace, les femelles ont des carapaces symétriques par contre, les mâles ont des carapaces asymétriques et terminés par des soies. (Figure 6)



**Figure 6:** Femelle de *D. magna* (A) et mâle de *D. magna* (B), Olmstead et al. (2002).  
(FA: First antennae) (CE: carapace edge) (A: femelle) (B: male)

### 2.3. Classification :

La classification de la daphnie d'après plusieurs travaux ont été consacrés au crustacé cladocère *D. magna* Strauss et les publications de : Pacaud. (1939), Anderson *et al.* (1942) est la suivante dans le tableau 1 ci-dessous :

**Tableau 1 :** La classification de *D. magna*, Pacaud. (1939).

<b>Embranchement :</b>	Arthropodes
<b>Classe :</b>	Crustacés
<b>Sous-classe :</b>	Branchiopodes
<b>Ordre :</b>	Cladocères
<b>Famille :</b>	Daphniidae
<b>Genre :</b>	<i>Daphnia</i>
<b>Espèce :</b>	<i>Daphnia magna</i>

### 2.4. Le développement :

La reproduction de la daphnie se fait à deux modes de reproduction selon les conditions du milieu (sexuée et asexuée) (Figure 7) :

- **Reproduction asexuée :** Quand les conditions du milieu sont optimales et favorables la reproduction des daphnies est asexuée, ce qu'on appelle la reproduction par parthénogenèse, *D. magna* donne au cours de ce type de reproduction six pontes, Zeman. (2008), et qui sont toutes des femelles, Ebert. (2005). (Figure 8).
- **reproduction sexuée :** lorsque les conditions de vie deviennent défavorables (froid, manque de proies, stress, forte densité de population, anoxie, dystrophisation), les daphnies donnent naissance à une génération composée de mâles et de femelles. Après fécondation, deux œufs dits «éhippie» ou œufs de durée de 200µm, qui contiennent deux œufs de résistance de couleur noire (Figure 9), et qui donnent naissance à une population génétiquement différente des daphnies mères, Chèvre. (2000).

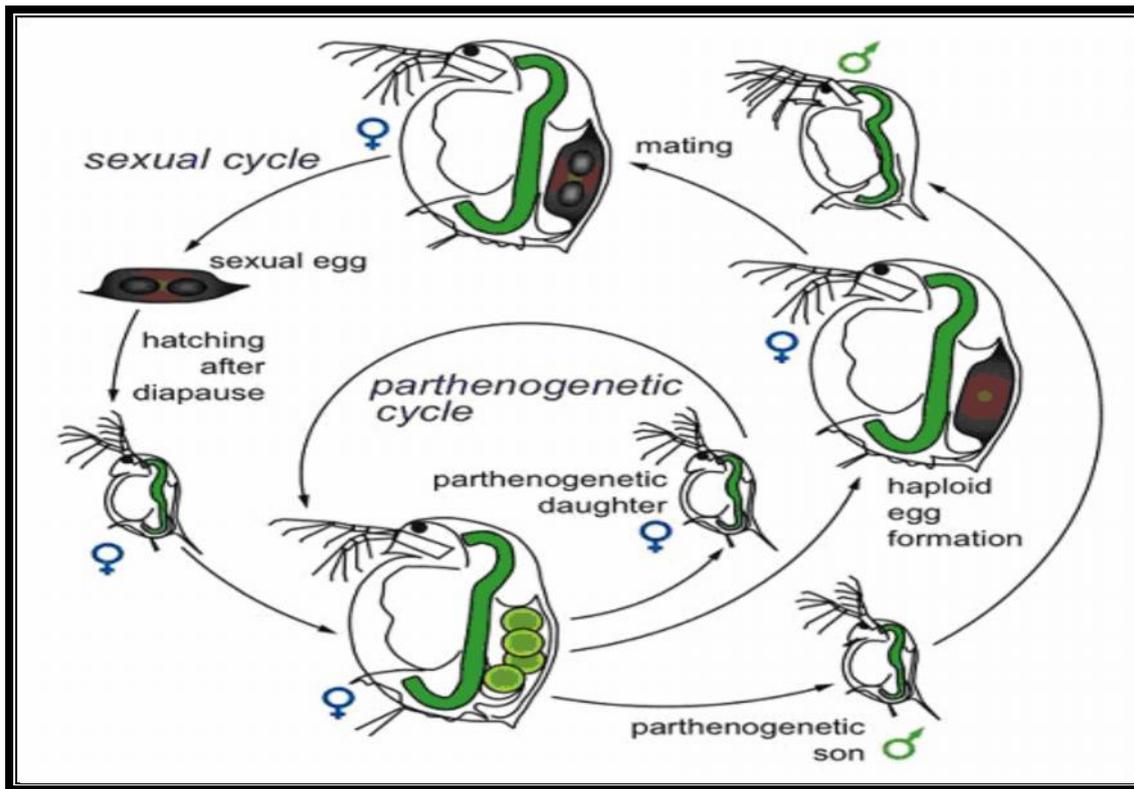


Figure 7: Cycle de vie de *D. Magna*, Ebert. (2005).

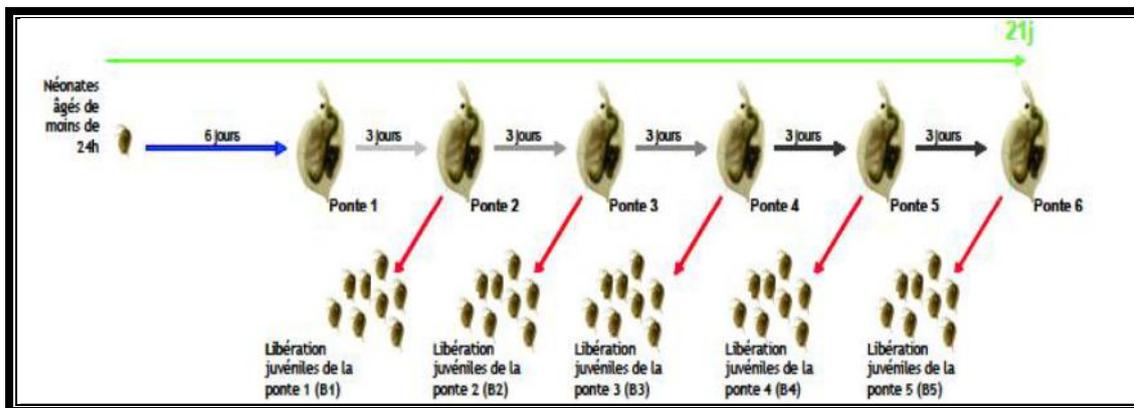


Figure 8: Reproduction de la *D.magna* par parthénogénèse en conditions favorables, au cours vingt et un jours (Zeman, 2008).

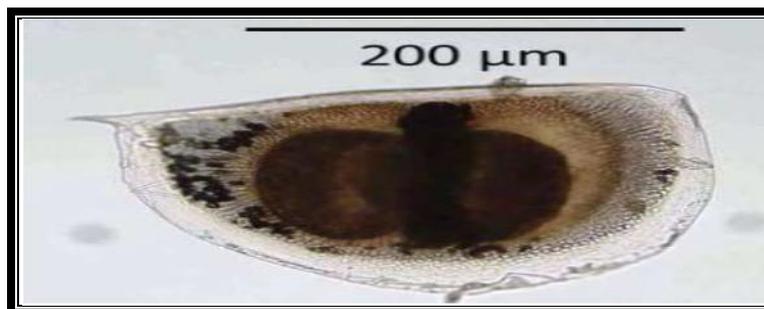


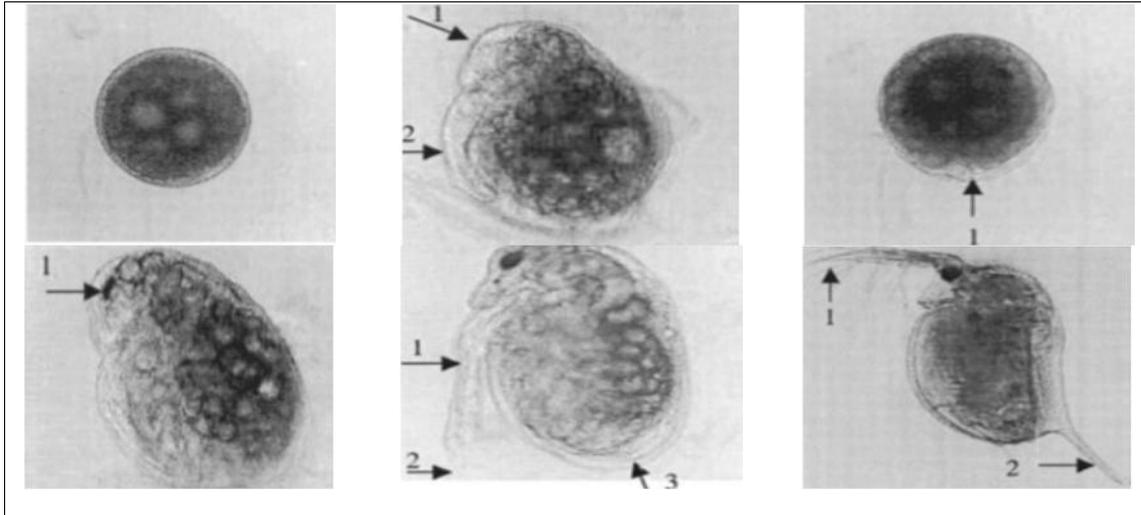
Figure 9 : Œufs de durée ou éphippies de *D. magna*, Boehler et al. (2012).

### 2.5. Les étapes de développement de l'embryon :

L'embryon de la daphnie, incubé dans la poche dorsale, est soumis à six étapes de développement Kast-Hutcheson et al. (2001)(Figure 10), et qui sont résumés dans le tableau ci- dessous (tableau 2):

**Tableau2 :** Les différentes étapes et phases de développement d'un embryon chez *D.magna*, Kast-Hutcheson et al. (2001).

