



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
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

جامعة الإخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : de Biologie et Ecologie végétale

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

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Ecologie et Environnement

Intitulé :

L'effet des pluies acides sur un microcrustacé des eaux douces
Simocephalus exspinosus

Présenté et soutenu par:

Bouabdallah Lamis

Le: 28/06/2015

Jury d'évaluation :

Président du jury:

Menad Ahmed

(Pr- UFM Constantine).

Rapporteur:

Touati Laid

(MCB- UFM Constantine).

Examineurs:

Zaimèche Saida

(MAT- UFM Constantine).

Année universitaire
2014 – 2015

REMERCIEMENTS

On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de professeur **Touati Laid**, on le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.

Je tiens ensuite à exprimer tous mes remerciements aux membres du jury qui ont accepté de juger ce travail. Merci à **Mr. Menad Ahmed**, Maître de conférences à l'Université Constantine I, d'avoir accepté de présider le jury de mon mémoire.

Merci également à **Mme. Zaimèche Saida**, Maître de conférences à l'Université de Constantine I, pour avoir accepté d'examiner mon mémoire et de faire partir de mon jury de mémoire.

Merci à tous les enseignements qui nous ont aidés pendant la durée de ce travail, sans oublier **Mr. HADEF AZ EL DDINE**.

DEDICACES

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te garde dans son vaste paradis, à toi *mon père*.

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; *maman* que j'adore.

Aux personnes dont j'ai bien aimé la présence dans ce jour, à tous mes sœurs *DALAL, RIMA, FATEN, ROMAISSA*, ma nièce *ASSIFE* et mon neveu *SADJAD*, je dédie ce travail dont le grand plaisir leurs revient en premier lieu pour leurs conseils, aides, et encouragements.

A celui que je respecte beaucoup et qui m'a soutenue tout au long de ce projet: *YOUNES*, sans oublié mon camarade *BOULABIZA MASSAOUD*.

A toute ma famille, et mes amies *ASMA, HANA, HANAN* et *NOURA*.

Sommaire

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction01

Chapitre 1 : les pluies acides

1.1. Généralités.....3

1.2. Définition des pluies acides.....3

1.3. Source des émissions acidifiante et leur évolution4

1.3.1. Sources naturelles4

1.3.2. Sources anthropique4

1.3.2.1. Origine des émissions de SO₂4

1.3.2.2. Origine des émissions de NO_x.....5

1.4. La formation des pluies acides5

1.5. La mesure des pluies acides6

1.6. Les effets nocifs des pluies acides7

1.6.1. Effets potentiels sur la santé humaine8

1.6.2. Effets nocifs sur les sols et la végétation8

1.6.3. Lacs et écosystèmes aquatiques9

1.6.4. Effets potentiel sur les matériaux11

1.7. Liens des pluies acides avec d'autres problèmes de pollution atmosphérique11

1.7.1. Le smog11

1.7.2. Changement climatique	11
1.7.3. Rayonnement ultraviolet	11
1.8. Lutter contre les pluies acides et les autres formes de pollution atmosphérique	11

Chapitre 2: Biologie et description de *Simocephalus exspinosus*

2.1. Généralités	13
2.2. Classification	13
2.3. Anatomie et morphologie	15
2.3.1. Région céphalique	15
2.3.2. Région thoracique	16
2.4. Milieu de vie et alimentation	18
2.5. Cycle de vie	19
2.6. La longévité	19
2.7. Les exigences physico-chimiques	21
2.7.1. L'oxygène	21
2.7.2. Le milieu ionique	21
2.7.3. La température	21
2.7.4. Les besoins alimentaire	21
2.8. Cyclomorphoses	22

Chapitre 3 : Matériels et méthodes

3.1. Matériel biologique	23
3.2. Matériels de laboratoire	23
3.3. Méthodes	23
3.3.1. Culture de <i>Simocephalus exspinosus</i>	23

3.3.2. Mode opératoire	25
3.3.3. Analyse statistique	26
Chapitre 4: Résultats et discussion	
4.1. L'effet des pluies acides sur <i>Simocephalus exspinosus</i>	27
4.1.1. La taille des femelles adultes à la 1 ^{ère} reproduction	27
4.1.2. La taille des juvéniles à la première reproduction	27
4.1.3. La longévité	28
4.1.4. L'intervalle de ponte	29
4.1.5. L'âge à la maturité	30
4.1.6. L'âge à la première ponte	30
4.1.7. Grandeur de ponte	30
4.1.8. Nombre de ponte par femelle.....	31
4.1.9. Nombre de descendants par femelle	32
4.1.10. Taille des femelles à la deuxième reproduction	32
4.1.11. La taille des juvéniles à la deuxième reproduction	33
4.1.12. La taille des femelles à la fin du test	35
4.1.13. La taille des juvéniles à la fin du test	35
4.1.14. Le sexe ratio	36
4.2. Discussion	37
Conclusion	39
Références bibliographique	40
Résumé	

Liste des figures

Figures	Titres	Pages
Figure 1.	La formation des pluies acides	6
Figure 2.	L'échelle de pH	7
Figure 3.	pH le plus bas auquel les organismes aquatiques peuvent survivre	10
Figure 4.	Structure de <i>Simocephalus exspinosus</i>	14
Figure 5.	griffe distale du post-abdomen	15
Figure 6.	Intestin disséqué de Daphnie	17
Figure 7.	Cycle de vie d'un cladocère	20
Figure 8.	Reproduction de la daphnie en condition favorable par parthénogénèse	20
Figure 9.	Micromètre	24
Figure 10.	Un pH mètre	24
Figure 11.	Variation de la taille des femelles adultes à la 1 ^{ère} reproduction pour des traitements variés de pH	28
Figure 12.	Variation de la taille des juvéniles à la 1 ^{ère} reproduction pour des traitements variés de pH.	28
Figure 13.	Variation de la longévité de chez <i>S.exspinosus</i> pour des traitements variés de pH.	29
Figure 14.	Variation de l'intervalle de ponte chez <i>S.exspinosus</i> pour des traitements variés de pH.	29
Figure 15.	L'âge à la maturité de <i>S.exspinosus</i> pour des traitements variés de pH.	30
Figure 16.	Variation de l'âge à la 1 ^{ère} ponte de <i>S.exspinosus</i> pour des traitements variés de pH.	31
Figure 17.	Variation de la grandeur de ponte chez <i>S.exspinosus</i> pour des traitements variés de pH.	31
Figure 18.	Variation du nombre de descendants total par femelle chez <i>S.exspinosus</i> pour des traitements variés de pH.	32
Figure 19.	Variation du nombre de descendants total par femelle chez <i>S.exspinosus</i> pour des traitements variés de pH.	33
Figure 20.	Variation de la taille des femelles à la deuxième reproduction pour des traitements variés de pH.	33

Figure 21.	Variation de la taille des femelles à la première et deuxième reproduction pour des traitements variés de pH.	34
Figure 22.	Variation de la taille des juvéniles à la deuxième reproduction pour des traitements variés de pH.	34
Figure 23.	Variation de la taille des juvéniles à la première et à la deuxième reproduction pour des traitements variés de pH.	35
Figure 24.	Variation de la taille des femelles à la fin du test (21 jours) pour des traitements variés de pH.	35
Figure 25.	Variation de la taille des juvéniles à la fin du test (21 jours) pour des traitements variés de pH.	36

Liste des tableaux

Tableaux	Titres	pages
Tableau 1.	Effets des pluies acides sur les écosystèmes aquatiques	10
Tableau 2.	Classification de <i>Simocephalus exspinosus</i>	13
Tableau 3.	Les résultats de l'effet du stress acide sur la survie	27
Tableau 4.	Embryotoxicité et pourcentage de males présent dans la descendance de <i>S. exspinosus</i> pendant les 21 jours du test exposés à des traitements variés de pH.	36

Liste des abréviations

TPR: taille des femelles ou des juvéniles à la première reproduction

TDR: taille des femelles ou des juvéniles à la deuxième reproduction

Introduction

Introduction

La pollution est une dégradation ou une altération de l'environnement, en général liée à l'activité humaine par diffusion directe ou indirecte de substances chimiques, physiques ou biologiques qui sont potentiellement toxiques pour les organismes vivants ou qui perturbent de manière plus ou moins importante le fonctionnement naturel des écosystèmes. Outre ses effets sur la santé humaine et animale, elle peut avoir pour conséquences la migration ou l'extinction de certaines espèces qui sont incapables de s'adapter à l'évolution de leur milieu naturel.

Depuis la fin de la seconde guerre mondiale, les précipitations acides représentent un problème environnemental majeur dans de nombreuses régions du globe. Outre le dépérissement des forêts, un des impacts les plus significatifs des pluies acides est l'acidification des eaux de surface qui modifie certaines caractéristiques chimiques des eaux et engendre une diminution de leur capacité à neutraliser l'acidité.

L'acidification des milieux aquatiques est généralement causée par les précipitations acides, les drainages miniers acides et, dans une moindre mesure, l'utilisation d'engrais azotés, les rejets urbains et industriels, etc.

La plupart des informations collectés surfaces effets de l'acidification des lacs sur les organismes aquatiques, et basé sur les inventaires des espèces ces derniers ont documenté sur le déclin et l'élimination des espèces dans les lacs fortement acides. La réponse des organismes au stress acide est variable (Beamish, 1974). Les travaux sur les effets du stress causé par les acides sur la survie, la reproduction ou la physiologie des espèces zooplanctoniques sont rares (Davis & Ozburn, 1969) ont reporté que *D. pulex* est capable de survivre à un pH qui s'étale entre 4,3 et 10,4 mais le potentiel de reproduction est limité à un intervalle réduit entre 7 et 8,7. Par contre pour *D. magna* (test chronique) la reproduction normale est situé à un pH inférieur à 5 (Parent & Cheetham, 1980). Donc on peut dire qu'il existe une plage de pH optimale pour le maintien de la vie. Une déviation de cet optimum est dommageable l'espèce et engendre un changement de la biodiversité dans les écosystèmes (Olivier, 2012).

Cette présente étude vise à étudier l'effet des pluies acides sur un cladocère *Simocephalus exspinosus* à travers des différents niveaux de pH sur les paramètres de cycle

de vie (la grandeur ou la taille de la ponte, âge à la maturité, âge à la première ponte, intervalle de ponte, la longévité, etc.).

Le mémoire est structuré comme suit:

- ✓ On commence par une introduction.
- ✓ Le premier chapitre porte sur l'étude des pluies acides.
- ✓ Le deuxième chapitre est consacré à la biologie de *Simocephalus exspinosus*.
- ✓ Le troisième chapitre concerne les matériels et les méthodes utilisées pour cette étude.
- ✓ Cependant, le quatrième chapitre traite les résultats et les discussions, enfin, on termine avec une conclusion et des perspectives.

Chapitre 1: Les pluies acides

1. Les pluies acides**1.1. Généralités**

La pollution et les pluies acides ont des effets négatifs sur les habitats naturels. Nous savons tous que l'eau est un élément essentiel à la vie. Les pluies sont importantes puisqu'elles remplissent nos lacs, nos rivières ainsi que tous les autres bassins d'eau. C'est d'ailleurs ceux-ci qui nous fournissent l'eau domestique et industrielle. Aujourd'hui, ces pluies sont empoisonnées par la pollution atmosphérique, ce qui diminue la qualité de l'eau. On dit même que les populations de grenouilles et d'amphibiens sont en chute libre depuis plusieurs années à cause de la pollution. On dit aussi que les dinosaures auraient peut-être été étouffés par le dioxyde de carbone, en plus d'être victimes de pluies acides, ce qui aurait peut-être causé leur extinction. Cela montre bien les conséquences néfastes des pluies acides. On ajoute même que les pluies acides endommageront les cultures et les arbres [01].

Ce phénomène caractérisé par la présence dans les eaux de pluies acides fortes. Les concentrations sont parfois très élevées avec pour conséquence des pH anormalement bas pouvant inférieure à 3 des cas extrêmes alors que dans les conditions naturelles le pH des pluies, dans les milieux continentaux en l'absence de pollution atmosphérique, est voisin de la neutralité et en tout cas supérieur à 6 comme en témoignent les archives glaciaires (Ramade, 2005).

Le pH est une échelle logarithmique qui mesure la quantité d'acide dans un liquide comme l'eau. La teneur en acide dépend de la concentration des ions hydrogène; elle est exprimée par une valeur de pH. Cette échelle est aussi appliquée à la mesure de l'acidité des échantillons de précipitations [02].

1.2. Définition de la pluie acide

La pluie acide est un large thème qui est souvent utilisé pour décrire plusieurs dépôts acides. Le dépôt humide est quand la pluie, la neige, le brouillard ou la brume contiennent des niveaux élevés d'acide sulfurique et nitrique. Quand le dioxyde de soufre et le dioxyde d'azote sont émis dans l'atmosphère, ils se dissolvent dans l'eau et tombe sous forme de précipitation. Le dépôt sec arrive quand la poussière et la fumée, qui contiennent des hauts niveaux de dioxyde d'azote et de dioxyde de soufre, se déposent sur le sol, sur des bâtiments, des voitures ou sur la végétation. Ces gaz sont convertis en acides lorsqu'ils

entrent en contact avec de l'eau. L'acidité des pluies acides peuvent varier. L'eau pure a un pH de 7 et l'eau de pluie a un pH d'environ 5,6 [03].

1.3. Source des émissions acidifiantes et leur évolution

Comme les précipitations sont naturellement acides, il a été déterminé par la communauté scientifique que les précipitations acides ont un pH inférieur ou égal à 5,0 unités. Cette valeur de référence permet également de différencier les sources naturelles et anthropiques des émissions de SO₂ et de NO_x. Cette section identifie d'abord les sources naturelles pour ensuite poursuivre avec les sources anthropiques des émissions acidifiantes et terminer avec l'évolution et la tendance des émissions des deux polluants acidifiants (Giguère, 2013).

1.3.1. Sources naturelles

Des gaz sont présents dans l'atmosphère de façon naturelle. Cela est le cas notamment pour le SO₂ et les NO_x. Ces derniers abaissent le pH des précipitations à 5,6, ce qui les rend naturellement acides. Les sources naturelles des émissions de SO₂ sont les éruptions volcaniques et l'oxydation biologique de composés sulfurés. Pour leur part, les émissions naturelles de NO_x proviennent de la foudre, de l'activité microbiologique des sols et des feux de forêt. Puisqu'il s'agit de sources naturelles de gaz, les quantités émises ne sont pas considérées dans la problématique des précipitations acides (Jeffries et *al*, 2008).

