

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

المعهد الوطني لعلوم البحر و تهيئة الساحل  
INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AMENAGEMENT DU LITTORAL



**Mémoire de Fin d'Études en vue de l'obtention  
du Diplôme d'Ingénieur d'Etat  
en Sciences de la Mer**

**Option : Aquaculture**

**Sujet**

**Contribution à l'étude de la reproduction,  
de la fécondité et de la croissance chez la crevette  
d'eau douce *Caridina multidentata* Stimpson, 1860  
(Crustacea, Decapoda, Atyidea)**

**Présenté par :**

**SEGHOUANI Hamza**

**Soutenu le 24. 06. 2008 devant la commission d'examen formée de :**

Dr HEMIDA F.	Maître de conférences, I.S.M.A.L.	Président
Mr ZOUAKH D.E.	Chargé de cours, I.S.M.A.L.	Rapporteur
Dr BOUAZIZ A.	Maître de conférences, Univ. d'Alger	Examineur
Mr BELHASNET K.	Chargé de cours, I.S.M.A.L.	Examineur

**Promotion 2007 -2008**

# *Dédicaces*

*A celui qui m'a indiqué la bonne voie en me  
rappelant que la volonté fait toujours les grands  
hommes...*

*A mon très cher père*

*A celle qui a attendu avec patience les fruits de sa  
bonne éducation,...*

*A ma très chère mère*

# *Remerciements*

*Au terme de ce travail, je tiens à exprimer mes remerciements les plus sincères à :*

- *Monsieur Farid HEMIDA, maître de conférence à l'ISMAL d'avoir accepté de présider le jury ;*
- *Monsieur Djamel Eddine ZOUAKH, chargé de cours à l'ISMAL, d'avoir accepté mon projet et de m'avoir encadré, suivi, guidé et soutenu. je le remercie pour sa confiance ;*
- *Monsieur Ahmed BOUAZIZ, maître de conférence à l'Université d'Alger (I.N.E.S.S.M.) et chercheur à l'I.S.M.A.L, pour la précieuse aide qu'il m'a apporté, pour m'avoir aidé, soutenu et initié aux logiciels de traitement de données utilisés dans ce travail ;*
- *Monsieur Khaled BELHASNET, chargé de cours à l'ISMAL, d'avoir accepté d'examiner ce travail, ainsi que de m'avoir encouragé et motivé.*

*J'ai une pensée pleine de reconnaissance pour mes enseignants de l'ISMAL.*

# Sommaire

Introduction .....	02
--------------------	----

## Chapitre I : Généralités

1. Systématique .....	04
2. Répartition géographique .....	05
3. Biologie de l'espèce.....	06
4. Description.....	06
5. Régime alimentaire.....	07
6. Comportement .....	08

## Chapitre 2 : Qualité de l'eau

Introduction .....	10
1. Matériel et méthodes.....	10
1.1. Prélèvement des échantillons.....	11
1.1.1. pH .....	11
1.1.2. Oxygène dissous.....	12
1.1.3. Dureté et alcalinité.....	12
1.1.4. Ammonium.....	12
1.1.5. Nitrites et nitrates.....	13
2. Résultats et discussions.....	14
2.1. pH.....	14
2.2. Ammonium et nitrates .....	14
Conclusion .....	15

## Chapitre 3 : Étude de la reproduction

Introduction .....	17
1. Matériel et méthodes.....	17
1.1. Matériel biologique.....	17
1.1.1. Conditions d'expérimentation.....	17
1.1.2. Dispositif expérimentale.....	17
1.1.3. Dimorphisme sexuel.....	18
1.2. Méthodes.....	19
1.2.1. Étude du sex-ratio.....	19
1.2.2. Reproduction.....	20
1.2.3. Fécondité.....	20
A. Méthode de calcul.....	21
B. Méthodes et technique d'étude de la fécondité.....	22
2. Résultats et discussions.....	23
2.1. Étude du sex-ratio.....	23
2.2. Reproduction.....	25
2.2.1. Ponte.....	25
2.2.2. Passage en eau de mer.....	27

2.2.3. Retour en eau douce.....	28
2.3. Alimentation des larves.....	28
2.4. Fécondité.....	29
Conclusion .....	30

## **Chapitre 4 : Étude de la croissance**

Introduction	31
1. Matériel et méthodes.....	31
1.1. Matériel biologique.....	31
1.1.1. Échantillons.....	31
1.1.2. Traitement des échantillons.....	31
1.2. Méthodes.....	32
1.2.1. Principe de la méthode de Bhattacharya.....	34
1.2.2. Étude des paramètres de croissance.....	34
1.2.2.1. Croissance linéaire.....	35
1.2.2.2. Croissance relative.....	35
1.2.2.3. Croissance pondérale.....	37
1.2.3. La mue.....	37
2. Résultats et discussions.....	38
2.1. Clé âge-longueur par la méthode de Bhattacharya.....	38
2.2. Étude des paramètres de croissance.....	41
2.2.1. Croissance linéaire.....	41
2.2.2. Croissance relative.....	44
2.2.3. Croissance pondérale.....	45
2.2. Fréquence des mues.....	46
2.3. Alimentation.....	46
Conclusion .....	47
Conclusion .....	49
Bibliographie.....	52
Annexes.....	56

# Liste des tableaux et des figures

## Tableaux

<b>Tableau I.</b> Détermination de l'ammoniaque libre.....	<b>13</b>
<b>Tableau II.</b> Variation du nombre de mâles et de femelles, le taux de masculinité et de féminité en fonction des classes de taille.....	<b>23</b>
<b>Tableau III.</b> Évolution de la fécondité absolue ( $F_A$ ) en fonction de la longueur totale ( $L_T$ ) chez <i>C. multidentata</i> .....	<b>29</b>
<b>Tableau IV.</b> Fréquences de taille de <i>C. multidentata</i> ; mâles, femelles.....	<b>33</b>
<b>Tableau V.</b> Clé âge-longueur obtenue par la méthode de Bhattacharya.....	<b>38</b>
<b>Tableau VI.</b> Longueurs totales correspondant aux différents âges de <i>C. multidentata</i> ...	<b>38</b>
<b>Tableau VII.</b> Paramètres de l'équation de von Bertalanffy.....	<b>41</b>
<b>Tableau VIII.</b> Résultats obtenus pour la croissance relative.....	<b>44</b>

## Figures

<b>Figure 1.</b> Répartition géographique de <i>C. multidentata</i> .....	<b>05</b>
<b>Figure 2.</b> Anatomie d'une Caridine.....	<b>08</b>
<b>Figure 3.</b> Les kits des réactifs Aquamerck® .....	<b>11</b>
<b>Figure 4.</b> Limite de tolérance des crevettes au pH de l'eau.....	<b>14</b>
<b>Figure 5.</b> <i>Caridina multidentata</i> : 1 : femelle pleine, 2 : femelle normal.....	<b>18</b>
<b>Figure 6.</b> <i>Caridina multidentata</i> : Mâle.....	<b>19</b>
<b>Figure 7.</b> Piluliers pour le stockage des œufs fixés sur support en verre.....	<b>22</b>
<b>Figure 8.</b> Variation des proportions numériques des femelles en fonction des centres (c) la classe de taille des <i>C. multidentata</i> .....	<b>24</b>
<b>Figure 9.</b> Variations des taux de féminité en fonction des classes de taille de <i>C. multidentata</i> .....	<b>25</b>
<b>Figure 10.</b> Nauplius de <i>C. multidentata</i> .....	<b>26</b>
<b>Figure 11.</b> Post-larve de <i>C. multidentata</i> .....	<b>28</b>
<b>Figure 12.</b> Relation d'allométrie entre $F_A$ et $L_T$ chez <i>C. multidentata</i> .....	<b>30</b>
<b>Figure 13.</b> Caractères métriques étudiés.....	<b>32</b>
<b>Figure 14.</b> Exuvie de <i>C. multidentata</i> .....	<b>37</b>
<b>Figure 15.</b> Nuage de points des groupes d'âge (sexes confondus) par la méthode de Bhattacharya.....	<b>39</b>
<b>Figure 16.</b> Décomposition de la distribution de fréquences de tailles de <i>C. multidentata</i> tous sexes confondus en cohortes par la méthode de Bhattacharya.....	<b>39</b>
<b>Figure 17.</b> Nuage de points des groupes d'âge des Femelles par la méthode de Bhattacharya.....	<b>39</b>
<b>Figure 18.</b> Décomposition de la distribution de fréquences de tailles de <i>C. multidentata</i> chez les femelles en cohortes par la méthode de Bhattacharya.....	<b>40</b>
<b>Figure 19.</b> Nuage de points des groupes d'âge des Mâles par la méthode de Bhattacharya.....	<b>40</b>
<b>Figure 20.</b> Décomposition de la distribution de fréquences de tailles de <i>C. multidentata</i> chez les mâles en cohortes par la méthode de Bhattacharya.....	<b>41</b>