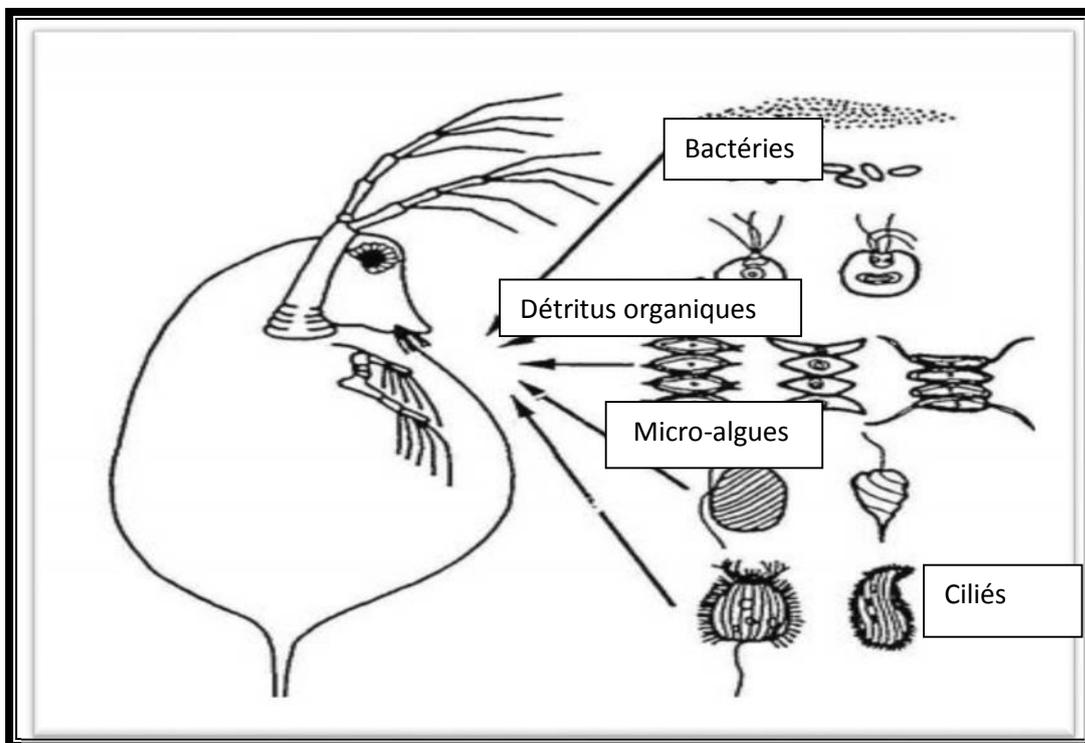
stades	Caractéristiques	Duré de vie
<b>Stade1 :</b> stade de division	-l'embryon est sphérique.	Entre 0 et 15h
<b>Stade2 :</b> stade de gastrulation	-L'embryon devient asymétrique. -présence d'un blastopore.	entre 15 et 25h.
<b>Stade3 :</b> stade de maturation embryonnaire précoce	-une différenciation de la tête et des antennes A2	entre 25 et 35h
<b>Stade4 :</b> stade de maturation embryonnaire moyenne	-mise en place de l'œil pigmenté. - développement des antennes confinées dans la membrane embryonnaire.	entre 35 et 45h
<b>Stade5 :</b> stade de maturation embryonnaire tardive	-rupture de la seconde membrane embryonnaire - par suite extension partielle des antennesA2 -l'épine caudale reste encore pliée contre la carapace	entre 45 et 50h.
<b>Stade6 :</b> Stade de maturation de l'embryon	-un développement complet des antennes et libération de l'épine caudale. - le nouveau-né est prêt à se déplacer.	Entre 50 à 72h.



**Figure 10 :** Les différentes étapes et phases de développement d'un embryon chez *D.magna*, Kast-Hutcheson et al. (2001).

**2.6. La nourriture naturelle :**

D'après Hadas *et al.* (1983) les daphnies sont considérées comme des consommateurs primaires, elles utilisent essentiellement les bactéries, les débris organiques, les microalgues, et les ciliés comme des ressources de nutrition(Figure11).



**Figure 11 :** Les nutriments des daphnies [1].

### 2.7. L'importance dans la niche écologique :

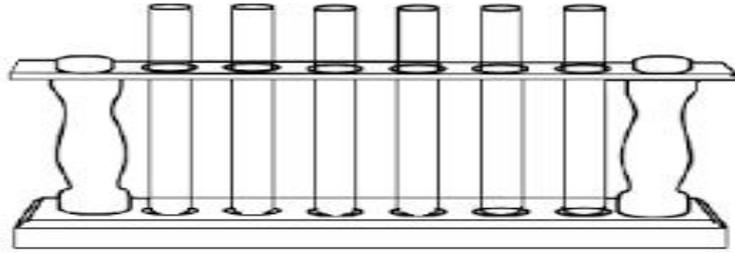
Les daphnies jouent un rôle majeur dans le cycle des nitrates et phosphates dans l'eau, et par conséquent en terme d'autoépuration des eaux stagnantes. Elles sont aussi un régulateur efficace du phytoplancton, tant que les nutriments ne sont pas trop excessivement présents. Elles sont une source d'alimentation importante pour de nombreuses espèces aquatiques et semi-aquatiques [1].

Les daphnies montent et descendent dans la colonne d'eau de manière rythmique selon la luminosité et des cycles nycthémeraux ; en l'absence de poissons et de mouvements de convection, surtout dans les mares forestières et de vallées peu exposées au vent ; par le mouvement constant de leurs antennes natatoires et par les microturbulences qu'elles génèrent ainsi dans la colonne d'eau, elles contribuent à la dispersion du phytoplancton et d'autres microorganismes au mélange des gradients thermiques au mélange des couches plus ou moins oxygénées (le taux d'oxygène dissous fluctue surtout avec la température), et au mélange des couches de salinité ou densité différente), ce qui diminue le risque de présence d'eaux mortes induites par des phénomènes d'anoxie ou de température trop élevée[1].

Les grands cladocères contribuent aux équilibres écologiques comme source de nourriture (spécifiquement riche en protéines) pour de nombreuses espèces, en filtrant l'eau pour se nourrir et en assurant ainsi un contrôle des populations phytoplanctoniques et de diverses ciliés (paramécies) et bactéries, de l'eau. Ces organismes entretiennent la clarté des mares et des zones humides eutrophes ou mésotrophes où elles sont présentes, donnant la possibilité une meilleure pénétration de la lumière dans les couches profondes de la colonne d'eau.

*D. magna* peut par exemple filtrer et manger plusieurs milliers de petites algues vertes par heure, ce qui correspond à une filtration atteignant 80 ml par 24 heures, soit une capacité de filtration pour 20 individus de 1 litre d'eau en 24 heures, en donnant la possibilité - grâce à cette limpidité de l'eau - une désinfection accrue par les rayons UV solaires, et limitant les pullulations d'algues filamenteuses de surface (tant que les nitrates et phosphates ne sont pas trop sur abondants) [1].

Dans les eaux stagnantes et particulièrement poissonneuses (ex : mares empoisonnées pour une pisciculture de rente ou pêche de loisirs), les cladocères régressent au profit des copépodes qui avec les rotifères ne peuvent efficacement réguler les populations de phytoplancton, ce qui entraîne une augmentation de la turbidité de l'eau, et d'éventuels déséquilibres [1].



# Chapitre 3 :

# Matériel et Méthodes



### 3.1. Matériel biologique :

Les daphnies sont des micro-crustacés de l'ordre des cladocères, et qui sont considérés comme des espèces sentinelles (bio indicatrices), on utilise ces espèces pour évaluer et suivre les risques, et les changements provenant par les différentes substances dans les écosystèmes aquatiques. *D.magna* est l'espèce la plus fiable qui fait l'objet d'un test normalisé par l'AFNOR(2009), cette espèce a été choisie car :

- Les daphnies sont des organismes dont la manipulation et l'élevage sont rendus.
- Leur mode de reproduction par parthénogenèse en conditions favorables ne donne que des femelles.
- Leur fécondité élevée.
- Leur taille relativement petite.

### 3.2. Méthodes :

Ce travail a été réalisé au niveau de laboratoire du département de Biologie –Écologie. Il vise à étudier les effets de la salinité par le chlorure de sodium (Na Cl) sur les paramètres de cycle de vie de *D. magna* pendant une période de 21 jours (test chronique).

#### 3.2.1. Culture de *Daphnia magna* :

Après avoir recueilli quelques individus de l'espèce *D.magna* dans la mare de Boukhadra (Annaba) au mois de mars 2016, et procédant la mise dans trois aquariums remplis de deux tiers (2/3) d'eau potable déchlorinée, en suite on fait le triage afin de recueillir les individus de la troisième ponte. Cet élevage est entretenu par un régime constitué d'une pincée de la levure commerciale (*Saccharomyces cerevisiae*) et l'extrait de l'épinard (*Beta vulgaris maritima*) ,Touati et Samraoui. (2002)

#### 3.2.2. Préparation de l'infusion de l'épinard ;

Une botte de 1kg d'épinard lavée, découpée et bouillie dans un litre d'eau de robinet, l'infusion est filtrée dans une bouteille, et conservé dans le réfrigérateur à 4 °C et sera utilisé ultérieurement. Chakri et al. (2010)

#### 3.2.3. Mode opératoire :

Dans notre travail nous avons adopté un test parmi plusieurs en écotoxicologie, qui est le test chronique ou test à long terme, un essai de reproduction sur 21 jours, qui consiste à évaluer l'effet de notre substance chimiques sur la capacité reproductive de *D. magna* (OECD, 1998). Les jeunes femelles de *D. magna* âgées de moins 24 heures au début de l'essai sont exposées à différentes concentrations de Na Cl (témoin :0-1.65-2.02-2.35-2.64 mg/l de Na Cl).

Après avoir mis individuellement les juvéniles de *D. magna* dans des tubes à essai de 30 ml. On utilise dix (10) répliquas pour chaque concentration(Figure12). Les daphnies obtenues

pendant le test sont observées et mesurés. La longueur des daphnies (du haut de la tête jusqu'à la base de son épine apicale) est mesurée par un micromètre. Le sexe et la morphologie des nouveau-nés sont observés par microscope. Le sexe ratio est défini comme le pourcentage du nombre total des males divisé par le nombre total des juvéniles.

