

REPUBLIQUE ALGERIENNE
DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE CONSTANTINE 1



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة قسنطينة 1

N° de série :

.....

Faculté des Sciences de la Nature et de la vie
Département de Biologie et Ecologie Végétale

Année universitaire 2013/2014

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention
du Diplôme de Master

Filière : Ecologie et environnement

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

Option : pollution des écosystèmes et écotoxicologie

Thème :

*Contribution à l'étude de l'effet des eaux
de oued Rhumel en aval de l'hôpital Ibn
Badis sur les paramètres de cycle de vie de
Daphnia magna.*

Présenté par:
Bouras Aïmen

Soutenu le : 25/06/2014

Devant le jury :

- Président : Mme. Afri-Mehennaoui F.Z. // M.C.A. Université Constantine 1
- Promoteur : Mr. Touati L. // M.C.B. Université Constantine 1
- Examinatrice : Mlle. Sahli L. // M.C.B. Université Constantine 1

Remerciements

Avant tout, nous remercions le DIEU, sans lui ce manuscrit n'aurait pu exister.

Tout d'abord, je tiens à remercier monsieur **Touati Laid** pour avoir accepté de diriger Ce mémoire et pour le temps qu'il m'a consacré ainsi que pour ses conseils avisés.

Je tiens ensuite à exprimer tous mes remerciements aux membres du jury qui ont accepté de juger ce travail. Merci à **Mme. Afri-Mehennaoui F.Z.**, Maître de Conférences à l'Université Constantine I, et mon professeur d'écotoxicologie, d'avoir accepté de présider le jury de mon mémoire.

Merci également à **Mlle Sahli L.**, Maître de Conférences à l'Université Constantine I, pour avoir accepté d'examiner mon mémoire et de faire partir de mon jury de mémoire.

Merci à tous mes amis et à ma famille qui m'ont accompagné, soutenue et encouragée tout au long de ce mémoire.

Merci enfin à tous ceux que j'ai pu oublier...



Dédicace

*Grâce à l'aide de Dieu tout puissant, j'ai pu achever ce travail que je dédie :
A mes très chers parents « Mouhamed l'amine » et « Fairouz » en reconnaissance de leurs
divers sacrifices, de leurs précieux conseils, de leur soutien moral et de leurs
encouragements.*

A mes chers frères et sœurs :

« Mehdi-Isslem-Manel » .

A toute la famille paternelle et maternelle .

*A tous mes amis « zakarya, khaled, Abderrahim, abdeljalil, abdelraouf, rachid ...»
qui m'ont donné (ou non) un coup de main pour la relecture de ce mémoire
et m'ont toujours apporté leur soutien.*

*A tous mes collègues de promotions 2012-2014 avec lesquelles
j'ai passée d'agréables moments.*

A ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail.

Avec tous mes respects

Aïmen.



Sommaire

Liste des tableaux.

Liste des figures.

Liste des abréviations.

Introduction	01
--------------------	----

Chapitre 1: Les effluents hospitaliers.

1.1. Contexte	03
1.2. La problématique des rejets d'effluents hospitaliers.....	03
1.3. L'origine des effluents liquides hospitaliers	05
1.3.1. Les rejets d'origine domestique	05
1.3.2. Les rejets assimilables à des effluents industriels	05
1.3.3. Les effluents spécifiques aux établissements de santé	05
1.3.3.1. Les effluents des services de soins	05
1.3.3.2. Les effluents des services médico-technique	06
1.3.3.3. Les rejets résultant de l'entretien du matériel médical et des locaux médicaux	06
1.3.3.4. Les rejets des laboratoires de recherches et d'analyses	06
1.3.3.5. Les effluents des services de médecine nucléaire	06
1.4. Substances suspectées d'être à l'origine de l'écotoxicité des effluents hospitaliers	06

1.4.1. Les surfactants	06
1.4.2. Les désinfectants	07
1.4.3. Les résidus médicamenteux	08
1.4.4. Les agents de contraste iodés	08
1.5. Les risques présentés par les effluents hospitaliers	09
1.5.1. Le risque infectieux	09
1.5.2. Le risque toxique	10
1.5.3. Le risque radioactif	10
1.6. l'intérêt de la mesure d'écotoxicité	10

Chapitre 2: Biologie et description de *Daphnia magna*.

2.1. Description de <i>Daphnia magna</i>	11
2.2. Biotope	12
2.3. Classification	12
2.4. La structure d'une femelle de <i>Daphnia</i>	12
2.5. La longévité	18
2.6. Analyse chimique	19
2.7. La reproduction	19
2.8. Les exigences physico-chimiques	22
2.9. La répartition	23

Chapitre 3: présentation de la zone d'étude.

3.1. Aperçu général sur la zone d'étude	24
3.2. Caractéristiques du bassin versant de l'Oued Rhumel	24
3.3. Le réseau hydrographique	25
3.4. Description des sites	25

Chapitre 4: Matériels et méthodes.

4.1. Matériels	29
4.1.1. Matériel biologique (bio indicateur)	29
4.1.2. Matériels expérimental	29
4.2. Méthodes	29
4.2.1. Culture de <i>Daphnia magna</i>	29
4.2.2. Préparation de l'extrait de l'épinard (<i>Beta vulgaris maritima</i>)	30
4.2.3. Prélèvement et transport des échantillons	30
4.2.4. Mode opératoire	30
4.2.5. Analyse statistique	31

Chapitre 5: Résultats et discussion.

5.1. L'effet des effluents sur les paramètres de cycle de vie de <i>D. magna</i>	32
5.1.1. La taille des femelles adultes à la 1 ^{ère} reproduction	32
5.1.2. La taille des juvéniles à la première reproduction	32
5.1.3. La longévité	33

5.1.4. L'intervalle de ponte	34
5.1.5. Age à la maturation	34
5.1.6. Age à la première ponte	34
5.1.7. Grandeur de ponte moyenne	36
5.1.8. Nombre de ponte par femelle	36
5.1.9. Nombre de descendant par femelle	36
5.1.10. Taille des femelles à la deuxième reproduction	37
5.1.11. La taille des juvéniles à la deuxième reproduction	39
5.2. Discussion	40
Conclusion	43
Références bibliographiques	44

- **Résumés**

Liste des tableaux.

Tableaux	Titres	Pages
01	Classification.	12
02	Analyse chimique.	19
Annexe	Résultats de l'analyse de la variance à un facteur testant l'effet de l'effluent de site 1 sur les paramètres de cycle de vie de <i>Daphnia magna</i> .	
Annexe	Résultats de l'analyse de la variance à un facteur testant l'effet de l'effluent de site 2 sur les paramètres de cycle de vie de <i>Daphnia magna</i> .	
Annexe	Résultats de l'analyse de la variance à un facteur testant l'effet de l'effluent de site 3 sur les paramètres de cycle de vie de <i>Daphnia magna</i> .	

Liste des Figures.

Figures	Titres	Pages
Fig. 1.	Problématique des effluents hospitaliers et de leurs impacts sur les STEP et les milieux naturels.	4
Fig. 2.	Représentation modèle d'un tensioactif.	7
Fig. 3.	<i>Daphnia magna</i> .	11
Fig. 4.	Anatomie de <i>Daphnia magna</i> femelle adulte.	14
Fig. 5.a.	Femelle de <i>D. magna</i> .	16
Fig. 5.b.	mâle de <i>D. magna</i> .	16
Fig. 6.	Cycle de vie de <i>daphnia magna</i> .	21
Fig. 7.	Localisation des sites d'échantillonnages.	27
Fig. 8.a.	Le site1.	28
Fig. 8.b.	Le site2.	28
Fig. 8.c.	Le site3.	28
Fig. 9.	Micromètre.	29
Fig. 10.	Variation de la taille des femelles à la 1 ^{ère} reproduction dans les différents sites.	32
Fig. 11.	Variation de la taille des juvéniles à la 1 ^{ère} reproduction dans les différents sites.	33
Fig. 12.	Variation de la longévité dans les différents sites.	33
Fig. 13.	Intervalle de ponte moyen dans les différents sites.	34
Fig. 14.	l'âge à la maturation des daphnies dans les différents sites.	35
Fig. 15.	Variation de l'âge à la 1 ^{ère} ponte dans les différents sites.	35
Fig. 16.	La variation de la grandeur de ponte moyenne dans les différents sites.	36
Fig. 17.	Variation du nombre de ponte par femelle dans les différents sites.	37
Fig. 18.	Variation du nombre de descendants produit par mère dans les différents sites.	37
Fig. 19.	Variation de la taille des femelles à la 2 ^{ème} reproduction dans les différents sites.	38
Fig. 20.	Variation de la taille des femelles adultes à la première et la deuxième reproduction dans les différents sites.	38
Fig. 21.	Variation de la taille des juvéniles à la 2 ^{ème} reproduction dans les différents sites.	39
Fig. 22.	Variation de la taille des juvéniles à la première et la deuxième reproduction dans les différents sites.	40

Liste des abréviations :

AFNOR : Association Française de Normalisation.

AOX : Composés Organohalogénés Absorbables sur charbon actif.

CE50 : Concentration Efficace 50 %.

EPA : Environmental Protection Agency.

NOEC : No Observed Concentration Effect (Concentration sans effet observé).

OCDE : Organisation for Economic Cooperation and Development.

OMS : Organisation Mondiale de Santé.

pH : potentiel Hydrogène.

PPM : partie par million.

PPT : partie par trillion.

STEP : STation d'EPuration des eaux usées.

Introduction

Introduction :

Durant les dernières décennies, les inquiétudes relatives aux dangers, pour la santé humaine et la dégradation de l'environnement, causés en grande partie par les activités humaines, se trouvent de plus en plus justifiées.

En effet, les progrès réalisés au niveau de l'humanité et l'augmentation du niveau de vie des sociétés vont en parallèle avec une diversification incessante dans la nature des substances polluantes libérées par l'homme dans le milieu naturel.

Il est donc certain qu'une évaluation adéquate de la qualité de l'environnement nécessite de se doter de moyens d'évaluation de la toxicité à court et à long terme, des micropolluants et des rejets industriels complexes sur les différents écosystèmes naturels.

Les hôpitaux utilisent de nombreuses substances chimiques telles que les médicaments, les radioéléments, les désinfectants pour les soins (chirurgie, ...), les détergents pour le nettoyage des locaux, et les molécules utilisées pour la recherche médicale. Après usage, ces substances se retrouvent dans les effluents hospitaliers (Kümmerer, 2001), lesquels sont le plus souvent rejetés au même titre que les effluents classiques urbains dans le réseau d'assainissement communal sans traitement préalable (Leprat, 1998). Des polluants d'origine hospitalière ont été détectés dans des concentrations significatives dans les effluents des STEP ainsi que dans les eaux de surface (Sprehe *et al.*, 1999). Les hôpitaux sont donc identifiés comme une source non négligeable d'émissions de composés chimiques dans les écosystèmes aquatiques (Jolibois *et al.*, 2002).

Le contact des polluants hospitaliers avec les éléments des écosystèmes aquatiques conduit à un risque dit "écotoxicologique" lié à l'existence de substances qui ont la potentialité d'exercer des effets négatifs sur l'équilibre biologique des milieux naturels. Ce risque peut être présenté, d'une manière générale, comme la probabilité d'apparition d'effets toxiques après l'exposition des organismes à un produit dangereux (Rivière, 1998).

Un certain nombre d'études sur la caractérisation des effluents hospitaliers ont été réalisées jusqu'à ce jour (Deloffre-Bonnamour, 1995; Leprat, 1999; Emmanuel, 2004b; Hartemann *et al.*, 2005; Zounkovà *et al.*, 2006). Ces études ne portent toutefois que rarement sur une caractérisation physico-chimique et écotoxicologique approfondie des effluents. Par ailleurs,

Introduction

les premières études réalisées mettent en avant l'écotoxicité intrinsèque de ces effluents (5 à 15 fois supérieure à celle d'un effluent urbain) (Leprat, 1999).

La mise en oeuvre d'essais d'écotoxicité aquatique sur le microcrustacé *Daphnia magna* montre que les effluents hospitaliers ont une écotoxicité élevée (Gartiser et al., 1996; Emmanuel et al., 2005). Par ailleurs, les résultats d'études d'impact des effluents hospitaliers sur les processus biologiques de STEP montrent que ceux-ci peuvent inhiber l'activité des boues activées (Leprat, 1998). La première hypothèse avancée sur la toxicité des rejets liquides hospitaliers est qu'elle est due aux différentes substances utilisées dans les services médicaux telles que les détergents, les désinfectants, les mélanges détergents/désinfectants et les agents de contrastes iodés (Deloffre-Bonnamour, 1995; Sprehe et al., 2001; Jolibois et al., 2002; Emmanuel, 2004).

Le but de cette mémoire est d'étudier les effets des effluents hospitaliers sur les différents 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 à la maturation, âge à la première ponte, grandeur de ponte, nombre de ponte moyen par femelle, nombre de descendants produits par femelle, nombre total des individus au cours de ce test....).

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

- ✓ Le premier chapitre présente une étude bibliographique sur les effluents hospitaliers. L'objectif de cette partie est de synthétiser les informations sur la caractérisation biologique, physico-chimique et écotoxicologique des rejets liquides provenant des établissements de santé.
- ✓ Le deuxième abordera la biologie de *Daphnia magna*.
- ✓ Le troisième chapitre est réservé à la description des sites d'étude.
- ✓ Le quatrième chapitre englobe le matériel et les méthodes utilisées dans cette présente étude.
- ✓ Enfin , un cinquième chapitre traite les résultats et leur discussion.

1.1. Contexte :

Les activités de services médicaux, vaccinations, recherches médicales incluant les essais diagnostiques, traitements médicaux et examens de laboratoire par exemple, protègent, rétablissent la santé et sauvent des vies (OMS, 2000). En dépit de leur caractère humanitaire, elles n'échappent pas, elles non plus, au double processus «d'appropriation-désappropriation» qui caractérise toute activité technique (Blanc, 1999). La production de biens et de services de santé nécessite la mobilisation de ressources naturelles. Comme c'est le cas pour toutes les activités qui mettent en œuvre de la matière, celles relevant du domaine de la santé sont également génératrices de pollution et de transfert vers les milieux naturels (Emmanuel, 2004).

D'une façon générale, les hôpitaux agissent à deux niveaux sur les écosystèmes aquatiques. Ils ont une demande en eau potable importante. Parallèlement, ils produisent des effluents liquides, pollués par des microorganismes pathogènes, par des radioéléments et par des substances chimiques dont certaines peuvent avoir un caractère peu biodégradable (Emmanuel, 2004).

La consommation minimale d'eau domestique est de 100 litres par habitant et par jour (Gadelle, 1995), alors que la valeur généralement admise pour les hôpitaux varie de 400 à 1200 litres par lit et par jour. A côté de cette demande élevée d'eau potable, se rajoutent des besoins en eaux spécifiques telles que l'eau physiologique ou stérilisée et les sérums. Cette importante consommation en eau des hôpitaux donne naissance à de grands volumes de rejets liquides chargés de microorganismes pathogènes, dont certains sont multi résistants aux antibiotiques, de substances chimiques toxiques et des radio-isotopes (Leprat, 1998). Bien que la consommation élevée en eau des centres hospitaliers puisse assurer une dilution importante des charges organiques et inorganiques des effluents des différents services, leur rejet dans le réseau d'assainissement communal ou dans le milieu naturel n'est pas exempté de risques pour les espèces vivantes qui seront exposés aux substances dangereuses contenues dans ces effluents (Emmanuel, 2004).

1.2. La problématique des rejets d'effluents hospitaliers:

Dans ce contexte, la problématique des rejets d'effluents hospitaliers devient de plus en plus importante. En effet, les substances chimiques utilisées dans les hôpitaux pour les activités de soins et pour la recherche médicale sont le plus souvent retrouvées dans les effluents liquides.