1.3.2. Sources anthropiques

1.3.2.1. L'origine des émissions de SO₂

Le dioxyde de soufre (SO₂) est normalement un sous-produit de procédés industriels et de la combustion de combustibles fossiles. La première fusion de minerais, l'exploitation de centrales au charbon et le traitement du gaz naturel sont les principales sources de SO₂. En 1995, par exemple, les émissions de SO₂ aux États-Unis se sont chiffrées à 16,8 millions de tonnes, plus de 6 fois les émissions canadiennes, qui atteignaient 2,7 millions de tonnes au total. Mais les sources d'émissions diffèrent considérablement d'un pays à l'autre. Au Canada, 61 % des émissions proviennent directement de sources industrielles mais, aux États-Unis, elles proviennent à 66 % des centrales de production d'électricité. Le Canada ne parviendra pas seul à vaincre le problème des précipitations acides. En effet, la réduction des émissions doit s'obtenir des deux côtés de la frontière. Plus de la moitié du dépôt acide dans l'est du Canada provient d'émissions aux États-Unis. Environ les trois-quarts du dépôt que reçoivent des régions telles que la ville de Québec et Muskoka-

Haliburton proviennent de ce pays. En 1995, on a estimé entre 3,5 et 4,2 millions de tonnes par an le passage transfrontière du dioxyde de soufre [02].

1.3.2.2. L'origine des émissions de NO_x

La combustion des carburants pour véhicules automobiles et des combustibles pour les appareils de chauffage résidentiels et commerciaux, pour les moteurs et les chaudières industriels et pour l'alimentation des centrales électriques et d'autre matériel constitue la principale source d'émissions de NO_x. En 1995, le secteur du transport était la source la plus importante de NO_x; il prenait une part d'environ 60 % de toutes les émissions. Au total, celles-ci se sont chiffrées à 2,0 millions de tonnes cette année-là. Aux États-Unis, elles avaient atteint 21,7 millions de tonnes la même année, soit dix fois plus qu'au Canada. Le transport transfrontière des polluants atmosphériques du Canada aux États-Unis a une influence marquée. Environ 24 % des épisodes d'ozone d'échelle régionale observés aux États-Unis se produisent simultanément en Ontario. L'analyse de la concentration de l'ozone à quatre emplacements dans la pointe extrême du sud-ouest ontarien, qui tient compte de l'orientation et de la force des vents, permet d'estimer qu'entre 50 % et 60 % de l'ozone à quatre emplacements dans la pointe extrême du sud-ouest ontarien, qui tient compte de l'orientation et de la force des vents, permet d'estimer qu'entre 50 % et 60 % de l'ozone qui y est mesuré provient des États-Unis [04].

1.4. La formation des pluies acides

La pluie se forme au cours du cycle hydrologique. Dans ce cycle, l'eau s'évapore du sol et de la mer pour entrer dans l'atmosphère. Cet air chaud gorgé d'humidité se refroidit et se condense pour former des nuages. Les nuages font le tour du monde jusqu'à ce qu'ils rejettent leur eau sur la Terre sous forme de pluie, de neige ou de brouillard. Lorsque les gouttelettes d'eau se forment et tombent au sol, elles entraînent avec elles des particules et des produits chimiques en suspension dans l'air. Même de l'air non pollué contient des particules telles que des poussières ou du pollen, ainsi que des gaz d'origine naturelle tels que le dioxyde de carbone (CO₂). Lorsque la pluie se forme et tombe au sol, elle dissout le CO₂ qui se trouve dans l'atmosphère. Le CO₂ réagit à l'eau de pluie, pour former une très faible solution d'acide carbonique. Lorsque la pluie touche le sol, elle est légèrement acide. Cette pluie légèrement acide ne cause pas de tort à l'environnement ou aux personnes. En fait, elle est essentielle à la santé de l'écosystème, elle dissout les minéraux et érode très lentement les roches, libérant ainsi dans l'environnement des éléments essentiels à la croissance des arbres et de nombreux autres organismes. Ce n'est que lorsque la pluie devient plus que légèrement acide qu'elle devient une pluie « acide ». La pluie devient excessivement acide en raison des polluants que tous les êtres humains (et certains

procédés naturels) rejettent dans l'air. Deux polluants sont particulièrement responsables des pluies acides: le dioxyde de soufre (SO_2) et les oxydes d'azote (NO_x). Dans l'air, et en présence de vapeur d'eau, le SO_2 subit une transformation chimique pour devenir de l'acide sulfurique tandis que les NO_x se changent en acide nitrique. Le rayonnement solaire peut accroître la vitesse de ces réactions. Des émissions toujours plus abondantes de SO_2 et de NO_x dans l'air augmentent la formation de ces acides, qui sont ensuite dissous dans l'eau qui forme la pluie. La pluie devient acide au point de porter atteinte à l'environnement lorsqu'elle tombe sur la Terre. Les pluies acides comprennent aussi le brouillard, la grêle, le grésil et la neige, qui peuvent tous être acides. De plus, les dépôts acides ne sont pas tous associés aux précipitations. Les acides présents dans l'air peuvent aussi prendre la forme de gaz et de particules qui atteignent la Terre sous forme de dépôts secs. Les dépôts secs causent les mêmes dommages à l'environnement que les dépôts humides. Par conséquent, les scientifiques préfèrent utiliser le terme « dépôts acides », qu'ils jugent plus précis que le terme « pluies acides » (Figure 1.) (Ogilvie, 2006).

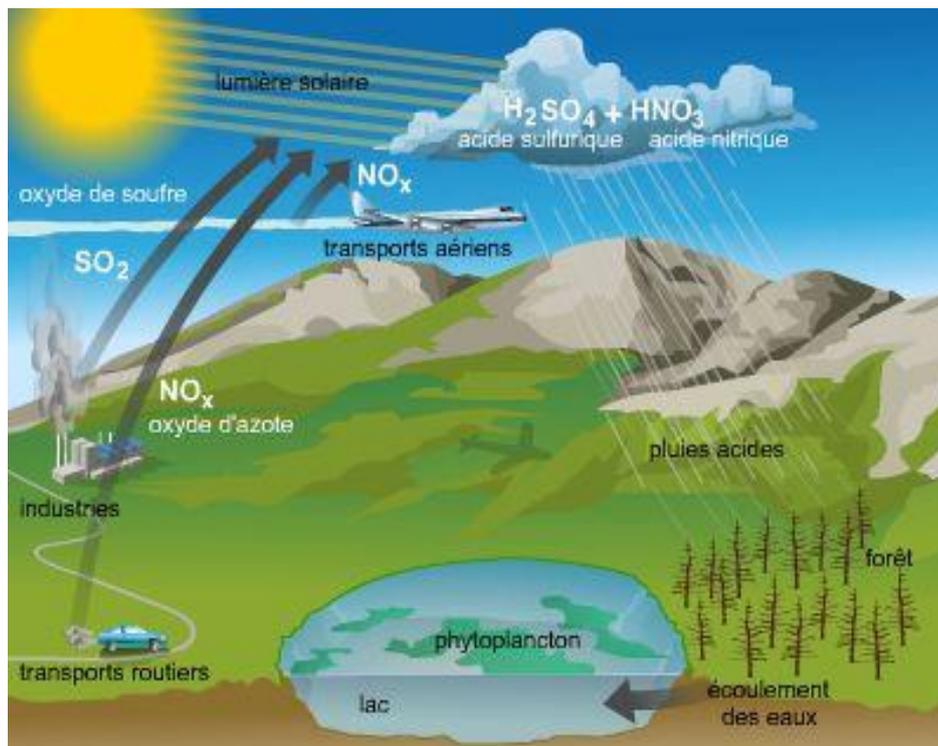


Figure 1. La formation des pluies acides (Ogilvie, 2006).

1.4.

La mesure des pluies acides

Puisque les acides libèrent des ions hydrogène, la teneur en acide d'une substance est déterminée en mesurant la quantité d'ions hydrogène, qu'on exprime sous forme de pH (potentiel d'hydrogène). L'échelle de pH (Figure 2.) s'échelonne de 0 (extrêmement acide) à 14 (extrêmement alcalin ou basique, c.-à-d. pas du tout acide). Un pH de 7,0 signifie que la substance est neutre — ni acide ni alcaline. Plus le pH d'une substance est faible, plus elle est acide de légers changements sur l'échelle du pH signifient en fait d'importants changements dans le niveau d'acidité. La différence d'un niveau à l'autre représente une augmentation ou une diminution par un facteur de 10 de la concentration des ions hydrogène. C'est ce qu'on appelle une échelle logarithmique (Ogilvie, 2006).

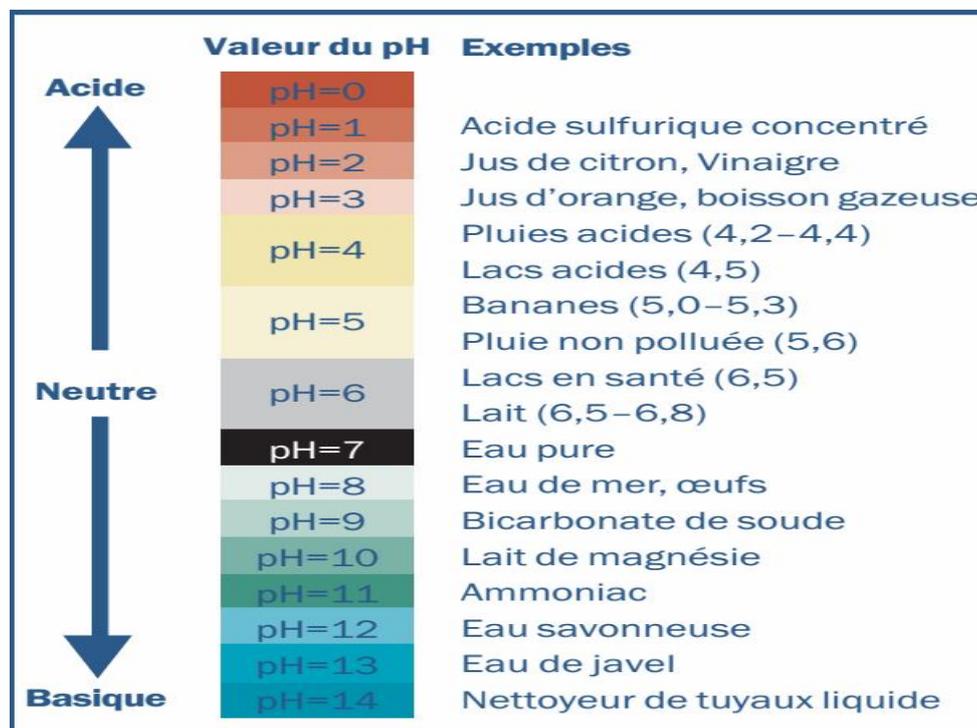


Figure 2. L'échelle de pH [02].

1.6. Les effets nocifs des pluies acides

La nature a les moyens d'équilibrer cette acidité des pluies en la compensant au moyen d'autres minéraux alcalins, tels que le calcium, le magnésium et le potassium, qu'on trouve dans la roche mère, dans l'air, dans les sols et dans les lacs de la Terre. L'altération de la roche mère par l'acide carbonique présent dans la pluie « propre » libère aussi des bicarbonates dans le sol et dans les eaux de surface, ce qui aide à neutraliser les

apports acides plus puissants. Chaque écosystème naturel possède une limite supérieure quant à sa capacité d'encaisser les effets des pluies acides. Ce niveau-seuil est qualifié de « charge critique » de l'écosystème. Cette charge critique est le niveau le plus élevé de pluies acides qu'un écosystème peut recevoir à long terme sans que l'environnement ne subisse des effets néfastes. En d'autres mots, si l'on dépasse le seuil, la flore et la faune subiront des dommages. Il est très important de connaître la charge critique d'une région car elle nous indique la quantité de SO₂ et de NO_x qu'on peut rejeter dans l'environnement sans causer de dommages aux lacs, aux poissons et aux végétaux (Ogilvie, 2006).

1.6.1. Effets potentiels sur la santé humaine

Les précipitations acides n'ont guère d'effet sur la santé humaine. Toutefois, la santé publique peut être affectée près des sources d'émission de SO₂ et de NO_x. Les particules de sulfates et de nitrates présentes dans l'atmosphère y affectent la santé humaine. Elles y sont formées lorsque le SO₂ et les NO_x entrent en réaction dans l'atmosphère. En raison de leur faible poids, elles peuvent pénétrer très profondément dans les poumons lorsqu'inhalées. Des études scientifiques ont montré qu'il semble exister une relation entre une mort prématurée suite à des problèmes pulmonaires tels que des bronchites et des allergies, et le niveau élevé de particules fines de sulfates et de nitrates [05].

1.6.2. Effets sur les sols et la végétation

Les ions hydrogène (H⁺) contenus dans les gouttelettes d'eau se fixent aux particules d'argile du sol libérant ainsi les ions calcium (Ca²⁺), magnésium (Mg²⁺), sodium (Na⁺) et potassium (K⁺); ceci diminue le pH des sols. En terres acides, les plantes et les arbres éprouvent de la difficulté à croître. En effet, les ions Ca²⁺ et Mg²⁺ sont des éléments nutritifs essentiels à la croissance des végétaux. Leur absence diminue donc la vitesse de croissance de ceux-ci (Van Coillie et al, 2010).

En plus d'avoir un effet négatif sur la croissance des végétaux, les précipitations acides diminuent la capacité des arbres à résister au gel ainsi que leur capacité à lutter contre les maladies et les insectes défoliateurs. Elles altèrent également la structure des cires recouvrant les feuilles ainsi que les aiguilles de certaines espèces d'arbres. Lorsque le feuillage est ainsi altéré, les arbres perdent leur eau en plus de retenir des solutés pouvant provoquer l'absorption d'ions dommageables. Aussi, les pluies acides ont aussi un effet direct sur les plantes et les arbustes (Environnement Canada et Service Météorologique du Canada, 2004) .

1.6.3. Lacs et écosystèmes aquatiques

Les pluies acides engendrent une série d'effets qui portent atteinte aux poissons ou les tuent, réduisent les populations de poissons, éliminent complètement des espèces de poissons dans un plan d'eau touché, et diminuent le nombre d'espèces de végétaux et d'animaux. L'acidité des lacs peut affecter les organismes aquatiques de manière tant directe qu'indirecte. Le SO₂ en suspension dans l'air produit de faibles solutions d'acide sulfurique lorsqu'il se dissout dans l'eau des lacs; il devient alors difficile pour les poissons d'absorber de l'oxygène pour respirer. L'acide sulfurique engendre aussi le largage de métaux tels que l'aluminium dans le lac. Les embryons des amphibiens peuvent devenir trop épais pour que les jeunes s'en libèrent au moment opportun de sorte qu'ils deviennent trop gros avant de commencer à nager librement et que leur colonne vertébrale subit une déformation. Les diverses espèces qui vivent dans les lacs, les rivières et les milieux humides diffèrent quant à leur sensibilité aux niveaux d'acidité. (Figure 3.) et (Tableau 1.) présentent la sensibilité de divers organismes aquatiques à une baisse du pH. L'acidification tue aussi bon nombre des bactéries ou des décomposeurs qui, en temps normal, décomposent le matériel végétal et animal mort. Par conséquent, la décomposition se fait très lentement dans les lacs acides (Ogilvie, 2006).