Les paramètres exploités sont :

- L'effet de NaCl sur la survie.
- Taille des femelles adultes à la première reproduction (les mères) en mm.
- Taille des juvéniles à la première reproduction (nouveau-nés) en mm.
- La longévité. (la moyenne en nombre des jours pendant laquelle les mères sont restées en vie sur la durée de test.
- L'intervalle de ponte (moyenne) en jours.
- L'âge à la maturité.
- L'âge à la première ponte.
- La grandeur ou taille de ponte (nombre moyen des petits cumulé par mère à la fin du test)
- Le nombre total des descendant produit par animal parent (moyenne des petits cumulé par mère à la fin du test).
- Le nombre de ponte par mère durant le test de 21 jours.
- La taille des femelles à la fin du test
- Le taux de croissance spécifique.
- Le poids des femelles à la fin du test.

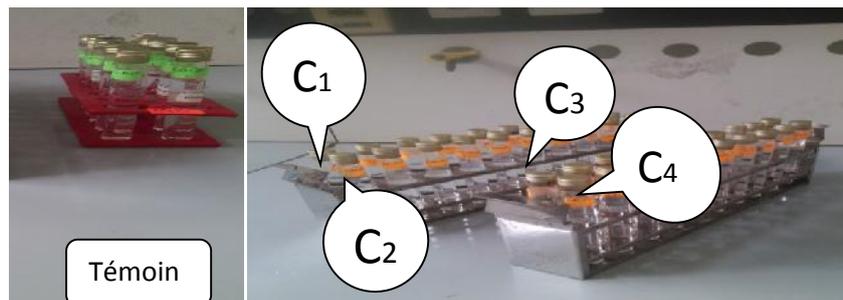
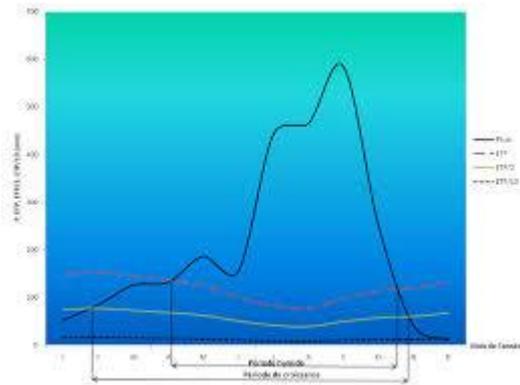


Figure12 : vue d'un test chronique.

### 3. 2. 4. Analyse statistique :

Pour chaque paramètre, nous avons calculé la moyenne et l'écart type. Nous avons utilisé l'analyse de la variance à un facteur ou l'ordre 1 pour tester l'impact de la salinité sur les paramètres de cycle de vie de *D. magna*. La différence significative est établie à  $P < 0,05$ .



# Résultats et discussion



#### 4.1. L'effet de la salinité du NaCl sur la survie, la croissance et la reproduction chez *Daphnia magna* :

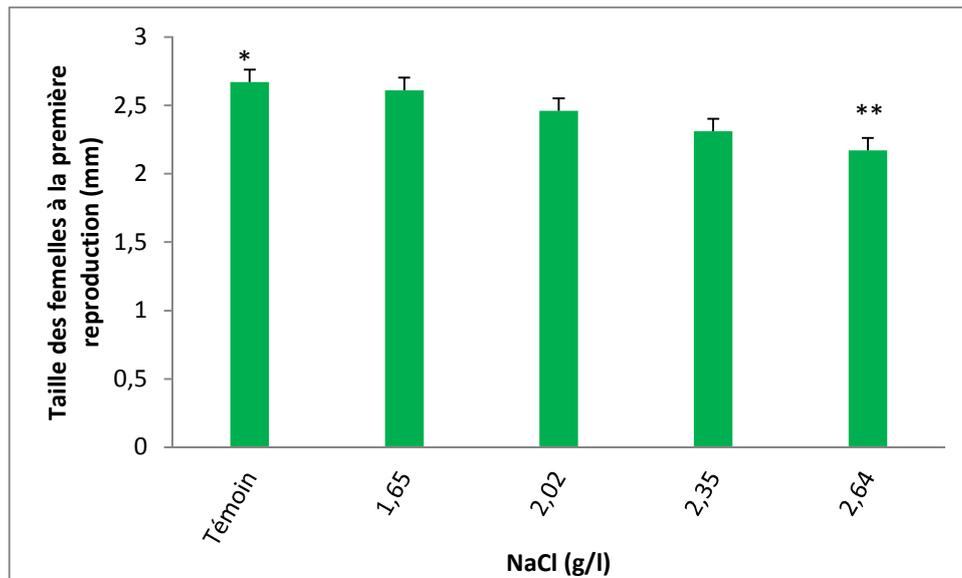
Le (tableau3) montre l'effet de différentes concentrations sub-léthales du chlorure de sodium NaCl sur le taux de survie de *Daphnia magna* à la fin du test. Généralement, le taux de survie diminue avec l'augmentation ou l'étalement de la période de culture et avec l'élévation des concentrations à partir de 0 g/l (témoin) jusqu'au 2,64 g/l. Le groupe de *D. magna* cultivé à 0 g/l a montré le taux de survie le plus haut avec 96% après 21 jours ( $p < 0.01$ ). Cependant, le taux de survie le plus bas ( $P < 0.0001$ ) pour ceux cultivés dans la concentration la plus élevée (2,64 g/l), représenté par 44% après 21 jours. Il n'y a pas de différence significative entre le témoin et le groupe de 1,65 g/l.

**Tableau3** : Effet de la salinité du NaCl sur le taux de survie de *Daphnia magna*.

NaCl (g/l)	Survie (%) à la fin du test (21 jours)
Témoin	96*
1,65	90
2,02	76
2,35	61
2,64	44

##### 4.1.1. La taille des femelles adultes à la 1<sup>ère</sup> reproduction :

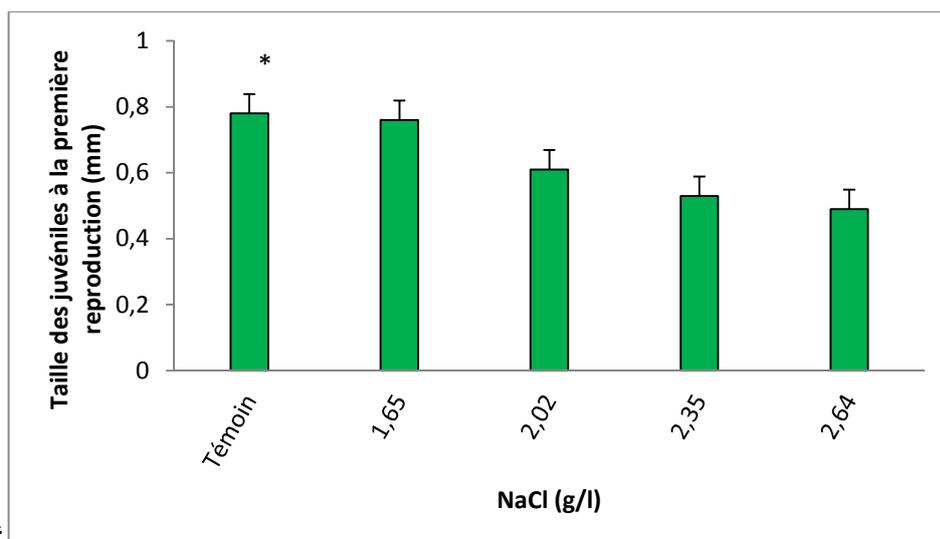
Les résultats obtenus montrent l'effet de la salinité du NaCl sur la taille des femelles adultes à la première reproduction. La taille des femelles adultes diminue avec l'augmentation de la concentration du NaCl. Elle est la plus élevée pour le témoin (2,67 mm) ( $p < 0.01$ ). Tandis que, la taille la plus faible est celle enregistrée au niveau de la dernière concentration (la plus élevée) avec 2,17 mm ( $P < 0.0001$ ). Il n'y a pas de différence significative entre le témoin et les autres concentrations.



**Figure13 :** Variation de la taille des femelles adultes à la 1<sup>ère</sup> reproduction chez *D. magnapour* pour les concentrations variées du NaCl.

#### 4.1.2. La taille des juvéniles à la première reproduction :

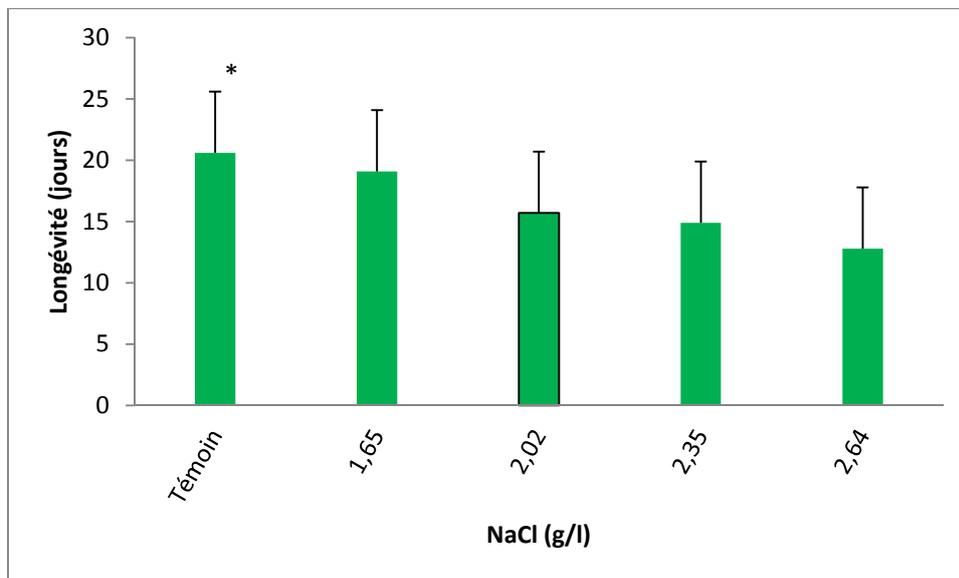
La taille des juvéniles à la première reproduction est affectée, suite à l'augmentation des concentrations du NaCl (Figure 12). La taille des juvéniles pour le témoin avoisine 0,78 mm ( $p < 0.01$ ). En outre, la taille des juvéniles pour la concentration la plus élevée 2,64 g/l est la plus faible avec 0,49 mm ( $P < 0.0001$ ). Aucune différence significative révélée entre le témoin et les autres concentrations.