<b>Figure 21.</b> Courbe de croissance linéaire standard de <i>C. multidentata</i> .....	<b>42</b>
<b>Figure 22.</b> Courbe de croissance linéaire standard de <i>C. multidentata</i> mâles.....	<b>43</b>
<b>Figure 23.</b> Courbe de croissance linéaire standard de <i>C. multidentata</i> Femelles.....	<b>43</b>
<b>Figure 24.</b> Courbe d'allométrie relation taille-poids de <i>C. multidentata</i> tous sexes confondus.....	<b>45</b>

# *Introduction*

# INTRODUCTION

L'aquaculture croît plus rapidement que tous les autres secteurs de production de chair animale. Selon le dernier rapport de la FAO publié en 2007 (donnée 2005). L'aquaculture des crustacés est une aquaculture à haute valeur ajoutée, 6.3 % en terme de quantité et 20 % en terme de valeur par rapport à la production aquacole mondiale. 26 % de cette aquaculture est produite en eau douce. Cette activité date des années 80; après une certaine stagnation de la production dans les années 90, la progression est actuellement supérieure à 8 % / an.

D'après Vazzoler (1982), en aquaculture, afin d'estimer la capacité reproductive d'une espèce, la connaissance de sa fécondité revêt un caractère important. De plus, ce paramètre peut être aussi utilisé pour déterminer le nombre minimum d'adultes nécessaires à maintenir pour la reproduction et la survie de l'œuf jusqu'à l'âge adulte.

Cependant, Lobão et *al.*, (1986) ont observé que tous les œufs incubés par une femelle sont viables, et quelquefois le nombre de larves éclos peut être inférieur au nombre d'œufs produits. Pour cette raison, il est important d'évaluer la fécondité des femelles, qui est le nombre de larves produites dans la même ponte.

A partir de ces constats, nous nous sommes servis d'une espèce de crevette d'eau douce *Caridina multidentata* comme modèle d'étude où nous nous sommes intéressés aux aspects biologiques de cette espèce (fécondité, reproduction, croissance, alimentation,...) et écologiques (répartition géographique) sans omettre l'approche éthologique.

En effet, nous estimons que ce travail est une contribution à une meilleure connaissance de *Caridina multidentata* qui a été souvent décrite comme "espèce difficile à reproduire", alors qu'il s'agit tout simplement de reproduire au mieux son cycle biologique expérimentalement.

Nous avons également apporté des correctifs concernant le degré de salinité de l'eau nécessaire au développement des larves, où des renseignements erronés à ce sujet ont été rapportés dans la littérature.

Cette espèce qui n'a fait l'objet à notre connaissance d'aucune étude scientifique en Algérie, présenterait un grand intérêt aquacole car s'agit d'un petit crustacé détritivore et nettoyeur pouvant être un très bon auxiliaire de l'aquariophile, mais aussi de l'aquaculteur puisqu'il peut être élevé afin d'être utilisé comme aliment pour poissons carnassiers (Sandre, Black-bass,...) ou alevins de poissons d'élevage (Loup, Daurade, Mulet,..).

Chapitre 1

**Généralités**

## 1. Systématique

Selon Tachet en 2006, la crevette d'eau douce à la position systématique suivante :

<b><u>Domaine:</u></b>	Eukaryota	(Whittaker et Margulis, 1978)
<b><u>Règne:</u></b>	Animalia	(Linnaeus, 1758)
<b><u>Sous-règne:</u></b>	Eumetazoa	
<b><u>Infra-règne:</u></b>	Bilateria	(Hatschek, 1888) Cavalier-Smith, 1983
<b><u>Division:</u></b>	Protostomia	(Grobben, 1908)

- Le blastopore donne la bouche.

<b><u>Infra-Règne:</u></b>	Ecdysozoa	(Aguinaldo et <i>al.</i> , 1997)
<b><u>Super-embranchement:</u></b>	Panarthropoda	
<b><u>Embranchement:</u></b>	Arthropoda	(Latreille, 1829)

- Corps protégé par un exosquelette chitineux. Corps métamérisé et segments articulés entre eux.

<b><u>Sous-embranchement:</u></b>	Crustacea	(Brünnich, 1772)
-----------------------------------	-----------	------------------

- Cuticule incrustée de sels minéraux formant une croûte (50% de CaCO<sub>3</sub> + 5 à 19% de phosphate de Ca et Mg). Larves caractéristiques (nauplii).

<b><u>Infra-embranchement:</u></b>	Crustaceomorpha	(Chernyshev, 1960)
<b><u>Super-classe:</u></b>	Crustacea	(Pennant, 1777)
<b><u>Classe:</u></b>	Malacostraca	(Latreille, 1802)

- 19 paires d'appendices portés par les divers métamères.

<b><u>Sous-classe:</u></b>	Eumalacostraca	(Grobben, 1892)
<b><u>Super-ordre:</u></b>	Eucarida	(Calman, 1904)

- Un exosquelette calcifié. Yeux pédonculés. Les 2 premières paires de pléopodes sont, chez les mâles transformés en organes copulateurs.

<b><u>Ordre:</u></b>	Decapoda	(Latreille, 1802)
----------------------	----------	-------------------

- Uropodes associés au telson qui constituent une palette natatoire en éventail. Certains périopodes portent des pinces.

<b><u>Sous-ordre:</u></b>	Pleocyemata (Natantia)	(Burkenroad, 1963)
---------------------------	------------------------	--------------------

- Corps comprimé latéralement, avec un rostre immobile. Tous les pléopodes sont présents à l'exception des gonopodes, natatoires.

<b><u>Infra-ordre:</u></b>	Caridea	(Dana, 1852)
<b><u>Super-famille:</u></b>	Atyoidea	(Bowman et Abele, 1982)

**Famille:** Atyidae (De Haan, 1849)

- Péréiopodes I et II semblables avec une pince creusée en forme de cuillère et des doigts terminés par des touffes de soies servant à saisir la nourriture. Les espèces de cette famille habitent essentiellement les eaux douces.

**Genre:** *Caridina* (Milne-Edwards, 1837)

**Espèce:** *multidentata* (Stimpson, 1860)

Une équipe de scientifiques de l'université nationale de Singapour, de l'université de Ryukyus et de l'institut national pour les études environnementales (Cai et *al.*, 2006) a étudié six espèces de crevettes japonaises dont le genre *Caridina* et a dénommé la crevette populaire d'Amano *Caridina multidentata*.

*Caridina japonica* a été décrite en 1892 par De Man, cependant, l'étude indique que cette espèce est identique à *Caridina multidentata*, que Stimpson a décrit 32 ans auparavant. Par conséquent, *Caridina multidentata* est un synonyme aîné de *Caridina japonica*. Ainsi, le nom plus récent - *japonica* - a été abandonné et la crevette d'Amano s'appelle actuellement *C. multidentata*.

Les chercheurs ont créé une nouvelle série de néotypes afin d'aider les scientifiques à les identifier plus facilement.

## 2. Répartition géographique



Figure 1. Répartition géographique de *C. multidentata*.

Comme sa précédente dénomination l'indique, elle est originaire du Japon, plus particulièrement du fleuve Yamato où la température varie entre 15 et 30°C selon la saison et la dureté (TH) varie également. Ces crevettes montrent une large capacité d'adaptation dans ces milieux (fig. 1).

Certaines sources citent sa présence à Taiwan et en Corée, sans préciser pour autant si elle est autochtone ou allochtone (Champagne, 2008).

### **3. Biologie de l'espèce**

La constitution générale des crevettes ne diffère pas de celle des autres décapodes, qui est caractérisée généralement par un corps constitué de 19 segments, couvert d'une carapace. Chaque segment possède une paire d'appendices, bien que ceux-ci soient parfois difficiles à identifier comme tels au premier regard.

Les cinq premières paires sont articulées ; ce sont les péréiopodes, les suivantes sont plus rudimentaires et forment des sortes d'écaillés mobiles sous la "queue".

Les deux premières paires de péréiopodes forment souvent des pinces. Elles servent à l'alimentation ainsi qu'à la défense contre d'éventuels prédateurs et adversaires et à la parade autour du partenaire femelle.