Même si le volume élevé d'eaux usées générées par ces établissements, assure une dilution importante des polluants présents (EPA, 1989a), le rejet de ces effluents dans le réseau d'assainissement communal ou dans le milieu naturel représente une contribution significative à la contamination générale de l'environnement, et plus particulièrement des milieux aquatiques. En effet, les hôpitaux ont été identifiés comme une source incontestable d'émissions de composés chimiques dans les écosystèmes aquatiques (Jolibois et *al*, 2002). Les contaminants les plus fréquemment rencontrés sont des microorganismes pathogènes (dont certains sont multi résistants aux antibiotiques), des métaux (Leprat, 1998; EPA, 1989a), des radio isotopes (Rodier, 1971; Erlandsson et Matsson, 1978), des détergents (Deloffre, 1995; EPA, 1989a), des composés organohalogénés et des résidus de médicaments (Richardson et Bowron, 1985; Gartiser et *al*, 1996). Certains de ces polluants, particulièrement les résidus de médicaments et les composés organochlorés, quittent le plus souvent les stations d'épuration avec peu de dégradation. **La figure 1** illustre la problématique des effluents hospitaliers :

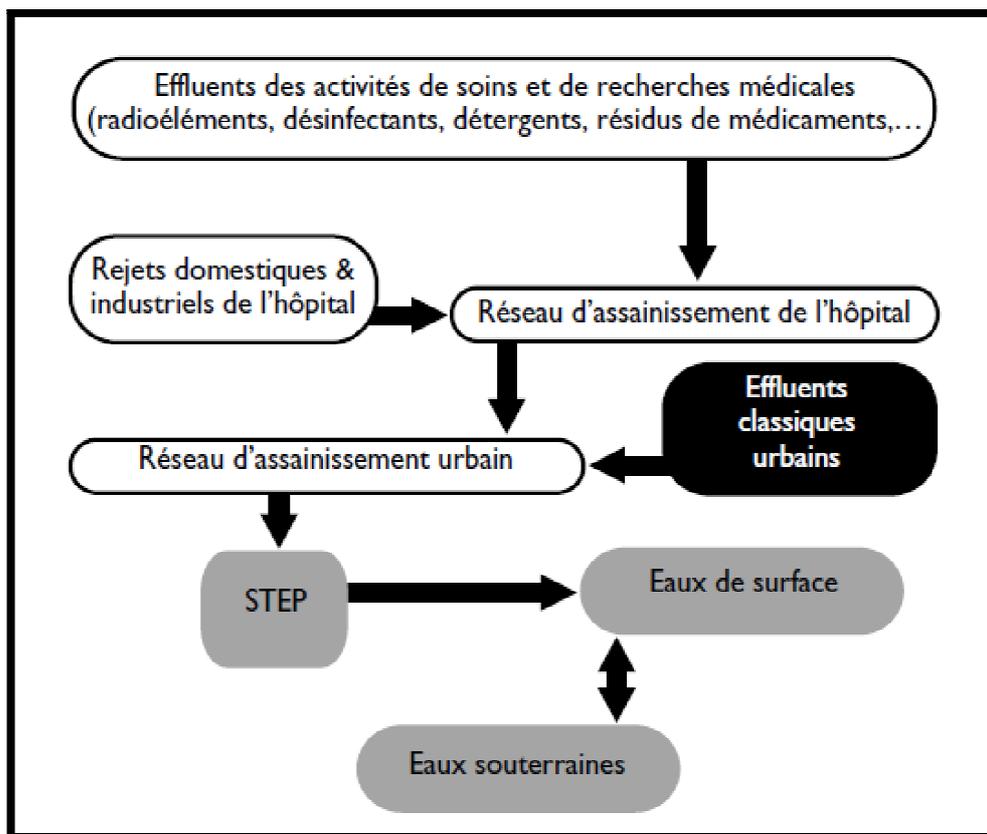


Fig. 1. Problématique des effluents hospitaliers et de leurs impacts sur les STEP et les milieux naturels (Leprat, 1998).

Les substances difficilement dégradables relarguées par la STEP peuvent provoquer la pollution du milieu naturel en entraînant un déséquilibre biologique. Si les conditions écologiques permettant la croissance des organismes capables de dégrader ces substances ne sont pas réunies, ces substances peuvent avoir une grande pérennité dans le milieu naturel. L'extrême diversité des rejets hospitaliers et les différentes évolutions physiques, chimiques et biologiques qu'ils connaissent, obligent d'une part de les caractériser de manière approfondie sur les plans chimique, biologique, et radiologique, et d'autre part à étudier leur devenir (transport, transformation et dégradation) dans l'environnement (Emmanuel, 2004).

Pour avoir une première approche des effluents hospitaliers il est nécessaire tout d'abord d'identifier l'origine des rejets et de connaître ensuite les risques qu'ils peuvent générer.

1.3. L'origine des effluents liquides hospitaliers:

D'un point de vue qualitatif, les effluents liquides hospitaliers peuvent être classés en trois grandes catégories (Deloffre, 1995; Emmanuel, 2004a) :

1.3.1. Les rejets d'origine domestique qui regroupent les eaux provenant des cuisines, les rejets résultant de l'hygiène des patients non contagieux et du personnel.

1.3.2. Les rejets assimilables à des effluents industriels qui sont générés par certains équipements spécifiques (blanchisseries, chaufferies, climatisations, ateliers, garages).

1.3.3. Les effluents spécifiques aux établissements de santé qui sont générés par les activités de soins, d'analyse et de recherche. Cette dernière catégorie est responsable de la singularité des effluents hospitaliers et nécessite à ce titre, d'être détaillée. Les rejets liquides spécifiques aux activités médicales comprennent principalement :

1.3.3.1. Les effluents des services de soins qui contiennent des désinfectants (le glutaraldéhyde, l'hypochlorite de sodium, etc.), des détergents (surfactants cationiques, non-ioniques et anioniques), des résidus médicamenteux (antibiotiques, anticancéreux, etc.), des rejets contenant des métaux (révélateurs et fixateurs de radiographies) ou encore des rejets contenant des germes pathogènes qui sont souvent polyrésistants aux antibiotiques: germes présents dans les rejets humains (Salmonelles, etc.), bactéries responsables des infections

nosocomiales (*Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, etc.), des virus, des parasites.

1.3.3.2. Les effluents des services médico-techniques qui proviennent des salles d'opération et dans lesquels on retrouve entre autres des liquides biologiques très chargés en matières organiques : sang, urines, selles, liquide gastrique, aspiration trachéo-bronchite, liquides d'épanchement péritonéal ou pleural, de drainage ou d'irrigation, etc.

1.3.3.3. Les rejets résultant de l'entretien du matériel médical et des locaux médicaux qui contiennent des détergents, des détergents-désinfectants et des désinfectants avec des traces de matières organiques et des résidus médicamenteux.

1.3.3.4. Les rejets des laboratoires de recherches et d'analyses qui regroupent une très grande variété de molécules : du sang, des crachats, des urines, des acides (acétique, lactique, citrique), des bases (soude, etc.), des solvants, des hydrocarbures benzéniques (toluène et xylène), des désinfectants (formol, alcool éthylique, eau de Javel), des colorants, des effluents des services de radiologie (eaux de rinçage des clichés chargées en résidus argentiques) et des rejets provenant de la pharmacie (préparation de la teinture d'iode, désinfectants, etc.).

1.3.3.5. Les effluents des services de médecine nucléaire : Certains éléments radioactifs (Iode 131, Technétium 99m, etc.) sont susceptibles de dispersion, même si leur évacuation est soumise à réglementation.

D'un point de vue quantitatif, les hôpitaux consommeraient 400 à 1200 litres d'eau par jour et par lit (Gadelle, 1995) La consommation d'eau par lit serait ainsi approximativement deux fois supérieure de celle attendue sur la base de « l'Équivalent-Habitant » (Mansotte, 2000).

1.4. Substances suspectées d'être à l'origine de l'écotoxicité des effluents hospitaliers :

1.4.1. Les surfactants :

De manière générale, on désigne par détergents tous les produits susceptibles de permettre une opération de nettoyage. Un des principes actifs des détergents est le surfactant (ou agent de surface ou tensioactif), qui constitue l'essentiel de la partie organique des détergents. Les surfactants sont des molécules amphiphiles. C'est à dire qu'elles contiennent au moins deux entités au comportement opposé vis-à-vis d'un solvant donné: une tête hydrophile et une queue lipophile (Fig. 2). La tête polaire, chargée ou non, favorise la dissolution de la

molécule dans les solvants (eau, glycérol, hydrazine...) et apporte la propriété cationique, anionique, amphotère ou non-ionique au surfactant. La queue apolaire est quant à elle formée de chaînes ou cycles hydrocarbonés (Bliefert et Perraud, 2001; Lavoué *et al.*, 2002).

La structure des surfactants engendrent des propriétés physico-chimiques spécifiques qui constituent le facteur essentiel dans les opérations de nettoyage (Rodier *et al.*, 1996).

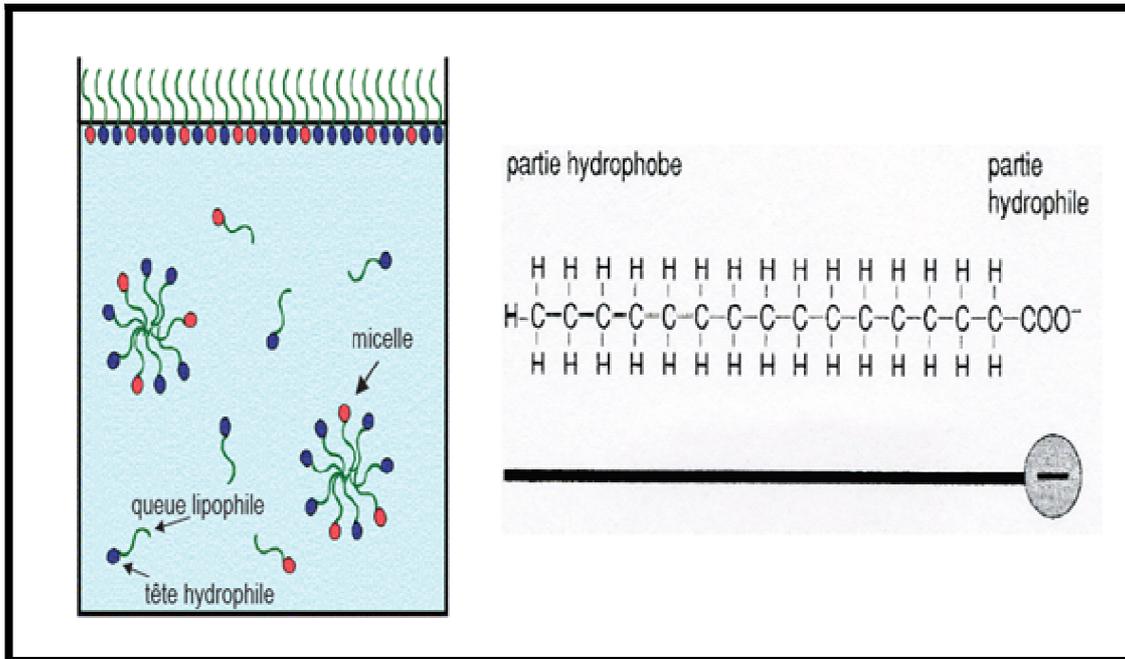


Fig. 2. Représentation modèle d'un tensioactif (Bliefert et Perraud, 2001).

La présence des surfactants est aujourd'hui avérée dans les effluents urbains (Swisher, 1991), les milieux aquatiques (Odokuma et Okpokwasili, 1997; Cserhádi *et al.*, 2002) mais aussi dans les sédiments (CCPCT, 2000). Les surfactants ne sont pas seuls dans ces différents milieux. La contamination liée aux mélanges et aux interactions reste la problématique principale, surtout lorsqu'il s'agit de molécules possédant de telles caractéristiques physico-chimiques. Les effets des mélanges de surfactants sont pourtant très peu étudiés. Lewis (1992) a montré que les effets combinés des mélanges huile/surfactants étaient généralement de type synergique. Emmanuel *et al.* (2005a) ont quant à eux, étudié les effets combinés du glutaraldéhyde et de trois surfactants (anionique, cationique et non ionique) vis-à-vis de trois organismes. L'étude a mis en évidence des réponses différentes (additivité synergique, antagonisme) en fonction des mélanges et des organismes.

1.4.2. Les désinfectants :

La norme AFNOR NF T72-101 (1981), définit la désinfection comme "une opération au résultat momentané permettant d'éliminer ou de tuer tous les micro-organismes et/ou d'inactiver les virus indésirables portés par des milieux inertes contaminés, en fonction des objectifs fixés. Le résultat de cette opération est limité aux micro-organismes et/ou aux virus présents au moment de l'opération".

Les désinfectants sont des produits très largement utilisés, dans les hôpitaux, l'industrie et les foyers domestiques, soit en tant que tels, soit comme composants de produits cosmétiques (mousse à raser par exemple). Ces composés appartiennent à différentes classes chimiques et possèdent des spectres d'action variés (bactéricides, bactériostatiques, fongicides...). Cela s'explique par les différentes spécificités qui permettent aux micro-organismes de se protéger des conditions extérieures (Besse et Garric, 2007).

L'utilisation des désinfectants en milieu hospitalier est très diversifiée (désinfection des surfaces, de l'instrumentation, de la peau (antiseptiques), des cuisines, etc.), ce qui engendre deux catégories de substances: les désinfectants courants et les désinfectants à utilisation restreinte (Emmanuel, 2004a).

Parmi les désinfectants les plus couramment utilisés, on peut notamment citer :

- ✓ Les produits chlorés ;
- ✓ Les produits contenant des aldéhydes et dérivés ;
- ✓ Les produits à base d'alcool (R-OH) ;
- ✓ Les dérivés iodés halogénés ;
- ✓ Les sels ammoniums quaternaires ;
- ✓ Les dérivés phénoliques.

1.4.3. Les résidus médicamenteux :

Les résidus médicamenteux font partie des « polluants émergents ». Un nombre important de ces molécules sont rejetées dans les effluents hospitaliers (analgésiques, antibiotiques, anti-épileptiques, anti-cholestérols et anticancéreux (Kümmerer, 2001; Heberer, 2002; Ferrari *et al.*, 2003a).

1.4.4. Les agents de contraste iodés :

Les produits de contraste iodés sont des molécules organiques destinées uniquement à un usage diagnostique. Ils représentent une des catégories de molécules les plus utilisées dans les hôpitaux et sont administrés aux patients afin d'opacifier certaines régions de l'organisme de

manière à améliorer le contraste des radiographies (Haib et Kümmerer, 2006). Ces produits sont hydrosolubles et stables dans de bonnes conditions de conservation. Les préparations commerciales contiennent en outre des traces de iodures inorganiques et des métaux lourds qui participent à la stabilité à long terme (≈ 3 ans). Ces molécules sont de faible taille, ce qui leur permet de franchir l'endothélium vasculaire là où il est pénétré et de ne pas emboliser le réseau capillaire. Les données concernant le métabolisme indiquent que 80% des agents de contraste iodés sont extraites sous forme inchangée au bout de 24 h (Haib et Kümmerer, 2006; Besse et Garric, 2007). Nous ne disposons pas des données de consommation pour ces molécules mais selon Steger *et al.* (1999), 80% d'entre elles quitteraient le plus souvent les STEP sans aucune dégradation. Les produits de contraste iodés sont rapportés comme très persistants dans l'environnement, ils contribueraient également activement à la formation d'AOX (Steger *et al.*, 1999; Sprehe *et al.*, 2001; Fent *et al.*, 2006). Il existe cependant peu de données concernant les effets de ces molécules sur les organismes aquatiques. La seule étude consiste en une évaluation des risques environnementaux de l'iopromide. Les résultats de la batterie de bioessais ($CE50 > 10,0$ g/l, $NOEC \geq 1,0$ g/l) ont permis de conclure qu'il n'y a pas de risques pour les écosystèmes aquatiques (Steger *et al.*, 1999).

De nombreuses recherches s'interrogent aujourd'hui sur le devenir et les effets de ce type de molécules (Gartiser *et al.*, 1996; Kümmerer *et al.*, 1998; Kümmerer et Helmers, 2000; Haib et Kümmerer, 2006; Besse et Garric, 2007).

1.5. Les risques présentés par les effluents hospitaliers :

Après avoir recensés les différents effluents hospitaliers, il est possible maintenant de citer trois types de risques potentiels : un risque infectieux, un risque toxique et un risque radioactif.

1.5.1. Le risque infectieux :

Il est théoriquement possible de retrouver dans les eaux usées hospitalières des germes pathogènes dont l'origine a été précisée plus haut. Les germes pathogènes peuvent être :

- ✓ des bactéries présentes dans les selles ou urines (Salmonelles, Shigelles, Coliformes, Vibrions, Streptocoques, Enterobactéries...) ou encore des bactéries responsables d'infections nosocomiales (Staphylocoques, Streptocoques, Pseudomonas...). La particularité et le danger de ces bactéries est qu'elles sont souvent poly résistantes aux antibiotiques ;

- ✓ des virus (Hépatites, Entero-virus, Rotavirus...);
- ✓ des parasites (Amibes, Taenia, Ascaris, Champignons...) (Dremont et Hadjali, 1997).

1.5. 2. Le risque toxique :

Le risque toxique est théoriquement réel, tant pour l'environnement que pour la santé publique, du fait d'une pollution possible par des métaux lourds (Mercure, Argent, Chrome, Nickel, Cobalt...) et par des molécules organiques (solvants, antibiotiques, désinfectants, détergents, médicaments...). Ces produits solubles représentent donc un danger de pollution de l'eau puisqu'ils peuvent modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau et nuire au bon fonctionnement de la station d'épuration en détruisant sa flore épuratrice. Le risque toxique concernant les rejets médicamenteux reste encore indéterminé car très peu d'études se sont intéressées au devenir des médicaments après leur élimination dans l'environnement (Thebault, 1991).