**Figure 14 :** Variation de la taille des juvéniles à la 1<sup>ère</sup> reproduction chez *D. magnapour* pour les concentrations variées du NaCl.

#### 4.1.3. La longévité :

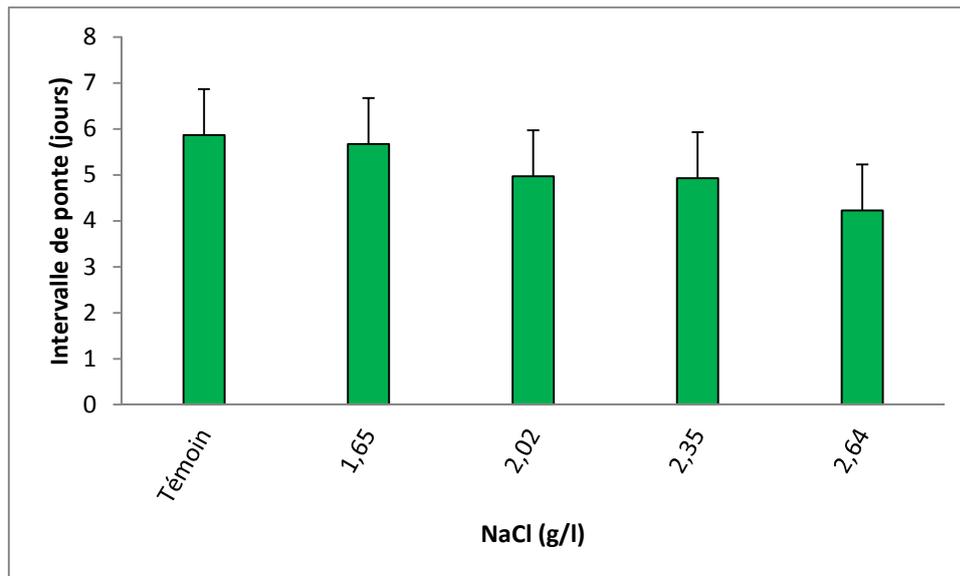
Les résultats illustrés dans la (figure 15), montrent l'effet des différentes concentrations du NaCl sur la longévité chez *Daphnia magna*. La longévité du groupe de témoin est la plus grande (20,6 jours) ( $p < 0.01$ ). La longévité diminue avec le l'étalement de période du test ainsi que les concentrations croissantes. Pour une dose de 2,64 g/l, la plus élevée la longévité décroît et présentée par une valeur moyenne de 12,8 jour ( $P < 0.0001$ ). Les analyses statistiques révèlent une différence significative au niveau des autres traitements utilisés par rapport au témoin..



**Figure 15:** Variation de la longévité chez *D. magna* pour les concentrations variées du NaCl.

#### 4.1.4. L'intervalle de ponte :

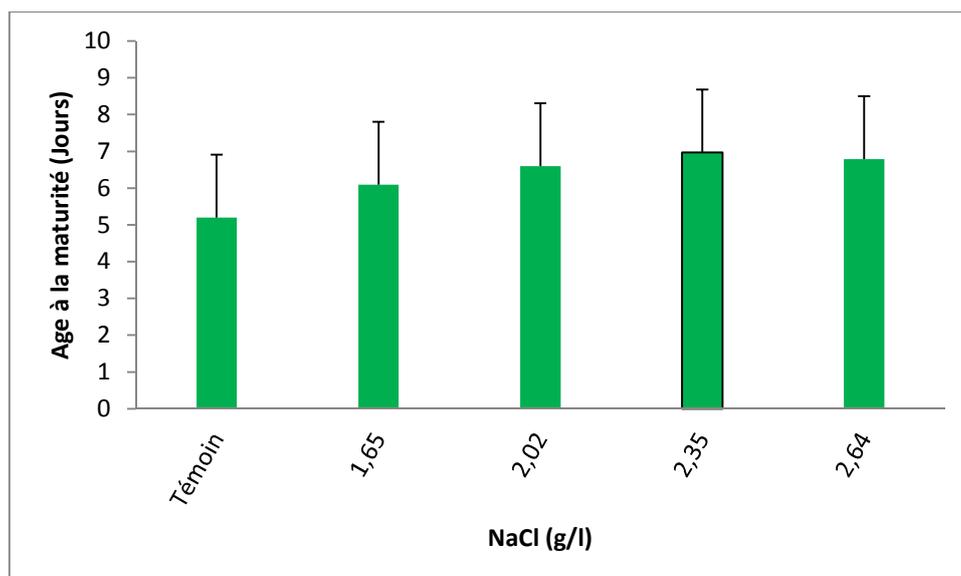
L'intervalle de ponte (figure 16) s'est diminué pour les concentrations 2,02; 2,35 et 2,65 g/l. Il est de 4,97; 4,93 et 4,23 jours, respectivement. Quant au témoin, l'intervalle de ponte avoisine 5,87 jours, qui est relativement proche à celui de la concentration 1,65 g/l avec une valeur moyenne de 5,67 jours). Aucune différence significative est décelée pour les différentes valeurs du paramètre étudié ( $P > 0,05$ ).



**Figure 16:** Variation de l'intervalle de ponte chez *D. magna* pour les concentrations variées du NaCl.

#### 4.1.5. L'âge à la maturité :

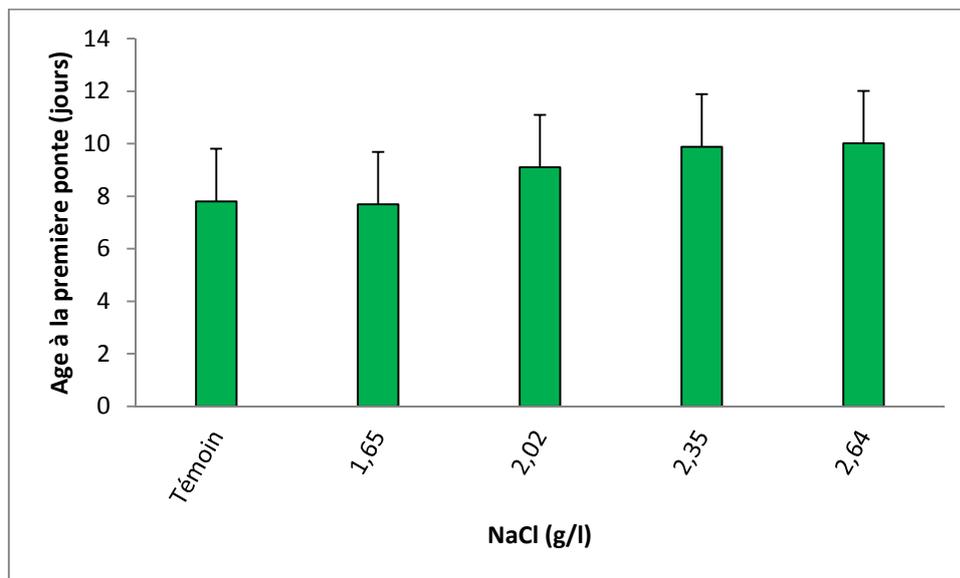
La (figure17) montre que, l'âge à la maturité moyen pour le témoin est de 5,2 jours. Il est de 6,09; 6,6; 6,97 et 6,79 jours, pour les différents traitements utilisés (1,65 ; 2,02 ; 2,35 et 2,64 g/l), respectivement. Donc, les juvéniles mettent entre 5 à 7 jours pour qu'ils s'atteignent la maturation sexuelle. Les analyses statistiques ne révèlent pas une différence significative pour les différentes concentrations dans ce test.



**Figure 17:** Variation de l'âge à la maturité chez *D. magna* pour les concentrations variées du NaCl.

#### 4.1.6. L'âge à la première ponte :

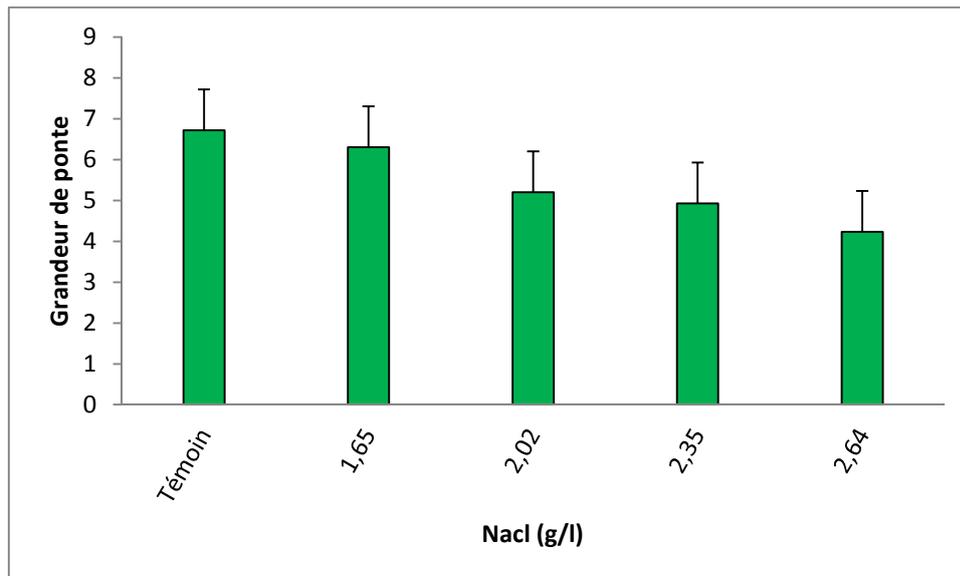
La (figure 18)montre que l'âge à la première ponte est de 7,8 jours pour le témoin. Il varie entre 7,69 et 10,01 jours pour les différentes concentrations croissantes utilisées dans ce test. Une différence significative n'a été enregistrée pour les traitements variés par rapport au témoin ( $P>0,05$ ).