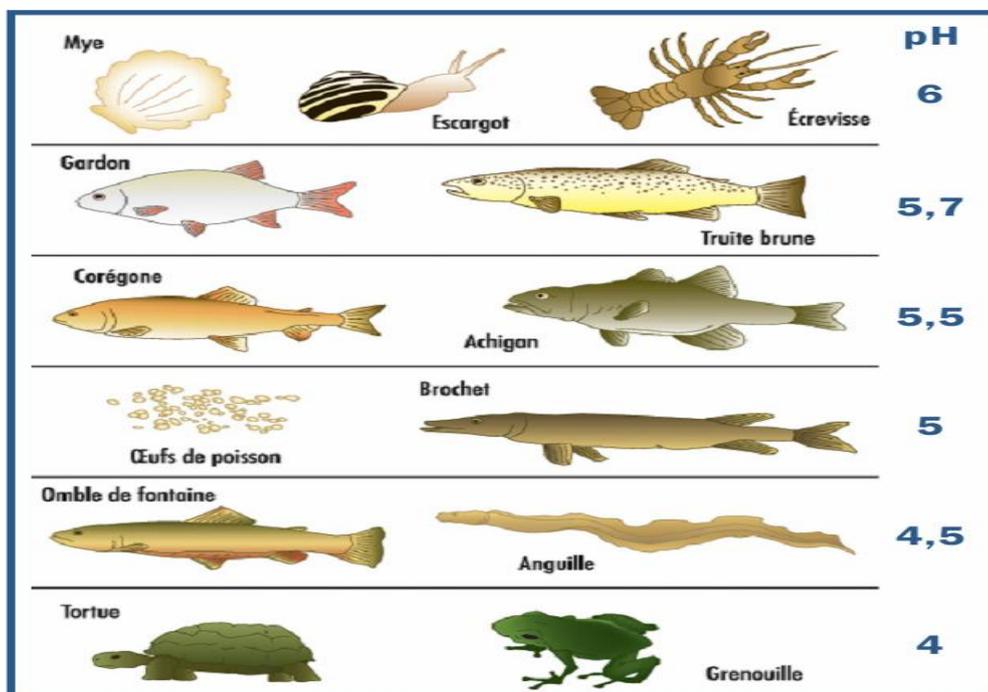


Figure 3. pH le plus bas auquel les organismes aquatiques peuvent survivre (Ogilvie, 2006).

Tableau 1. Effets des pluies acides sur les écosystèmes aquatiques (Ogilvie, 2006).

Lorsque l'eau devient plus acide et que son pH tend vers	Effets des pluies acides sur les écosystèmes aquatiques
6,0	Les crustacés, des insectes et certaines espèces planctoniques commencent à disparaître.
5,0	Des changements importants dans la communauté planctonique se manifestent. Les mousses et des espèces planctoniques moins utiles apparaissent. La perte progressive de certaines espèces est probable.
Moins de 5,0	Il ne reste plus beaucoup de poisson. Le fond de l'eau est couvert de matériaux non décomposés. Les secteurs côtiers peuvent être envahis par les mousses. Selon les écosystèmes aquatiques, les animaux terrestres peuvent être affectés. Par exemple, la sauvagine dépend d'organismes aquatiques pour se nourrir et se procurer les nutriments nécessaires. À mesure que ces sources s'amenuisent ou disparaissent, l'habitat perd en qualité et le succès de la reproduction des oiseaux est affecté.

1.6.4. Effets potentiels sur les matériaux

Certains auteurs mentionnent que les précipitations acides peuvent également contribuer à la corrosion des métaux et à la détérioration de la peinture ainsi que de la pierre. De ce fait, les infrastructures comme les édifices, les ponts ainsi que les monuments et statues sont susceptibles d'être dégradés par les dépôts humides et secs. Cela affecte non seulement leur aspect esthétique, mais également leur aspect fonctionnel en plus de diminuer leurs valeurs monétaire et culturelle. Par contre, d'autres auteurs traitent

cet aspect avec plus de parcimonie. Effectivement, sans nécessairement nier le lien entre les précipitations acides et leurs effets sur les infrastructures, ils soutiennent toutefois que les dommages sont minimes (Van Coillie et *al*, 2010).

1.7. Liens des pluies acides avec d'autres problèmes de pollution atmosphérique

La combustion des combustibles fossiles est également à l'origine du smog en milieu urbain, de changements climatiques.

1.7.1. Le Smog

Le dioxyde de soufre réagit avec la vapeur d'eau et d'autres composés chimiques de l'atmosphère pour former de très fines particules de sulfate. Ces particules aériennes sont un constituant essentiel du smog. On admet désormais qu'elles constituent un danger important sur le plan sanitaire. Les particules fines, ou matières particulaires (MP), peuvent se loger au fond des poumons et causer l'inflammation et endommager les tissus. L'effet de ces particules est particulièrement dangereux chez les personnes âgées et celles souffrant de troubles cardiaques et respiratoires.

1.7.2. Changement climatique

On prévoit que le changement climatique se traduira par une hausse de la température et une augmentation des sécheresses. Il pourrait aussi être à l'origine de la transformation de composés inoffensifs, qui se sont accumulés dans les milieux humides, en sulfate générateur d'acide. Lorsque le temps pluvieux reviendrait, ce sulfate serait entraîné dans les lacs environnants et accroîtrait leur acidité.

1.7.3. Rayonnement ultraviolet (UV)

Le plancton et d'autres organismes vivant dans la tranche d'eau superficielle de lacs acides sont rendus plus vulnérables à une hausse du rayonnement ultraviolet attribuable à l'appauvrissement de la couche d'ozone. Cela tient au fait que l'acidité abaisse la quantité de matières organiques dissoutes dans l'eau, rend l'eau plus limpide et permet au rayonnement ultraviolet de pénétrer plus profondément dans l'eau [04].

1.8. Lutter contre les pluies acides et les autres formes de pollution atmosphérique

- utiliser des sources d'énergie alternatives.
- éliminer les polluants des produits de combustion.

- améliorer l'efficacité du processus de combustion lui-même.
- économiser l'énergie.

Il y a plusieurs sources alternatives d'énergie pour les véhicules à moteur. Parmi celle-ci, le gaz naturel est très intéressant car il a un faible potentiel de pollution atmosphérique. Ce carburant contient moins d'impuretés soufrées, il brûle de façon propre, avec une formation limitée d'oxydes de soufre et d'azote. Alors que les voitures électriques avec batteries semblent être une alternative complètement non polluante, leur utilisation ne ferait que déplacer le problème environnemental d'une source à une autre. Si la source d'énergie motrice du moteur à combustion est transférée aux batteries électriques, la quantité totale d'énergie fournie jusqu'à présent par l'essence, le diesel ou d'autres produits raffinés similaires devra être remplacée par une quantité équivalente d'électricité, ce qui nécessitera de recharger régulièrement les batteries. La production de cette quantité d'énergie supplémentaire incombera à des générateurs d'électricité nouveaux ou préexistants, ce qui introduira de nouveaux problèmes environnementaux [06].

Chapitre 2:
La biologie et description de
Simocephalus exspinosus

2. La biologie de *Simocephalus exspinosus*

2.1. Généralités

Les cladocères sont des petits Crustacés très fréquents dans tous les types d'eaux douces à l'exception des eaux courantes rapides où on ne les trouve que lorsqu'ils sont entraînés par les courants à partir de zones plus calmes. Herbivores ou détritivores, ils assurent une fonction très importante dans les transferts de matière et d'énergie de bon nombre d'écosystèmes d'eaux douces (Pourriou *al.*, 1982). *Simocephalus exspinosus* est caractérisé par l'absence d'épine ou d'ébauche d'épine. La couleur de corps se varie selon l'environnement et la nourriture, elle peut prendre une couleur rouge, verte, jaune ou bleu. Les espèces les plus résistantes au manque de taux d'oxygène sont celles qui ont une couleur rose, parce qu'elles contiennent une lymphe riche en hémoglobine (Bougueffa & Boutalbi, 2008).

2.2. Classification

Les populations de *Simocephalus* sont généralement rare en hiver et au début du printemps. Mais avec l'augmentation de la température de l'eau (6 à 12 °C), les populations augmentent leur abondance et atteignent des densités élevées de 200 à 500 individus/l (Pennak, 1989).

Tableau 2. Classification de *Simocephalus exspinosus* [08].

Règne	Animalia
Embranchement	Arthropoda
Classe	Crustacea
Sous-classe	Brachiopoda
Ordre	Cladocera
Famille	Daphnidae
Genre	<i>Simocephalus</i>
Espèce	<i>Simocephalus exspinosus</i>



Figure 4. Structure de *Simocephalus exspinosus* [09].

2.3. Anatomie et morphologie

Tous les cladocères présentent les caractères morphologiques suivants:

- On distingue la tête et le corps, parfois séparés par un sinus cervical bien marqué (Touati, 2008). Le corps de la daphnie est recouvert par une carapace transparente qui se renouvelle à chaque mue marquée par un doublement du volume de l'organisme pendant une minute dû essentiellement à une brusque entrée d'eau dans l'animal (Green, 1963).
- Il comprend une région thoracique portant 5 à 6 paires d'appendices et un abdomen très court prolongé par un post-abdomen où débouche l'anus (Touati, 2008).

La carapace: chitineuse bivalve transparente (Touati, 2008), qui nous facilite l'observation au cours de l'anatomie. Il représente simplement un pli de base du cou qui s'étend sur le reste du corps et pend de poche pour couvrir les œufs (Amoros, 1984).

Griffe distale du post-abdomen: front arrondi, sans épine, munie d'une rangée de fines soies réparties sur toute la longueur de griffe et d'une série de soies plus fortes formant comme une peigne à la base de griffe (Figure 5.); angle dorso-postérieur de la carapace arrondi; femelle: 1,5 à 3,5 mm (Amoros, 1984).

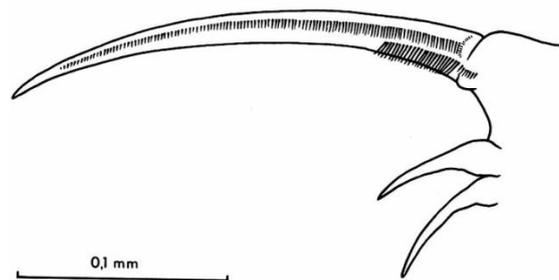


Figure 5. Griffe distale du post-abdomen (Amoros, 1984).

2.3.1. Région céphalique

La tête: qui n'est pas comprise entre les valves est protégée par une capsule céphalique. La tête couvre l'œil et l'ocelle (Amoros, 1984) et comporte les yeux, la bouche et deux antennes qui servent à la locomotion (Manar, 2008).

L'œil: unique, composé, mobile et de taille plus importante servant à l'orientation de la daphnie (Amoros, 1984), il est composé de 22 lentilles; 4 muscles L'œil en position et le garde continuellement en mouvement de rotation partielle (Toumi, 1997).

Un seul ocelle: parfois absent, est situé postérieurement ou ventralement par rapport à l'œil composé. La forme et la taille de l'ocelle sont des caractères utilisés quelquefois en systématique (Amoros, 1984).

Les antennes: paires, servent à la locomotion. Elles sont généralement développées, avec un fort article basal sur lequel s'insèrent deux rames articulées, l'une dorsale, l'autre ventrale, portant ou non de un à plusieurs soies. Le nombre d'articles de chaque rame est utilisé dans l'identification. A la base des antennes, côté dorsal, un repli chitineux renforcé: le fornix, est également utilisé comme critère systématique (Touati, 2008).

Les antennules: sont insérées sur la face ventrale de la tête, près du bord postérieur. Souvent très petites et formées d'un seul article (Amoros, 1984).

Il existe un dimorphisme sexuel très net chez les daphnies. En effet, les mâles se distinguent des femelles par :

- la forme de la tête.
- une taille plus petite.
- la partie antérieure du post-abdomen (située avant la griffe post-abdominale) plus

Proéminente (Toumi, 2013).

- les antennules plus grandes et souvent munies de crochets (Amoros, 1984).
- l'absence de poche incubatrice (Chèvre, 2000).

2.3.2. Région thoracique

Thorax, abdomen et post-abdomen sont enveloppés par les deux valves de la carapace dont l'ornementation est variable. La marge ventrale de la carapace présente une ciliation plus ou moins complexe, constituée de soies ou de soies épineuses dont l'arrangement peut être caractéristique au niveau spécifique. L'angle postéro-ventral est arrondi ou plus ou moins anguleux, formant parfois un prolongement net qui peut porter une ou plusieurs indentations. L'angle postéro-dorsal est souvent prolongé par une épine

postérieure plus ou moins développée (*Daphnia longispina*, *Ceriodaphnia cornuta*) (Touati, 2008).

Tube digestif: traverse tout le corps de la daphnie (Manar, 2008) est simple, de forme tubulaire, visible par transparence et se termine par un anus au niveau de la griffe post-abdominale (Toumi, 2013). Il est composé de trois parties: l'œsophage, une partie médiane et terminale de l'intestin. La partie médiane de l'intestin est constituée de cellules épithéliales et possède des microvillosités. Cette partie permet la digestion de la nourriture ainsi que l'assimilation des nutriments. Les deux diverticules auraient, quant à eux, un rôle dans la production de fluides digestifs (Figure 6.) (Ebert, 2005).

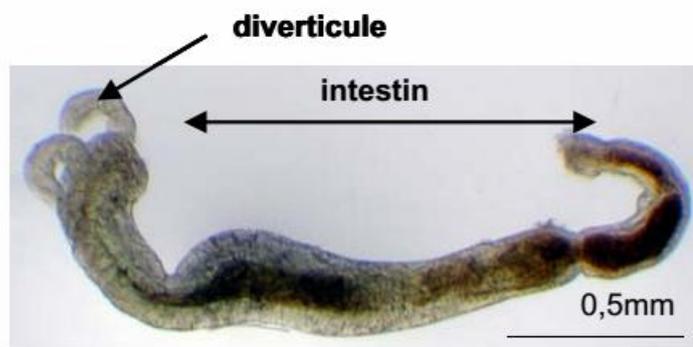


Figure 6.Intestin disséqué de Daphnie (Ebert, 2005).