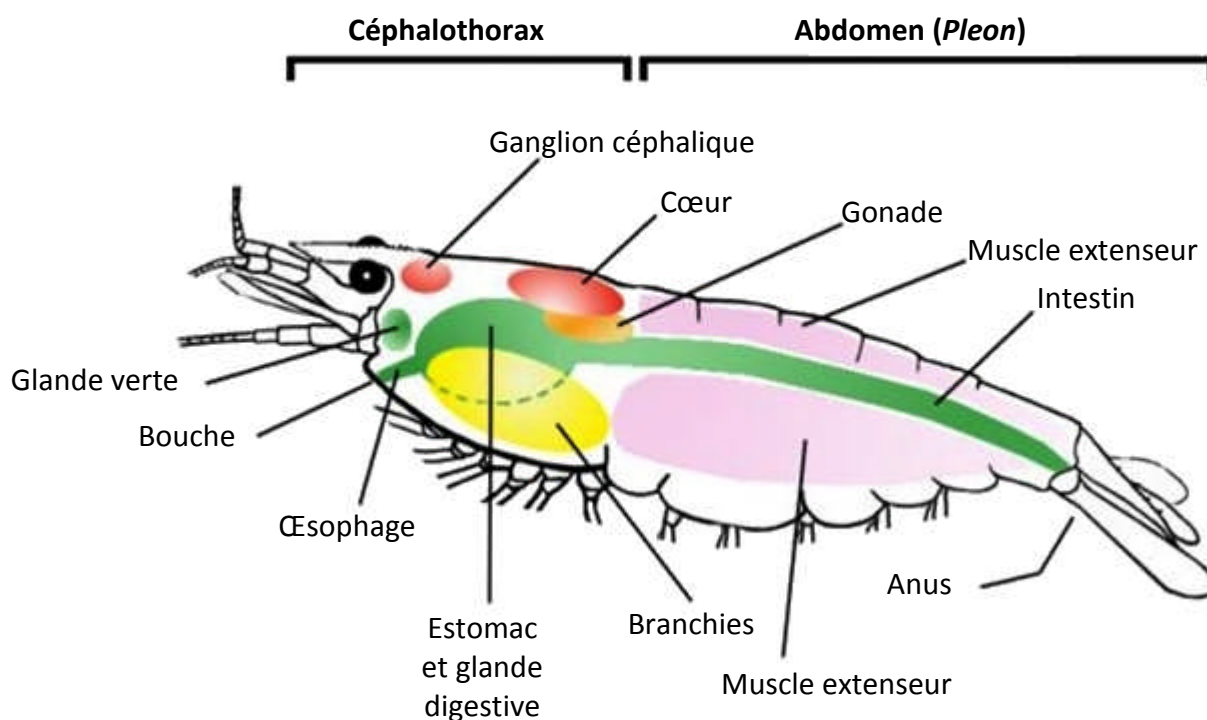
Parfois, ces pinces sont couvertes de soies en éventail qui permettent aux crevettes de s'alimenter. Les trois paires suivantes servent au déplacement au sol. Les pléopodes (appendices situés sous la queue et servant à la nage) servent aux femelles à l'accueil des œufs après la ponte, où ils incubent jusqu'à éclosion. Chez les mâles, les deux premières paires de pléopodes remplissent la fonction d'organes de copulation.

Lors de la ponte, qui intervient au printemps en milieu naturel, les larves dérivent au gré du courant jusqu'aux estuaires et aux marais côtiers où l'eau douce du fleuve se mêle à l'eau de mer.

Le développement larvaire et les premières mues s'effectuent en eau saumâtre avant que les jeunes crevettes, devenues capables de nager, remontent le courant pour rejoindre les eaux douces où elles ont été pondues (Champagne, 2008).

### **4. Description**

Corps translucide, grisâtre, verdâtre à brunâtre, la coloration varie en fonction du milieu et du régime alimentaire. Plusieurs alignements de points foncés s'étendent parallèlement sur le corps, depuis la tête jusqu'à la queue. Une ligne opaque plus claire, blanchâtre, s'étend sur le dos de la tête à la queue, parfois soulignée d'une ligne plus foncée de part et d'autre. *Caridina multidentata* est dépourvue de pinces (fig. 2).



**Figure 2.** Anatomie d'une Caridine.

Comme toutes les crevettes, elle mue. La taille varie de 4 à 5 cm environ, les mâles restent plus petits et plus fins que les femelles. Ces dernières présentent une cavité importante située sous l'abdomen se prolongeant afin d'assurer une protection des œufs qui sont maintenus entre les pléopodes jusqu'à l'expulsion des larves. Chez les mâles, les pléopodes ne forment pas de cavité sous l'abdomen (Champagne, 2008). Certaines descriptions font état d'une forme différente des taches chez les deux sexes.

## 5. Régime alimentaire

Réputée pour son appétit pour les algues, c'est d'ailleurs pour cette raison qu'elle est tant appréciée, cependant, son régime alimentaire est diversifié comme la plupart des autres crevettes et crustacés. Elle se nourrit de divers déchets organiques qu'elle peut trouver au fond (déjections, restes de nourriture).

## 6. Comportement

Dans son milieu naturel, *Caridina multidentata* est un animal grégaire vivant par bancs de plusieurs centaines d'individus. En revanche, en captivité, nous n'avons pas remarqué cet instinct grégaire, ce qui s'expliquerait par le faible nombre d'individus que nous avons fait cohabiter, ou encore par l'absence de prédateurs.

Ce sont des crevettes qui ne posent aucun problème de cohabitation notable : elles peuvent cohabiter avec d'autres crevettes (Néocardina, bee shrimp, crystal red,...). Elles sont peu farouches lorsqu'elles sont en présence de poissons peu agressifs (guppy, xipho, scalaire,...). Dans ce cas, elles n'hésitent pas à sortir nager pour chercher de la nourriture.

Elles sont très paisibles la plupart du temps, passant leurs journées à parcourir le sol et le décor et à se nourrir de déchets organiques qui s'y déposent, mais il leur arrive ponctuellement de nager frénétiquement tout autour de l'aquarium, se heurtant aux plantes.

Lorsque les mâles sont agités, il s'agit probablement d'une femelle prête à s'accoupler et qui a libéré ses phéromones. Par contre, si les mâles et les femelles sont identiquement frénétiques, cela pourrait s'expliquer de deux façons :

- Si on vient de faire un changement d'eau, l'eau nouvelle semble déclencher leur instinct migratoire.
- Sinon, il s'agirait d'un poisson mort dont le cadavre excite leur appétit de charognards.

Chapitre II

**Qualité de l'Eau**

## Introduction

Les crevettes sont des animaux aquatiques, par conséquent, l'eau est leur milieu de vie exclusif. Ils doivent y retrouver toutes les conditions qui sont essentielles à leur survie et à leur croissance (nourriture, température, oxygène, etc.). Par ailleurs, les familles et les espèces de crevettes ont toutes des besoins spécifiques. Les Atyidés habitent les lacs et les cours d'eau tempérés dans les milieux naturels peu productifs (oligotrophes) et non pollués. Il faut donc fournir à ces crevettes, pour leur élevage, une eau de qualité adéquate.

La connaissance de la biologie des Atyidés et les modalités de la pisciculture intensive ont permis de déterminer les qualités physico-chimiques de l'eau qui doivent être respectées pour obtenir de bonnes performances d'élevage. Globalement, les modifications de la qualité de l'eau résultant de l'élevage sont les suivantes :

- augmentation de la température en été et diminution de la température en hiver ;
- augmentation de la concentration en oxygène ;
- augmentation de la concentration des matières en suspension (MES) ;
- augmentation de la concentration de l'ammoniac ( $\text{NH}_3^- \text{NH}_4^+$ ) ;
- diminution du pH.

## 1. Matériel et méthodes

Afin d'effectuer un suivi physico-chimique régulier de l'eau d'élevage, nous avons utilisé les kits de réactifs chimiques de marque Aquamerck®. A l'aide des réactifs livrés dans un petit coffret (Fig. 3) et en suivant le protocole indiqué sur le prospectus, nous avons pu déterminer le pH, la dureté totale, la dureté carbonatée, l'ammonium, les nitrites et les nitrates.

Les résultats obtenus par cette méthode bien qu'ils soient moins rigoureux que ceux des méthodes analytiques classiques, peuvent cependant être considérés comme suffisamment indicateurs de la qualité physico-chimique de notre milieu d'élevage.

La température, quant à elle, est mesurée à l'aide d'un thermomètre submersible.



Figure 3. Les kits des réactifs Aquamerck®.

## 1.1. Prélèvement des échantillons

Les échantillons d'eau des bacs d'élevage sont prélevés avec une seringue de 5 ml, à une profondeur de 10 à 20 cm.

### 1.1.1. pH

Le pH est un paramètre qui donne une indication sur la stabilité du milieu. Les variations du pH traduisent des actions biologiques des phénomènes thermiques et chimiques qui ont lieu dans l'eau.