**Figure 18:** Variation de l'âge à la première reproduction chez *D. magna* pour les concentrations variées du NaCl.

#### 4.1.7. Grandeur de ponte :

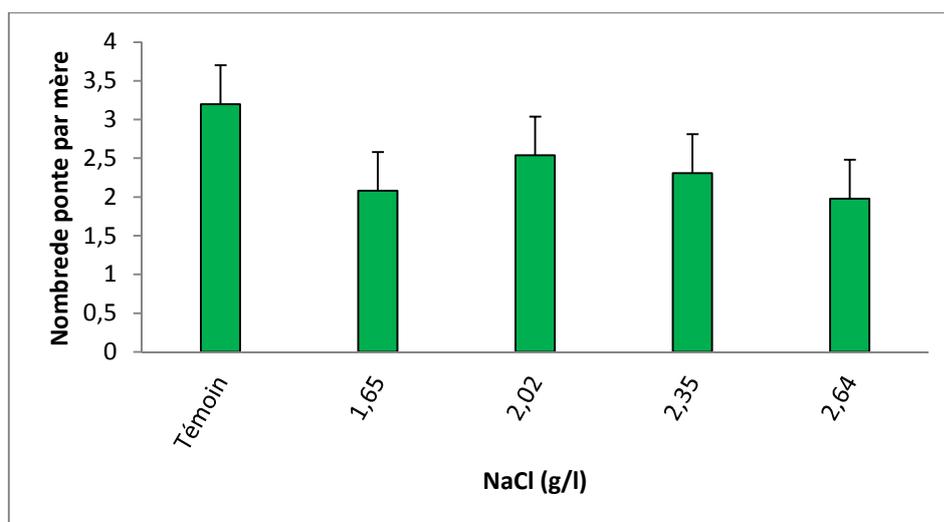
La grandeur de ponte chez *D. magna* exposés à des traitements variés du chlorure de sodium, La grandeur de ponte chez *D. magna* exposés à des traitements variés de la salinité de l'eau de mer naturelle, s'est diminué en fonction de l'étalement de la période de culture et l'augmentation des différentes concentrations pendant la durée de l'essai. La grandeur de ponte moyenne pour le témoin avoisine 6,72 individus(Figure19).Pour une concentration de 1,65 g/l, elle est de 6,3 individus. En occurrence, elle varie entre 5,2 et 4,93 et 4,23 individus pour les différentes concentrations croissantes de la salinité du chlorure de sodium (2,02; 2,35 et 2,64 g/l), respectivement. Les résultats obtenus ne révèlent pas des différences significatives pour les différents traitements par rapport au témoin.



**Figure 19:** Variation de la grandeur de ponte chez *D. magna* pour les concentrations variées du NaCl.

#### 4.1.8. Nombre de ponte par femelle :

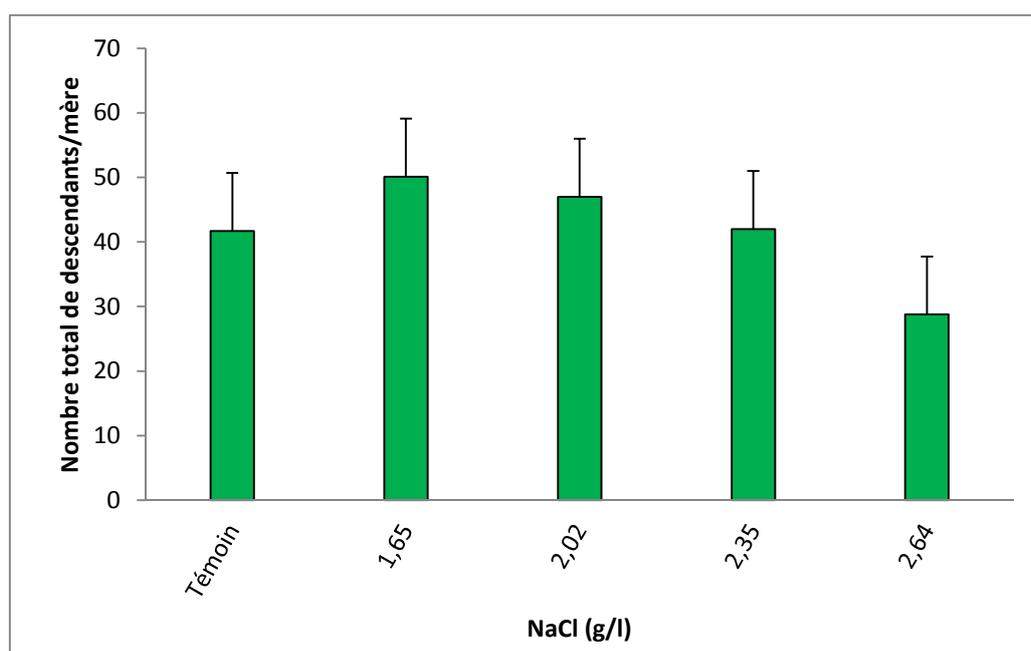
Les résultats obtenus (Figure 20), ont montré que le nombre de ponte moyen par femelle a connu une baisse en fonction de l'élévation des concentrations de la salinité croissante. Le témoin présente une valeur moyenne de 3,2; alors qu'il varie entre 2,08; 2,54; 2,31 et 1,98 pour les concentrations croissantes de la salinité du NaCl (1,65 ; 2,02; 2,35 et 2,64 g/l), respectivement. Cependant, les analyses statistiques montrent une différence significative pour les daphnies traitées pour la salinité la plus élevée 2,648 g/l ( $P < 0,05$ ).



**Figure 20:** Variation du nombre de ponte par femelle chez *D. magna* pour les concentrations variées du NaCl.

#### 4.1.9. Nombre de descendants par femelle :

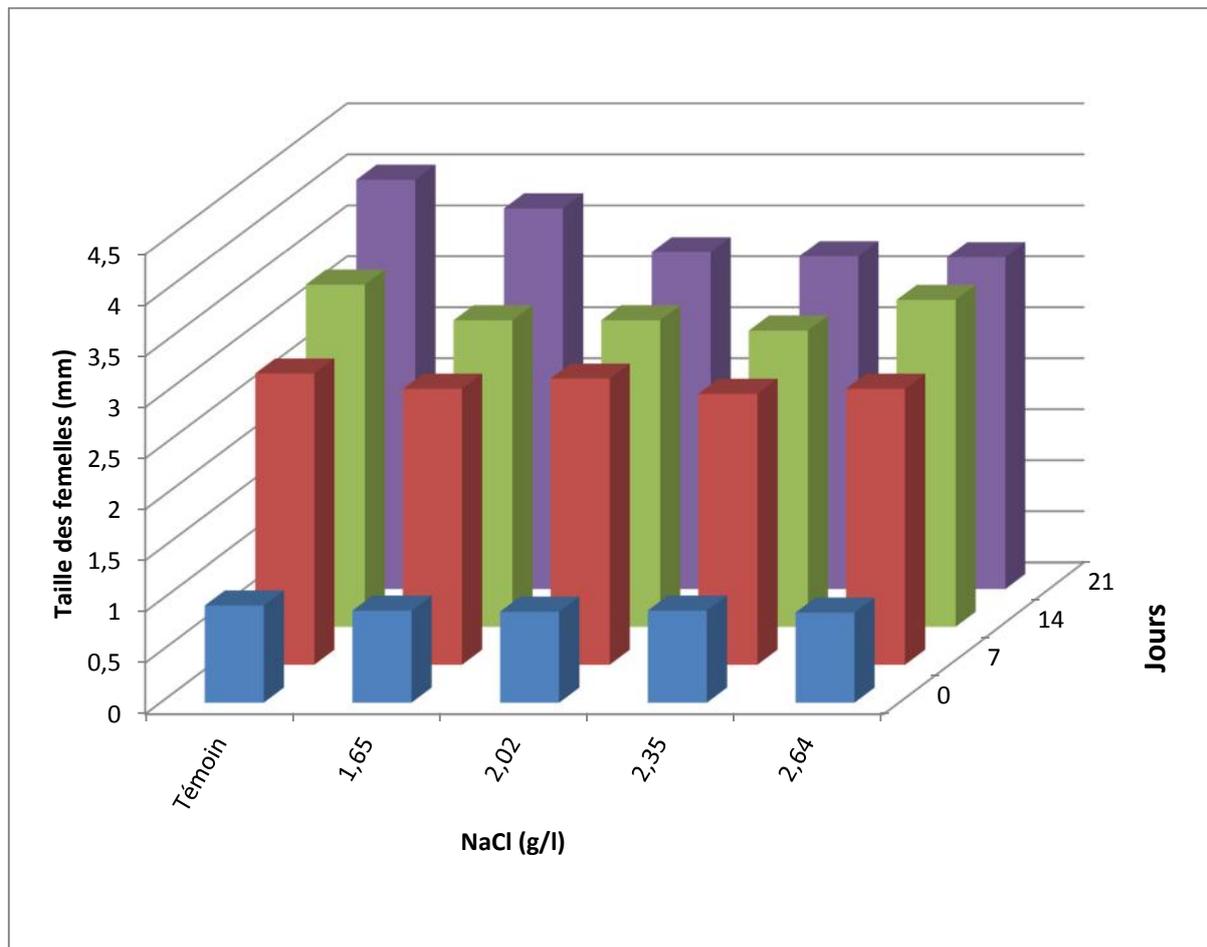
La salinité du chlorure de sodium a affecté le nombre de descendants total (progéniture) par femelle à 21 jours (Figure 21). Il est élevé de (51 neonates/femelle) à une concentration de 1,65 g/l, mais ne diffère significativement ( $P > 0.01$ ) que celles exposées à des concentrations de 2,02; 2,35 et 2,64 g/l. Le plus faible nombre de progéniture (28,76 neonates/femelle) est observé pour celles traitées avec la concentration la plus élevée (2,64 g/l). Mais, il est noté que le nombre de descendants par femelle diminue avec l'augmentation de la salinité.