Le cœur: est situé au-dessus de la chambre de maturation (Manar, 2008), il apparaît comme une petite poche transparente ovale ou sphérique dans la région dorso-antérieure du thorax. Il n'y a pas de vaisseau sanguin; la circulation est lacunaire (Amoros, 1984). Le sang des daphnies est un liquide clair dans lequel circule un seul type de cellule, dans la fonction est similaire à celle de nos globules blancs (Toumi, 1997). Le cœur du mâle bat plus vite que celui de la femelle et la vitesse des battements de deux sexes peut être altérée par plusieurs facteurs tels que l'augmentation de la température et manque d'oxygène (Bouloudroua, 1997). Les cladocères ne possèdent pas d'organe respiratoire; les échanges de CO_2 et O_2 se font sur toute la surface du corps, à travers téguments très minces (Amoros, 1984).

Les ovaires: sont disposés de chaque de chaque côté du tube digestif, dans la région thoracique (Amoros, 1984).

La chambre incubatrice: où sont pondus les œufs et où se développent les embryons lorsqu'il s'agit d'œufs parthénogénétiques (Amoros, 1984).

Le post-abdomen: joue un rôle important dans l'identification au niveau générique spécifique. Il est très fréquemment replié vers la partie ventrale du corps, ce qui a pour effet d'amener la région dorsale en position ventrale. Il se prolonge par deux griffes terminales dont l'armature est très diversifiée. Ces griffes peuvent présenter à leur base une ou plusieurs épines et des soies plus ou moins spinuleuses groupées en peigne. La sétation, l'armature (constituée de dents plus ou moins robustes) des flancs et des marges ventrales du post-abdomen, sont également caractéristiques. Grâce à des mouvements saccadés, le post-abdomen intervient dans le nettoyage des filtres des appendices thoraciques. Il peut également intervenir dans la locomotion de certaines formes benthiques ou peuplant les herbiers (Touati, 2008).

2.4. Milieu de vie et alimentation

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 conditions physico-chimiques de l'eau où vivent les daphnies varient largement d'un milieu à l'autre: entre 6,5 et 9,5 avec un optimum entre 7,2 et 8,5. La daphnie peut tolérer des niveaux de salinité d'eau de mer supérieur à 5 % (jusqu'à 20 %) (Ebert, 2005). Les daphnies sont des organismes filtreurs, considérés comme des consommateurs primaires. Elles sont phytophages et bactériophages (Hadaset *al*, 1983). Elles apprécient les eaux riches en matières organiques dissoutes ou en suspension et peu polluées par les micropolluants chimiques (Mugel & Férard, 1978). La nourriture est collectée plus particulièrement à l'aide des 3^{ème} et 4^{ème} pattes thoraciques foliacées, garnies d'un peigne de longues soies (Amoros, 1984), et qui assurent un courant d'eau entre les deux valves de la carapace. Les particules ainsi piégées sont transférées via un sillon alimentaire jusqu'à la bouche. Toutefois, il est important de signaler que la quantité et la qualité de la nourriture joue un rôle primordial pour la reproduction et influence nettement la dynamique de population de la daphnie (Lynch & Ennis, 1983; Cowgillet *al*, 1985). La qualité et la quantité de la nourriture semble aussi influencer la sensibilité des daphnies aux toxiques (Winner *et al*, 1977; Enserink *et al*, 1995).

2.5. Cycle de vie

Le *Simocephalus* comme des nombreux cladocères; dans les conditions favorables, les daphnies se reproduisent par reproduction asexuée: la parthénogénèse. Les femelles existent seules et engendrent à partir d'ovules (non fécondés) d'autres daphnies filles identiques génétiquement à leur mère. Les générations parthénogénétiques, sans apparition de mâles, se succèdent tant que les conditions du milieu restent favorables. En condition favorable, les daphnies deviennent matures, c'est-à-dire ont leur 1^{ère} ponte, au bout de 6-7 jours (Figure 8). Les juvéniles de cette première ponte restent dans la poche incubatrice pendant 3 à 4 jours, le temps de leur développement. Les juvéniles issus de la 1^{ère} ponte sont donc libérés lorsque la daphnie est âgée de 9 à 10 jours. Au plus tard une heure après cette libération, la daphnie mue et dépose une nouvelle ponte dans sa poche incubatrice. Une fois la daphnie devenue mature, elle pond tous les 3 à 4 jours jusqu'à sa mort (50-70 jours). Si les conditions deviennent défavorables (manque de nourriture, pollution chimique, densité excessive, assèchement du volume d'eau, désoxygénation sévère, abaissement de la température, etc.), les daphnies femelles donnent alors naissance à des mâles. Ils sont plus petits et reconnaissables à l'absence de poche incubatrice. La reproduction peut alors être sexuée. Les femelles fécondées portent dans la poche incubatrice une «éhippie». Ces œufs de résistance à membrane épaisse n'éclosent pas immédiatement. Ils restent enfermés dans leur membrane protectrice qui durcit et s'épaissit. Ils donneront naissance, lorsque les conditions deviennent à nouveau favorables, à une population génétiquement différente des daphnies mères (Chèvre, 2000). Le *Simocephalus* ne libère qu'une seule éhippie à la fois (Manar, 2008).

2.6. La longévité

Le facteur principal est la température qui a une influence directe sur la vitesse du métabolisme. Une augmentation de la température provoque une accélération du rythme de vie et une consommation excessive de l'énergie. Ce qui résulte une induction de la longévité de *S. exspinosus*. Alors il y a une relation entre la saison et le métabolisme. Une consommation d'oxygène est plus forte en hiver qu'en été à une température définie (Touati, 2008). *Daphnia magna* vit environ 108 jours à 8 °C, et uniquement 29 jours à 28 °C (Toumi, 1997 & Touati, 2008).

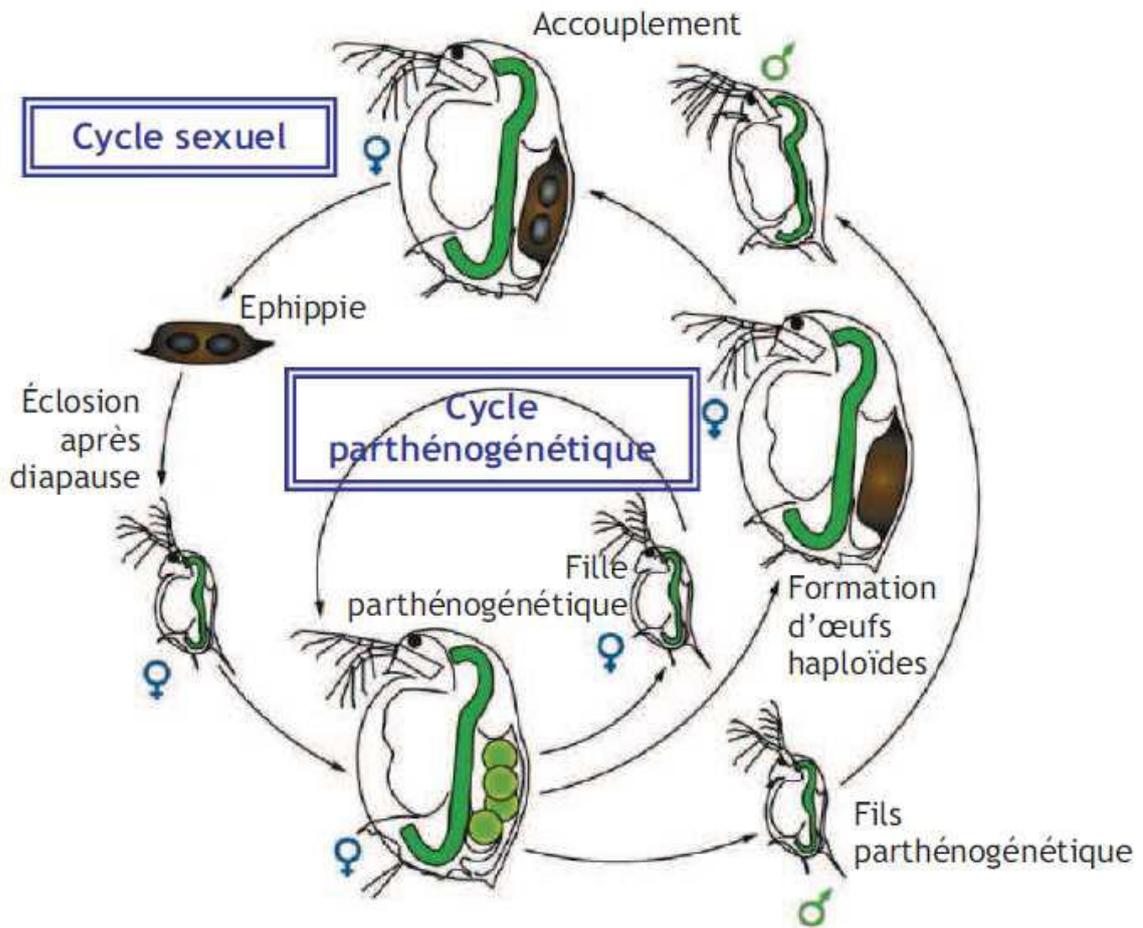


Figure 7. Cycle de vie d'un cladocère (Ebert, 2005).

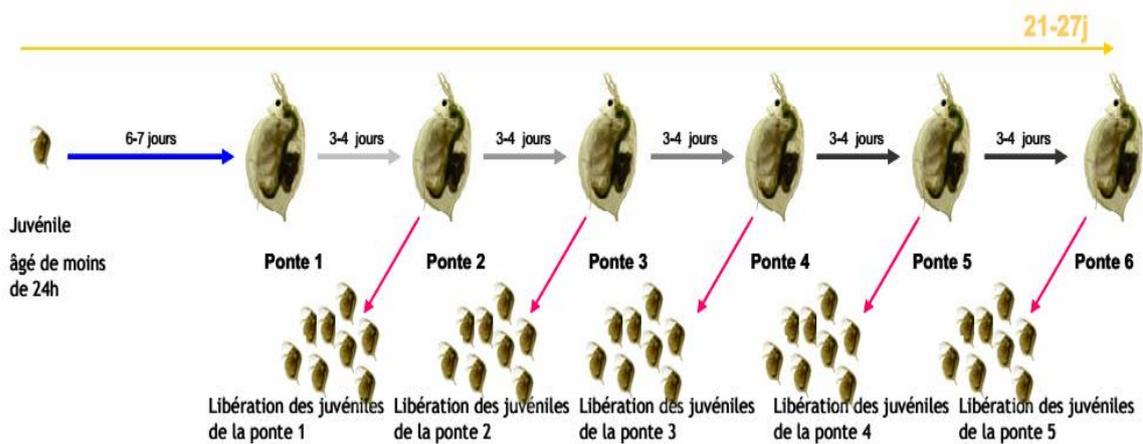


Figure 8. Reproduction de la daphnie en condition favorable par parthénogénèse (Manar, 2008).

2.7. Les exigences physico-chimiques

2.7.1. L'oxygène

La capacité à fournir de l'hémoglobine, leur permet de survivre dans les eaux à faible teneur en oxygène. Ces crustacées s'adaptent à une brusque variation du taux d'oxygène dissous (Korzet et *al*, 2008).

2.7.2. Le milieu ionique

Les changements de concentrations de certains cation (calcium, sodium, magnésium) entraînent la mort des crustacées (Korzet et *al*, 2008).

2.7.3. La température

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

2.7.4. Les besoins alimentaire

La nourriture est constituée de particules d'algues planctoniques, généralement vertes (Plaire, 2013). Les *S. exspinosus* sont considérées comme des filtreurs plus ou moins spécialisées. Les mouvements des pattes thoraciques abondamment ciliées, créent permanence un courant d'eau entre les valves. Ce courant assure le renouvellement de l'eau au contact des téguments et par conséquent les échanges respiratoires. Les mouvements complexes des appendices thoraciques servent aussi à filtrer l'eau et à retenir les particules nutritives en suspension (débris organique fins, bactéries, algues uni ou pluricellulaires) ces particules sont rassemblées dans une gouttière thoracique ventrale puis acheminées vers la bouche. Certaines espèces sont capables de détacher les particules alimentaires de leur substrat (algues du périphyton), d'autres mettent en suspension et absorbent les éléments organiques fins de la vase ou des couches de débris accumulés sur le fond (Amoros, 1984).

2.8. Cyclomorphoses

Les cladocères et principalement les espèces pélagiques sont connus pour la variabilité spectaculaire de certains caractères morphologiques externes, compliquant parfois la tâche du systématicien (Touati, 2008). Ces variations morphologiques peuvent

intéresser les populations de façon relativement permanente. Elles peuvent aussi se produire avec une certaine périodicité, constituant les cyclomorphoses bien connues chez certaines formes des régions tempérées. L'interprétation et le déterminisme de ce polymorphisme saisonnieront fait l'objet de nombreux travaux établissant des corrélations avec des facteurs divers tel le changement saisonnier des conditions de milieu: viscosité, turbulence, lumière, température (Book, 1947; Habaek, 1959 & Jacob, 1962), la prédation ou la compétition. La cyclomorphose est un phénomène qui décrit les changements saisonniers et cycliques dans la morphologie. Ce caractère a été reconnu chez plusieurs espèces y compris *Daphniaambigua*, *D. cuculata*, *D. hyalina*, *D. pulex* et *D. retrocurva* (Amoros, 1984). Affecte en particulier la forme de la tête et de la carapace, la taille de l'œil. Cette variabilité rend délicate la détermination d'espèce du genre du crustacée (Green, 1954).

Chapitre 3: Matériels et méthode

3. Matériels et méthode

3.1. Matériel biologique

La daphnie est un petit crustacé cladocère. L'espèce utilisée dans les différents bio-essais est *Simocephalus exspinosus*. Dans les conditions favorables, il n'y a pas des mâles et des femelles se reproduisent par parthénogenèse et par voie sexuée lorsque les conditions sont défavorables.

3.2. Matériels de laboratoire

- Un pH-mètre.
- Aquarium en verre pour l'élevage des daphnies.
- Pompe à diffuseur d'oxygène.
- Eau distillée.
- Pinceau.
- Binoculaire.
- Des cristallisoirs de 40 ml.
- Pipette de pasteur.
- béciers 60 ml
- Micromètre.
- Une lame.

3.3. Méthodes

Cette étude a été réalisée au laboratoire du Département de Biologie- Écologie. La présente étude a été menée à analyser les effets des pluies acides sur la survie et reproduction d'un micro crustacé *Simocephalus exspinosus* durant une période de 21 Jours. Pour cela nous avons procédé d'abord à un élevage du matériel biologique puis aux expérimentations.