1.5.3. Le risque radioactif :

Les risques sont potentiellement élevés dès qu'on utilise des éléments radioactifs. Cependant, au vue de la réglementation très stricte sur les conditions d'utilisation et d'élimination, les risques sont minimisés. Il faut rester vigilant car il peut survenir des accidents ou des fuites. De plus, il subsiste un risque potentiel avec les patients injectés non soumis à un contrôle particulier après leur injection (Dielman, 1978).

1.6. L'intérêt de la mesure d'écotoxicité :

Riviere (1998) définit L'écotoxicologie comme l'étude du devenir des polluants et de leurs effets sur l'environnement de l'homme, c'est-à-dire sur les milieux abiotiques et sur les éléments vivants qui les peuplent. Cette définition est très large, car elle prend en compte les effets directs des polluants sur les organismes vivants, mais aussi les effets directs sur les milieux et les répercussions indirectes sur les biocénoses (Riviere, 1998).

2.1. Description de *Daphnia magna* :

Les Daphnies sont des petits Crustacés visibles à l'œil nu. Sa taille varie de 1 à 6 mm (voire la figure 3). Il en existe une multitude d'espèces mais les plus courantes sont *Daphnia magna*, *Daphnia pulex*. La couleur peut varier du transparent au brun en fonction de la nourriture ingérée mais peut également devenir rouge si le taux d'oxygène contenu dans l'eau est très faible. 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 (nageant en coup par coup, comme si elles sautent). La vigueur de leur mouvement et la rapidité des abattelements cardiaques donnent l'impression d'une chose intensivement vivante. Leur grande transparence permet de voir les organes internes, alors que l'animal est encore vivant et entier (Green, 1956 ; Bouledroua et Kellout, 1997).

En effet, *D. magna* est facile à manipuler et à étudier en laboratoire du fait de sa petite taille, son cycle de vie court (puberté atteinte au bout de 6 jours), son mode de reproduction asexuée et sa fécondité élevée. Recommandé par l'OCDE (Organisation for Economic Cooperation and Development) pour les tests d'écotoxicité (OECD, 2004, 2008).

En tant que consommateur primaire, l'espèce occupe une place importante dans les transferts de matière et d'énergie dans les chaînes alimentaires des écosystèmes aquatiques d'eau douce.



Fig. 3. *Daphnia magna* (Massarin, 2010).

2.2. Biotope :

Ces petits crustacés habitent toutes les eaux riches en matières organiques et très peu oxygénées : étangs recevant du Purin, mare de village, mares à canards dans les fermes, bassin d'épandage d'eaux usées, trous d'eau formé par d'anciennes carrières, généralement dans les espaces libres entre les herbiers d'hélophytes ou d'hydrophytes (Cardot, 1999).

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

2.3. Classification :

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

2.4. La structure d'une femelle de *Daphnia* :

La structure d'une femelle de *Daphnia* est montrée sur la figure 4. Le corps de la daphnie se compose d'une région céphalique et d'une région thoracique et abdominale.

2.4.1. Région céphalique (la tête) :

Qui n'est pas comprise entre les valves, est protégée par une :

❖ Capsule céphalique :

La capsule céphalique est relativement réduite. Elle épouse les contours des organes internes

de l'œil composé. Elle présente des expansions tels que ; la crête céphalique qui se développe antéro-dorsalement, le rostre (dans la partie ventro-postérieure) et les bords latéraux en forme de carène ou de pointe. Dans la région médiodorsale de la capsule céphalique s'ouvre de très petit orifice (difficile à voir sur les animaux entiers). Les pores céphaliques dont le nombre, la forme et la disposition sont des critères utilisés dans les recherches taxonomiques actuelles et en paléolimnologie (Bougueffa & Boutalbi, 2008; Korzet et al, 2008).

❖ **L'œil :**

C'est l'organe sensitif des daphnies. Il est composé de 22 lentilles, et 4 muscles tiennent l'œil en position et le garde continuellement en mouvement de rotation partielle (Fig. 4) (Amoros, 1984).

Les embryons de *Daphnia* présentent deux ébauches d'œil brunâtres qui fusionnent pendant la dernière partie de leur développement, donnant chez les juvéniles et adultes un œil unique, composé, médian, de taille importante, orientable et mobile dans une cavité sans communication vers l'extérieur. Cet œil composé aide l'animal à s'orienter au cours de la nage (Massarin, 2010).

❖ **L'ocelle :**

C'est un petit point noir relié à un nerf au cerveau et peut servir comme récepteur supplémentaire de la lumière. parfois absent, peut être rudimentaire ou, au contraire, aussi gros ou plus gros que l'œil et de forme caractéristique. La forme et la taille de l'ocelle sont des caractères utilisés quelquefois en systématique. Mais sa fonction n'est pas réellement connue (Fig. 4) (Amoros, 1984).

Cette carapace céphalique est pourvue de cinq paires d'appendices :

- ✓ **La première paire**, (antennules) est munie d'organes sensoriels. Elle montre le dimorphisme sexuel.

Les antennules : paires, à valeur taxonomique, sont généralement petites et non articulées. Elles s'insèrent de part et d'autre de la tête, dans la région postéro-ventrale. Chez les Chydoridae, elles sont plus ou moins enveloppées par le rostre. Elles portent typiquement **1** ou **2** soies latérales et une touffe de soies olfactives terminales.

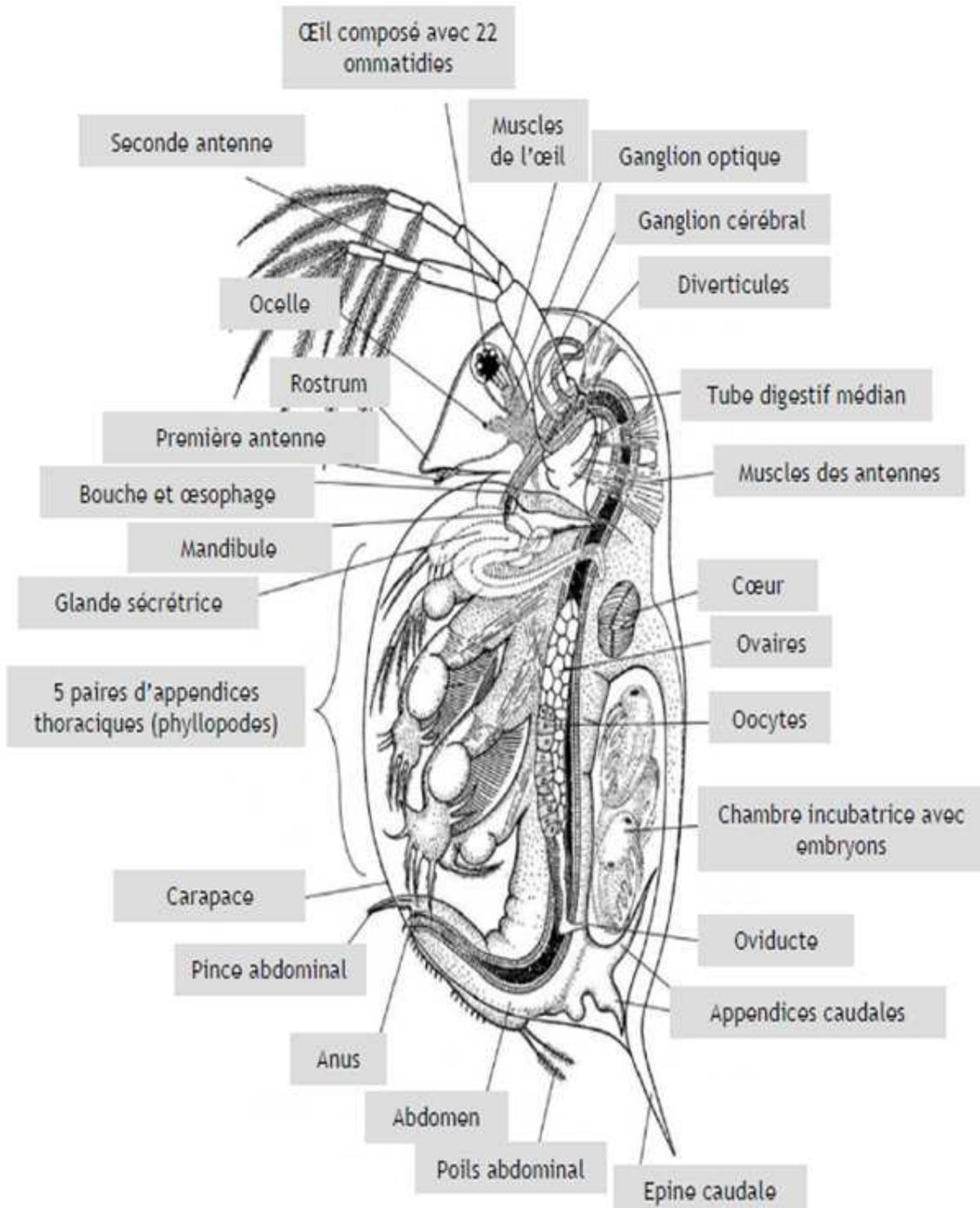


Fig. 4. Anatomie de *Daphnia magna* femelle adulte (Ebert, 2005).

✓ **La seconde paire**, (antennes), est munie de soies natatoires. Elle sert à la locomotion.

Les antennes : paires, servent à la locomotion. Elles sont généralement développées, avec un fort article basal sur lequel s'insèrent **2** rames articulées, l'une dorsale, l'autre ventrale, portant ou non de **1** à plusieurs soies.

✓ **Les dernières paires** d'appendices abritent la glande maxillaire, et les organes excréteurs de la puce d'eau.

En générale, les antennes sont utilisées pour nager et propulser l'animal dans l'eau en une série de sauts. La vitesse de battements des antennes varie avec la quantité d'œufs contenue dans la poche de couvée (Fig. 4) (Englardt, 1998).

Les mâles se distinguent des femelles par une taille plus petite , des antennules plus larges, et une modification des premières pattes qui sont armées d'un crochet servant à étreindre les femelles (Fig. 5) (Massarin, 2010).

2.4.2. Région thoracique et abdominale :

Est composée de quelques segments thoraciques avec 4 à 6 paires de pattes et d'un abdomen entouré d'une carapace et terminé par deux crochets (furca).

❖ **Les membranes thoraciques :**

Ils battent en avant et en arrière dans la carapace et créent un courant qui balaye des petites particules d'eau dans l'espace entre les membranes dotés de poils très fins, qui les filtrent.

La nourriture s'accumule entre les membres thoraciques et passe en avant dans la mandibule, où elle reçoit une sécrétion des glandes labiales, devient compacte, et passe rapidement à travers l'œsophage (Fig. 4) (Green, 1956; Englardt, 1998).

❖ **Les pattes :**

Elles sont localisées sur les bords externes des membres thoraciques qui peuvent aussi être utilisé par leur production de courant pour la respiration .Elles ont des parois lisses et fines et servent comme réservoir d'oxygène . Elles sont foliacées (pour la plupart des espèces), et munies d'appareils branchiaux et de systèmes de filtration. Par ces systèmes de filtration, la daphnie isole les algues et les amène à sa bouche (Bouledroua et Kellout, 1997).

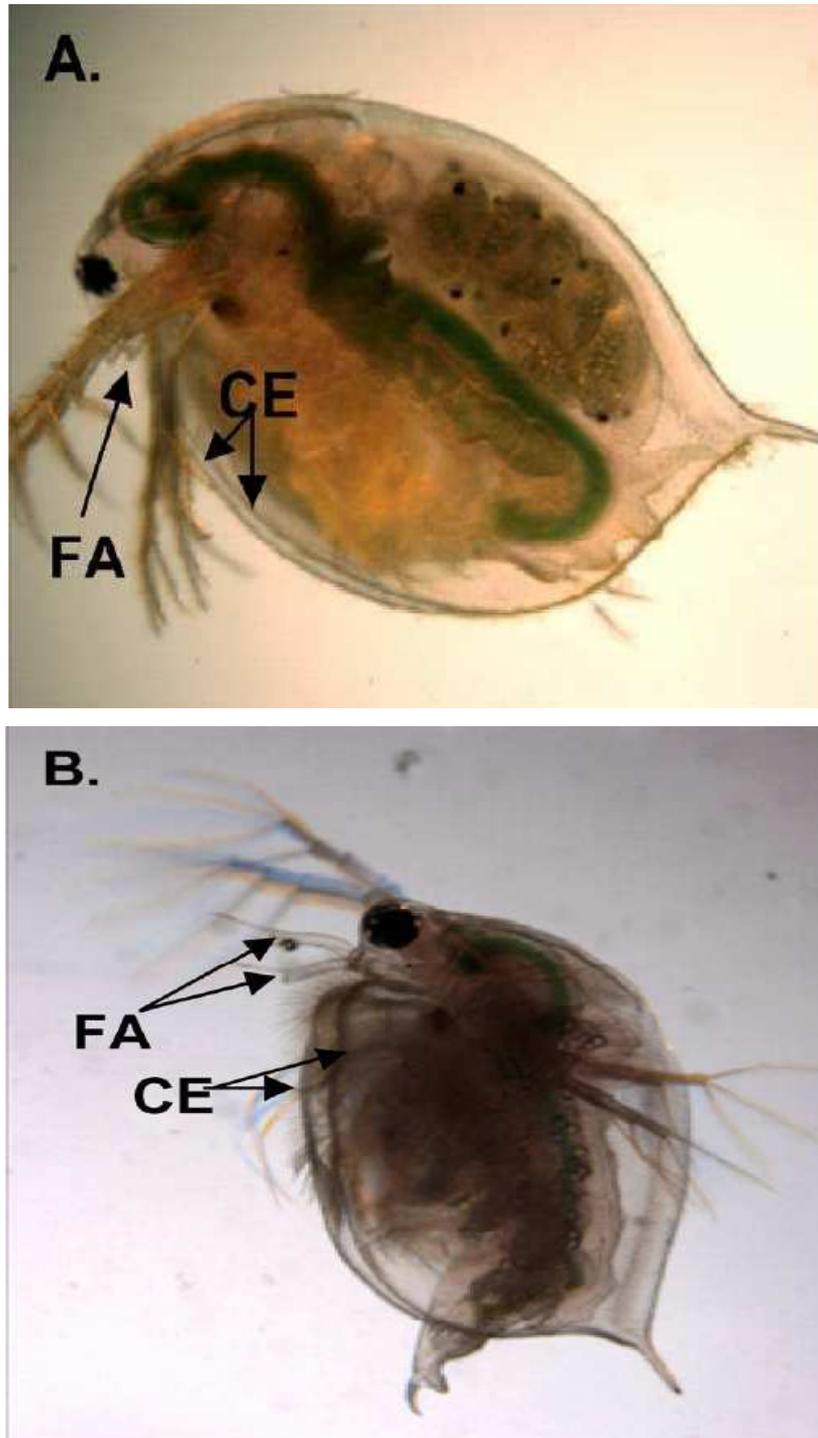


Fig. 5. Femelle de *D. magna* (A) et mâle de *D. magna* (B)

La différence entre les 2 sexes est visible par la taille de l'antenne primaire (FA : First antennae) qui est grande chez les mâles. Une autre différence réside dans la forme du bord de

la carapace (CE : carapace edge) ; les femelles ont des carapaces symétriques par contre, les mâles ont des carapaces asymétriques et terminés par des soies (Manar, 2008).

❖ **La carapace :**

Sur le dos, elle est transparente et représente simplement un pli de base du cou qui s'étend sur le reste du corps, et pend de chaque côté des membres (Fig. 4). Chez les femelles l'espace dorsal entre la carapace et le corps est la poche incubatrice ou " brood pouch" à l'intérieure de laquelle reposent les œufs et les petits avant la naissance (Bouledroua et Kellout, 1997).

❖ **Le Bord dorsal :**

Du post abdomen: échancré juste après l'anus, cette échancrure sépare les épines anales en deux série ; épine caudales de longueur variable, carène latérales sur les valves (Fig. 4) (Green, 1956).

❖ **Le tube digestif :**

Qui débute ventralement par la bouche, forme quelquefois dans sa partie antérieure un ou deux caecums. Son trajet peut être relativement direct ou en boucles. Il se termine, dans le post-abdomen, par un rectum qui précède l'anus (Amoros, 1984).

L'intestin de *Daphnia* est un simple tube tapissé par une membrane non cellulaire péri trophique. Celle-ci est identique à celle que l'on trouve chez beaucoup d'insectes. Elle est faite de chitine et sa principale fonction est de protéger l'intestin des frottements des particules dures de la nourriture. La digestion est rapide et la nourriture reste dans le boyau seulement une demi-heure à une température de 18 °C à 20 °C (Fig. 4) (Bouledroua et Kellout, 1997).