**Figure 21:** Variation du nombre de descendants total par mère chez *D.magna* pour des concentrations variées du NaCl.

#### 4.1.10. La taille des femelles à la fin du test :

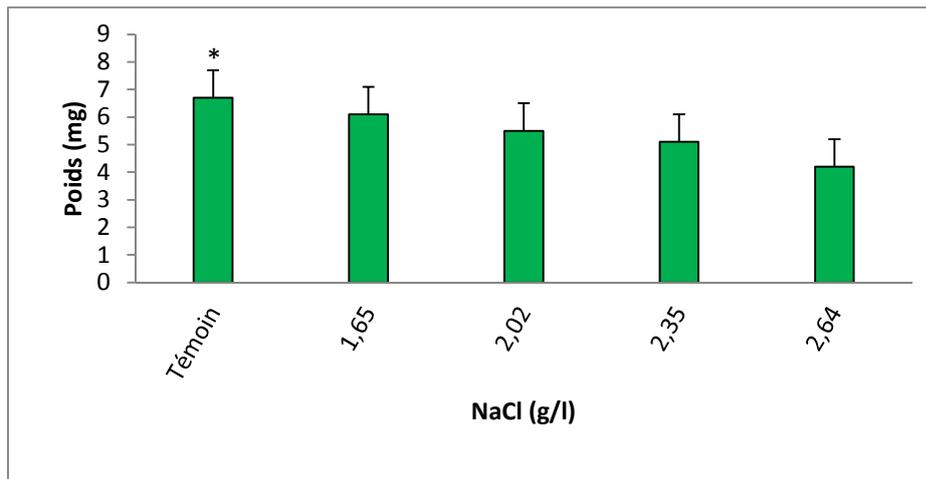
La (figure 22) illustre l'effet de différentes concentrations du NaCl sur le taux de croissance de *Daphnia magna* à la fin du test. Généralement, il s'est avéré que, la taille des femelles augmente avec la période de culture pour toutes les concentrations. A la fin de l'expérience, le groupe du témoin (0 g/l de NaCl) a montré les tailles les plus hautement significatives ( $P < 0.001$ ) représenté par 4,01 mm. Alors que, les tailles significatives les plus faibles ( $P < 0.001$ ) sont observées pour le groupe cultivé à la concentration la plus élevée du NaCl (2,64 g/l), qui est représenté par une taille moyenne de 3,25 mm après 21 jours. Il n'y a pas de différences significatives ( $P < 0.001$ ) entre le groupe témoin et les autres groupes cultivés pour les concentrations 1,65; 2,02 et 2,35 g/l respectivement.



**Figure 22:** Variation de la taille des femelles à la fin du test (21 jours) chez *D.magna* pour des concentrations variées du NaCl.

#### 4.1.11. Le poids des femelles à la fin du test :

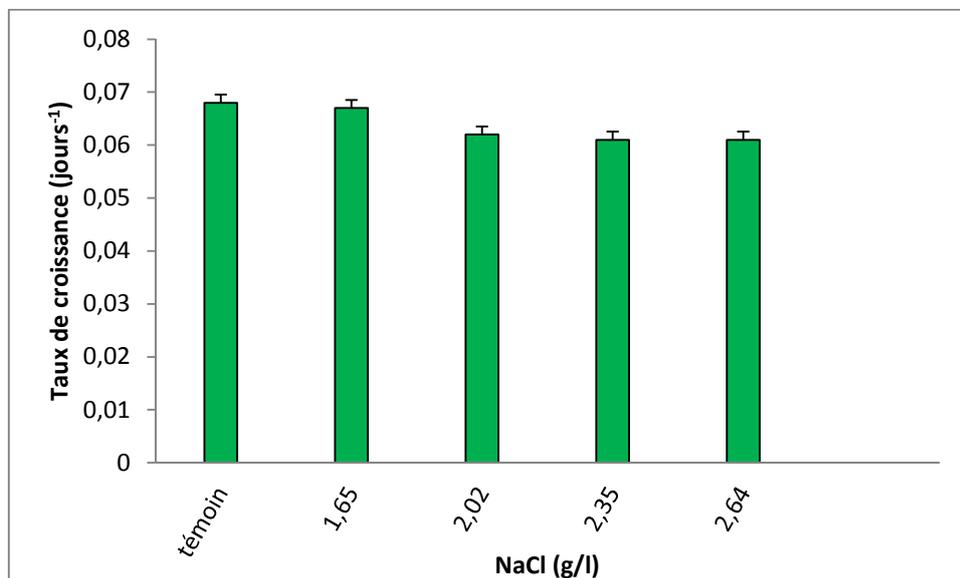
La (figure23) montre l'effet de la salinité sur le poids des daphnies. A la fin du bioessai, le groupe de témoin a montré un poids hautement significative ( $P < 0.001$ ) représenté par 6,7 mg par rapport aux autres traitements. Les poids significatives les plus faibles ( $P < 0.001$ ) sont observées pour le groupe cultivé à la concentration la plus élevée (2.64 g/l), qui est représenté par un poids moyen de 4,2 mg après 21 jours.



**Figure 23:** Variation du poids des femelles à la fin du test (21 jours) chez *D.magna* pour des concentrations variées du NaCl.

#### 4.1.12. Le taux de croissance spécifique :

La (figure24) montre l'effet de la salinité du chlorure de sodium sur le taux de croissance spécifique chez *D. magna*. Il est de  $0,068 \text{ jours}^{-1}$  pour le témoin. Cependant, il est de  $0,061 \text{ jours}^{-1}$  pour la plus grande concentration de salinité  $2,64 \text{ g/l}$ . Les résultats ne révèlent pas des différences significatives pour les différents traitements par rapport au témoin.



**Figure 24:** Variation du taux de croissance spécifique chez *D.magna* pour des concentrations variées du NaCl.

## 4.2. Discussion :

Aujourd'hui, l'industrialisation et l'urbanisation ont fait augmenter les concentrations des sels dans les habitats des eaux douces. Les animaux des eaux douces sont affectés, spécialement les crustacés qui sont incapables pour émigrer et s'échapper de ce problème. *Daphnia magna* est reconnue comme un cladocère des eaux douces, mais quelques souches peuvent croître dans les eaux saumâtres. Un intérêt grandissant et une attention particulière pour l'utilisation du microcrustacé *Daphnia magna* comme espèce référence dans les tests écotoxicologiques pour les écosystèmes aquatiques.

Les résultats obtenus dans cette présente étude pourraient être utiles pour une meilleure compréhension de la façon dont la salinité a affecté la survie, la croissance et la reproduction de la puce d'eau douce *D. magna*. Ces données représentent un support pour l'utilisation de cette souche, basée sur cette capacité de supporter des eaux saumâtres, comme l'organisme test dans les essais de toxicité exécutés dans des conditions légèrement salines.

Généralement, la survie, la croissance et la reproduction des daphnies adultes diminuent dans un environnement à salinité élevée. Il est connu que, *D. magna* est un organisme crustacé des eaux douces et s'est adapté pour des conditions de salinités faibles, mais aussi dans une autre étude, Ghazi. (2003), a trouvé qu'une souche de *D. magna* peut survivre dans des salinités plus de 62‰. Les paramètres du cycle de vie peuvent être affectés par l'augmentation de la salinité. Dans notre étude, une réduction sensiblement causée par le chlorure de sodium dans les traits de cycle de vie. Il a été observé pour le nombre de descendants par mère (off Springs), la taille des femelles adultes et des juvéniles à la première ponte, nombre de ponte, poids, âge à la première ponte, longévité, la grandeur de ponte et le taux de croissance spécifique. En outre, l'intervalle de ponte, l'âge à la maturité et à la première ponte sont étalés dans le temps plus que dans le témoin à la concentration la plus élevée. Teschner. (1995), sous des conditions des eaux saumâtres, a conclu qu'un clone de *D. magna* croit plus lentement, et mature tardivement, que les daphnies soumises à des conditions des eaux douces. Nos résultats démontrent que *D. magna* se reproduit et vit bien à des concentrations de salinité inférieures à 4,5 (g/l). Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par Schuyttema et al. (1997), qui a mis en évidence que *D. magna* se reproduit et survit normalement à des concentrations de salinité inférieure à 4 g/l. Gonçalves et al. (2007), ont trouvé chez les deux espèces de cladocères (*D. magna* et *D. longispina*) exposés à des concentrations croissantes de NaCl, que le un taux de mortalité est assez grand dans la concentration la plus élevée, ce qui se traduit par une réduction dramatique dans le nombre des survivants dans la dite

concentration, Nelson et al. (2003) ont déclaré que les macroinvertébrés, les algues d'eau douce et les plantes aquatiques apparaissent comme les communautés biologiques moins sensibles vis-à-vis l'élévation de la salinité, en tolérant des concentrations inférieures à 3 g/l. Autres études, Barron et al. (2002), prouvent que le phytoplancton peut s'adapter aux conditions de la salinité, aussi ce processus devient lent comme résultat de l'augmentation des concentrations du NaCl. Quelques algues (comme le genre *Dunaliella*) sont halotolérants, se développent dans un milieu à forte salinité due aux adaptations physiologiques, comme l'accumulation de glycérol intracellulaire, Ayron. (1986) et une protéine induite par sel (p60) présente dans la membrane plasmique, Fisher et al. (1994). Proportionnellement, d'autres auteurs ont déclaré que certains cladocères développent des mécanismes pour s'adapter aux changements environnementaux, particulièrement la salinité, Teschner. (1995) ; Schallenberg et al. (2003) ; Rokneddine & Chentoufi. (2004).

La salinité est un facteur important et crucial dans la détermination de la présence, la dominance et la succession d'organismes. Ce travail s'est avéré comment l'augmentation de la salinité du NaCl affecte significativement la survie et les traits de l'histoire de vie, qui peuvent causer des changements au niveau de la structure de la communauté zooplanctonique. D'autres auteurs, comme, Nielson et al. (2003); Bailey et al. (2003) indiquent que, si les changements de salinité surviennent rapidement, les organismes ne peuvent pas s'adapter et des taxa des eaux douces peuvent devenir localement éteints, transférant la dominance à des taxa tolérants au sel. La reproduction et la survie arrivent à une gamme de concentrations de chlorure de sodium très proche des niveaux mortels.

En conséquence, une augmentation de la salinité peut être clairement délétère pour les daphnidés, et le stress salin des systèmes d'eau douce changent rapidement à plus d'assemblages halotolérants, Nielson et al. (2003); Bailey et al. (2004). Ces derniers ont démontré que les œufs de résistance de *Daphnia sp.* éclosent, quand les conditions des niveaux de sel élevés reviennent aux conditions des eaux douces, suggèrent une recolonisation soit possible des éphippies locales des banques des œufs.