3.3.1. Culture de *Simocephalus exspinosus*

L'élevage d'une population a été initié par des femelles prélevées des mares d'El Feid (El taraf) mises dans un aquarium remplis au 2/3 de leur hauteur avec une eau de la mare oxygénée. Nous compensons simplement l'évaporation avec de l'eau neuve. La nourriture est l'élément fondamental de la réussite de la culture. Cette dernière doit être distribuée



Figure 9. Micromètre



Figure 10. Un pH mètre

avec parcimonie très régulièrement (deux à trois jours). L'aliment utilisé dans notre culture est un pincé de la levure commerciale (*Saccharomyces cerevisiae*) qui présente une taille facilement absorbable par les daphnies et l'extrait de l'épinard (*Beta vulgaris maritima*).

- **Préparation de l'extrait de l'épinard (*Beta vulgaris maritima*)**

1 kg de *Beta vulgaris maritima* est lavé, haché puis bouillit dans un litre d'eau de robinet. Le contenu est mixé, homogénéisé puis filtré. L'homogénat est conservé dans le réfrigérateur à 4 °C et utilisé ultérieurement.

3.3.2. Mode opératoire

C'est un test à long terme (21 jours d'expositions), normalisé (OCDE, 2008) et qui consiste à évaluer, dans notre cas l'effet dans des pluies acides sur les traits biologiques à savoir mortalité, la croissance, la reproduction et l'embryotoxicité (apparition des mâles dans la descendance et développement de malformation de *S. exspinosus*).

Un stress à l'acide a pu être simulé chez le cladocère *S. exspinosus* en plaçant des animaux dans l'eau de la mare rendue acide par addition de H₂SO₄.

Des jeunes femelles de *S. exspinosus* âgés de moins de 24 heures au début de l'essai, sont exposées à des différents niveaux de pH de 4,1 ; 4,25 ; 4,40 ; 5,0 ; 5,50 et le contrôle. Les juvéniles sont placés individuellement dans les béciers de 60 ml, contenant 40 ml de solution de culture constituée de l'eau de la mare autoclavée, de la nourriture et de la concentration désirée, le pH est ajusté avec l'acide sulfurique.

Les daphnies sont nourries par des gouttes d'épinard et de l'extrait de levure. On utilise 10 répliquas des niveaux de pH et pour le témoin. Le milieu est renouvelé chaque deux jours pendant toute la durée de test. Les daphnies sont incubées dans les mêmes conditions que celles pour les cultures mères.

Les daphnies obtenus pendant le test sont observées et mesurées la longueur des daphnies (du haut de sa tête jusqu'à la base de son épine apicale) et mesurée par un

micromètre. Les neonates sont enlevés et compté chaque jour. Le sexe et la morphologie dans nouveau-nés sont observés par binoculaire. Le sexe ratio est défini comme le pourcentage du nombre total des mâles divisé par le nombre total de néonates.

Les paramètres exports sont:

- Taille des femelles adulte à la 1^{ère} reproduction en mm.
- Taille des juvéniles à la 1^{ère} reproduction (nouveau-nés) en mm.
- Age à la maturité.
- Age à la 1^{ère} ponte (âge du nouveau-né à la première ponte).
- La grandeur ou la taille de ponte (nombre moyen des petits cumulé par mère à la fin du test).
- Intervalle de ponte (moyenne) en jour.
- La longévité (la moyenne en nombre des jours pendant lesquels les mères restées en vie durant du test).
- Le nombre total des descendants produit par animal parent (moyenne des petits cumulé par mère à la fin de test).
- Le nombre de ponte par mère pendant le test du 21 Jours.
- Le sexe ratio (le nombre de mâle dans la descendance).

3.3.3. Analyse statistique

Pour chaque paramètre, nous avons calculé l'écart type et la moyenne. Nous avons utilisé l'analyse de la variation à un facteur pour tester l'impact des pluies acides sur les paramètres de cycle de vie de *Simocephalus exspinosus*. La différence significative est établit à $P \leq 0,05$.

Chapitre 4: Résultats et discussion

4. Résultats et discussion

4.1. L'effet des pluies acides sur *Simocephalus exspinosus*

Tableau 3. Les résultats de l'effet du stress acide sur la survie

pH	Survie (%)
Témoin (pH=6.5)	94
pH=5.5	77
pH=5	78
pH=4.40	49
pH=4.25	25.4
pH=4.1	0

Les résultats montrent l'effet du stress acide sur les paramètres de cycle de vie de *Simocephalus exspinosus*. La survie des individus à un pH= 5 (78 %) et pH= 5,5 (77 %) est élevée et aussi proche du témoin (94 %). Cependant, des pH bas de 4,4 et 4,25 vont acheminer vers une réduction de la survie. A un pH= 4,1 (0 %), on remarque l'absence de reproduction et les individus survivent pour trois à cinq jours et trouvent la mort.

4.1.1. 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 affectée pour les pH= 4,25 et pH= 4,4 relativement très acide (Figure 11.). En occurrence, pour les autres niveaux de pH, les valeurs sont proches de celle de témoin (pH= 6,5). Les résultats de l'analyse statistique révèlent un effet significatif pour les pH= 4,25 (1,32 mm).

4.1.2. La taille des juvéniles à la première reproduction

La taille des juvéniles à la première reproduction est légèrement affectée pour un pH= 4,25 (Figure 12.). Cependant, pour les autres traitements de pH, la taille des juvéniles

est voisine celle du témoin. Une différence significative est enregistré pour un pH= 4,25 (0,4 mm).

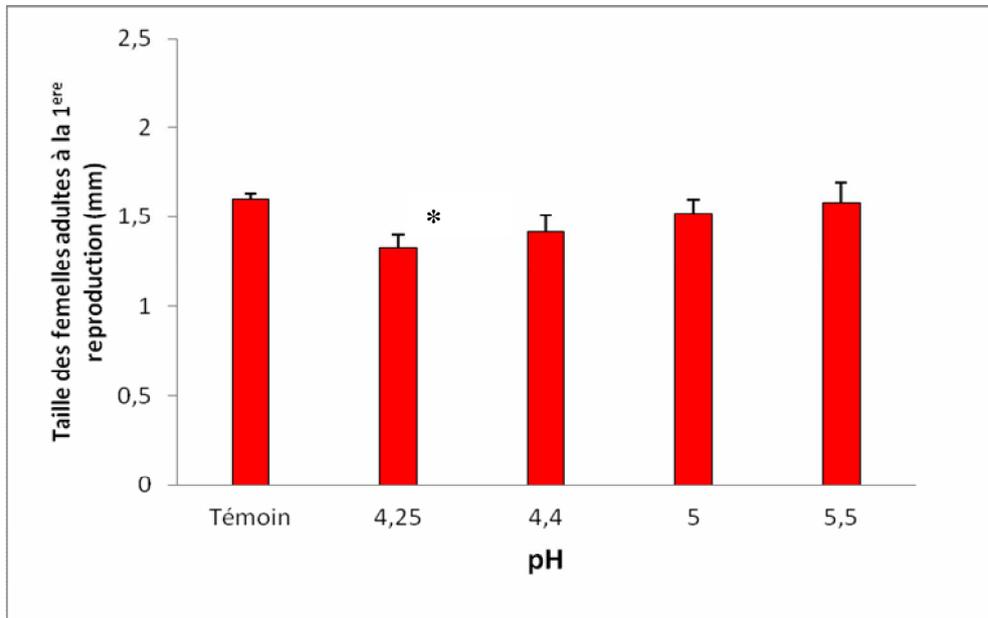


Figure 11. Variation de la taille des femelles adultes à la 1^{ère} reproduction pour des traitements variés de pH.

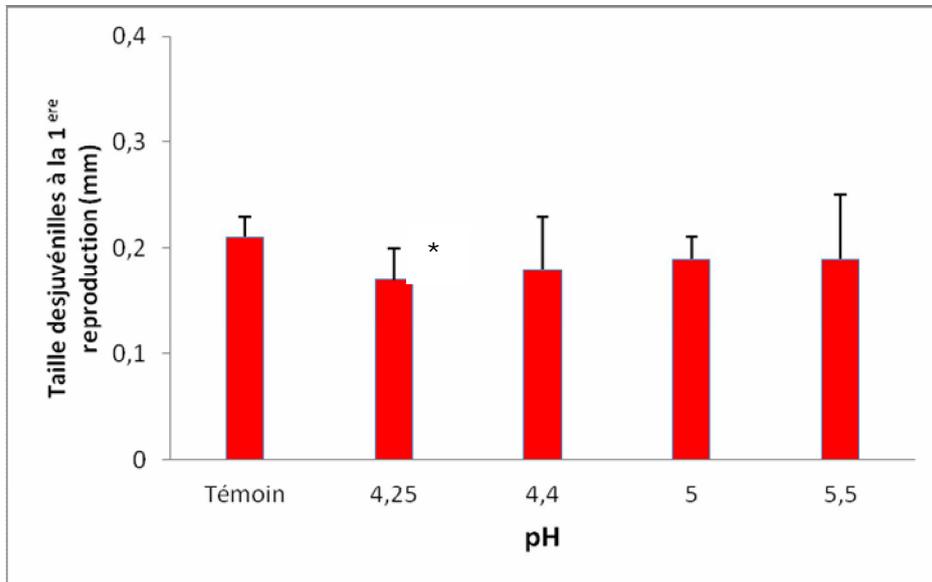


Figure 12. Variation de la taille des juvéniles à la 1^{ère} reproduction pour des traitements variés de pH.

4.1.3. La longévité

Les résultats illustrés dans la figure 13, montrent une réduction de la longévité pour

un pH= 4,25 et pH= 4,4 qui est de 11,2 et 15,66 jours respectivement. Tandis que, pour les autres niveaux de pH, les valeurs de la longévité sont proches de celle du témoin. Les analyses statistique révèlent une différence significative au niveau du pH= 4,25 (11,5 jours) et pH= 4,4 (15,9 jours).

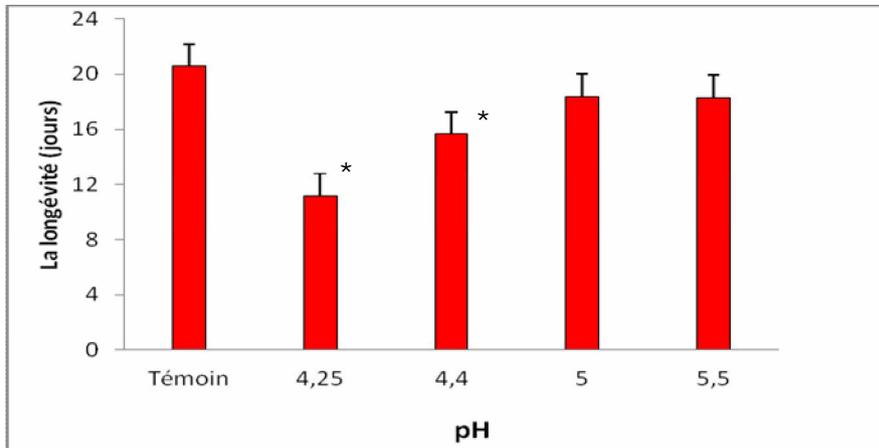


Figure 13. Variation de la longévité de chez *S. exspinosus* pour des traitements variés de pH.

4.1.4. L'intervalle de ponte

L'intervalle de ponte (figure 14.) a augmenté pour un pH= 4,25 avec une valeur moyenne qui avoisine 8 jours et de 6 jours à un pH= 4,4. Alors que, le témoin et les autres niveaux de traitement de pH, l'intervalle de ponte oscille entre 4 et 5 jours. Aucune différence significative est décelée pour les différentes valeurs du paramètre étudié ($P > 0,05$).

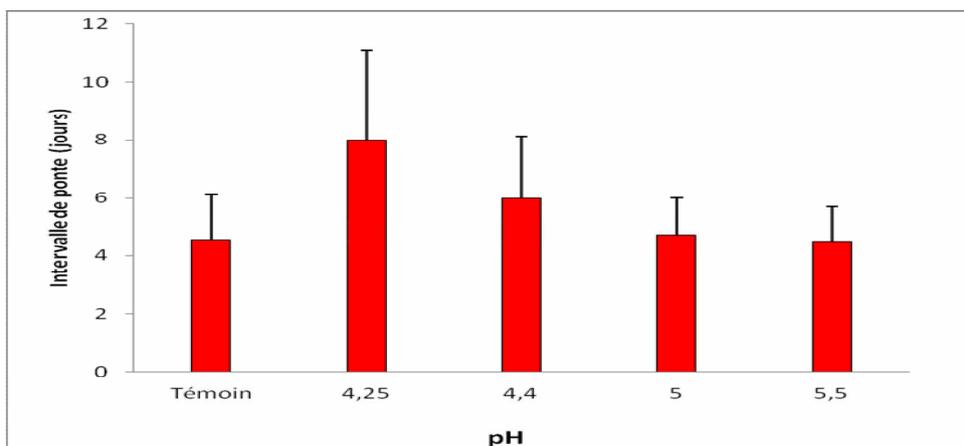


Figure 14. Variation de l'intervalle de ponte chez *S. exspinosus* pour des traitements variés de pH.

4.1.5. L'âge à la maturité

La figure 15 montre que, l'âge à la maturité moyen dans le témoin est de 6,5 jours. Ce dernier est semblable pour les traitements de pH qui sont proches au témoin (pH= 5 et pH= 5,5). Alors que, les néonates à un pH= 4,25 et pH= 4,4 mettent 11,2 et 8,4 jours respectivement pour qu'ils atteignent la maturation sexuelle. Les analyses statistiques révèlent une différence significative pour un pH= 4,25 (11 jours).