❖ **Le système nerveux :**

Le système nerveux est caractérisé par un ganglion cérébral, localisé entre l'œil et le début du tube digestif (Ebert, 2005).

❖ **Le cœur :**

Le cœur de *Daphnia* est un petit sac musculaire avec deux trous à travers lequel le sang entre, et une sortie principale vers le haut. Il n'y a pas de vaisseaux sanguins, aussi le sang circule librement entre les différents organes (Fig. 4) .

Le cœur du mâle bat plus vite que celui de la femelle et la vitesse des battements des deux sexes peut être altéré par plusieurs facteurs :

- ✓ Augmentation de la température.
- ✓ Inanition.
- ✓ Manque d'oxygène... .etc (Bouledroua et Kellout, 1997).

❖ **Les ovaires :**

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

❖ **Le sang :**

Le sang de *Daphnia* est un liquide clair dans le quel circule un seul type cellule. La fonction de ces cellules est similaire à celle de sang de nos globules blancs. Elles sont actives pour engouffrer les bactéries et n'importe qu'elle autre corps étranger qui entrerait. Un pigment respiratoire rouge, l'hémoglobine est dissoute dans le sang de *Daphnia*. Cette hémoglobine est identique à la nôtre. L'hémoglobine absorbe une grande quantité d'oxygène, qui peut être prise par les tissus et utilisée pour la respiration. Le fer constitue également une partie essentielle de l'hémoglobine (Green, 1956).

2.5. La longévité :

La durée de vie de *Daphnia* varie avec la température. Cependant, *Daphnia magna* vit environ 108 jours à 8°C mais également 45 jours à 18°C et 29 jours seulement à 28°C (Green, 1954). L'augmentation de la température cause une augmentation de la vitesse du métabolisme. Ainsi l'animal va épuiser son énergie rapidement et meurt plus tôt (Touati & Samraoui, 2002; Chakri, 2007).

2.6. Analyse chimique :

Après dessiccation, selon la formule établie par (J. Sevrin-Reyssac et F. Delsalle, 1990) :

Humidité	10,8%
Matières sèches	89,2%
Azote total	9,1%
Protéines	56,9%
Matières grasses	10,4%
Calcium	3%
Phosphore	1,2%
Hydrates de carbone	12,5%
Magnésium	traces

Les daphnies fraîches contiennent 80% d'eau. Nous remarquons immédiatement la forte teneur en protéine (56,9% pour *Moina* et jusqu'à 65% pour *D. Magna*) qui classe la daphnie comme une des meilleures nourritures pour les alevins (Bougueffa & Boutalbi, 2008; Korzet et al, 2008).

2.7. La reproduction:

La reproduction des daphnies comporte deux phases sexuée et asexuée. Une femelle de daphnie pond deux sortes d'œufs :

- ✓ Des œufs parthénogénétiques, nombreux, à membrane mince et à éclosion rapide.
- ✓ Des œufs fécondables (durables), moins nombreux, à membrane épaisse, qui ne donnent que des femelles et peuvent « attendre » des mois ou même des années avant de se développer, généralement au printemps (Fig. 6).

Les œufs fécondés donnent naissance à des femelles. Elles se développent au fur et à mesure des mues qui s'effectuent tout d'abord quotidiennement et dont on compte en moyenne cinq

mues. Après chaque mue, la daphnie s'enfle en absorbant de l'eau avant que se forme une nouvelle peau ou cuticule (Green, 1954b ; Zaffagnini, 1987).

- Dans des conditions de vie optimale, on ne rencontre que des femelles qui se reproduisent par parthénogenèse. Pendant la belle saison, on ne trouve pas de mâle, une femelle mature pond entre 3 et 30 œufs tous les 3 ou 4 jours. Le développement est très rapide, dans trois jours les jeunes femelles naissent semblables en tous points à leur mère, à 20 °C. Il faut entre 7 et 9 jours pour que la jeune daphnie soit mature (Brooks, 1957; Weider, 1985; Dumont et Negrea, 2002).
- Dans des conditions moins favorables les mâles sont présents mais leur proportion est toujours très faible (< 5 %), La production de ces mâles est favorisée par une diminution de la qualité du milieu, (une augmentation de la densité de la population, une diminution du taux d'oxygène dissous, une chute brutale de la température, assèchement de la mare ou encore une altération de la qualité nutritive). Il y aura alors une reproduction de type sexué, tous les œufs pondus alors par les femelles seront fécondés. Les femelles qui s'accouplent et qui pondent des œufs fécondés ne diffèrent guère des femelles parthénogénétiques mais lorsque ces œufs sont pondus, les parois de la chambre incubatrice s'épaississent et forment une protection particulière: l'éphippie (Fig. 6).

Contrairement aux œufs parthénogénétiques qui se développent immédiatement dans la chambre incubatrice, les œufs fécondés appelés aussi œufs de durée, ont un développement différé et n'éclosent qu'après le retour de conditions favorable. L'éphippie libéré par la mue ou la mort de la mère, assure à ses œufs une protection remarquable qui leur permet de résister à l'action de la dessiccation, de gel et même au transit à travers certains tubes digestifs comme ceux de canards. Ces œufs fécondés permettent donc non seulement la perpétuation des espèces mais aussi leur très large dissémination. Lorsque les conditions deviennent propices, les œufs de durée éclosent et donnent naissance à de jeunes femelles qui, après quelques mues, se reproduisant par parthénogenèse. Les générations parthénogénétiques se succèdent assez rapidement car le temps de génération (égale durée entre la ponte d'un œuf et le moment où l'individu né de cet œuf pond à son tour), varie entre quelques jours et quelques semaines. Si leur environnement demeure favorable, les populations s'accroissent très vite et peuvent atteindre jusqu'à plusieurs centaines d'individus par litre d'eau dans les milieux très productifs, Il est important de préciser que la reproduction sexuée est beaucoup

moins productive que la reproduction asexuée (Hebert, 1980 ; Amoros, 1984 ; Terra et al., 2003).

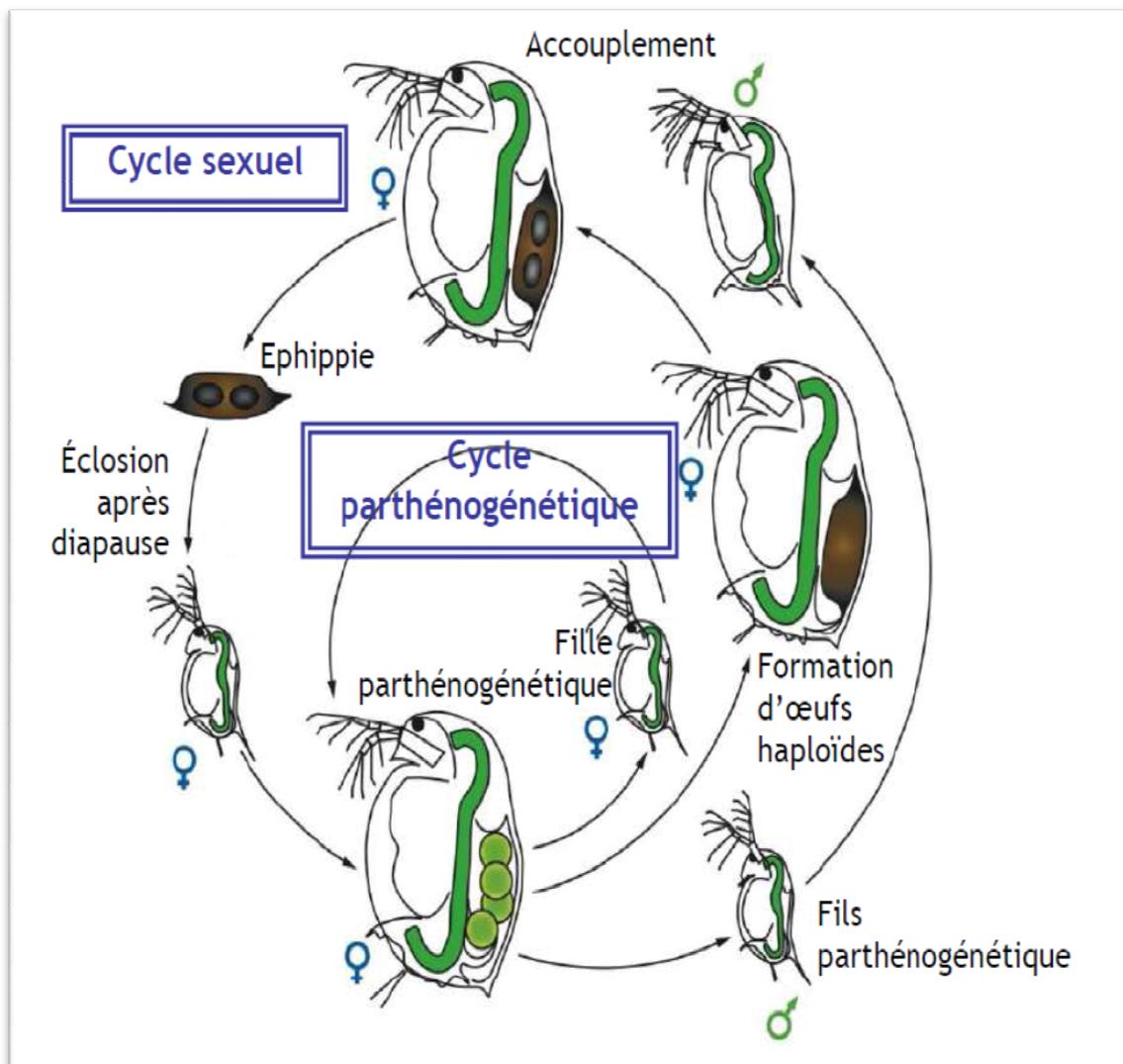


Fig. 6. Cycle de vie de *Daphnia magna* d'après (Ebert, 2005).

2.8. Les exigences physico-chimiques:

❖ Salinité:

Les daphnies sont des organismes d'eau douce, quelques souches sont trouvées en eau légèrement saumâtre. Cependant, certaines espèces sont également observées à des rivières de salinité qui dépassent les quatre ppt (Bougueffa & Boutalbi, 2008; Korzet et al, 2008).

❖ Oxygène dissous:

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

❖ Le milieu ionique :

Daphnia magna tolère des faibles taux d'oxygène, mais elle est très sensible pour la variation de la composition ionique de son milieu. Cependant, elle devient immobile et meurt éventuellement avec l'addition des sels tels que le Sodium, Potassium, Magnésium et le Calcium. Une concentration faible de Phosphore (moins de 0.5 ppm), stimule la reproduction, mais une concentration supérieure à 1 ppm, est létale pour les juvéniles. Les *daphnies* sont extrêmement sensibles pour les ions de métaux, comme le Cuivre et le Zinc, les pesticides, détergents et les autres toxines dissoutes (Bougueffa & Boutalbi, 2008; Korzet et al, 2008).

❖ La température :

La fourchette des températures n'altérant pas le cycle de vie de daphnies est très importante puisqu'elle peut varier de 0 °C à 30 °C selon les espèces. La température optimale se situe entre 18 °C et 22 °C. *Daphnia magna* supporte mal les températures supérieures à 22 °C (Green, 1954a; Touati & Samraoui, 2002).

❖ pH et azote :

Daphnia magna vit dans un pH, qui varie entre 6.5 et 9.5. Des niveaux élevés de pH et d'azote, vont réduire dramatiquement la reproduction, mais cela n'affecte pas la santé actuelle des animaux eux-mêmes (Bougueffa & Boutalbi, 2008; Korzet et al, 2008).

❖ Les besoins alimentaires :

Dans la nature, les daphnies se nourrissent de bactéries, de phytoplancton, de ciliés, de levures, d'algues uni ou pluricellulaires et de débris organiques fins dissous. Les daphnies sont considérées comme des filtreurs plus ou moins spécialisées. Les mouvements des pattes thoraciques abondamment ciliées, créent en 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, sont rassemblées dans une gouttière thoracique ventrale puis acheminées vers la bouche. Certains espèces sont capables de détacher les particules alimentaires de leur substrat (algues du périphyton), d'autre mettent en suspension et absorbent les éléments organiques fins de la vase ou des couches de débris accumulés sur le fond (Burns, 1968; Amoros, 1984; Lampert, 1987; Fryer, 1999).

2.9. La répartition :

La répartition des daphnies est très hétérogène. Les organismes ont tendance à se grouper et à former des «essaims» qui se déplacent verticalement et horizontalement tout au long de la journée. Pendant l'hiver, en l'absence d'un phytoplancton abondant, les daphnies se répartissent sur le fond pour se nourrir à partir de la couche biologique qui se développe à la surface du sédiment. Cette tendance à aller vers le fond pour se nourrir de débris de micro-organismes a aussi été notée lorsque les apports en microalgues sont insuffisants (Bougueffa & Boutalbi, 2008; Korzet et al, 2008).

3.1. Aperçu général sur la zone d'étude :

La wilaya de Constantine se situe entre latitude $36^{\circ} 17'$ et la longitude $6^{\circ} 37'$ en plein centre de l'Est algérien, précisément à 245 km des frontières Algéro-tunisiennes, à 431 km de la capitale Alger vers l'Ouest, à 89 km de Skikda vers le Nord et à 235 km de Biskra vers le Sud (Zouaidia, 2006). Elle est bâtie sur un majestueux Rocher situé sur les deux cotés de Oued Rhumel. Elle est ainsi cernée par de véritables obstacles naturels, les repères géographiques montrent que la région n'est pas homogène par rapport à sa position et par rapport au niveau de la mer. Elle se situe entre les deux lignes Kentour 400 et 800 m et 1200 m vers le Sud.

La wilaya de Constantine se situe au nord-est du pays et limitée de:

- au nord par la wilaya de Skikda ;
- à l'est par la wilaya de Guelma ;
- à l'ouest par la wilaya de Mila ;
- au Sud par la wilaya d'Oum el Bouaghi (Fig. 7).

La wilaya de Constantine est très peuplée, environ 987.774 habitants (Recensement Mars 2007) et une densité de 431.72 habitants au km^2 . La majeure partie de la population est concentrée au niveau de la couronne qui constitue Constantine en l'occurrence les communes limitrophes (El Khroub, Ain Smara, Hamma Bouziane et Didouche Mourad) (Zouaidia, 2006).

3.2. Caractéristiques du bassin versant de l'Oued Rhumel :

Le bassin du Rhumel couvre une superficie de 5300 km^2 et constitue la partie amont du bassin versant Kébir-Rhumel (8815 km^2).

Le bassin du Rhumel est limité à l'est par le bassin de l'Oued Cherf (affluent de l'oued Seybouse), au sud et sud-ouest par le bassin des Hauts Plateaux Constantinois (bassin des lacs salés), au nord et nord-ouest par la partie aval du bassin Kébir-Rhumel (Afri-Mehennaoui, 2006).

3.3. Le réseau hydrographique :

Le réseau hydrographique du bassin du Rhumel comprend deux principaux cours d'eau : en amont le Rhumel traverse les Hautes Plaines Constantinoises selon une orientation SW-NE jusqu'au confluent avec l'oued Boumerzoug à Constantine. Ensuite il creuse les célèbres gorges de Constantine, longues de 2800 mètres, dans d'épaisses couches de calcaires gris ou noir. A l'entrée de ces gorges, la profondeur du ravin n'est que 37 mètres. A la sortie du ravin, le Rhumel descend dans la plaine du Hamma par trois cascades. La hauteur totale de la chute est de 80 mètres. Le point culminant du rocher de Constantine est à 203 mètres du niveau supérieur de ces cascades. Au pont d'El Ménia, le Rhumel reçoit à gauche l'oued El Melah. Dans le Tell méridional, le Rhumel change de direction et coule vers le Nord-Ouest pour confluer, à l'exutoire de son bassin, avec l'oued Endja et donner naissance à l'oued El Kébir. Le long de son parcours, le Rhumel, long de plus de 123 km, reçoit successivement de l'amont à l'aval les oueds Dekri, Seguin, Boumerzoug, Smendou et l'oued El Ktone. L'oued Boumerzoug (32 km de long) naît de la confluence de oued El Kleb et oued Meleh à environ 25 km au sud de Constantine. Il reçoit, sur son parcours, l'oued Hamimime à 9 km de Constantine et à l'entrée de la ville l'oued des Chiens qui draine les eaux ruisselant sur le versant sud de Djebel El Ouahch ainsi que celles du Meridj (Afri-Mehennaoui, 2006).