Ces résultats suggèrent que l'augmentation de la salinité dans les systèmes d'eau douce puisse avoir des implications radicales sur la biodiversité et la composition des espèces; affectant la survie, la croissance et la reproduction des espèces, et les éliminent si les concentrations de la salinité au-dessus de leur tolérance. De nouvelles études avec l'espèce d'eau douce dans des conditions saumâtres et salines sont exigées pour comprendre comment l'espèce s'adapte à un environnement si stressant, en terme de physiologie et expliquer les

différences interspécifiques de halotolérance. Aussi, il serait utile d'étudier et comprendre les effets de la salinité ainsi bien que ces interactions avec d'autres facteurs (température, substances nutritives, les poissons) au niveau de guildes/communauté, qui procure plus des informations écologiques.

conclusion



### **Conclusion et perspectives**

La pollution saline est l'augmentation du taux des sels dissous dans l'eau, Eilers et al. (1995); Williams. et al (1999). Cette salinisation qui a un impact direct sur la biodiversité aquatique où la diversité diminue à travers l'augmentation de la salinité sauf dans les écosystèmes marins, Mardukai. (1964).

Notre travail a pour but d'étudier l'effet de la salinité sur les paramètres de cycle de vie de *Daphnia magna*. Les résultats obtenus à travers les bioessais révèlent l'effet de la salinité par le chlorure de sodium (NaCl) sur les traits de l'histoire de vie de *D. magna*. Une réduction dans le taux de survie est liée à l'augmentation des concentrations (1.65; 2.02; 2.35 et 2,64 g/l) et à la durée étendue du test. La diminution est fortement signalée avec la plus grande concentration.

D'autre part, plusieurs paramètres du cycle de vie de *D. magna* sont affectés par la salinité du NaCl tels que : (la taille des femelles adultes et les juvéniles à la 1<sup>ère</sup> reproduction, la longévité, nombre de ponte). Une diminution a été recensée suite à l'élévation des concentrations, particulièrement pour celle la plus grande (2.64g/l).

Cependant, l'intervalle de ponte a été raccourci pour les différentes concentrations croissantes, comparativement au témoin. Alors que, l'âge à la maturité et à la première ponte s'est prolongé dans le temps avec un retard remarquable pour la concentration la plus élevée.

En occurrence, le nombre de ponte par femelle a connu diminution relativement marquée en fonction de l'augmentation des concentrations utilisées dans ce test. La baisse ou la chute dans le nombre moyen des pontes été observée pour (2.64g/l).

Également, le nombre de descendants produit par femelle (progéniture) est affecté par la salinité du chlorure de sodium. La diminution est particulièrement décelée pour la plus grande concentration de 2.64g/l.

Aussi, une diminution dans la taille des femelles, du poids et de taux de croissance spécifique à la fin du test, qui synchronisent avec l'élévation des concentrations du NaCl.

Enfin, les résultats obtenus dans cette étude à travers les bioessais sur *D.magna* révèlent l'effet de la salinité sur les traits de cycle de vie. Ils montrent que les daphnies utilisées sont adaptées ou sont tolérants pour des concentrations inférieures à 4 g/l.

Ce travail mérite d'être poursuivi pour approfondir nos connaissances sur les effets des taux de salinité dans les milieux des eaux douces et saumâtres sur *D. magna*. Cela pour mieux comprendre le phénomène d'adaptation et le stress salin avec son effet sur la physiologie, la survie et la reproduction. Aussi; de voir l'effet de la température et d'autres éléments comme la nourriture, prédateurs ainsi que les interactions qui peuvent être déterminantes dans la composition, la succession écologique et la distribution des espèces aquatiques.

**Références bibliographiques :**

**Allakhverdiev S.I., Nishiyama Y., Miyairi S., Yamamoto H., Inagaki N., Kanesaki Y., & Murata N., 2002.** Salt stress inhibits the repair of photodamaged photosystem II by suppressing the transcription and translation of psbA genes in *Synechocystis*. *Plant Physiology*. 130 : 1443-1453.

**Amoros C., 1984.** Crustacés, Cladocères - extrait du bulletin mensuel de la Société Linnéenne de Lyon 53, 143p.

**Anderson B.J., & Jenkins J.C., 1942.** A time study of events in the life span of *Daphnia magna*. *Biology Bulletin*. 83 : 260–272

**Ayron M. 1986.** The osmotic components of halotolerant algae. *Biochemistry Science*, 11: 5-6

**Bailey S.A., Duggan I.C., Overdijk C.D.A.V., Johengen T.H., Reid D.F. & Macisaac H.J. 2004.** Salinity tolerance of diapausing eggs of freshwater zooplankton. *Freshwater Biology*, 49: 286-295.

**Beisel J.N., Peltre M.C., & Usseglio.P., 2011.** Impact de la pollution saline sur la biocénose aquatique de la Moselle. Université de Metz, France, 59p.

**Boehler, J. A., Keller, T. S. & Krieger, K. A., 2012.** Taxonomic Atlas of the Water Fleas, Cladocera (Class Crustacea). National Center for Water Quality Research Heidelberg University Tiffin, Ohio, USA 44883.

**Bayly I.A.E., 1969.** The occurrence of calanoid copepods in athlassic saline waters in relation to salinity and ionic proportions. *International Verinary Theoret. und Angewandte Limnology*. 17 : 449-455.

**Chakri.K., TOUATI. L., ALFARHAN A. H., Al-rasheid K.A.S., & Ssamraoui B., 2010.** Effect of vertebrate and invertebrate kairomones on the life history of *Daphnia magna* (Crustacea: Branchiopoda). *Comptes Rendus Biologie*, 333(11-12): 836-840.

**Chakri.K., & B. Samraoui., 2015.** Resource partitioning in two coexisting cladocerans, *Daphnia magna* and *Scapheloberiskingi* (Anomopoda: Daphniidae), in northeastern Algeria, *African Journal of Aquatic Science* 40:439-442.

**Chakri. K., 2007.** (contribution à l'étude écologique de *Daphnia magna* (branchiopoda : Anamopoda) dans la Numidie ,et des grands Branchiopodes en Algérie » Thèse doctorat ; Université Annaba. 129p.

**Chèvre H., 2000.** Etude et modélisation des effets écotoxiques d'un micropolluant organique sur *Daphnia magna* et *Pseudokirchneriella subcapitata*. Thèse en Ecole Polytechnique Fédérale. Département de Génie rural, Lausanne, 127 p.

## Références bibliographiques

- 
- Christoph. P., 2004.** Rôle de la salinité dans la dynamique et la régulation de la biodiversité des communautés de macroinvertébrés dulçaquicoles. Université de Metz, France, 224p.
- Conçalves A.M.M., Castro B.B., M. A., Pardal M.A. & Gonçalves F. 2007.** Salinity effects on survival and life history of two freshwater cladocerans (*Daphnia magna* and *Daphnia longispina*). International Journal of Limnology, 43 (1): 13-20
- Ebert D., 2005.** Ecology, Epidemiology, and Evolution of Parasitism in *Daphnia*. Bethesda (MD): National Center for Biotechnology Information (US).
- Estrela T., Marcuello C., Iglesias A., 1996.** Water resources problems in southern Europe an overview report. European Environment Agency. 149p.
- Eilers R.G., Eilers W.D., Pettapiece W.W., & Lelyk G., 1995.** Salinisation du sol. In La santé de nos sols : vers une agriculture durable au Canada, (eds. D.F. Acton and L.J. Gregorich). 142P.
- Fisher M., Pick U. & Zamir A. 1994.** A salt-induced 60-kilodalton plasma membrane protein plays a potential role in the extreme halotolerance of the alga *Dunaliella*. Plant Physiology, 106: 1359-1365.
- Fox M., 1957. Citée par Green J., 1963.** A biology of crustacean. 2nd edition, Witherby Ltd, London., 165 p.
- Green J., 1963.** A biology of crustacean. 2 ed., Witherby Ltd, London, 165 p.
- Hadas O., Kott Y., Bachrach U. & Cavari B., 1983.** Ability of *Daphnia* Cell-Free Extract to Damage *Escherichia coli* Cells. Applied Environmental Microbiology, 45 : 1242–1246.
- Hart B.T., Bailey P., Edwards R., Hortle K., James K., McMahon A., Meredith C., Swadling K., 1990.** Effects of salinity on river, stream and wetland ecosystems in Victoria, Australia. *Water Research* 24: 1103-1117.
- Ghazy M. M., 2003.** Water Quality and seasonal succession of phytoplankton and zooplankton in two thermal springs in Cairo, Egyptian German Society of Zoology., 40A: 169-183.
- Hart B.T., Bailey P., Edwards R., Hortle K., James K., McMahon A., Meredith C., & Swadling K., 1991.** A review of the salt sensitivity of the Australian freshwater biota. *Hydrobiologia*, 210 : 105-144.
- James K.R., Hart B.T., 1993.** Effect of salinity on four freshwater macrophytes. Australian journal of marine and freshwater research .44(5) : 769-777.
- Krell A., 2006.** Salt stress tolerance in the psychrophilic diatom *Fragilariopsis cylindrus*. Bremen, Universitaet Bremen., 120 p.
- Löfgren S., 2001.** The chemical effects of deicing salt on soil and stream water of five catchments in Southeast Sweden. *Water, Air, & Soil Pollution*, 130 : 127-138.
-