En cours d'élevage, une fois l'activité biologique installée, le phytoplancton est le premier responsable des variations de pH. Pendant la journée, la photosynthèse fait augmenter le pH, puis celui-ci baisse pendant la nuit en absence de lumière.

L'amplitude et la vitesse de variation du pH dépendent de la densité du phytoplancton et du pouvoir tampon de l'eau, c'est-à-dire de la teneur en ions carbonates ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) et bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ). A l'inverse, dans des eaux plus minéralisées, le pH est plus stable.

- **Mesure du pH** : La mesure du pH s'est faite en fin d'après midi, au moment où sa valeur est la plus élevée. Elle a été effectuée par la méthode colorimétrique : On verse un réactif dans l'eau à analyser et la coloration obtenue est comparée à une échelle de teintes correspondant à des valeurs de pH. La précision est de 0,3 point pH.

### 1.1.2. Oxygène dissous

La solubilité de l'oxygène dépend surtout de la température mais aussi de la pression atmosphérique. Cette solubilité correspond à la concentration obtenue lorsque l'eau et l'air sont en équilibre. Vu que l'oxymètre était défectueux, nous n'avons pas pu mesurer le taux d'oxygène dissous dans l'eau, cependant, nous avons pu assurer une bonne oxygénation à l'aide d'une pompe à air.

### 1.1.3. Dureté et alcalinité

Dans le langage courant, la dureté d'une eau est sa teneur en calcium et en magnésium. Elle s'exprime en mg par litre d'équivalent carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ).

L'alcalinité mesure essentiellement la teneur en ions carbonates ( $\text{CO}_3$ ) et bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ) exprimés en mg/l d'équivalent carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ). Ces ions ayant la capacité d'atténuer les variations du pH, on parle alors de pouvoir tampon, très utile pour l'élevage.

Dans la plupart des eaux, les valeurs de la dureté et de l'alcalinité sont proches, voire équivalentes ; le composé le plus fréquent est le carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ).

Le calcium est un élément important dans la physiologie de la crevette et intervient notamment dans le durcissement de la carapace après la mue. La croissance est optimale entre 20 et 150 mg/l d'équivalent  $\text{CaCO}_3$ . Lorsque la dureté est inférieure à 20 mg/l, le temps de durcissement de la carapace augmente. Les animaux mous sont plus sensibles aux variations de la qualité du milieu, aux agressions de leurs congénères et au passage du filet. Par leur aspect, ils sont moins facilement commercialisables. L'excès de calcium est également préjudiciable à la crevette. On considère que la croissance peut être affectée au-delà de 150 mg/l (Griessinger et *al.*, 1991).

#### - Mesure de la dureté et l'alcalinité

- **Analyses chimiques**

Alcalinité totale **T.A.C** (Carbonates-bicarbonates).

Dureté totale **T.H** (Calcium-magnésium).

Le dosage de l'alcalinité s'est effectué par une analyse chimique ; la titration. Sa précision est suffisante, mais diminue avec l'abondance de la matière en suspension.

### 1.1.4. Ammonium

L'ammonium, les nitrites et les nitrates sont des indicateurs typiques de la pollution d'une eau. De plus, de faibles concentrations en ammoniacque (à pH élevé) et en nitrites sont toxiques pour les crevettes.

L'ammoniac se présente sous deux formes dans l'eau, l'ammoniac gazeux non ionisé ( $\text{NH}_3$ ) et l'ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ).

La forme  $\text{NH}_3$  est un gaz incolore qui possède une odeur piquante bien distincte (CCME, 1987).

L'ammoniaque se forme lors de la dégradation des protéines végétales et animales ; dans le milieu, il est donc lié à la présence de la nourriture inutilisée, d'urines et d'excréments. Selon les conditions régnant dans l'eau, de l'ammonium / ammoniaque peut s'accumuler ou encore subir l'action des bactéries pour être transformé en nitrites et nitrates par fixation d'oxygène.

**Ammoniaque libre**

Une fois la concentration totale en ammonium déterminée, on pourra, en faisant intervenir le pH, calculer la proportion d'ammoniaque libre (Tab. I).

**Tableau I.** Détermination de l'ammoniaque libre.

pH	Ions ammonium	Ammoniaque libre
6	100	0
7	99	1
8	96	4
9	75	25
10	22	78

La pollution ammoniacale est la contrainte la plus grave en aquaculture et plus particulièrement pour les eaux à pH élevé. Le procédé d'épuration par la nitrification bactérienne dans un filtre biologique doit être utilisable pour la production des crevettes (Belaud, 1996).

**1.1.5. Nitrites et nitrates**

Les nitrites sont les sels de l'acide nitreux. L'acide nitreux est un acide instable de formule  $\text{HNO}_2$ . Les nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) et les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) sont des formes oxydées de l'azote ammoniacal. Ils sont produits par des bactéries aérobies qui oxydent l'ammoniac dissous dans l'eau. Les bactéries *Nitrosomonas* transforment d'abord l'ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) en nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ), ensuite les bactéries *Nitrobacter* transforment à leur tour les nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) en nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ). Le nitrate est la forme la plus stable de l'azote.

## 2. Résultats et discussions

### 2.1. pH

Ce qui compte beaucoup pour le pH en pisciculture, c'est sa stabilité. Les crevettes sont adaptées à une valeur moyenne de pH et supportent mal de fortes et brusques variations de celui-ci (Huet, 1970). Les conditions biologiques sont bien meilleures dans une eau à pH sensiblement constant que dans une eau subissant des variations importantes.

La plus haute valeur enregistrée est de **8** alors que **6,8** était la plus basse pour le bac principal. Pour les bacs de ponte, le pH oscillait autour de **7,5** ce qui est favorable aux élevages aquatiques. Les limites de tolérance de la crevette sont ainsi schématisées dans la figure suivante :

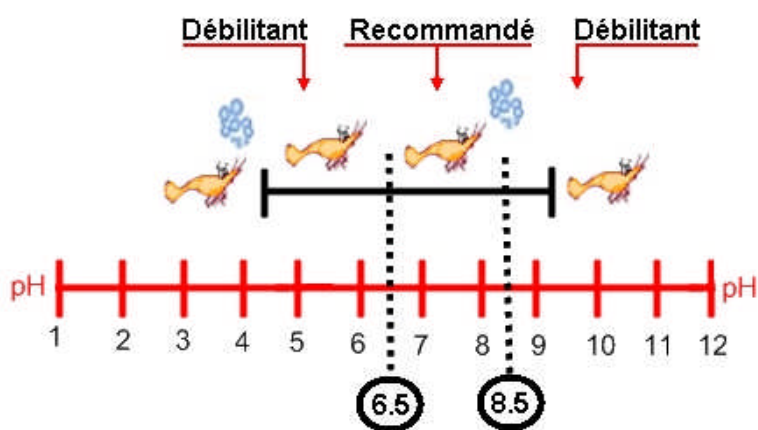


Figure 4. Limite de tolérance des crevettes au pH de l'eau.

### 2.2. Ammonium et nitrates

Les variations enregistrées pour ces paramètres restent largement inférieures aux taux de toxicité, notamment en ce qui concerne les bacs de reproduction.

Le pH optimum pour la nitrification est d'environ 8,0 et l'activité diminue rapidement en-dessous de pH 7,0 (CCME, 1987).

Dans notre cas, un pH acceptable, un bon taux de renouvellement d'eau ainsi que la propreté des bacs d'élevage ont contribué à la diminution des risques associés à l'ammoniac.

**Conclusion**

Bien que les crevettes d'élevage, du fait de leur domestication, soient plus tolérantes aux conditions d'eau que les crevettes sauvages, des limites extrêmes ne doivent pas être dépassées, au-delà desquelles l'eau devient impropre à l'élevage.

En effet :

- les Caridines peuvent être considérées comme thermophiles puisqu'elles supportent de larges amplitudes thermiques allant de 15 à 30°C ;
- supportent aussi une dureté variant de 4 à 35 TH, cependant les eaux relativement « dures » sont préférables à leur élevage ;
- elles tolèrent également des variations de pH allant de 4,5 à 9,2 avec un pH optimum de 7;
- elles sont peu sensibles à l'ammoniaque et à l'ammonium, par contre, très sensibles à la présence de cuivre et de métaux lourds dans l'eau d'élevage.

Chapitre III

Étude

de la reproduction

## Introduction

La littérature décrit *Caridina multidentata* comme une espèce "difficile à reproduire", se bornant le plus souvent à évoquer rapidement son cycle reproductif passant par une phase marine, et donnant parfois des renseignements erronés notamment sur le degré de salinité de l'eau nécessaire au développement des larves.

Il est indispensable pour bien mener une reproduction de respecter le cycle biologique de *Caridina multidentata* dans son milieu naturel et d'essayer au mieux de le reproduire.