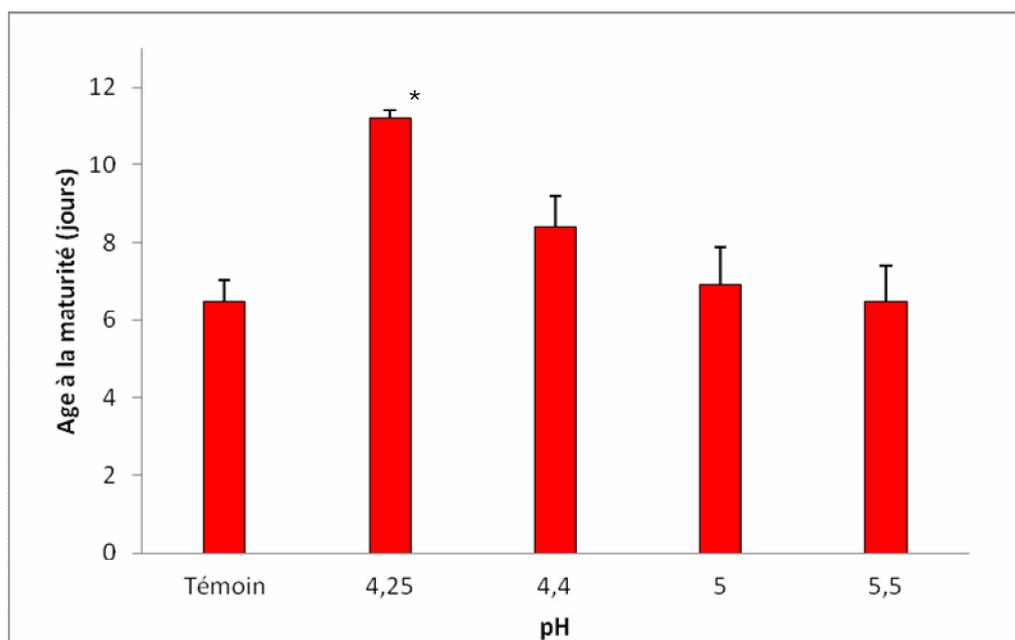


Figure 15. L'âge à la maturité de *S. exspinosus* pour des traitements variés de pH.

4.1.6. L'âge à la première ponte

La figure 16 montre que l'âge à la première ponte est de 13,9 jours un pH= 4,25 et de 8,6 jours pour le témoin. Notons que l'âge à la première ponte pour les différents traitements de pH varie entre 8 et 10 jours. Une différence significative a été enregistrée pour un pH= 4,25 (14 jours).

4.1.7. Grandeur de ponte

La grandeur de ponte chez *S. exspinosus* exposés à des niveaux de traitement de pH variés, est sensiblement affectée à un pH relativement très acide de 4,25 avec une valeur moyenne de 3,89. Cependant, pour le témoin et les autres traitements la grandeur de ponte se situe entre 6 et 9 individus par femelle. Les résultats montrent une différence significative à un pH= 4,25 (3,9 jours).

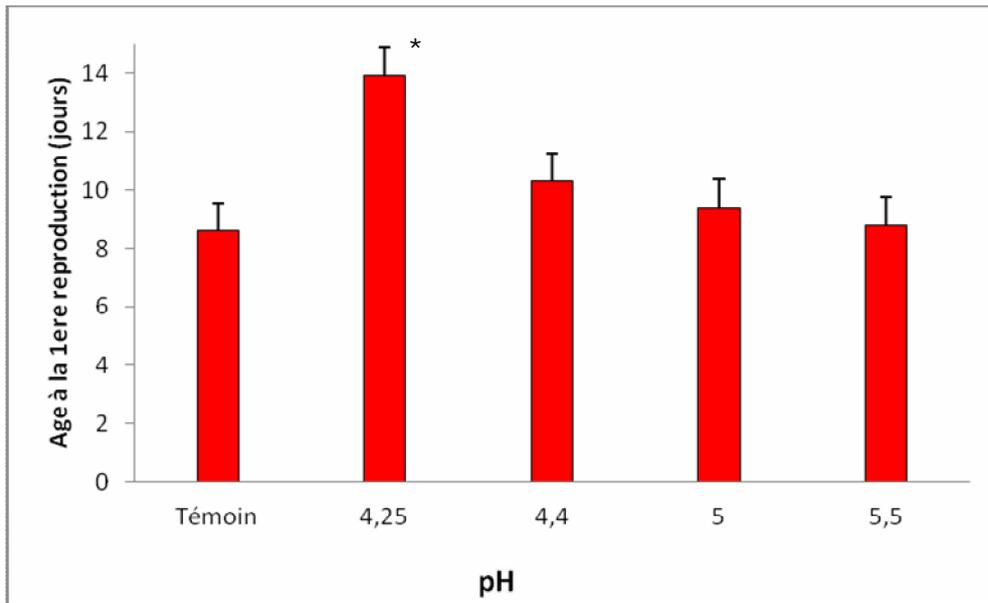


Figure 16. Variation de l'âge à la 1^{ère} ponte de *S. exspinosus* pour des traitements variés de pH.

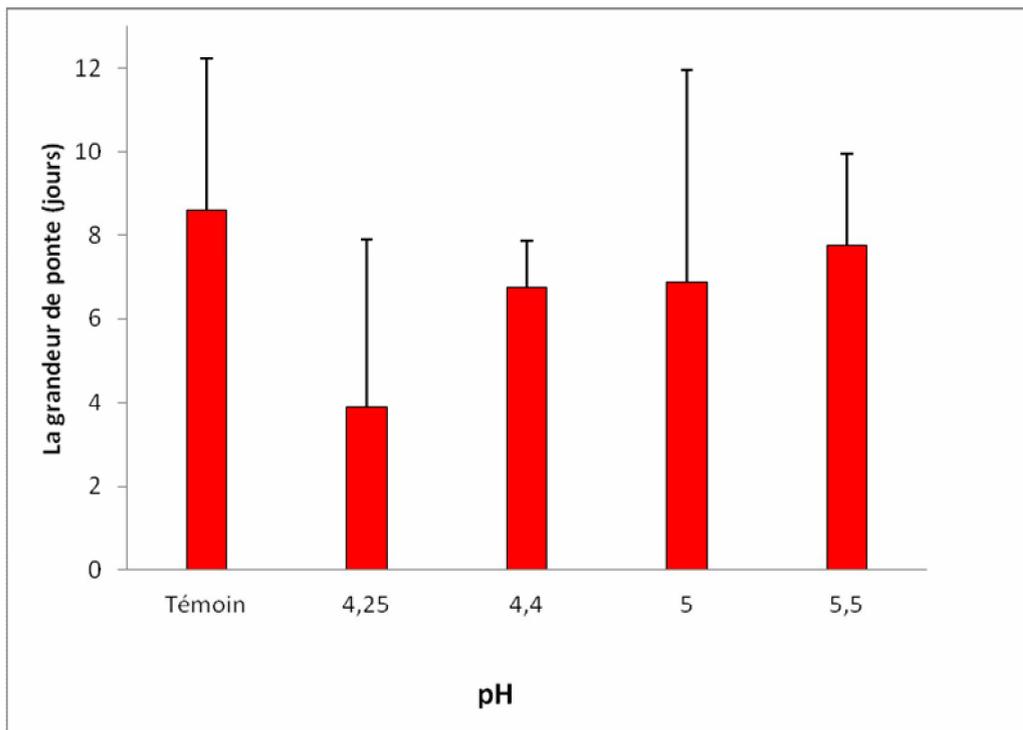


Figure 17. Variation de la grandeur de ponte chez *S. exspinosus* pour des traitements variés de pH.

4.1.8. Nombre de ponte par femelle

Les résultats obtenus (Figure 18.), ont montré que le nombre de ponte moyen par

le nombre de pontes par femelle s'est diminué pour le pH= 4,25 par rapport au témoin et les autres traitements de pH. Cependant les analyses statistiques montrent une différence significative pour les animaux traités pour un pH relativement très acide pH= 4,25 (1,2).

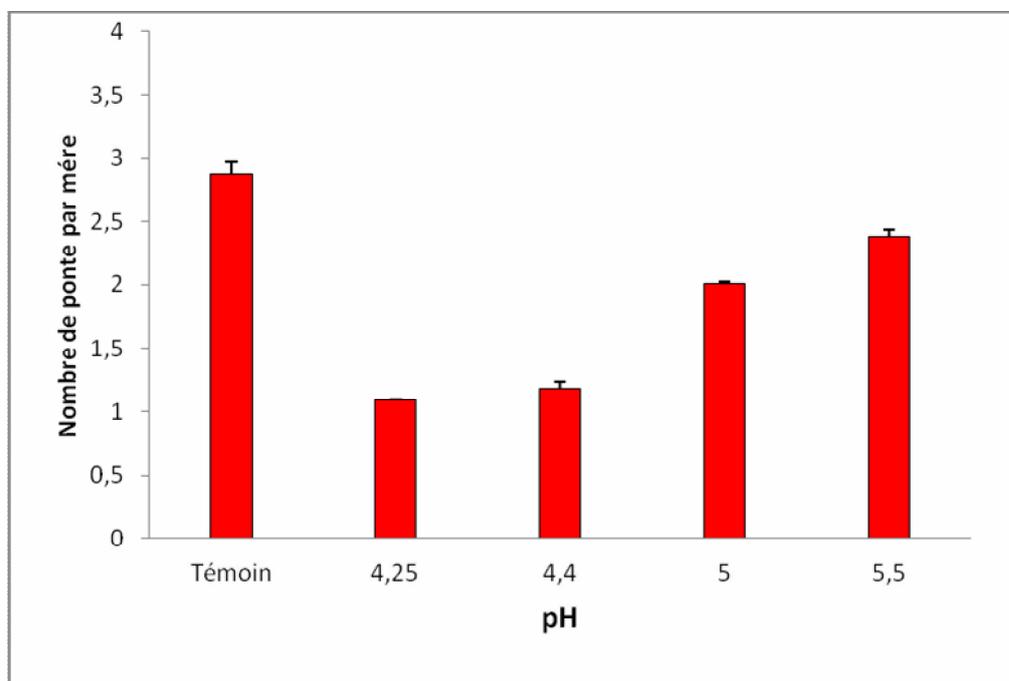


Figure 18. Variation du nombre de ponte total par femelle chez *S. exspinosus* pour des traitements variés de pH.

4.1.9. Nombre de descendants par femelle

Le nombre de descendant par mère est assez réduit chez les individus traités avec un pH= 4,25 et de pH= 4,4 (17,7 et 19,8 individus par femelle) respectivement. Quant aux autres traitements de pH proches du témoin ont des valeurs voisines (Figure 19.). Une différence significative pour un pH= 4,25 (18).

4.1.10. Taille des femelles à la deuxième reproduction

La taille des femelles à la deuxième reproduction à un pH= 4,25 (1,59 mm) est inférieure à celle de témoin (1,98 mm) et à celle des autres niveaux de traitement de pH (Figure 20.). Les analyses statistiques ne montrent aucune différence significative ($P > 0,05$). La taille des femelles à la première reproduction est toujours inférieure à celle de la deuxième ponte (Figure 21.).

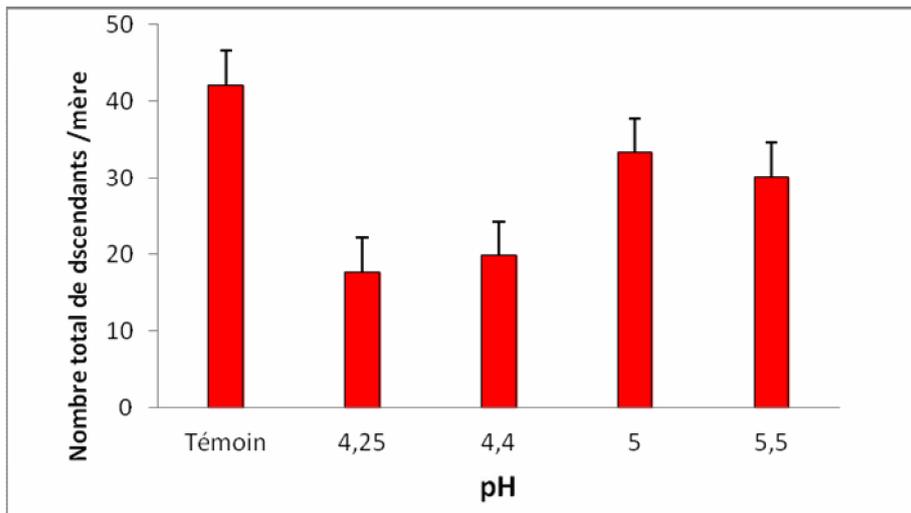


Figure 19. Variation du nombre de descendants total par femelle chez *S. exspinosus* pour des traitements variés de pH.

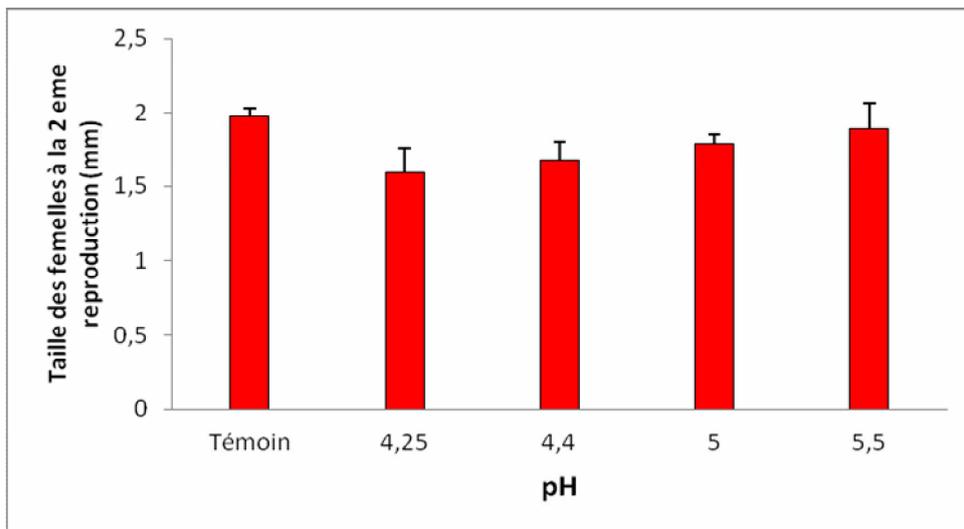


Figure 20. Variation de la taille des femelles à la deuxième reproduction pour des traitements variés de pH.

4.1.11. La taille des juvéniles à la deuxième reproduction

La figure 22 montre que la taille des juvéniles est légèrement réduite pour un pH= 4,25 (0,18 mm) par rapport au témoin (0,23 mm) et les autres traitements de pH= 5 et pH= 5,5 (0,21 mm pour les deux) Cependant, les analyses statistiques ne révèlent aucune différence significative ($P > 0,05$). La taille des néonates à la première reproduction sont inférieure à celle de la deuxième ponte (Figure 23.).