3.4. Description des sites :

✓ **Le site 1 (36°22'25.5"N 6°36'34.3"E) :**

Point de rencontre de la sortie des rejets de l'hôpital (l'égout principal) avec l'eau de l'Oued el Rhumel situé au-dessous du pont des Chutes (Fig. 8.a). Le pont des Chutes, un aqueduc donnant directement accès à la Corniche, en allant vers Bekira, Il franchit le Rhumel juste à la sortie des gorges, presque sous la passerelle de Sidi M'Cid. Les eaux de l'oued se précipitent alors, en plusieurs chutes, d'une hauteur de 80 mètres vers la plaine du Hamma et alimente le bassin d'El Hamma. Dans ce site les gorges dominant d'une hauteur de 200 mètres. En arrière plan du pont se développe l'arche naturelle au dessus de l'Oued Rhumel.

✓ **Le site 2 (36°22'33.2"N 6°36'27.4"E) :**

Distant de 300 m au premier et caractérisé par le contact direct de l'effluent hospitalier avec l'eau de l'Oued et les effluents domestique (Fig. 8.b).

✓ **Le site 3 (36°22'22.8"N 6°35'34.1"E) :**

Distant de 3.5 Km de l'égout principal, situé au nord-ouest de Constantine (sous le pont du Rhumel , El-Menia) (Fig. 8.c). L'important axe routier qui longe la cité El Menia et conduisant à Hamma Bouziane et les wilayas de Mila et Jijel. On signale l'existence d'une activité agricole et le pâturage sur les berges de l'Oued El Rhumel. Le parcours des eaux commence de site 3 passant par le site 2 au site 1 où ils déversent les rejets de l'hôpital dans l'Oued Rhumel.

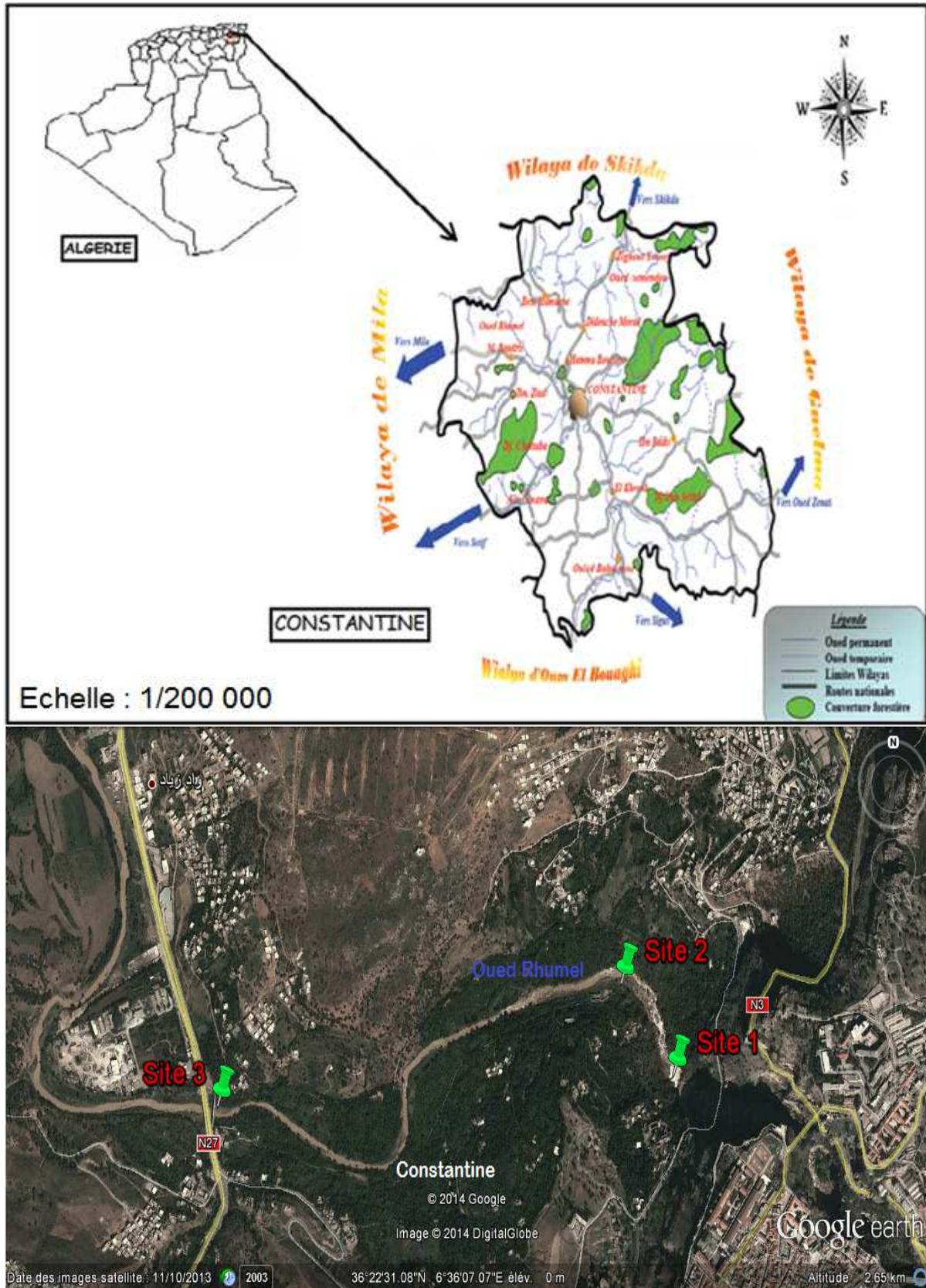


Fig. 7. Localisation des sites d'échantillonnages.



Fig. 8.a. Le site 1.



Fig. 8.b. Le site 2.



Fig. 8.c. Le site 3.

Fig. 8. Photos des sites d'échantillonnage.

4.1. Matériels :

4.1.1. Matériel biologique (bio indicateur) :

La daphnie est un petit crustacé cladocère, l'espèce la plus utilisée est *Daphnia magna* qui fait l'objet d'un test normalisé par l'AFNOR. Dans les conditions favorables, il n'y a pas de mâles et les femelles se reproduisent par parthénogenèse et par voie sexuée lorsque les conditions sont défavorables.

4.1.2. Matériels expérimental :

- ✓ Aquarium en verre.
- ✓ Pompe et diffuseur d'oxygène.
- ✓ Loupe binoculaire.
- ✓ Micromètre (**Fig. 9**).
- ✓ Tubes à essais de 30 ml.
- ✓ des portoirs.
- ✓ Lames.
- ✓ Bouteilles en verre de 1 litre stériles.
- ✓ Bêchers (100 ml, 200 ml).
- ✓ Boîtes de pétri.
- ✓ Pipette pasteur.
- ✓ Pipette en verre.
- ✓ Pinceau.



Fig. 9. Micromètre.

4.2. Méthodes :

Cette étude a été réalisée au laboratoire du département de Biologie-Écologie. Elle consiste à tester l'effet des effluents hospitaliers sur les paramètres de cycle de vie de *Daphnia magna*. Pour cela, nous avons procédé d'abord à un élevage du matériel biologique puis aux expérimentations.

4.2.1. Culture de *Daphnia magna* :

L'élevage d'une population a été initié par des femelles prélevées à partir de la mare Boukhadra (Annaba) mises dans un aquarium remplis au 2/3 de leur hauteur avec une eau de canalisation déchlorinée et oxygénée. La nourriture est l'élément fondamental de la réussite

de la culture. Cette dernière doit être distribuée avec parcimonie très régulièrement (un jour sur deux). Nous avons utilisé la levure (*Saccharomyces cerevisiae*) qui présente une taille facilement absorbable par les daphnies et l'extrait de l'épinard (*Beta vulgaris maritima*).

4.2.2. 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.

4.2.3. Prélèvement et transport des échantillons :

Des précautions particulières concernant le prélèvement et le transport des échantillons doivent être prises en compte afin de conserver l'intégrité du ou des prélèvements.

Les prélèvements sont effectués dans des bouteilles en verre de 1 litre.

✓ **NB** : les prélèvements sont conservés dans une glacière « Ice box » durant l'acheminement vers le laboratoire.

4.2.4. Mode opératoire :

- **Le test écotoxicologique** : « toxicité chronique » ou « toxicité à long terme ».

✓ Essai de reproduction sur 21 jours : observation des effets sur la mortalité et la capacité de reproduction (première production des jeunes, nombre de jeunes nés, tailles des femelles adultes à la première reproduction, tailles des juvéniles, intervalle de ponte, longévité, âge de maturation...).

Le but de ce test est d'étudier l'effet des effluents hospitaliers sur les paramètres de cycle de vie de *Daphnia magna* durant une période de 21 jours.

Des juvéniles *D. magna* âgées entre 24-48 h sont exposés à l'eau prélevée des différents sites pendant la période du test. Les juvéniles sont placés individuellement dans des tubes à essais contenant de la nourriture.

Cependant, on utilise 10 répliquas pour chaque traitement avec de l'eau prélevée des différents sites. Quant au témoin, on utilise aussi 10 répliquas et les juvéniles sont cultivés dans de l'eau du robinet déchlorinée. Le milieu est renouvelé chaque deux jour pendant la

durée du test. Les Daphnies sont soumises aux mêmes conditions que celles pour les cultures mères.

Les daphnies obtenues pendant le test sont mesurées par un micromètre (de sa tête jusqu'à la base de son épine apicale). Les juvéniles sont enlevés et comptés chaque jour.

Les paramètres suivis au cours de cette étude sont:

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

4.2.5. 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 d'ordre 1 pour tester l'impact des différents effluents hospitalier sur les paramètres de cycle de vie de *Daphnia magna*. La différence significative est établit à $P < 0.05$.

5.1. L'effet des effluents sur les paramètres de cycle de vie de *D. magna* :

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

Les résultats, montrent que la taille des femelles adultes à la première reproduction est affectée légèrement dans le site 1 par rapport au témoin. Alors que les valeurs minimales sont enregistrées dans le site 2. Cependant, les individus du site 3 montrent des valeurs maximales dépassant plus de 2,5 mm (Fig. 5). Les analyses statistiques ne dévoilent aucun effet significative ($P > 0.05$).

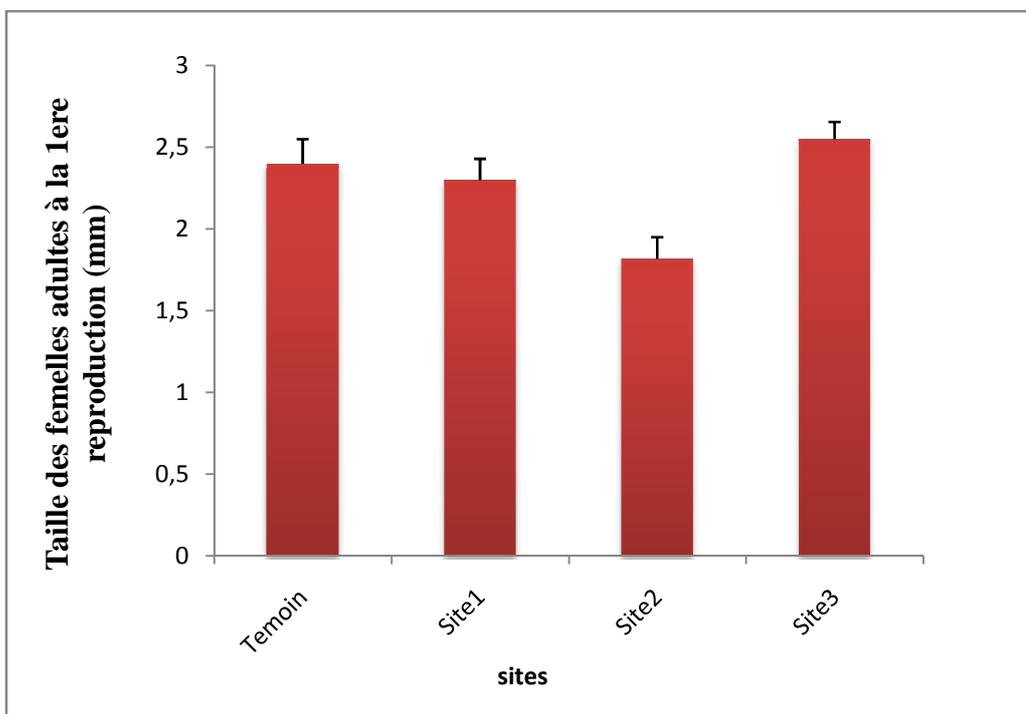


Fig. 10. Variation de la taille des femelles à la 1^{ère} reproduction dans les différents sites.

5.1.2. La taille des juvéniles à la première reproduction :

D'après les résultats recueillis sur la figure 11 nous constatons qu'à première vue les effluents n'affectent pas la taille des juvéniles des différents sites, car ces derniers ont une taille voisine de celle des témoins. Cependant, on remarque que la taille des juvéniles dans le site 3 est supérieure à celle du témoin. En outre, une légère diminution est enregistrée dans le site 2. Mais cette différence est également non significative ($P > 0.05$).

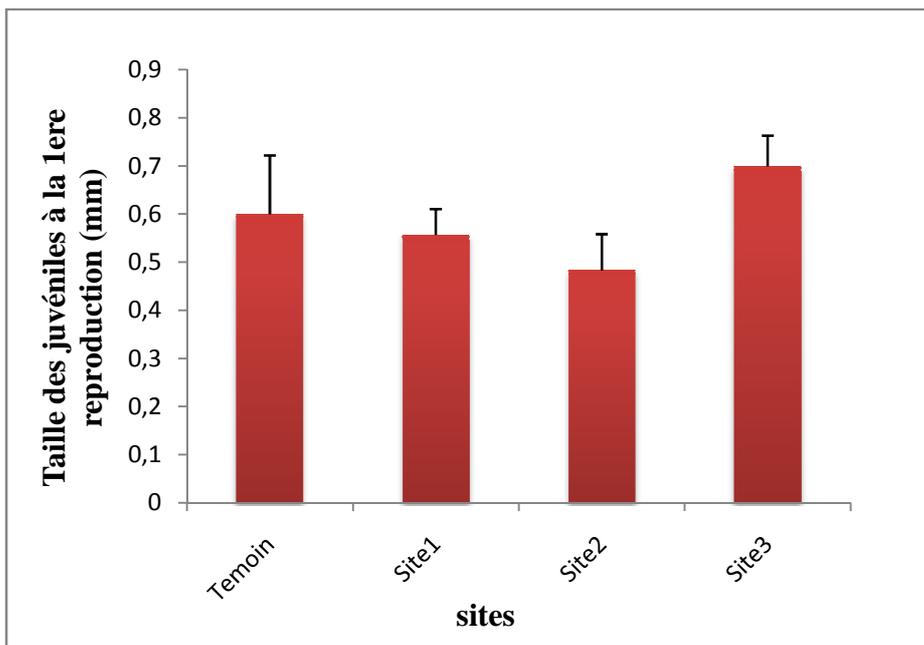


Fig. 11. Variation de la taille des juvéniles à la 1^{ère} reproduction dans les différents sites.

5.1.3. La longévité :

Les résultats obtenus (Figure 12) , montrent que La longévité est réduite au niveau des différents sites étudiés par rapport au témoin et qui ont presque la même durée de vie qui avoisine les 14 jours durant la période d'essai. Les analyses statistique ne révèlent aucune différence significative ($P > 0.05$).

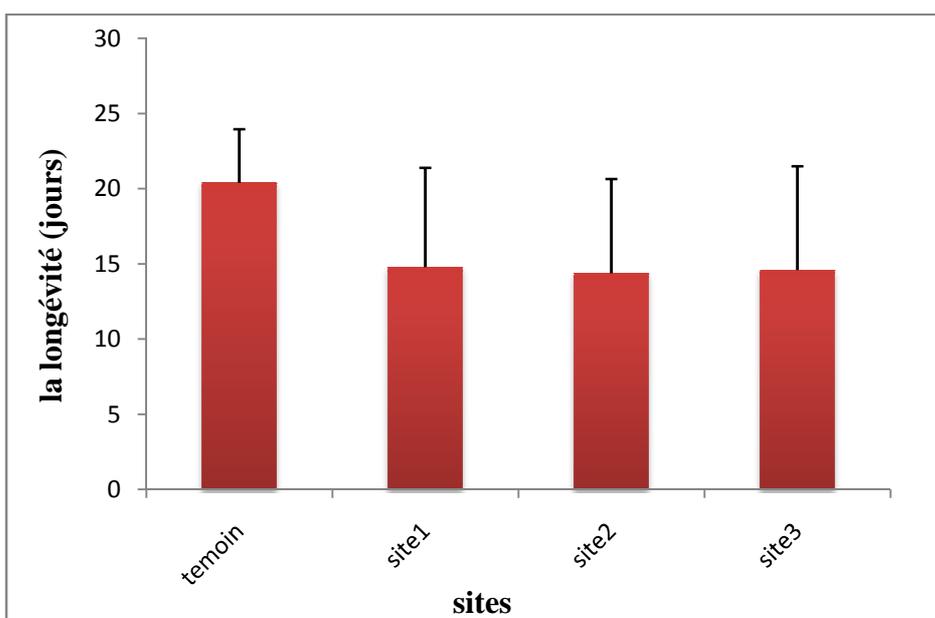


Fig. 12. Variation de la longévité dans les différents sites.