## 1. Matériel et méthodes

### 1.1. Matériel biologique

Les crevettes ont été gracieusement offertes par un revendeur d'animaux d'aquariophilie, elles ont été maintenues dans un bac bien planté avec une alimentation abondante.

#### 1.1.1. Conditions d'expérimentation

Un lot de 80 individus a été prévu pour l'expérimentation. Ces individus ont été installés dans un aquarium de 300 l. Au fur et à mesure, on procède à la séparation des femelles ovigères dans des bacs de 20 l.

Tous les aquariums utilisés sont soumis aux mêmes conditions physico-chimiques (température, oxygène dissous, pH...). La ration alimentaire est également identique.

#### 1.1.2. Dispositif expérimental

Pour toute la durée de l'expérience, nous avons utilisé un dispositif expérimental composé d'aquariums équipés. En effet, chaque femelle ovigère est placée dans un aquarium en verre d'une capacité de 20 l (Annexe I). Chacun de ces aquariums est muni d'un aérateur pour la réoxygénation de l'eau, d'une pompe reliée à un filtre à compartiment qui sert à débarrasser l'eau des matières en suspension et d'un thermostat qui permet de régler la température et de la garder constante (28 °C).

Pour le suivi de l'expérience, nous nous sommes servis d'une balance électronique de 0,001 g précision, d'un scalpel, d'une curette, d'une loupe binoculaire, d'une grande et d'une petite époussette pour la pêche des crevettes, d'un tamis à artémia, ainsi que de plusieurs piluliers pour le stockage des œufs récupérés.

**1.1.3. Dimorphisme sexuel**

Sur le plan morphologique, il y a quelques différences entre les mâles et les femelles, à commencer par la différence de taille : environ 3 cm pour le mâle et 5 cm pour la femelle. La femelle dispose d'une cavité sub-abdominale importante destinée à recevoir les œufs, cette cavité reste très visible même lorsqu'elle ne porte pas d'œufs. Autre différence, le motif formé par les points noirs sur les flancs : sur les mâles ceux-ci sont bien ronds, distincts et régulièrement espacés sur les flancs, alors que sur la femelle les points ont tendance à s'allonger et à former des lignes plus ou moins continues.

Mais la différence la plus remarquable se manifeste lorsque la femelle est gravide, car on voit alors très nettement la masse d'œufs, plus ou moins sombre selon l'éclairage, à l'intérieur de son abdomen transparent, entre ses organes natatoires (pléopodes) situés en dessous de l'abdomen. Chez la femelle, ils servent aussi à brasser et à oxygéner les œufs (Fig. 5 et 6). Idrissi et Salman (2005) ont signalé que chez le mâle, ceux situés le plus en avant servent aussi à canaliser leur semence lors de l'accouplement, et sont par conséquent, plus longs que chez la femelle.



**Figure 5.** *Caridina multidentata* : 1 : femelle pleine, 2 : femelle normale.



Figure 6. *Caridina multidentata* : Mâle.

## 1.2. Méthodes

### 1.2.1. Étude du sex-ratio

La proportion des sexes ou sex-ratio est, comme la fécondité, une caractéristique de l'espèce dont les variations sont parfois en relation avec le milieu. Par la diversité de leurs mécanismes d'ajustement en réponse aux conditions variables de vie, ces deux paramètres contribuent simultanément au maintien, dans une certaine limite, de la capacité reproductrice de l'espèce et par là à sa pérennité (Kartas et Quignard, 1984).

Le sex-ratio est un indice qui désigne la proportion des individus de chaque sexe d'une population d'une espèce donnée ; le sex-ratio ou proportion des sexes ou encore répartition numérique des sexes s'exprime, sous différentes formes (Kartas et Quignard, 1984) :

$$\text{Taux de féminité} = [F / (F + M)] \times 100.$$

$$\text{Taux de masculinité} = [M / (F + M)] \times 100.$$

**Rapport M/F**

$$\text{Nombre de mâles pour 100 femelles} = [M/F] \times 100.$$

Avec :

**F** : nombre de femelles.

**M** : nombre de mâles.

- **Variation du sex-ratio par taille :**

La variation du sex-ratio par taille est calculée pour chaque classe de taille. On déterminera le taux de féminité.

### 1.2.2. Reproduction

La reproduction de cette espèce est qualifiée de reproduction à développement indirect. Au moment où la femelle est prête à être fécondée, elle attire de nombreux mâles, qui vont la pourchasser et constituer une sorte de grappe en s'accrochant à elle, mais seul l'un d'entre eux réussira à la féconder (Champagne, 2008).

Après fécondation, la femelle transfère les œufs sous son abdomen où a lieu l'incubation, contrairement aux Pénéidés qui libèrent des milliers d'œufs en pleine eau après la fécondation (FAO, 1981). Si les œufs ne sont pas fécondés, ils tombent immédiatement. Les œufs étant sous l'abdomen, la femelle fait des mouvements continuels avec ses pattes pour les aérer.

L'éclosion donne naissance à de minuscules larves qui vont dériver en milieu naturel avec le courant pour rejoindre l'eau saumâtre des estuaires ou l'eau de mer des océans, et poursuivre les différentes étapes de la métamorphose.

La larve ne ressemble pas à une crevette adulte et ne possède pas encore tous les membres qui caractérisent les adultes. Elle ne peut pas marcher, elle fait partie des organismes pélagiques.

Les différents stades de métamorphose sont les suivants :

Nauplius, Métanauplius, Protozoés, Zoés et Mysis, ce sont les 5 stades planctoniques. Ils ont lieu en eau salée (eau de mer).

Aux stades suivants, on parle de post-larve ensuite de juvénile. Il s'agit d'une crevette ressemblant de plus en plus aux adultes et passant à une vie benthique. La crevette poursuit sa vie en eau douce où elle continuera sa croissance, et pourra à son tour se reproduire une fois la maturité sexuelle atteinte. Il s'écoule environ 40 jours chez *Caridina multidentata*, entre la naissance des larves et leur développement final au stade juvénile apte à la vie en eau douce. Les techniques de transfert d'un milieu à l'autre sont difficiles à mettre en place; elles exigent une bonne connaissance et surtout de la rigueur.

### 1.2.3. Fécondité

La fécondité peut être définie sommairement, selon les termes de Roule (*in* Bouaziz, 2007), comme étant la capacité féconde ou la puissance prolifique qui permet aux animaux de pulluler.

La fécondité est le nombre d'œufs émis par une femelle et par éclosion (Santos *in* Da Silva, 2004). Toutefois, Bond & Buckup (1982) ont défini la fécondité comme étant le nombre d'œufs pondus par éclosion retrouvés adhérents aux pléopodes de la femelle.

Dans le présent travail, nous avons tenu compte de cette dernière définition. Parmi les différents types de fécondité, seule la fécondité individuelle (absolue) a été retenue pour la présente étude.

➤ **La fécondité individuelle dite absolue :**

Elle correspond au nombre d’ovocytes mûrs présents dans les ovaires juste avant la ponte (Bagenal *in* Bouaziz, 2007). Aboussouan et Lahaye (*in* Bouaziz, 2007) mentionnent que chez les poissons, l’évaluation du nombre d’ovocytes mûrs est relativement facile à faire si le géniteur mûrit globalement et simultanément ses ovocytes, c’est à dire s’il est isochrone.

Dans une autre définition, la fécondité absolue est considérée comme étant le nombre d’ovocytes dont le diamètre constitue la distribution modale la plus élevée en période pré-ovulatoire (Fontana et Le Guen, 1969).

Dans notre cas, la fécondité individuelle a été déterminée à partir des œufs comptés manuellement. Les données se référant à la longueur totale, longueur du céphalothorax, longueur de l’abdomen, qui ont été rapportées au moyen d’un pied à coulisse (0.05 mm de précision), le poids des femelles à l’aide d’une balance de précision 0.001 g et le nombre d’œufs déterminé par observation sous loupe binoculaire.

Pour l’estimation de la fécondité absolue, plusieurs femelles pleines ont été séparées au fur à mesure, seules 15 d’entre elles ont été prises en compte.

**A- Méthode de calcul**

• **Intervalle de confiance**

L’observation d’une moyenne **m** sur un petit échantillon de **n** cas permet d’assigner à la moyenne inconnue **μ** l’intervalle de confiance à 95% :

$$\mu = m \pm \frac{tS}{\sqrt{n}}$$

Avec : **m** : nombre d’œufs moyen.

$$\frac{tS}{\sqrt{n}} = \text{Précision}$$

Avec : **t** : Table de *t* avec  $\alpha = 5\%$ . (Fisher et Yates *in* Schwartz et *al.*, 1986)

**S** : L’écart type.

**n** : Nombre d’individus.

L’échantillon et **t** la valeur donnée par la table de *t* pour le nombre de degrés de liberté ( $n - 1$ ) et le risque 5% (Schwartz et *al.*, 1986).