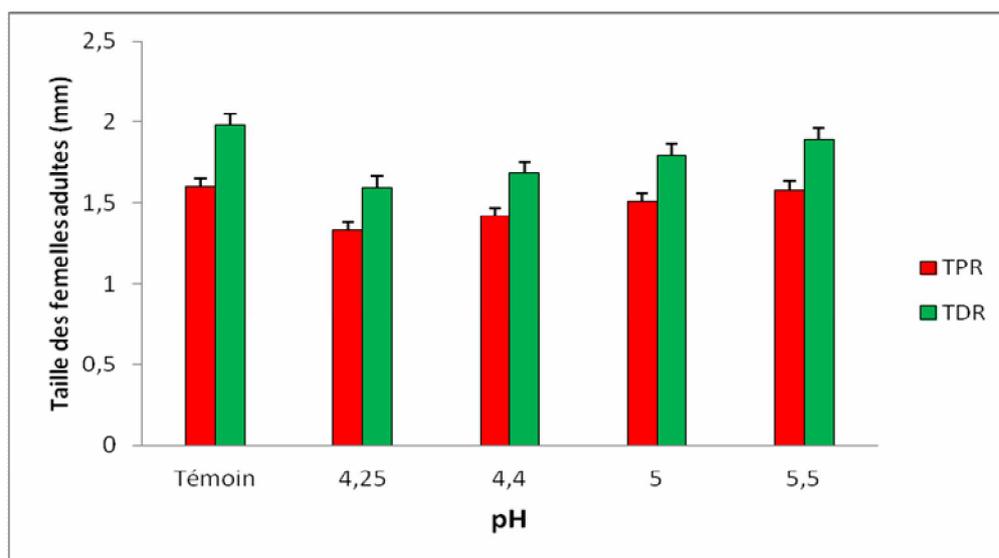


Figure 21. Variation de la taille des femelles à la première et deuxième reproduction pour des traitements variés de pH.

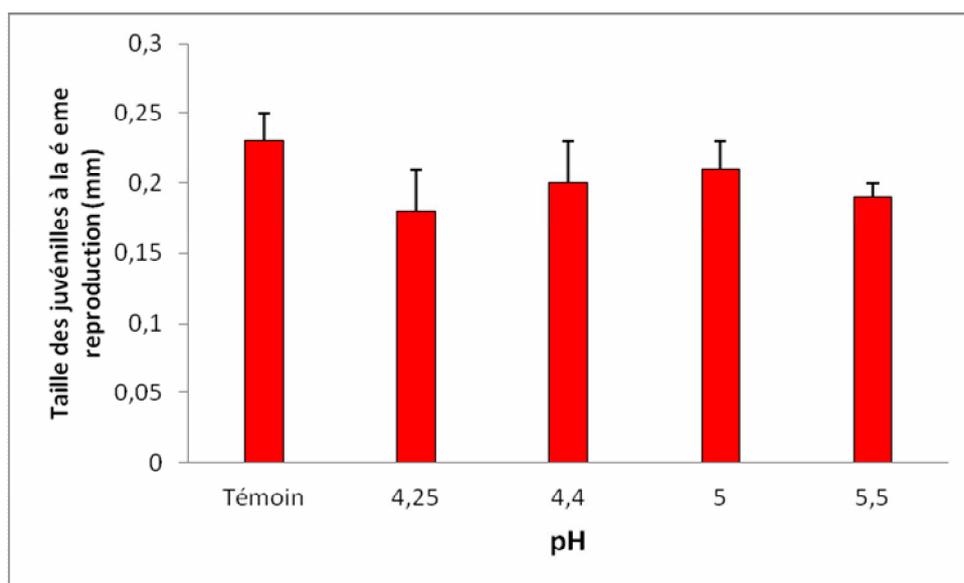


Figure 22. Variation de la taille des juvéniles à la deuxième reproduction pour des traitements variés de pH.

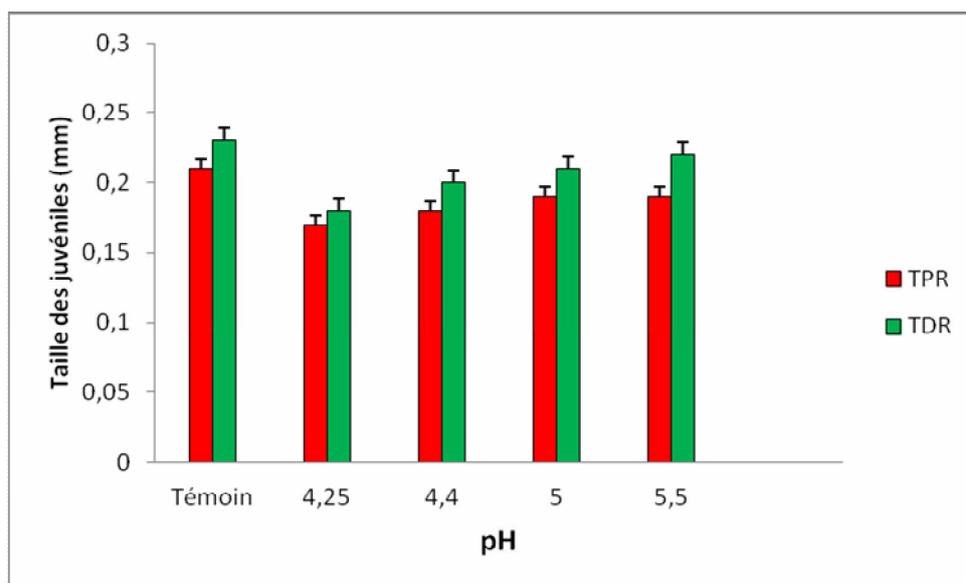


Figure 23. Variation de la taille des juvéniles à la première et à la deuxième reproduction pour des traitements variés de pH.

4.1.12. La taille des femelles à la fin du test

La taille des femelles à la fin du test (21 jours) est réduite pour un pH= 4,25 (2,71 mm) et un pH= 4,4 (2,75 mm). Tandis que, la taille des femelles du témoin (3,65 mm) est voisine à celle des autres traitements de pH= 5 et pH= 5,5 (3,27 et 3,49 mm) respectivement (Figure 24.). Les résultats statistiques révèlent des différences significatives pour un pH= 4,25 (2,75 mm) et pH= 4,4 (2,80 mm).

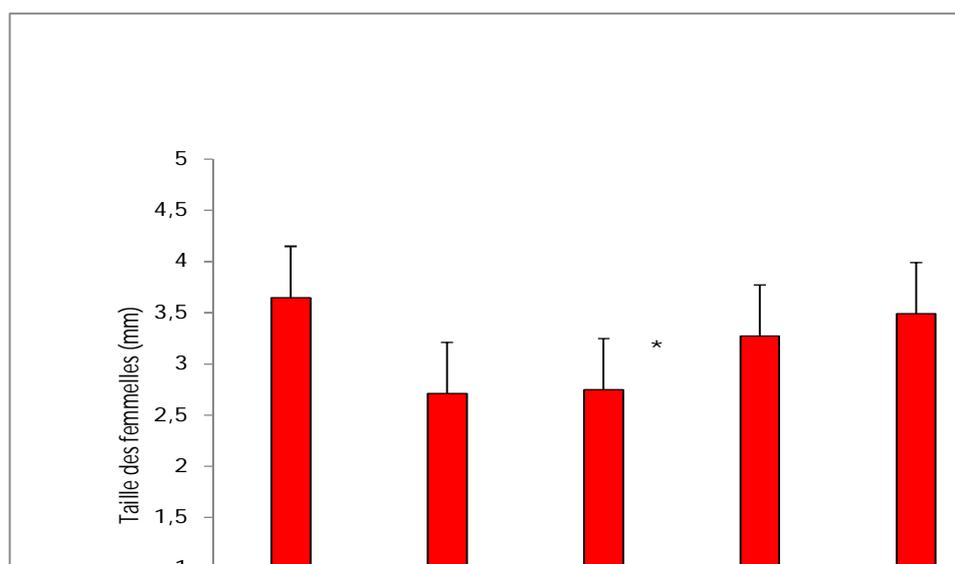


Figure 24. Variation de la taille des femelles à la fin du test (21 jours) pour des traitements variés de pH.

4.1.13. La taille des juvéniles à la fin du test

La figure 25 illustre la taille des juvéniles à la fin du test (21 jours). La taille des juvéniles est légèrement réduite pour un pH= 4,25 et pH= 4,4 (0,98 mm pour les deux). En occurrence, le Témoin (1,12 mm) est presque similaire aux autres traitements de pH= 5 et pH= 5,5 (1,03 et 1,07 mm) respectivement. Les résultats montrent des différences significatives pour un pH= 4,25 et un pH= 4,4 (0,98 mm).

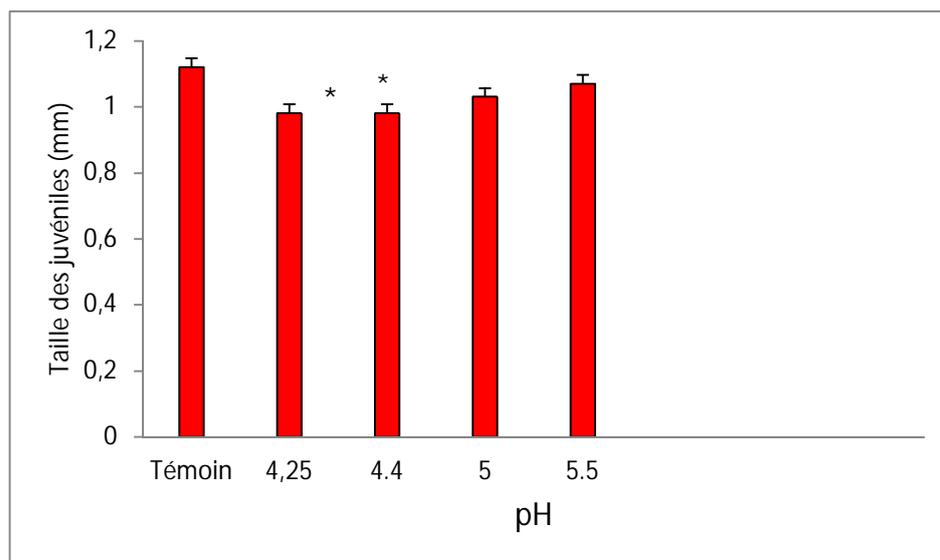


Figure 25. Variation de la taille des juvéniles à la fin du test (21 jours) pour des traitements variés de pH.

4.1.14. Le sexe ratio

Tableau 4. Embryotoxicité et pourcentage de males présent dans la descendance de *S. exspinosus* pendant les 21 jours du test exposés à des traitements variés de pH.

	Malformation %	Male %
Témoin	00	00
pH= 4,25	1,15	1,87
pH= 4,4	0,3	0,68
pH= 5	00	00
pH= 5,5	00	00

4.2. Discussion

Ce travail est une contribution à l'étude de l'effet des stress acides sur les traits d'histoire de vie chez un bio indicateur de la qualité de l'eau *Simocephalus exspinosus*. Les résultats ont montrés que:

➤ A pH 4,1; la survie est courte où se trouve la morte à cause de la forte acidité du milieu qu'est un défavorable. Un résultat similaire a été obtenu par Davis & Ozburn (1969) en utilisant *Daphnia pulex*, Parent & Cheetham (1980) utilisant *Daphnia magna*, Walton et al (1982).

➤ la taille des femelles adultes à la première reproduction est réduite dans les pH 4,25 et pH 4,4, cette diminution est la conséquence de survie moins grande et le retard de la maturité sexuelle ceci rejoint les travaux de Walton et al (1982) et Allan & Goulden (1980), cependant, la taille des femelles dans les autres niveaux de pH (5 et 5,5) est proche de celle de témoin. Il est clair que ces derniers sont favorables pour leur croissance.

➤ La taille de juvénile à la première reproduction est diminué dans le pH= 4,25. Sous l'effet de la pression exercée sur l'individu; allongement de temps à la première reproduction (Walton et al, 1982). Tandis que, la taille des juvéniles des autres traitements de pH voisine à celle du témoin est une réponse adaptative à l'histoire de vie de daphnie lui permettant la survie dans certains plage de pH supérieur à 4,3.

➤ La longévité ou la durée de vie est sensiblement réduite dans les pH= 4,25 et 4,4 par rapport au témoin, cela est expliquer par une baisse dans le taux de croissance avec l'augmentation de l'acidité.

➤ La grandeur de ponte moyenne dans les niveaux de pH= 4,25 est largement faible à celle du témoin. Ces résultats sont en accord avec les travaux d'Allan & Goulden (1980), Daniels & Allan (1981).

➤ l'âge à la maturité moyen et L'âge moyen des juvéniles à la première ponte sont élevées aux différents de traitements de pH= 4,25 et 4,4 par rapport au témoin et d'autres traitements étudiées. Ces résultats sont entièrement similaires à ceux Daniels & Allan (1981), Walton et al, 1982.

➤ La diminution du nombre des descendants par femelle dans les traitements de pH 4,25 et 4,4 par rapport au témoin, peut être expliquée par la faiblesse des individus à la résistance les conditions défavorable du milieu.

➤ Le nombre de ponte moyen par femelle est élevé dans le témoin peut être c'est le meilleur milieu pour leur croissance et développement. Ceci rejoint les travaux de Parent & Cheetham (1980) sur *Daphnia pulex* et *daphnia magna*.

➤ L'intervalle de ponte pour le témoin nous pouvons dire qu'il est le meilleur. Tandis qu'il est augmenté dans les pH= 4,25 et 4,4 être due par la toxicité intrinsèque de l'augmentation de stress acide sur la fonction de reproduction en tant que perturbateur endocrinien.

➤ La taille des femelles et des juvéniles à la deuxième reproduction est supérieure à celle de la première dans les différents niveaux Walton et *al* (1982).

➤ Les résultats ont montré la présence de malformation de 1,15 % et 0,3 % du nombre total de descendants pour les deux traitements de pH= 4,25 et pH= 4,4 respectivement. On a constaté un courbement de l'épine apicale et un sous-développement des antennes. Aucune malformation n'est observée pour le témoin et les traitements de pH= 5 et pH=5,5. Aussi, la présence des mâles dans les deux traitements très acides. Le pourcentage des mâles atteint 1,87 % 0,68 % pour les deux traitements de pH= 4,25 et pH= 4,4 respectivement dans la descendance. Cependant, chez le témoin et les pH=5 et pH=5,5 seulement les femelles sont produites (Tableau 3.).

Conclusion

Conclusion

Le phénomène des pluies acides est connu depuis longtemps, il est très toxique qui nécessitent un suivi et connaître des dommages que les précipitations acides provoquent sur l'acidification des lacs pour éviter le maximum des dégâts potentiels sur les divers écosystèmes aquatiques ou terrestres.

Dans cette étude modeste, on peut exploiter *Simocephalus exspinosus* comme un bio indicateur, nous a permis de maitre en compte les effets des pluies acides sur la survie, afin de connaître les perturbations survenus énergétique par ce bio marqueur sentinelle et qui ouvre les perspectives dans la gestion et la bio surveillance des zones humides en déclenchant le signal d'alarme et la conservation de la biodiversité.