5.1.4. L'intervalle de ponte :

L'intervalle de ponte est illustré sur la figure 13, les résultats révèlent que l'intervalle de ponte chez les témoins et les individus du site 3 est plus de 6 jours, contrairement aux sites 1 et 2 où cet intervalle est plus de 07 jours. Ces différences ne sont pas significatives ($P>0.05$).

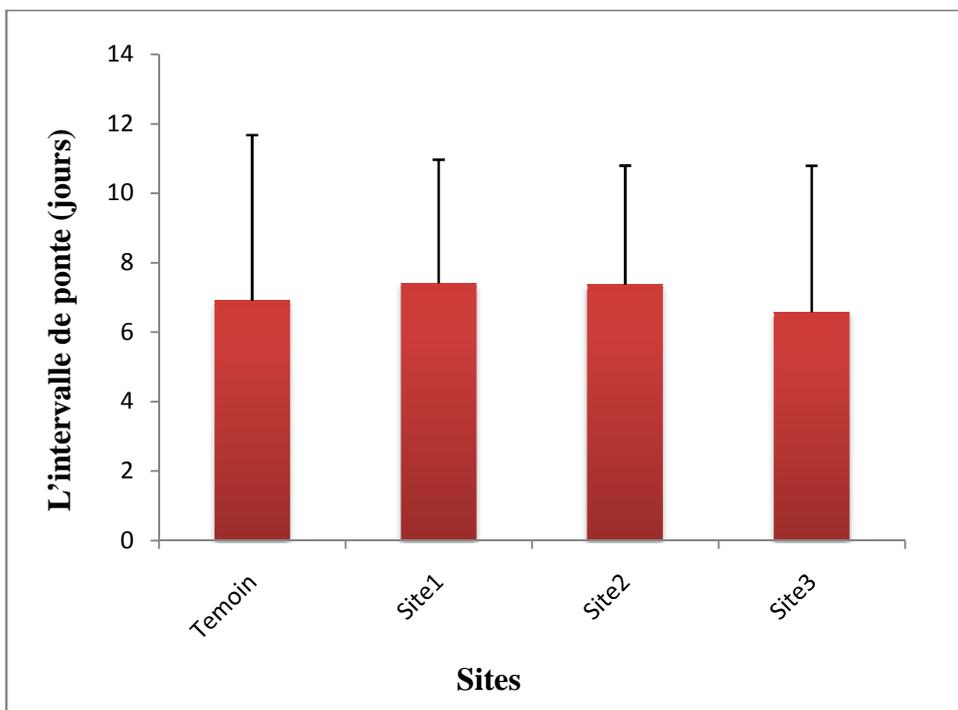


Fig. 13. Intervalle de ponte moyen dans les différents sites.

5.1.5. Age à la maturation :

La figure 14, montre que l'âge à la maturité moyen dans le témoin est de 08 jours. alors que les individus des différents sites mettent 6 à 7 jours pour que les juvéniles arrivent au stade de la maturation. Les analyses statistique ne révèlent aucune différence significative ($P>0.05$).

5.1.6. Age à la première ponte :

La figure 15 représente l'âge à la première ponte des juvéniles dans les différents sites. Notons que les nouveau-nés arrivent à donner leur première ponte après 12 jours, alors que dans les différents sites étudiés est légèrement réduit par rapport à celui du témoin. Les différences ne sont pas significatives ($P>0.05$).

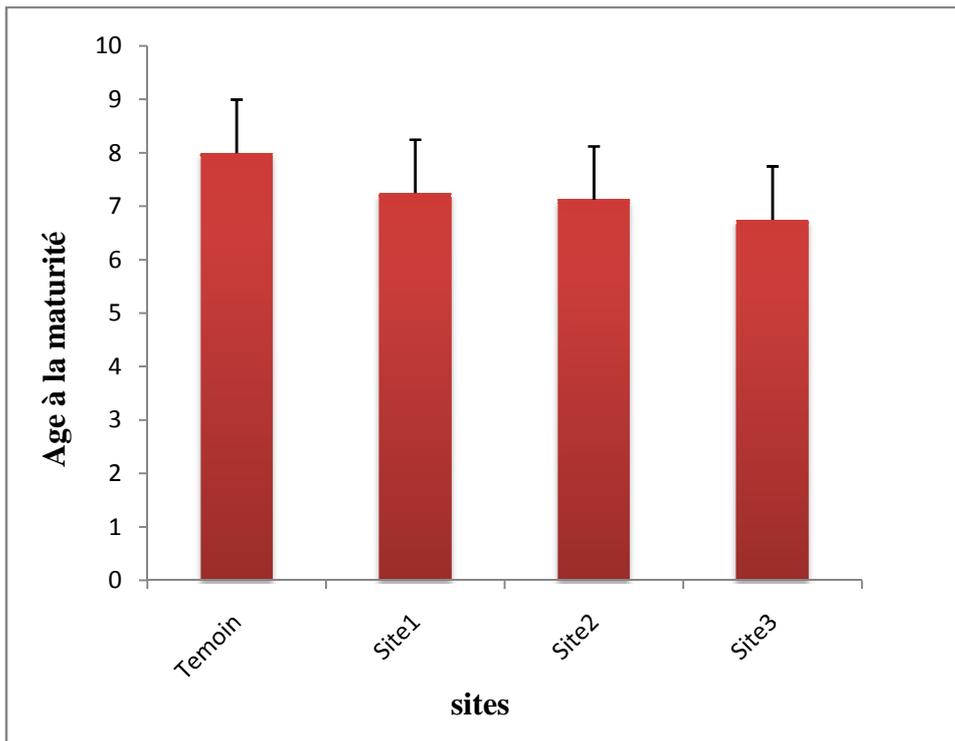


Fig. 14. l'âge à la maturation des daphnies dans les différents sites.

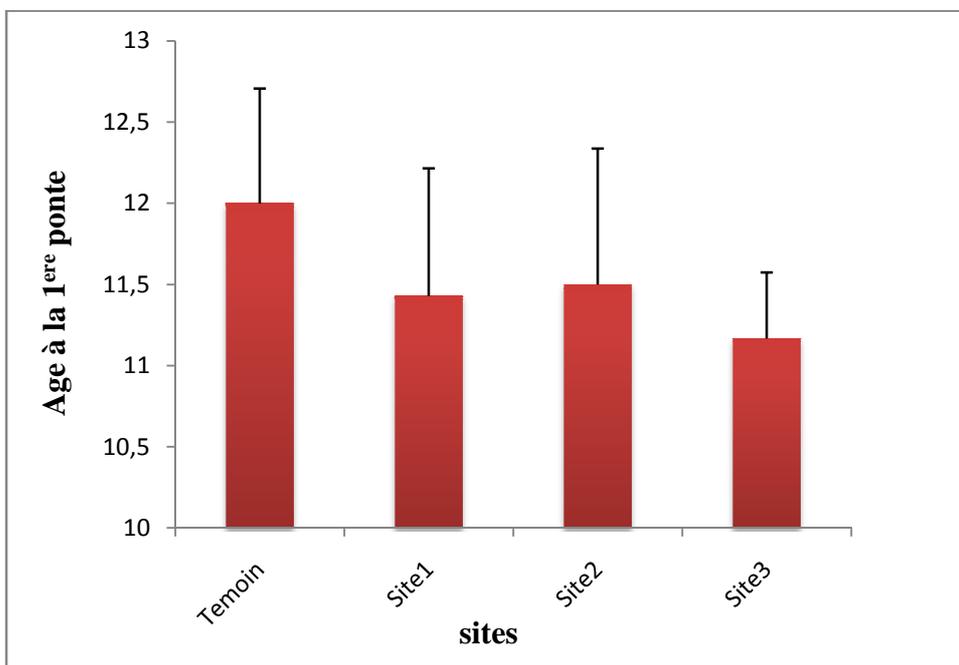


Fig. 15. Variation de l'âge à la 1^{ère} ponte dans les différents sites.

5.1.7. Grandeur de ponte moyenne :

Les résultats recueillis (Figure 16), révèlent la réduction de la grandeur de ponte dans les sites 1 et 2 par rapport au témoin. Cependant, elle est un peu élevée au niveau de troisième site a une grandeur de ponte moyenne relative à plus de 9 individus.

La comparaison aussi des valeurs moyennes ne montre aucun effet des effluents sur la grandeur de ponte ($P > 0.05$).

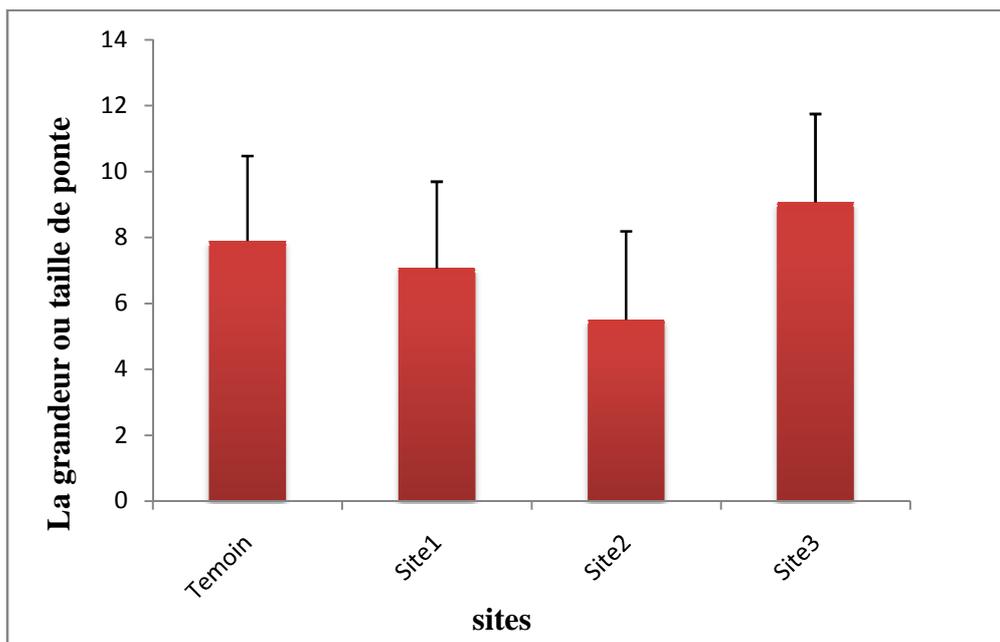


Fig. 16. La variation de la grandeur de ponte moyenne dans les différents sites.

5.1.8. Nombre de ponte par femelle :

Les résultats recueillis (figure 17), ont montré que le nombre de ponte moyen par femelle est un peu élevée chez les daphnies traitées avec de l'eau des effluents comparativement avec le témoin. Les analyses statistique ne montre aucune différence significative ($P > 0.05$).

5.1.9. Nombre de descendant par femelle :

Les résultats obtenus signalent que le nombre de descendant (Figure 18) produit par parent (femelle) dans les sites 1 et 2 est réduit par rapport au témoin. alors que dans le site 3 est considérablement élevé que celle du témoin et les sites 1 et 2 (plus de 21 individus). Les analyses statistiques révèlent l'existence de différences significatives de l'effet de l'effluent du site 2 sur le nombre de descendant par femelle ($P < 0.05$).

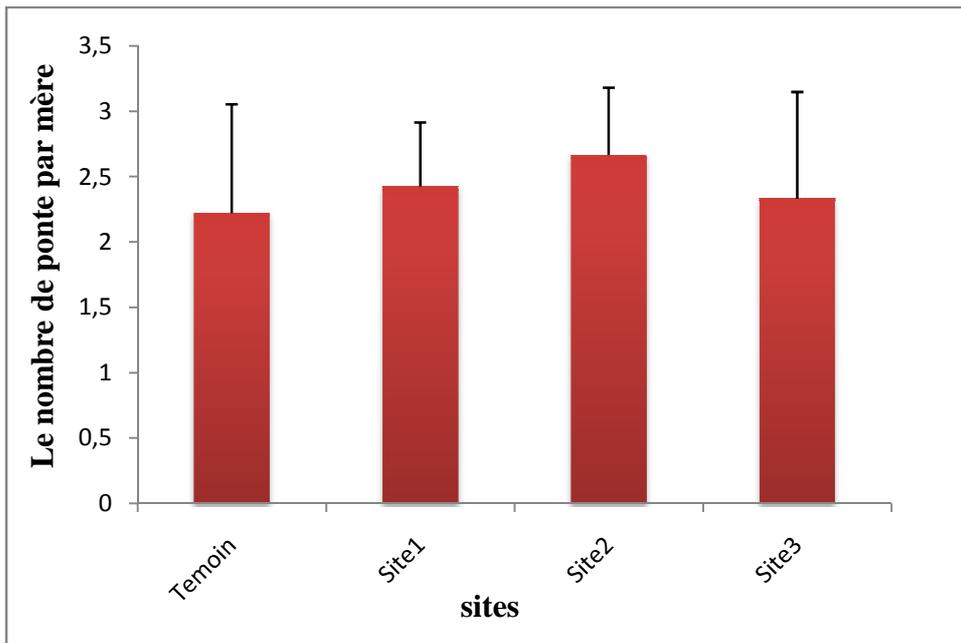


Fig. 17. Variation du nombre de ponte par femelle dans les différents sites.

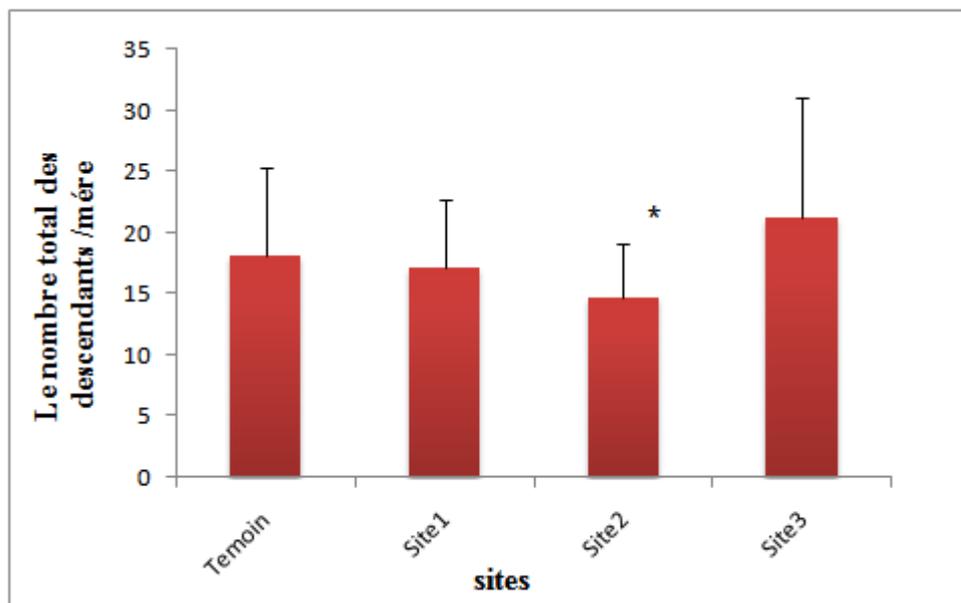


Fig. 18. Variation du nombre de descendants produit par mère dans les différents sites (* $p < 0.05$).

5.1.10. Taille des femelles à la deuxième reproduction :

Les résultats concernant la taille des femelles à la deuxième reproduction sont illustrés sur la figure 19. Cependant, c'est dans le site 2 que la taille des femelles est toujours inférieure à celle des témoins et à celle des individus des autres sites étudiés.

Les analyses statistique ne montre aucune différence significative ($P>0.05$).