**B- Méthodes et techniques d'étude de la fécondité**

- **Prélèvement**

La récupération des œufs s'effectue juste après l'apparition des deux points noirs (yeux) sur les œufs. On récupère alors les œufs sans sacrifier les individus. Deux méthodes ont été utilisées, la première consiste à aspirer les œufs à l'aide d'un tuyau, cette méthode ne permet pas la récupération totale des œufs. La deuxième méthode qui s'est avérée plus efficace consiste à retirer la femelle, la mettre sur une planche lisse avec du papier absorbant mouillé couvrant le céphalothorax laissant seulement l'abdomen à l'air libre. À l'aide d'un scalpel et d'une curette, les œufs seront prélevés de l'abdomen (méthode personnelle).

- **Comptage manuel**

Le comptage des œufs dissociés se fait manuellement sous loupe binoculaire dans une boîte de Pétri. Ceux-ci baignent généralement dans de l'eau sans trop flotter, cela permet en même temps de mesurer le diamètre des œufs (Kartas et Quignard, 1984).

- **Conservation**

Après comptage, nous avons conservé les œufs dans des piluliers contenant du formol à 5%. Ces piluliers ont été placés sur un support en verre que j'ai confectionné à cet effet.



**Figure 7.** Piluliers pour le stockage des œufs fixés sur support en verre.

2. Résultats et discussion

2.1. Étude du sex-ratio

- Évolution du sex-ratio en fonction de la taille

Dans le tableau II, sont consignés, pour chaque classe de taille (1mm) de *Caridina multidentata*, le nombre de mâles et de femelles, le taux de féminité, le taux de masculinité, ces résultats sont illustrés aussi par la figure 8.

**Tableau II.** Variation du nombre de mâles et de femelles et le taux de féminité en fonction des classes de taille en millimètre.

Classes	Nb. Mâles	Nb. Femelles	F/(M+F)*100
[20,5 - 21,5[	13	0	0
[21,5 - 22,5[	32	0	0
[22,5 - 23,5[	36	0	0
[23,5 - 24,5[	24	10	29,412
[24,5 - 25,5[	23	16	41,025
[25,5 - 26,5[	16	15	48,387
[26,5 - 27,5[	22	31	58,490
[27,5 - 28,5[	30	20	40
[28,5 - 29,5[	35	28	44,445
[29,5 - 30,5[	22	37	62,712
[30,5 - 31,5[	5	38	88,3720
[31,5 - 32,5[	0	33	100
[32,5 - 33,5[	0	32	100
[33,5 - 34,5[	0	30	100
[34,5 - 35,5[	0	20	100
[35,5 - 36,5[	0	13	100
[36,5 - 37,5[	0	15	100
[37,5 - 38,5[	0	20	100
[38,5 - 39,5[	0	20	100
[39,5 - 40,5[	0	7	100
[40,5 - 41,5[	0	0	0
[41,5 - 42,5[	0	0	0
[42,5 - 43,5[	0	0	0
[43,5 - 44,5[	0	0	0
[44,5 - 45,5[	0	3	100
[45,5 - 46,5[	0	5	100
[46,5 - 47,5[	0	8	100

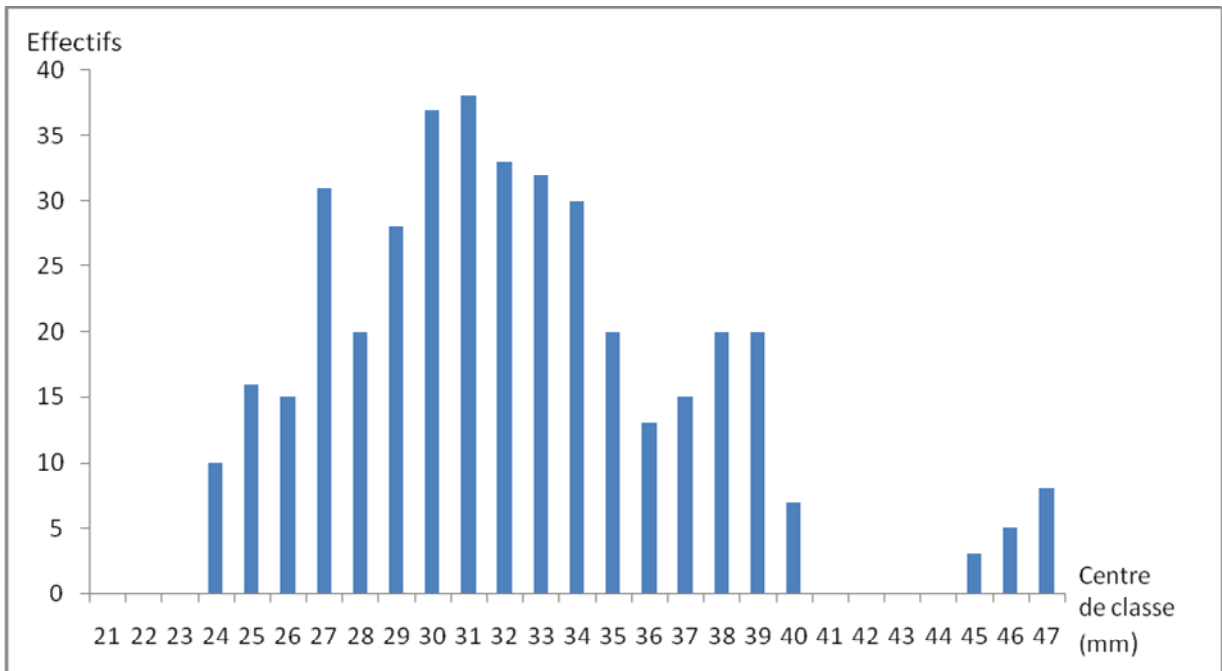


Figure. 8. Variation des proportions numériques des femelles en fonction des centres de la classe de taille chez *C. multidentata*.

L'analyse de cet histogramme met en évidence :

- l'absence des femelles dans les 3 premières classes (dont les centres de classes sont respectivement 21 – 22 – 23 mm), avec un taux de masculinité de 100% ;
- dans les classes 24, 25 et 26, l'effectif des mâles commence à diminuer avec un taux de masculinité variant entre **70,58** et **51,62 %**, en même temps que celui des femelles commence à augmenter avec un taux de féminité variant entre **29,42** et **48,38%** ;
- dans les classes qui suivent, l'effectif des mâles continue à diminuer progressivement, tandis que celui des femelles augmente parallèlement ;
- les proportions des sexes changent en faveur des femelles tout au long des autres classes, alors que la proportion des mâles diminue jusqu'à leur disparition à partir de la douzième classe c'est-à-dire au 32<sup>ème</sup> centre de classe. On peut expliquer ceci par rapport à un dimorphisme sexuel observé au niveau de la taille ou les femelles atteignent toujours les plus grandes tailles.

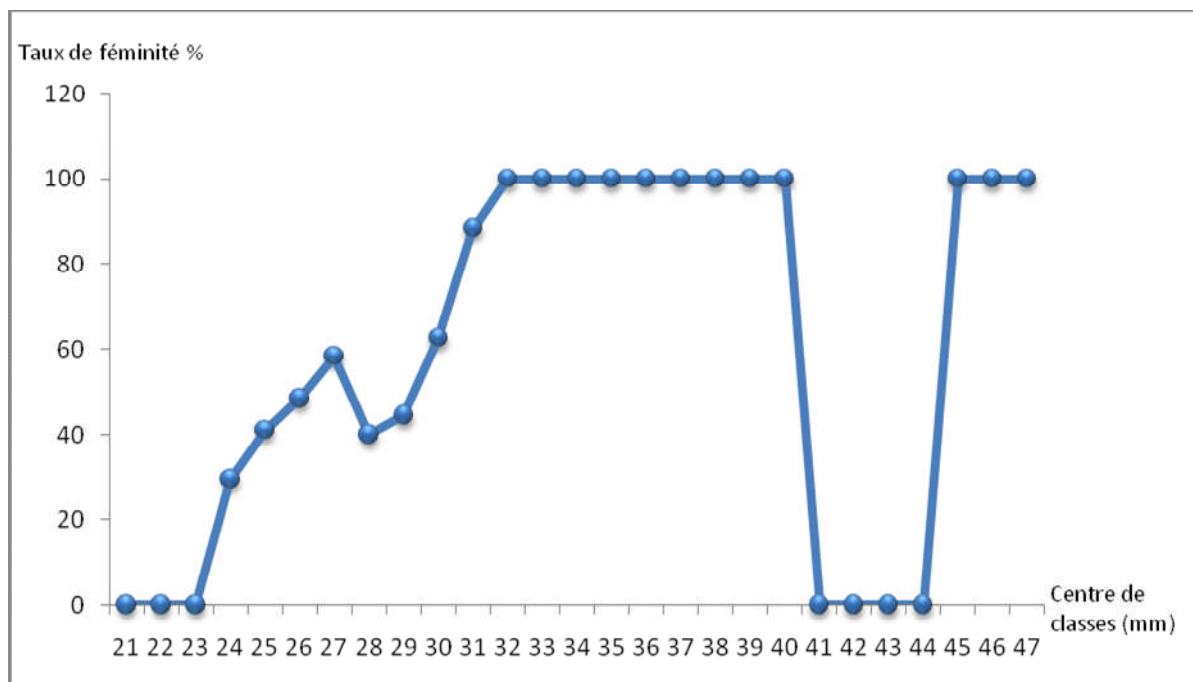


Figure 9. Variations des taux de féminité en fonction des classes de taille de *C. multidentata*.