Les résultats ont montré un effet des pluies acides sur les traits de cycle de vie. La réduction de la taille des femelles adulte à la première reproduction a été enregistrée dans le pH 4,25 et 4,4, alors que la taille des juvéniles n'est pas affecté dans les autres niveaux. Tandis que, l'intervalle de ponte est augmenté dans le pH 4,25, Aussi que, la longévité a connu une réduction dans le traitement de pH 4,25 et 4,4.

On note également une diminution de grandeur de ponte dans la plage de pH 4,25, elle est inférieure de celle de témoin. Cependant, nombre de ponte par femelle s'est diminué aussi pour le pH= 4,25 par rapport à celle du témoin. Mais dans les niveaux de pH 4,25 et 4,4 atteignent la maturation sexuelle.

En outre, La taille des femelles et des juvéniles à la deuxième reproduction est supérieure à celle de la première dans les différents niveaux.

En bref, nous souhaitons que cette ébauche de travail puisse faire l'objet des plus amples enquêtes; que l'homme prend conscience qu'il n'est pas le seul habitant de la terre et qu'il doit respecter l'environnement et sa richesse par évité les activités qui contribuent la pollution, et aussi investigation plus poussée au niveau moléculaire et cellulaire seront nécessaires pour comprendre mieux les processus du dégât écologique causé par cette phénomène.

Références bibliographique

Allan, J. D., & Daniels, R. E., 1981. Life table evaluation of chronic exposure of *Eurytemora affinis* (Copepoda) to Kepone. *Mar. Biol.* In press.

Allan, J. D., & Goulden, C. E., 1980. Some aspects of reproductive variation among freshwater zooplankton. In *Evolution and ecology of zooplankton communities*. Edited by W. C. Kerfoot. University Press of New England, Hanover.

Amoros, C., 1984. Introduction pratique à la systématique des organes des eaux continentales françaises. Université Claude-Bernard, Lyon I.

Beamish, R. J., 1974. Loss of fish populations from unexploited remote lakes in Ontario, Canada as a consequence of atmospheric fallout of acid. *Water Res.* 8: 85-95.

Bougueffa, F & Boutalbi, K., 2008. Etude écologique de l'effet des effluents hospitaliers sur *Daphnia magna*. Mémoire d'ingénieur en Génie biologique. Université 8 Mai 1954 de Guelma.

Bouledroua, F & Kellout, N., 1997. Polymorphisme enzymatique chez *Daphnia* et techniques électrophorétiques. Mémoire de D.E.S en Biochimie. Université Badji Mokhtar.

Brook, 1947; Habaek, 1959 & Jacob, 1962. La prédation ou la compétition, Brachiopodes. Jeanne R et Lucien S-J.

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

Cowgill, U. M., Hopkins, D. L., Applegath, S. L., Takahashi, L. T., Brooks, S. D & Milazzo, D. P., 1985. Brood size and neonate weight of *Daphnia magna* produced by nine diets. In Bahner, R. C & Hansen, D. J., (Eds). *Aquatic toxicology and hazard assessment*. American Society for Testing and Materials. Special Technical Publication.

Davis, P & G. W. Ozburn, 1969. The pH tolerance of *Daphnia pulex* (Leydig, emend, Richard). *Can. J. Zoo* 1.47: 1173-1175.

Ebert, D., 2005. *Ecology, Epidemiology, and Evolution of Parasitism in Daphnia*. Bethesda (MD): National Center for Biotechnology Information, USA.

Enserink, E. L., Kerkhofs, M. J. J., Baltus, C. A. M & Koeman, J. H., 1995. Influence of food quantity and lead exposure on maturation in *Daphnia magna*, evidence for a trade-off mechanism. *Functl. Ecol.* 9: 175–185.

Environnement Canada et Service Météorologique du Canada, 2004. Évaluation scientifique 2004 des dépôts acides au Canada, Ottawa.

Giguère, M. M., 2013. Écotoxicologie actualisée des précipitations acides au Québec. Mémoire de Maître en Environnement. Université de Sherbrooke, Canada.

Green, J., 1954 a. *Daphnia*, the water flea. *New Biology.* 23: 48-65.

Green, J., 1963. *Biology of crustacean.* 2 ed., Wsitherby Ltd, London

Hadas, O., Kott, Y., Bachrach, U & Cavari, B., 1983. Ability of *Daphnia* Cell-Free Extract to Damage *Escherichia coli* Cells, USA. *Apr* 45 (4): 1242–1246

Jeffries, D. S., Brydges, T. G., Dillon, P. J., Dupont, J., Gunn, J. M., Harvey, H. H., Keller, W & Lam, D. C. L., 2008. Menaces pour les sources d'eau potable et les écosystèmes aquatiques du Canada. Environnement Canada, Canada.

Korzet, W., Guebailia, w & Bedboudi, N., 2008. Utilisation de *Daphnia magna* comme bio indicateur de la qualité d'eau d'Oued Seybouse. Mémoire d'ingénieur en Génie biologique. Université 8 Mai 1954 de Guelma.

Lynch, M & Ennis, R., 1983. Resource availability, maternal effects and longevity. *Exper. Gerontol.* 18: 147–165.

Manar, R., 2008. Effets populationnels du chlordane sur les microcrustacés cladocères *Daphnia sp.* Dans une perspective d'évaluation des risques. Thèse de doctorat en Cotutelle, Hassane II Mohammedia - Maroc.

Mugel, M & Féraud, J. F., 1978. Elaboration d'un modèle de chaîne trophique dulçaquicole et application à une étude écotoxicologique du cadmium. Thèse de spécialité en Ecotoxicologie et Chimie de l'environnement. Université de Metz, Metz.

Ogilvie, K. B., 2006. L'abécédaire des pluies acides. 2^{ème} édition. Pollution Probe.

- Olivier, P., 2012. Modélisation environnementale régionalisée à l'échelle mondiale de l'acidification terrestre et aquatique dans le cadre de l'évaluation des impacts du cycle de vie. Thèse de doctorat en Génie Chimique, École Polytechnique de Montréal.
- Parent, K. G & Cheetham, R. D., 1980. Effects of acid precipitation on *Daphnia magna*. Bull. Environ. Contam. Toxicol.25: 298-304.
- Pennak, R. W., 1989. Fresh-water invertebrates of the United States. 3rd edition. Protozoa to Mollusca, John Wiley & Sons, New York, NY.
- Plaire, D., 2013. Etude transgénérationnelle des altérations de l'ADN et de leurs conséquences sur les traits d'histoire de vie et le budget énergétique de *Daphnia magna* exposé à l'uranium appauvri. Thèse de doctorat en Océanographie. Université Aix-Marseille, Marseille.
- Pourriot, R., Capblancq, J., Champ, P & Meyer, J. A., 1982. Ecologie du plancton des eaux continentales. Masson, Paris.
- Ramade, F., 2005.Éléments d'écologie. 6^{ème} édition. Dunod.
- Touati, L., 2008. Distribution spatio-temporelle des Genres *Daphnia* et *Simocephalus* dans les mares temporaires de la Numidie. Thèse de Magister en Écologie et Génie de l'Environnement. Université 08 Mai 1945 de Guelma.
- Touati, L & Samaoui, B., 2002. The ecology of *Daphnia chevreuxi* Richard in Northeast Algeria (Crustacea: Anomopoda). Science et Technologie, Numéro special D. 75-87.
- 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 Eco toxicologie, Biodiversité, Ecosystèmes. Université de Carthage, Tunisie.
- Toumi, N., 1997. Introduction à la génétique écologique. Mémoire de D. E. S en Biochimie. Université Badji Mokhtar, Annaba.
- Van Coillie, R & Van Coillie, G., 2010. Acidification des eaux douces au Québec avec rejets d'aluminium des sols acidifiés. In Van Coillie, R., (ed.), Les eaux douces au Québec : constatations et évolution. Lévis (Québec), Les productions Jacques Bernier.

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* (Crustacea: Cladocera). *Can. J. Zool.* 60: 573-579.

Winner, R. W., Keeling, T., Yeager, R & Farrel, M.P., 1977. Effects of food type on the acute and chronic toxicity of copper to *Daphnia magna*. *Freshwater Biology.* 7: 343–349.

Zeman, F., 2008. Toxicité d'un mélange binaire sur la daphnie *Daphnia magna*. Etude des effets biologiques de l'uranium et de sélénium seuls et en mélange. Thèse de Doctorat en Evolution, Ecologie, Ressources génétiques, Paléontologie. Université Montpellier II, Montpellier.

Site web

[01]. Andrews, K& Bilodeau, M., 2002. Les pluies acides <http://www.cybersciences.com>
Consulté le 17/04/2015.

[02]. <http://www.ec.gc.ca/pluiesacides/acidfact.html>. consulté le 15 /04/2015.

[03]. <http://www.ec.gc.ca/eau-water/default.asp?lang=en&n=FDF30C16-1>.

Consulté le 22/04/2015

[04]. Equipe du Programme scientifique sur les NO_x et les COV, 1997b.
<http://www.ec.gc.ca/pluiesacides/acidfact.html> . Consulté le 22/04/2015

[05]. Environmental Protection Agency, 2007a. Effects of Acid Rain
<http://www.epa.gov/acidrain/effects/health.html>. Consulté le 17/05/2015.

[06]. Tessema, D. A., 2014. Chimie environnementale.

<http://www.intute.ac.uk/sciences/cgi-bin/search.pl?term1=environmental+chemistry&limit=0>.

Consulté le 17/05/2015

[07].Koch, 1841.

Simocephalus exspinosus

http://www.tela.insecta.net/portail/components/com_fichessinsectes/fiche_to_pdf.php?insecte

Consulté le 09/06/2015 id=13454

[08]. Herreros, J. A., 2013. *Simocephalu sexspinosus*

.. <http://www.biodiversidadvirtual.org/micro/Simocephalus-exspinosus-img964.html>

Consulté le 19/05/2015

Résumé

Résumé

L'eau est indispensable à la vie sur Terre. Lorsqu'elle est polluée, c'est tout l'environnement qui est touché. Une pluie acide est l'une des conséquences des pollutions d'origine des activités humaines, à cause de la combustion des énergies fossiles etc.

Ce travail a pour objectif d'évaluer les risques liés au phénomène des pluies acides sur les eaux douces à l'aide d'un bio-essai normalisé, en utilisant *Simocephalus exspinosus* comme un bio indicateur. Un stress à l'acide a été simulé au laboratoire par l'addition de l'acide sulfurique dans l'eau de la mare, nous a permis de déterminer son impact sur les paramètres de cycle de vie de *S. exspinosus*. Les résultats ont montré, une réduction dans la taille des femelles à la première reproduction, la grandeur de ponte, la longévité et l'âge à la maturité pour des niveaux de pH= 4.25 et pH= 4.4. Tandis que, pour un pH de 4.1 relativement très acide, on note l'absence de la reproduction.

Mots clés: Pluie acide, *Simocephalus exspinosus*, bio indicateur, stress acide, les paramètres de cycle de vie.

Abstract

Water is very important to life on Earth. When contaminated, the whole environment is affected. Acid rain is one of the consequences of the original pollution from human activities, because of the burning of fossil fuels etc.

The aim of this work *is* to assess the risks related to the phenomenon of acid rain on freshwater using a standard bioassay, using *Simocephalus exspinosus* as a bioindicator. A laboratory simulation was conducted in pond water by varying acidity due to sulfuric acid; enable us to determine its effect on life history traits of *S. exspinosus*. On the parameters the results showed a reduction in the size of females at first reproduction, brood size, longevity and age at maturity at levels of pH= 4.25 and pH= 4.4. Whereas, at pH= 4.1 relatively very acidic, there is no reproduction occurred.

Keywords: Acid rain, *Simocephalus exspinosus*, bio indicator, acid stress, life history traits.

المخلص

الماء جد ضروري للحياة على الأرض و تلوثه يؤدي إلى تلوث البيئة بأكملها. و تعتبر الأمطار الحمضية هي أحد نتائج التلوث الصادر عن الأعمال التي يقوم بها الإنسان، على سبيل المثال حرق الوقود الأحفوري و الخ.

يهدف هذا العمل إلى تقييم المخاطر المرتبطة بظاهرة الأمطار الحمضية على المياه العذبة باستخدام برغوث الماء كمؤشر حيوي. حيث يُصنَع حمض الإجهاد في المخبر عن طريق إضافة حمض الكبريتيك إلى ماء البركة، هذه الطريقة تسمح لنا بتحديد تأثيره على المعلمات من دورة حياة برغوث الماء. و قد أثبتت النتائج أن هناك انخفاضا في حجم الإناث عند الولادة الأولى، حجم التفريغ، طول العمر و العمر عند النضج لدى كل من مستويات الحمض الهيدروجيني 4,25 و 4,4. في حين ينعدم التكاثر بتاتا في المستوى 4,1.

الكلمات المفتاحية: الأمطار الحمضية، برغوث الماء، المأسر الحيوي، حمض الإجهاد، دورة الحياة.

Nom Bouabdallah et Prénom lamis

Mémoire pour l'obtention du diplôme de: Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Ecologie et Environnement

Option : Pollution des écosystèmes et écotoxicologie

Thème : L'effet des pluies acides sur un microcrustacé des eaux douces *Simocephalus exspinosus*

Résumé

L'eau est indispensable à la vie sur Terre. Lorsqu'elle est polluée, c'est tout l'environnement qui est touché. Une pluie acide est l'une des conséquences des pollutions d'origine des activités humaines, à cause de la combustion des énergies fossiles etc.

Ce travail a pour objectif d'évaluer les risques liés au phénomène des pluies acides sur les eaux douces à l'aide d'un bio-essai normalisé, en utilisant *Simocephalus exspinosus* comme un bio indicateur. Un stress à l'acide a été simulé au laboratoire par l'addition de l'acide sulfurique dans l'eau de la mare, nous a permis de déterminer son impact sur les paramètres de cycle de vie de *S. exspinosus*. Les résultats ont montré, une réduction dans la taille des femelles à la première reproduction, la grandeur de ponte, la longévité et l'âge à la maturité pour des niveaux de pH= 4.25 et pH= 4.4. Tandis que, pour un pH de 4.1 relativement très acide, on note l'absence de la reproduction.

Mots clés: Pluie acide, *Simocephalus exspinosus*, bio indicateur, stress acide, les paramètres de cycle de vie.

Jury d'évaluation :

Président du jury:	Menad Ahmed	(Pr- UFM Constantine).
Rapporteur:	Touati Laid	(MCB- UFM Constantine).
Examineurs:	Zaimèche Saida	(MAT- UFM Constantine).

Année universitaire : 2014/2015