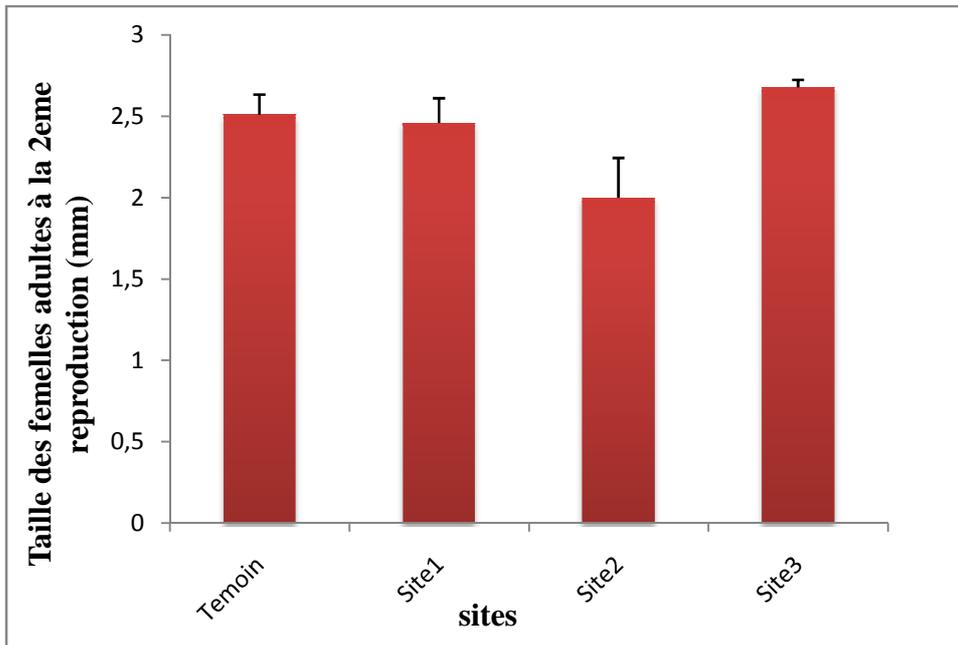


Fig. 19. Variation de la taille des femelles à la 2^{eme} reproduction dans les différents sites.

La taille des femelles à la deuxième reproduction a connue une augmentation par rapport a la première (Figure 20).

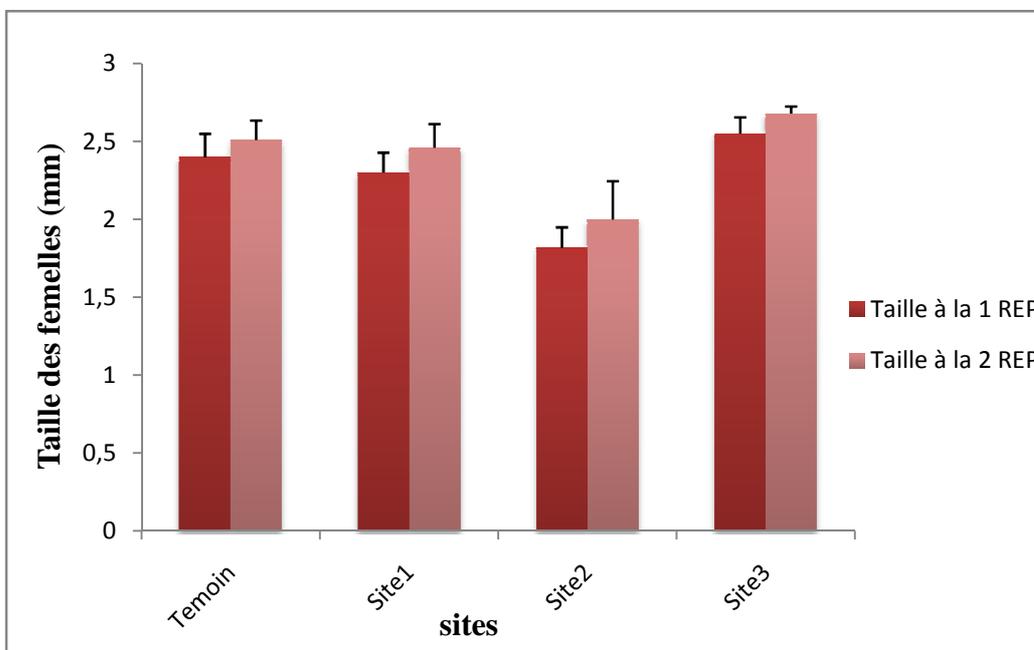


Fig. 20. Variation de la taille des femelles adultes à la première et la deuxième reproduction dans les différents sites.

5.1.11. La taille des juvéniles à la deuxième reproduction :

La figure 21, montre que la taille des juvéniles n'est pas affectée. Elles sont presque uniformes dans les différents sites, ainsi pour les témoins. Les daphnies arrivent à s'adapter au milieu, donc à résister à de telles conditions. Le site 3 présente une valeur supérieure à $0,86 \pm 0,05$ par rapport aux témoins et les autres sites étudiés.

Les analyses statistiques ne révèlent aucune différence significative ($P > 0,05$).

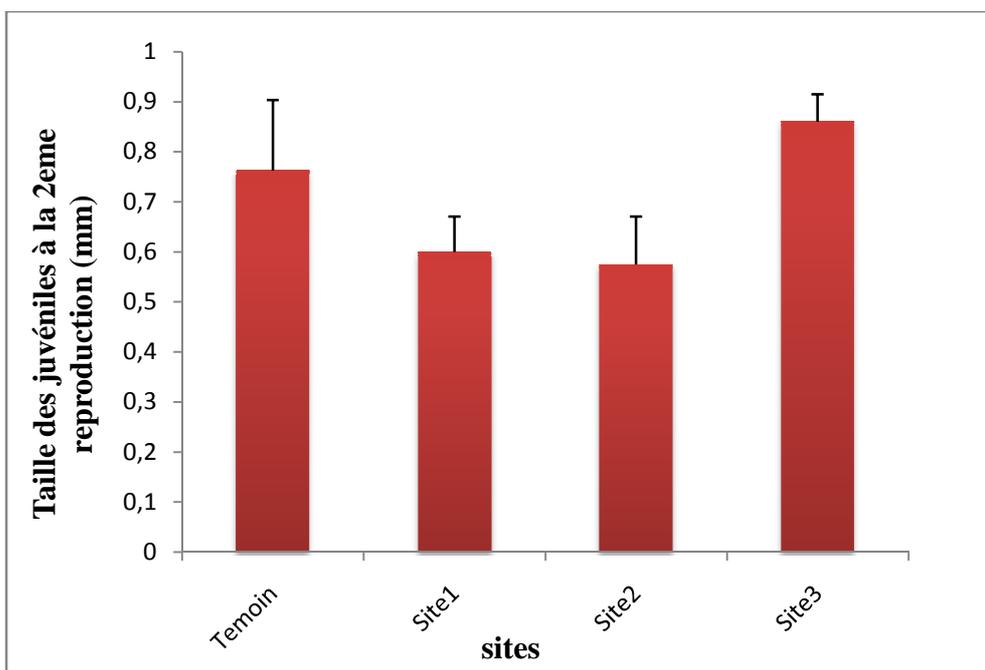


Fig. 21. Variation de la taille des juvéniles à la 2^{ème} reproduction dans les différents sites.

Dans la deuxième reproduction, la taille des juvéniles est supérieure à celle de la première ponte (figure 22).

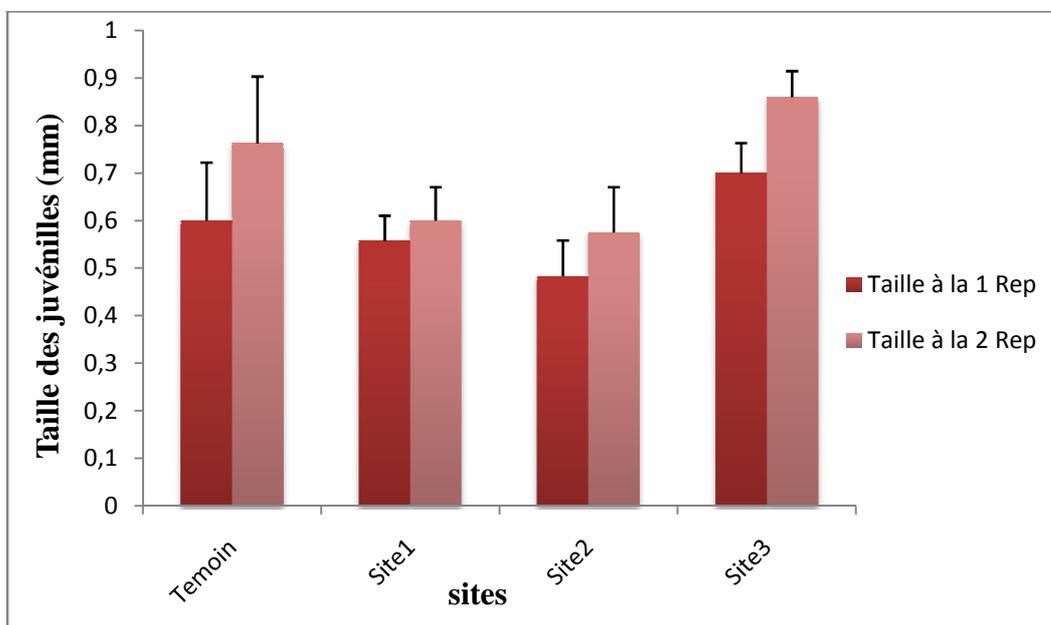


Fig. 22. Variation de la taille des juvéniles à la première et la deuxième reproduction dans les différents sites.

5.2. Discussion :

Cette étude s'applique à la détermination de la toxicité des effluents hospitaliers sur les traits d'histoire de vie chez la daphnie. Cette espèce est sensible à une large gamme de contaminants. Les résultats obtenus dans les différents bio-essais en utilisant *Daphnia magna*, montre que :

✓ La taille des femelles à la première reproduction est affectée légèrement dans le site 1, alors que la réduction est effectivement observable dans le site 2 , La diminution de la taille est la conséquence de l'accélération de la maturité. Cependant dans le site 3 la taille des femelles est supérieure à celle de témoin. Il est clair que les daphnies traitées avec de l'eau provenant des effluents du site 3 est favorable pour leur croissance. ceci rejoint les travaux de Lampert et wolf, (1986), Touati et Samraoui (2002) et Chakri (2007).

✓ La taille des juvéniles à la première reproduction est réduite dans les différents sites. Sous l'effet de la pression exercée sur les individus, l'accélération de la maturité tout en

diminuant la taille devient un avantage pour *Daphnia* qui se reproduit alors avant d'atteindre la taille ou elle devient plus vulnérable aussi pour les prédateurs. Donc la diminution de la taille est une réponse adaptative de l'histoire de vie de *Daphnia magna* lui permettant la survie en présence de substances toxiques dans les effluents hospitaliers.

✓ La longévité ou la durée de vie est sensiblement réduite dans les différents sites par rapport au témoin (Bougueffa et al, 2008; Kortez et al, 2008; Benghorieb et al, 2012). Cela aussi est attribuée à la pollution de ces eaux par les contaminants d'origine agricole, effluents domestiques et industrielles ainsi l'effet anthropique marqué.

✓ La grandeur de ponte moyenne est faible au niveau des sites 1 et 2 par rapport au témoin Ceci pourrait être dû à l'eutrophisation des effluents par des matières organiques. Cependant, elle est un peu élevée au niveau de troisième site a une grandeur de ponte moyenne relative à plus de 9 individus. Au contraire, l'augmentation dans le nombre d'individus peut être due aux conditions défavorables du milieu et qui représente une stratégie d'adaptation à ce milieu.

✓ La diminution du nombre des descendants dans les sites 1 et 2 par rapport au témoin, peut être liée à la contamination de ces sites (effluents hospitaliers et effet anthropique, eau domestique, ...). Cependant dans le site 3 le nombre des juvéniles est supérieure à celle du témoin et aux autre sites étudiés. Cette augmentation peut être due à la composition de milieu (richesse du milieu en Oxygène dissous, ...).

✓ L'âge à la maturité moyen est réduit au niveau des différents sites étudiés par rapport au témoin. Ces résultats sont entièrement similaires à ceux de Touati & Samraoui (2002), Chakri (2007), Bougueffa & Boutalbi (2008), Benghorieb & Siline (2012).

✓ L'âge moyen des juvéniles à la première ponte est légèrement réduit dans les différents sites étudiés par rapport à celui du témoin. Les individus arrivent rapidement à la maturation et donne aussi leur première descendance. Ces résultats sont en accord avec les travaux de Touati & Samraoui (2002), Chakri (2007).

✓ Le nombre de ponte moyen par femelle est un peu élevée chez les daphnies traitées avec de l'eau des effluents comparativement avec le témoin. Cela s'expliquerait par le fait que les daphnies semblent trouver un milieu meilleur pour leur croissance et développement. ceci rejoint les travaux de Touati & Samraoui (2002) sur l'écologie de *Daphnia chevreuxi* et Chakri (2007) sur *Daphnia magna*.

✓ L'intervalle de ponte se situe entre 6 à 7 jours. Cet intervalle est élevé par rapport aux travaux de Touati et Samraoui (2002) et Chakri (2007) où il n'est que de l'ordre de 2-4 jours. Cette augmentation de l'intervalle pourrait être due soit à :

- La toxicité intrinsèque de l'effluent sur la fonction de reproduction en tant que perturbateur endocrinien, sachant que les effluents sont souvent riches en pesticides dont le mode d'action a été largement discuté.
- L'épuisement de l'organisme dans les mécanismes de détoxifications suite aux quels les daphnies se focalisent plutôt sur la conservation de leur intégrité que sur la fonction de reproduction.

Dés résultats portant sur l'effet des effluents hospitaliers sur *Daphnia magna* et dont l'ensemble de ces eaux est rejeté dans l'Oued Seybouse a montré un intervalle de ponte aussi plus large que le nôtre (6-8 jours) (Bougueffa & Boutalbi, 2008).

✓ La taille des femelles et des juvéniles à la deuxième reproduction est supérieure à celle de la première (Touati & Samraoui, 2002; Chakri, 2007).

Enfin, nous pouvons dire que l'utilisation d'un bio indicateur comme *Daphnia magna*, nous a permis la mise en évidence de l'effet des effluents sur les paramètres de cycle de vie cités au préalable, afin de connaître les perturbations survenus enregistrées 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.

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

Conclusion :

Selon Hartmann et *al.* (2005): « Les hôpitaux sont certainement l'un des plus gros producteurs d'effluents chargés chimiquement et non soumis à des règles strictes d'épuration ». Pourtant, aucune étude n'est aujourd'hui parvenue à une caractérisation détaillée (physicochimie, microbiologique et écotoxicologique) de ces effluents, ni à l'évaluation des risques écotoxicologiques liés à leur évacuation (au même titre que les rejets urbains classiques) dans le milieu naturel (Boillot, 2008).

Les résultats obtenus à travers les bio-essais sur *D. magna* (bio indicateur) ; révèlent l'effet des effluents hospitalier sur les traits de cycle de vie. La réduction de la taille des femelles adultes à la première reproduction a été enregistrée dans le site 2, alors que la taille des juvéniles n'est pas affectée dans les sites, elle est inférieure à celle du témoin. Cependant, la longévité a connue une réduction dans les différents sites d'étude. Aussi que, l'intervalle de ponte est raccourci dans le sites 3.

On note également une diminution de la grandeur de ponte dans le site 2 Comparativement avec celle des autres sites .Mais l'âge de la maturité est réduit dans les différents sites, contrairement à celle de témoin.

Egalement, on peut signaler que la taille des femelles et des juvéniles à la deuxième reproduction est respectivement supérieure a celle de la première ponte.

Enfin, au terme de cette étude , nous fixons les perspectives suivantes :

- Il serait plus intéressant de cibler ces substances.
- d'étudier l'effet de ces xénobiotiques in vitro et suivre le devenir de ces molécules dans les écosystèmes aquatiques.

Pour essayer de répondre à ces questions, nous pourrions perpétuer les campagnes de prélèvements sur d'autres sites (CHU, centre anticancéreux, centre de radiologie, laboratoire de recherche, etc.), d'utiliser plusieurs modèles et d'en comparer les résultats.

Références bibliographiques

Afri-Mehennaoui, F.Z. 2006. Evaluation du niveau de contamination par les métaux lourds de différents compartiments d'un écosystème aquatique (eau, sédiments, faune macroinvertébrée, macrophyte) de l'Oued Rhumel et son affluent l'Oued Boumerzoug en zone urbaine (constantine) - 267P.

Amoros, C., 1984. Crustacés cladocères. Associations Française de Limnologie 5 : 72- 150.

Besse JP et Garric J, 2007 Médicaments à usage humain: risque d'exposition sur les milieux récepteurs - Proposition d'une liste de médicaments à usage humain à surveiller dans les eaux de surface continentales. CEMAGREF, Agence de l'Eau RMC. Lyon: 241p.

Blanc A, 1999 Analyse de cycle de vie des filières de traitement des sites industriels pollués. Thèse. Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 209 p.

Bliefert C et Perraud R, 2001 Chimie de l'Environnement: Air, Eau, Sols, Déchets. Editions De Boeck Université. Vol. 1ère Ed. 496p.

Boillot C, 2008 Évaluation des risques écotoxicologiques liés aux rejets d'effluents hospitaliers dans les milieux aquatiques. 266p.