Ces résultats seraient liés à un dimorphisme sexuel significatif enregistré au niveau de la taille maximale, toujours atteinte par les femelles.

Une précédente étude réalisée à l'ISMAL en 2007 par Boukhari et Oumoussa sur un autre Atyidé (*Atyaephyra desmaresti*), a révélé des résultats tout à fait comparables, à savoir que la variation du sex-ratio en fonction des classes de taille montre une dominance significative des mâles au niveau des petites classes de taille. Cette dominance s'inverse progressivement au profit des femelles dans les classes de taille supérieure, pour devenir totale au niveau des cinq dernières.

## 2.2. Reproduction

### 2.2.1. La ponte

Pour ce faire, il fallait sélectionner les femelles ovigères et les isoler pendant quelques semaines dans des bacs individuels remplis d'eau du bac d'origine et maintenus à une température avoisinant 27-28°C, afin d'éviter à la crevette déplacée de subir un choc thermique.

Le délai d'incubation est variable selon le degré de maturation des œufs portés par la femelle. A **28°C**, la ponte aura lieu **3 semaines** après fécondation. On peut déterminer avec exactitude le jour de la fécondation, puisque la femelle transfère les œufs sous l'abdomen juste après leur fécondation.

La femelle ne pond pas ses œufs, mais expulse de petites larves en courbant et repliant son corps qui se tend brusquement tout en faisant des mouvements avec ses pléopodes. Après la ponte, on voit un nuage de petits points blancs qui nagent, flottent et se déplacent par des mouvements vifs et saccadés. Nous avons pu observer sous loupe binoculaire ce phénomène (Fig. 10).

Ces larves peuvent rester environ 5 à 6 jours en eau douce, avant d'être transférées dans un bac d'eau de mer de 34 à 35 PSU de salinité. Le transfert des larves doit se faire délicatement, en faisant d'abord des dilutions pour passer les larves par quatre phases de salinité avant de les mettre directement en eau de mer.

Tout d'abord, on procède à la dilution qui consiste à prélever chaque jour 5 l d'eau de l'aquarium dont on veut augmenter la salinité et substituer cette même quantité par l'eau de mer et cela durant 4 jours afin d'obtenir la salinité voulu 35 PSU (Annexe II).



**Figure 10.** Nauplii de *C. multidentata*.

### 2.2.2. Passage en eau de mer

Les larves sont capturées en eau douce après 5 à 6 jours, vu que la plupart des larves de crevettes ont un phototropisme positif (FAO, 1981), nous avons utilisé un flux de lumière pour attirer les larves au coin de l'aquarium afin de faciliter leur récolte. A cet effet, un tamis à artémia nous a été d'un grand secours, il est également possible d'utiliser une pipette.

D'après Griessinger et *al.* (1991), une adaptation progressive permet de réduire le stress de changement de milieu et donc d'élever les seuils limites des différents paramètres toxiques de l'environnement. On veillera donc, dans tous les cas où un changement de la salinité de milieu est nécessaire, à l'effectuer de manière graduelle afin de "préparer" l'animal à son nouveau milieu.

A partir de cette étape, l'eau de mer est brassée à l'aide d'une pompe à air et d'un diffuseur, l'utilisation d'un thermostat est indispensable pour garder une bonne température, aux environs de 27°C.

L'eau de mer est nécessaire pour la survie et le développement des larves de *C. multidentata*. Ces dernières ont un pouvoir de régulation trop faible pour leur autoriser une vie en eau douce. Avec l'âge et l'exposition progressive à des salinités basses, les juvéniles deviennent des régulateurs suffisamment efficaces pour pouvoir maintenir leur milieu intérieur hyper-osmotique par rapport au milieu ambiant. Dans le même temps, les juvéniles semblent perdre leur possibilités hypo-régulatrices en milieu marin : les juvéniles ne restent que quelques semaines en eau de mer (Griessinger et *al.*, 1991).

Au bout de 20 à 25 jours, les larves se transforment en jeunes crevettes. Il est très facile de les reconnaître puisque les larves se déplacent tête en bas par mouvements saccadés, vers l'arrière et en pleine eau, alors que les crevettes juvéniles se déplacent vite et vers l'avant, soit sur les parois de l'aquarium, soit en pleine eau. A ce moment, il faut donc les remettre en eau douce (fig. 11).

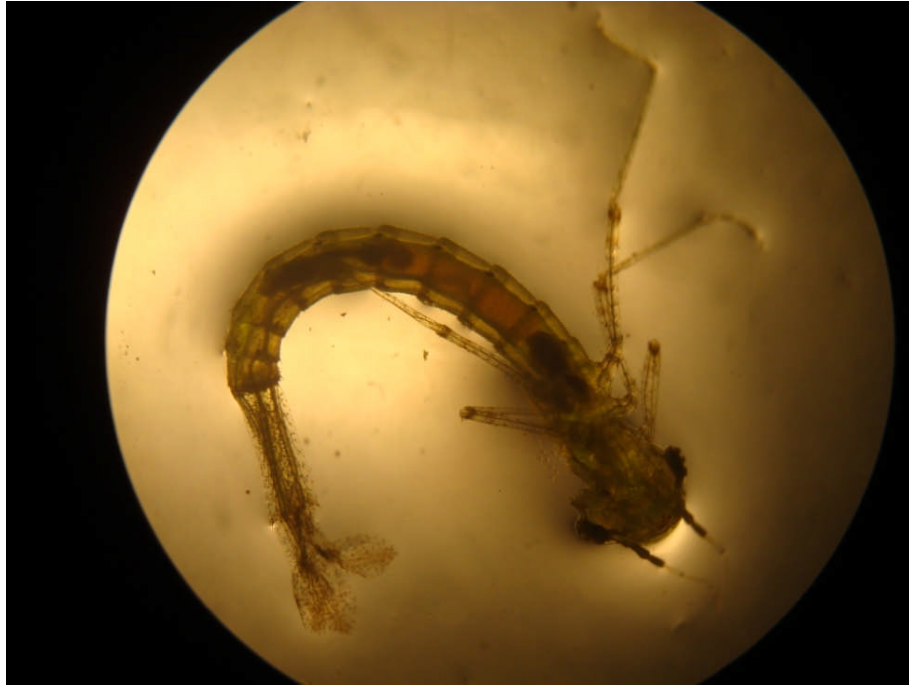


Figure 11. Post-larve de *C. multidentata*.

### 2.2.3. De retour en eau douce

Le passage en eau douce sera plus délicat, puisqu'il ne faut pas faire passer en eau douce des larves qui n'auront pas terminé leurs dernières métamorphoses leur permettant de devenir des juvéniles, ceci provoquerait leur mort immédiate. De même, les larves une fois transformées ne peuvent survivre longtemps en eau de mer.

Les transferts doivent donc se faire au fur et à mesure des métamorphoses. On change alors 50 % du volume chaque jour avec de l'eau douce, et après 5 jours et 5 changements d'eau, on peut mettre les crevettes dans un bac de croissance.

### 2.3. Alimentation des larves

L'introduction d'une souche de *Dunaliella salina*, une algue planctonique, permet de nourrir les zoés. En absence de cette algue, nous avons dilué une petite quantité de levure de bière dans de l'eau qui a été distribuée avec une seringue à raison de 10 ml par jour. De plus, nous avons rajouté du Liquizell®.

A cela, on verse chaque jour dans le bac quelques cuillérées d'eau verte (obtenue dans une bouteille d'eau derrière une vitre en plein soleil). De même, la mousse de Java produit des quantités importantes d'infusoires.