## Références bibliographiques

- 
- Madern D., Ebel C., Zaccai G., 2000.** Halophilic adaptation of enzymes. *Extremophiles*, 4 : 91-98.
- Manar R., 2008.** Effets populationnels du chlordane sur les microorganismes crustacés Cladocères *Daphnia magna* sp. Thèse de doctorat en toxicologie de l'environnement .Université Hassan II, Mohammedia, Maroc., 169 p.
- Mordukhai-Boltovskoi F.D., 1964.** Caspian fauna beyond the Caspian Sea. *International Revue der Gesamten Hydrobiologie* .49 : 139-176.
- Nielsen D.L., Brock M.A., Rees G.N. & Baldwin D.S. 2003** .Effects of increasing salinity on freshwater ecosystems in Australia. *Australian Journal of Botany*. 51: 655-665.
- Organization for Economic Cooperation and Development, 1998.** OECD Guidelines for Testing of Chemicals: *Daphnia magna* Reproduction Test. Procedure 211. Paris, France.
- Olmstead A.W. & LeBlanc G.A., 2002.** Juvenoid Hormone Methyl Farnesoate Is a Sex Determinant in the Crustacean *Daphnia magna*, *Journal of Experimental Zoology*. 293: 736-739
- Kast-Hutcheson K., Rider C.V., & LeBlanc G.A., 2001.** The fungicide propiconazole interferes with embryonic development of the crustacean *Daphnia magna*. *Environnement. Toxicology*. 20 : 502-509.
- Pacaud A., 1939.** Contribution à l'écologie des cladocères. *Bulletin. Bibliologique. France et Belgique, supplément*. 24 : 260p.
- Pringle C.M., White D.S., Rice C.P., Tuchman M.L., 1981.** The biological effects of chloride and sulfate with special emphasis on the Laurentian Great Lakes. University of Michigan, Great Lakes Research Division Publication, 251p.
- Remane A., 1934.** Die Brackwasserfauna. *Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft*. 36: 34-74.
- Riley J.P., 1965.** Analytical chemistry of sea water. In: Riley J.P. & Skirrow G. (Eds.), *Chemical Oceanography*. Academic Press, London. 260p.
- Rokneddine A., Chentoufi M. 2004.** Study of salinity and temperature tolerance limits regarding four crustacean species in a temporary salt water swamp (Lake Zima, Morocco). *Animals Biology*, 54: 237-253.
- Sahli L., 2012.** Etude du comportement de quelques espèces floristiques et faunistiques des écosystèmes aquatiques vis-à-vis des éléments traces métalliques par des bioessais. Thèse de Doctorat en pollution et ecotoxicologie. Université Mentouri, Constantine. 215 p.
-

## Références bibliographiques

- 
- Santiago S., Becker Van Slooten K., Chèvre N., Pardos M., Benninghoff C., Dumas M., Thybaud E. & Garrivier F., 2002.** Guide pour l'utilisation des tests écotoxicologiques avec les daphnies, les bactéries luminescentes et les algues vertes, appliqués aux échantillons de l'environnement. Université de Genève., 55p.
- Schallenberg M., Hall C.J. & Burns C.W., 2003.** Consequences of climate-induced salinity increases on zooplankton abundance and diversity in coastal lakes. *Marine Ecology–Progress, Series*. 251: 181-189.
- Schuytema G.S., Nebeker A.V. & Stutzman T.W., 1997.** Salinity tolerance of *Daphnia magna* and potential use for estuarine sediment toxicity tests. *Archiv .Environnement Contamination. Toxicology*, 33:194-198
- Sakamoto T. & Murata N., 2002.** Regulation of the desaturation of fatty acids and its role in tolerance to cold and salt stress. *Current Opinion in Microbiology*. 5 ;206-210
- Silva E.I.L. & Davies R.W., 1999.** The effects of simulated irrigation induced changes in salinity on metabolism of lotic biota. *Hydrobiologia*. 416:193-202
- Teschner M., 1995.** Effects of salinity on the life history and fitness of *Daphnia magna*: variability within and between populations. *Hydrobiologia* 307: 33–41
- Touati L. & Samraoui B., 2002.** The ecology of *Daphnia chevreuxi* Richard in Northeast Algeria (Crustacea: Anomopoda). *Spécial Biologie, Sciences et Technologie*. 17 : 75-81
- Toumi H., 2013.** Ecotoxicité de la deltaméthrine et du malathion sur différentes souches de *Daphnia magna* (Crustacea, Cladocera): apport de la protéomique dans la recherche de nouvelles cibles cellulaires, Thèse de Doctorat en Ecotoxicologie, Biodiversité, Écosystèmes. Université de Carthage, Tunis. 158p.
- Williams D.D., Williams N.E., Cao Y., 1999.** Road salt contamination of groundwater in a major metropolitan area and development of a biological index to monitor its impact. *Water Research* ., 138 p.
- Williams W.D., 1987.** Salinization of rivers and streams: An important environmental hazard. *Ambio.*, 16 :181-185
- Zeman F., 2008.** Toxicité d'un mélange binaire sur la daphnie *Daphnia magna*: Étude des effets biologiques de l'uranium et du sélénium seuls et en mélange. Thèse de doctorat en évolution. *Écologie*. Université Montpellier II., 210p.

**Les sites de web:**

[1] : [http://www.aquariophilie.wikibis.com/daphnie.php#cite\\_note-0](http://www.aquariophilie.wikibis.com/daphnie.php#cite_note-0)

[2] : <http://www.alloprof.qc.ca/BV/Pages/s1342.aspx>

[3] : <http://lecalve.univ-tln.fr/oceano/fiches/fiche3B.htm>

[4] : <http://www.futura-sciences.com/magazines/matiere/infos/dico/d/chimie-salinite-4406/>

[5] : <http://www.futura-sciences.com/magazines/matiere/infos/dossiers/d/physique-milieu-marin-proprietes-physiques-416/page/4/>

[6] : <http://www.chimienaturelle.info/sel-aliment-naturel-vital/>

**Résumé :**

En écotoxicologie, *Daphnia magna* est considéré comme espèce bioindicatrice et la plus fiable pour nous prédire une pollution saline. Cette pollution est engendrée par l'industrialisation et l'urbanisation, qui augmentent le sel (Na Cl) dans les écosystèmes aquatiques. Cette étude présente l'effet chronique des concentrations variées (1,65 ; 2,02 ; 2,35 et 2,64 g/l) de Chlorure de sodium (NaCl), sur la survie, la croissance et la reproduction chez *Daphnia magna*. Les résultats obtenus montrent une réduction pour les différents paramètres de cycle de vie de *Daphnia magna* (La survie, la taille des femelles adultes à la 1<sup>ère</sup> reproduction, la taille des juvéniles à la première reproduction, la longévité, grandeur de ponte, nombre de pontes par femelle, nombre de descendants par femelle, la taille des femelles à la fin du test, le poids des femelles à la fin du test ), tandis que l'intervalle de ponte, l'âge à la maturité et à la première ponte sont étalés dans le temps plus que dans le témoin à la concentration la plus élevée (2,64g/l), ces changements sont dues de l'augmentation des concentrations de la salinité(Na Cl)

**Mots clés :** *Daphnia magna*, écotoxicologie, pollution saline, paramètres cycle de vie, NaCl.

**Abstract:**

In ecotoxicology, *Daphnia magna* is considered as bioindicator species which predict the salt pollution. This pollution is caused by industrialization and urbanization which increase the salt (NaCl) in aquatic ecosystems. Therefore; this study presents the chronic effects of salt concentrations of (1.65, 2.02, 2.35 and 2.64 g / l) of sodium chloride (NaCl) on the survival, growth and reproduction of *Daphnia magna*. The results obtained showed a decrease for the different life cycle parameters (Survival, size of adult females and neonates at first reproduction, longevity, Brood size, number of brood per female and number of offspring's per female, female). We have also noticed that inter clutch time, age at maturity and at the first reproduction. Finally, the results showed a decrease for the specific growth rate, weights and the size of female at the end of test, especially for highest concentration of 2, 64 g/l.

**Keywords:** *Daphnia magna*, ecotoxicology, salt pollution, life cycle parameters, NaCl.

:

البيدُ يعتبر برغوث الماء (*Daphnia magna*) كمؤشر حيوي موثوق به من اجل تنبيهنا بالتلوث الملحي هذا التلوث المولد عن الصناعات والتمدنات التي تصعد من الملح (NaCl) المائية. هذه الدراسة تعرض التأثير المزمّن للتراكيز (1.65; 2.02; 2.35; 2.64 غ/ل) لكلور الصوديوم (NaCl) النتائج المتحصل عليها توضح انخفاض في عوامل دورة حياة برغوث , و حجم حديثي الفقس للإنتاج الأول, (.....) في حين في اكير تركيز (2.64) مقارنة مع الشاهد , هذه التغيرات تكون بسبب تزايد تراكيز الملوحة (NaCl)

احية : (*Daphnia magna*) البيئي, عوامل دورة الحياة (NaCl),

**THÈME : EFFET CHRONIQUE DE LA SALINITÉ DU CHLORURE DE SODIUM SUR LES PARAMÈTRES DU CYCLE E VIE DE *DAPHNIA MAGNA*.**

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en  
Pollution des écosystèmes et écotoxicologie

**Résumé :**

En écotoxicologie, *Daphnia magna* est considéré comme espèce bioindicatrice et la plus fiable pour nous prédire une pollution saline. Cette pollution est engendrée par l'industrialisation et l'urbanisation, qui augmentent le sel (Na Cl) dans les écosystèmes aquatiques. Cette étude présente l'effet chronique des concentrations variées (1,65 ; 2,02 ; 2,35 et 2,64 g/l) de Chlorure de sodium (NaCl), sur la survie, la croissance et la reproduction chez *Daphnia magna*. Les résultats obtenus montrent une réduction pour les différents paramètres de cycle de vie de *Daphnia magna* (La survie, la taille des femelles adultes à la 1<sup>ère</sup> reproduction, la taille des juvéniles à la première reproduction, la longévité, grandeur de ponte, nombre de pontes par femelle, nombre de descendants par femelle, la taille des femelles à la fin du test et le poids des femelles à la fin du test ), tandis que l'intervalle de ponte, l'âge à la maturité et à la première ponte sont étalés dans le temps plus que dans le témoin à la concentration la plus élevée. Ces changements sont dus de l'augmentation des concentrations de la salinité du NaCl.

**Mots clés :** *Daphnia magna*, écotoxicologie, pollution saline, paramètres de cycle de vie, NaCl.

**Laboratoire de recherche :** du département de Biologie et environnement

Jury d'évaluation :

<b>Président du jury :</b>	Mme. Afri-Mehennaoui F-Z	(MCA - UFM Constantine).
<b>Rapporteur :</b>	Mr. Touati Laïd	(MCB - UFM Constantine).
<b>Examineur :</b>	Mme. Zaïmeche Saïda	(MCA- UFM Constantine).

**Date de soutenance :** 22/06/2016