Bougueffa, F & Boutalbi, K., 2008.Étude écologique de l'effet des effluents hospitaliers sur *Daphnia magna*. Mémoire d'ingénieur. Université 08 Mai 1945de Guelma.

Bouledroua, F & Kellout, N. 1997. Polymorphisme enzymatique chez *Daphnia magna* et technique électrophorétique. Mémoire de DES en biochimie. Université Badji Mokhtar-Annaba.

Brooks, J.L., 1957. The systematics of North American *Daphnia*. Mem. Connecticut Acad. Arts Sci. 13: 1-80.

Burns, G.W., 1968. Direct observation of mechanisms regulating feeding behavior of *Daphnia*

in Iakewater. Internat. Bévue Ges. Hydrobiol., 53,1: 83-100.

Cardot, C., 1999 Les traitements des eaux (procédés physico chimiques et biologiques). 247 pages.

Chakri, K, 2007. Contribution à l'étude écologique de *Daphnia magna* (Branchiopoda : Anomopoda) dans la Numidie, et inventaire des grands Branchiopodes en Algérie. Thèse de doctorat d'état ; Université Badji Mokhtar Annaba. **173** p.

Deloffre-Bonnamour N, 1995 Les rejets des établissements de santé : des effluents liquides aux déchets solides. Mémoire de maîtrise - IUP Génie de l'Environnement - Ecodéveloppement - Université Claude Bernard - Lyon 1. Lyon: 75p.

Dielman Ray, w., 1978. a report on hospital effluent problems with low level radionuclides. in Environment international Vol. 1, p. 51 à 53.

Dremont, C & Hadjali, R., 1997. La Gestion des Effluents Liquides en Milieu Hospitalier, Projet DESS "TBH", UTC, pp 30.

Dumont, H.J. & S.V. Negrea, 2002. Introduction to the class Branchiopoda. Guides to the microinvertebrates of the world. H.J. Dumont (ed). Vol. 19. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands. 398 p.

Ebert, D. 2005. Ecology, Epidemiology and Evolution of Parasitism in *Daphnia*.

Emmanuel E, 2004a Évaluation des risques sanitaires et écotoxicologiques liés aux effluents hospitaliers. Thèse INSA de Lyon - Spécialité Sciences et Techniques du Déchet. Lyon: 259p.

Emmanuel E, Hanna K, Bazin C, Keck G, Clement B et Perrodin Y, 2005a Fate of glutaraldehyde in hospital wastewater and combined effects of glutaraldehyde and surfactants on aquatic organisms. Environ. Int., Vol. 31, n° 3, pp. 399-406.

Engelhardt, W. 1998. GudeVigot de la vie dans les étangs, les ruisseaux et lesmares. Edition vigot.p313.

Erlandsson B., MATSSON S., 1978 Medically used radionuclides in sewage sludge. *Water, Air, and Soil Pollution*, Vol. 9, pp. 199-206.

Evens, E. 2004. Evaluation des risques sanitaire et ecotoxicologiques lies aux effluents hospitaliers.

Fent K, Weston AA et Caminada D, 2006 Ecotoxicology of human pharmaceuticals. *Aquatic Toxicol.*, Vol. 76, n° 2, pp. 122-159.

Ferrari B, Garric J, Paxeus N et Pollio A, 2003a Ecotoxicity of 6 pharmaceuticals found in effluent of sewage treatment plants and surface water in Europe : Overview and interest for the current european draft guideline. In: Envipharma, Cemagref, Lyon.

Fryer, G., 1987. Morphology and the classification of the so-called Cladocera. *Hydrobiologia* 145: 19-28.

Fryer, G. 1991. Functionl morphology and the adaptive radiation of the Daphniidae (Branchiopoda: Anomopoda). *Phil. Trans. R. Soc. London B*.331:1-99.

Gartiser St., Brinkler L., Erbe T., Kümmerer K., Willmund R, 1996 Contamination of hospital wastewater with hazardous compunds as defined § 7a WHG. *Acta hydrochim. Hydrobio*, Vol. 24, 2:90-97.

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

Green, J. 1954b. Size and reproduction in *Daphnia magna* (Crustacean: Cladocera).*Proc. Zool. Soc. London* 124:535-545.

Green, J. 1956. Growth,size and reproduction in *Daphnia magna*. *Proc .Zool.Soc. London* 126:173-204.

Haiß A et Kümmerer K, 2006 Biodegradability of the X-ray contrast compound diatrizoic acid, identification of aerobic degradation products and effects against sewage sludge microorganisms. *Chemosphere*, Vol. 62, n° 2, pp. 294-302.

Heberer T, 2002 Occurrence, fate, and removal of pharmaceutical residues in the aquatic environment: a review of recent research data. *Toxicol. Lett.*, Vol. 131, n° 1-2, pp. 5-17.

Hebert, P.D.N., 1980. The genetics of Cladocera. pp. 329-336. In: W.D. Kerfoot (éd.). *Evolution and ecology of zooplankton communities*. University Press of New England, Hanover, New Hampshire.

Jolibois B., Guerber M., Vassal S, 2002 Glutaraldehyde in hospital wastewater. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 42:137-144 .

Korzet, W., Guebailia, W & Bedboudi, N. 2008. L'utilisation de *Daphnia magna* comme bio indicateur de la qualité d'Oued Seybouse .Mémoire d'ingénieur en Ecologie et Environnement. Université 08 Mai 1945- Guelma.

Kümmerer K, Erbe T, Gartiser S et Brinker L, 1998 AOX - Emissions from hospitals into municipal waste water. *Chemosphere*, Vol. 36, n° 11, pp. 2437-2445

Kümmerer K et Helmers E, 2000 Hospital effluents as a source of gadolinium in the aquatic environment. *Environ. Sci. Technol.*, Vol. 34, n° 4 - Washington, DC, United States, pp. 573-577.

Kümmerer K, 2001 Drugs in the environment: emission of drugs, diagnostic aids and disinfectants into wastewater by hospitals in relation to other sources - a review. *Chemosphere*, Vol. 45, n° 6-7, pp. 957-969.

Lampert, W. 1987. Feeding nutrition in *Daphnia*. *Men. Ist. Idiobiol.*45:143-192.

Leprat P, 1998 Les rejets liquides hospitaliers, quels agents et quelles solutions techniques? Les Assise Nationales QUALIBIO 1998 « Santé et Environnement Hospitalier », Caen, p. 10-13.

Lavoué J, Bégin D et Gérin M, 2002 La substitution des solvants par les nettoyants aqueux – Le dégraissage des métaux. IRSST; Université de Montréal. Bilans de connaissances / Rapport B- 064. Montréal: 138p.

Manar, R. 2008. Effets populationnels du chlordane sur les microorganismes crustacés cladocères *Daphnia sp* dans une perspective d'évaluation des risques Thèse de doctorat en Toxicologie de l'environnement. Université Hassan II, Mohammedia, Maroc.

Mansotte F, 2000 Les rejets des établissements de santé. DDAS Seine-Maritime - Synthèse réalisé et complété sur la base du travail de F. Lebrun - Chargé d'études Environnement – Centre hospitalier du havre - CLIN - Club Environnement: 68p.

Mansotte F et Jestin E, 2000 Les rejets liquides des établissements de santé : Caractérisation à la source et impact sur l'environnement marin côtier. AESN, DDASS SEINE MARITIME. 24425 RM. Le Havre: 31p.

Massarin, S. 2010. Etude des effets de l'uranium sur le budget énergétique et la dynamique de population de *Daphnia magna*. Thèse de Doctorat. Université d'Aix-Marseille II, Université de la Méditerranée., France.

Mulhanser, B & Monnier, G. 1995. Guide de la faune et de la flore des lacs et des étangs d'Europe. Eds. De la chaux et Niestlé.

Odokuma LO et Okpokwasili GC, 1997 Seasonal influences of the organic pollution monitoring of the New Calabar River, Nigeria. Environ. Monit. Asses., Vol. 45, n° 1, pp. 43-56.

OECD, 2008. Validation report for an enhancement of OECD TG 211 *Daphnia magna* reproduction test. OECD Series on Testing and Assessment, Number 88. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

Richardson M. L., Bowron J. M, 1985 The fate of pharmaceutical chemicals in the aquatic environment. J. Pharm. Pharmacol., 37:1-12.

Rivière J-L, 1998 Évaluation du risque écologique des sols pollués. Paris : Association RE.C.O.R.D. - Lavoisier Tec&Doc, 230 p.

Rodier J , 1971 La protection des eaux contre la radioactivité. Bulletin de l'Association pharmaceutique française pour l'hydrologie. Paris, 40 p.

Sevrin-Reyssac J., Delsalle F, 1990 Rôle des daphnies sur l'environnement en milieu piscicole. Modalités d'élevage. Laboratoire d'ichtyologie générale et appliquée, muséum d'histoire naturelle de Paris.

Sprehe M, Geißen S-U et Vogelpohl A, 2001 Photochemical oxidation of iodized X-ray contrast media (XRC) in hospital wastewater. Wat. Sci. Technol., Vol. 44, n° 5, pp. 317-323.

Steger-Hartmann T, Lange R et Schweinfurth H, 1999 Environmental Risk Assessment for the Widely Used Iodinated X-Ray Contrast Agent Iopromide (Ultravist). Ecotox. Environ. Safe., Vol. 42, n° 3, pp. 274-281.

Swisher SC, 1991 Surfactant biodegradation. 2nd ed. Decker M. New York: Marcel Decker.

Terra, N. R. & I. R. Feiden, 2003. Reproduction and survival of *Daphnia magna* Strauss, 1820 (Crustacea: Cladocera) under different hardness conditions. Acta Limnol. Bra., 15(2) : 51-55.

Touati, L & Samraoui B. 2002. The ecology of *Daphnia chevreuxi* Richard in Northeast Algeria (Crustacea: Anomopoda). Science & Technologie, Numéro Spécial D.75-81.

Weider, L. J., 1985. Spatial and temporal genetic heterogeneity in a natural daphnia population. Journal of Plankton Research vol. 7, n°1, pp. 101-123.

Zaffagnini, F. 1987. Reproduction in *Daphnia*. Men. Ist. Ital. Idrpbiol.45 :245-284.

Zeman, F. 2008. Étude des effets biologiques de l'uranium et du sélénium seuls et en mélange. Thèse de Doctorat. Université de Montpellier II, France.

Zouaidia, H. 2006. Bilan des incendies de forêts dans l'est Algérien. Thèse de Magister en Ecologie végétale. Université Mentouri-Constantine 125 p.

Tableau .1. Résultats de l'analyse de la variance à un facteur testant l'effet de l'effluent de site 1 sur les paramètres de cycle de vie de *Daphnia magna*.

Les paramètres	DDL	Fobs	P
Taille des femelles à la première ponte	9	0,516	>0.05
Taille des juvéniles à la première ponte	9	0,708	>0.05
Longévité	9	0,248	>0.05
Intervalle de ponte	9	0,439	>0.05
Age à la maturité	9	0,533	>0.05
Age à la première ponte	9	0,190	>0.05
Grandeur de ponte	9	2,799	>0.05
Nombre de ponte/femelle	9	0,382	>0.05
Nombre de descendants par mère	9	0,519	>0.05
Taille des femelles à la deuxième ponte	7	1,136	>0.05
Taille des juvéniles à la deuxième ponte	7	0,677	>0.05

P= probabilité que l'hypothèse nulle est égale à zéro; DDL : degré de liberté;

$$Fobs = C_{m_a} / C_{m_r}$$

Tableau .2. Résultats de l'analyse de la variance à un facteur testant l'effet de l'effluent de site 2 sur les paramètres de cycle de vie de *Daphnia magna*.

Les paramètres	DDL	Fobs	P
Taille des femelles à la première ponte	8	0,508	>0.05
Taille des juvéniles à la première ponte	8	1,223	>0.05
Longévité	9	1,142	>0.05
Intervalle de ponte	8	0,869	>0.05
Age à la maturité	9	0,186	>0.05
Age à la première ponte	8	0,395	>0.05
Grandeur de ponte	8	0,770	>0.05
Nombre de ponte/femelle	8	0,675	>0.05
Nombre de descendants par mère	8	4,753	<0.05
Taille des femelles à la deuxième ponte	7	0,071	>0.05
Taille des juvéniles à la deuxième ponte	7	0,662	>0.05

P= probabilité que l'hypothèse nulle est égale à zéro; DDL : degré de liberté;

$$Fobs = C_{m_a} / C_{m_r}$$

Tableau .3. Résultats de l'analyse de la variance à un facteur testant l'effet de l'effluent de site 3 sur les paramètres de cycle de vie de *Daphnia magna*.

Les paramètres	DDL	Fobs	P
Taille des femelles à la première ponte	8	0,731	>0.05
Taille des juvéniles à la première ponte	8	0,507	>0.05
Longévité	9	1,047	>0.05
Intervalle de ponte	8	0,488	>0.05
Age à la maturité	9	0,278	>0.05
Age à la première ponte	8	0,472	>0.05
Grandeur de ponte	8	1,949	>0.05
Nombre de ponte/femelle	8	0,367	>0.05
Nombre de descendants par mère	8	0,235	>0.05
Taille des femelles à la deuxième ponte	7	0,751	>0.05
Taille des juvéniles à la deuxième ponte	7	1,314	>0.05

P= probabilité que l'hypothèse nulle est égale à zéro; DDL : degré de liberté;

Fobs=Cm_a/Cm_r

Résumé :

Les substances chimiques utilisées dans les hôpitaux pour les activités de soins et de recherche médicale sont pour une part importante retrouvées dans les effluents liquides. Cette forme d'évacuation n'est pas exempte de risques pour les espèces vivantes des écosystèmes qui sont exposés.

Cette étude a permis de montrer qu'il est possible d'évaluer sommairement des risques écotoxicologiques liés au rejet des effluents hospitaliers à l'aide de bio-essais normalisés, l'utilisation de *Daphnia magna* comme bio-indicateur pour évaluer l'effet des effluents sur les paramètres de cycle de leur vie (Taille des femelles à la première reproduction, taille des juvéniles à la première reproduction, intervalle de ponte, âge à la maturité, grandeur de ponte, longévité ...). Les résultats ont montré une réduction dans la taille des femelles à la première ponte, la longévité et l'âge à la maturité et la grandeur de ponte, On note que la taille des juvéniles à la première ponte n'est pas affectée. Cependant, la taille des femelles et des juvéniles à la deuxième reproduction est respectivement supérieure à celle de la première ponte.

Mots clés: Effluents hospitaliers, *Daphnia magna*, bio-indicateur, risques écotoxicologiques, paramètres de cycle de vie.

Abstract :

Chemical substances used in hospital for medical purposes as diagnostics and research reach the wastewater after application. This form of elimination is not exempted of risks for aquatic organisms in contact with the effluents. This study has shown that it is possible to roughly assess the ecotoxicological risks of hospital discharge effluents using standardized bioassays, using *Daphnia magna* as bio indicator to assess the effect of effluents on the parameters of their life cycle (size of females at first reproduction, size of neonates at first reproduction, brood interval, age of maturity, brood size, longevity....). the results showed a reduction in size of females at first reproduction, longevity, age at maturity and the brood size. We have observed also, that the size of neonates at first reproduction is not affected. Therefore, the size of females and neonates at the second reproduction is respectively high than those at the first reproduction.

Keywords : Hospital effluents, *Daphnia magna*, bio indicator, ecotoxicological risk, life cycle parameters.

ملخص :

المواد الكيميائية المستخدمة في المستشفيات لأنشطة الرعاية والأبحاث الطبية هي جزء مهم وجدت في النفايات السائلة. هذا النوع من التفريغ لا يخلو من المخاطر بالنسبة لأنواع الكائنات الحية من النظم الإيكولوجية المعرضة لها. وقد أظهرت هذه الدراسة أنه من الممكن تقريبا تقييم المخاطر السمية البيئية للنفايات السائلة الخارجة من المستشفى باستخدام اختبارات بيولوجية موحدة ، باستخدام برغوث الماء كمؤشر حيوي لتقييم تأثير مياه الصرف على المعلمات من دورة حياتها (قياس الإناث خلال فترة الإنجاب الأولى، قياس المواليد عند الإنجاب الأول، الفرق الزمني بين ولادتين، سن البلوغ، حجم التفريخ، العمرية....). وقد أظهرت النتائج انخفاضا في حجم الإناث عند الولادة الأولى وطول العمر والعمر عند النضج وحجم التفريخ، كما لاحظنا أن حجم المواليد خلال فترة الإنجاب الأولى لا يتأثر . ومع ذلك، فإن حجم الإناث والصغار عند الولادة الثانية على التوالي هو أكبر من حجمهم عند الولادة الأولى .

الكلمات المفتاحية : المجاري الاستشفائية، براغيث الماء، مؤشر بيولوجي، المخاطر السمية البيئية، دورة الحياة.