**2.4. Fécondité**

➤ **Fécondité individuelle**

L'évaluation de la fécondité absolue ( $F_A$ ) de la plus petite femelle, dont la taille est de **2,75 cm**, est de **726 œufs**. Celle de la plus grande, mesurant **3,99 cm** oscille autour de **1781 œufs**. L'intervalle de confiance de la fécondité individuelle de *Caridina multidentata* est de  $1209,133 \pm 194,647$  (Tab.III).

Suite aux recommandations de la F.A.O. (Holden et Raitt *in* Bouaziz 2007), selon lesquelles la fécondité est liée à la longueur par une équation d'allométrie et puisqu'on possède la longueur totale, quinze couples de valeurs ( $L_T, F_A$ ) ont été ajustés pour chaque longueur à l'aide du logiciel Fishparm (Sailla, 1988) afin de calculer les constantes **a** et **b** de la droite de régression.

• **Évolution de la fécondité absolue ( $F_A$ ) en fonction de la longueur totale ( $L_T$ )**

Pour la longueur totale ( $L_T$ ), les résultats obtenus offrent à décrire une équation de type :

$$F_A = 105,7 \times (L_T)^{2,046} \text{ avec } r = 0,98 \text{ (Tableau III et figure 12).}$$

**Tableau III.** Évolution de la fécondité absolue ( $F_A$ ) en fonction de la longueur totale ( $L_T$ ) chez *C. multidentata*.

$L_T$ (cm)	Fécondité absolue	Effectif
2,75	726	1
2,85	783	1
2,88	693	1
2,92	987	1
2,945	962	1
2,95	1029	1
3,04	1187	1
3,23	1247	1
3,26	1305	1
3,335	1349	1
3,57	1442	1
3,59	1409	1
3,8	1651	1
3,89	1586	1
3,99	1781	1
<b>Moyenne</b>	<b>1209,133</b>	15
	<b>Précision (<math>\alpha = 5\%</math>)</b>	<b>339,477</b>

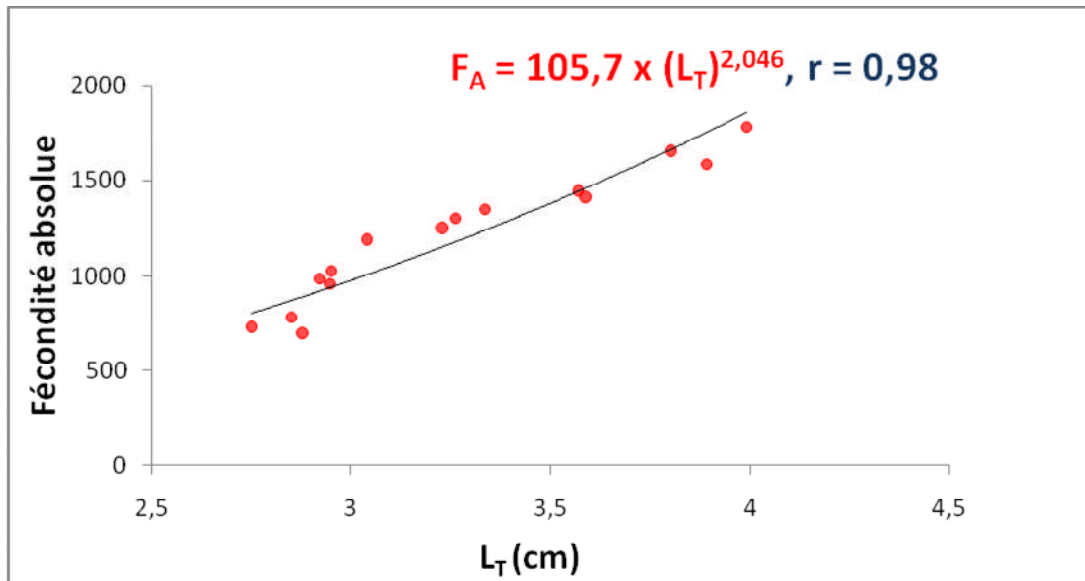


Figure 12. Relation d'allométrie entre  $F_A$  et  $L_T$  chez *C. multidentata*.

## Conclusion

L'étude des paramètres de reproduction nous a permis de constater que le dimorphisme sexuel est au profit des femelles pour les plus grands individus avec un taux de féminité de 100 %, cela pourrait être expliqué par le fait que les mâles ne dépassent guère la classe d'âge [30,5 - 31,5[.

Alors que l'effet inverse est constaté pour les plus petites classes de taille caractérisées par un taux de masculinité de 100 %. L'absence de femelles serait due au fait que la croissance des femelles est plus rapide que celle des mâles (toute la population avait presque la même taille) à savoir que toutes les femelles présentes ont atteint la taille de maturité sexuelle, puisque la grande majorité étaient ovigères.

La reproduction de *C. multidentata* n'a, en fait, rien de particulièrement compliqué. Il suffit pour la réussir, de respecter les étapes indispensables au développement des larves, d'apporter le soin nécessaire au maintien de bonnes conditions d'hygiène et d'une qualité d'eau constante surtout en matière de salinité.

Chapitre IV  
Étude  
de la croissance

## Introduction

La connaissance de l'âge est un élément essentiel dans l'étude de la dynamique d'une population, grâce à cette information, on peut déterminer les paramètres de croissance d'une espèce, sa mortalité, sa démographie... néanmoins, elle reste en pratique, une étape très délicate.

Dans l'impossibilité de l'application des méthodes directes chez les crustacés, vu l'absence d'otolithes et d'écaillés, des méthodes statistiques indirectes ont été appliquées et qui consistent à étudier les paramètres de croissance, de déterminer la relation taille-poids et enfin d'établir la clé âge-longueur pour cette espèce.

## 1. Matériel et méthodes

### 1.1. Matériel biologique

#### 1.1.1. Échantillons

Notre étude a porté sur un lot de 48 femelles et 32 mâles de *C. multidentata*.

#### 1.1.2. Traitement des échantillons

##### ➤ **Mensurations**

Dans le but de déterminer la croissance de *C. multidentata*, nous avons mesuré de façon hebdomadaire la taille des crevettes à l'aide d'un pied-à-coulisse. Nous avons considéré les caractères métriques suivants :

- **Longueur totale (Lt en mm)** : mesurée de l'extrémité du rostre au bord postérieur du telson, l'animal étant allongé en position naturelle.
- **Longueur céphalothoracique (Lc en mm)** : mesurée de l'extrémité du rostre au bord postérieur du céphalothorax.
- **Longueur de l'abdomen (La en mm)** : de l'extrémité du premier segment abdominal au début du telson. (fig.13).

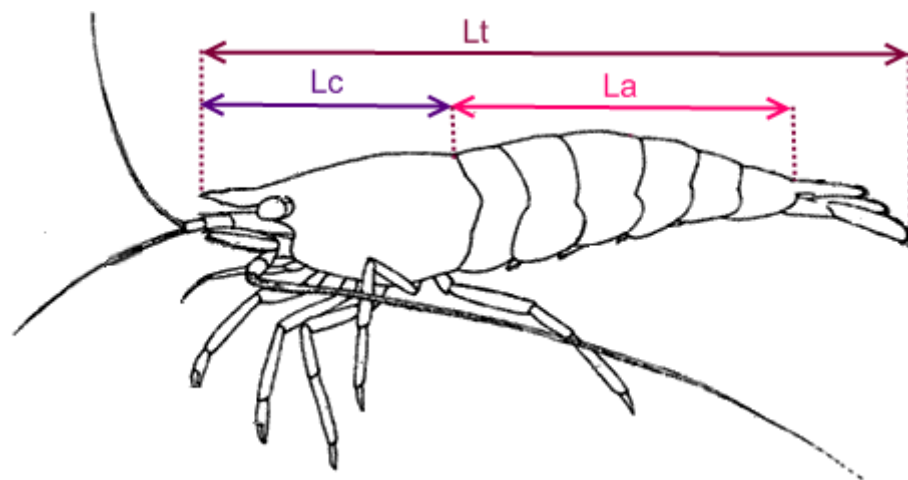


Figure 13. Caractères métriques étudiés

➤ **Pesée**

Le poids total de l'animal à l'état vif (Wt en grammes) a été pris à l'aide d'une balance électronique d'une précision de  $10^{-3}$  g.

**1.2. Méthodes**

Nous avons regroupés toutes les valeurs des mesures effectuées sur les crevettes et cela pendant deux mois. Par la suite, nous les avons classées dans des classes allons de [20,5 – 21,5[ à [46,5 – 47,5[.

**Tableau IV.** Fréquences de taille de *C. multidentata* ; mâles, femelles.

Classe de taille	Ni femelles	Ni mâles	Ni
[20,5 - 21,5[	0	13	13
[21,5 - 22,5[	0	32	32
[22,5 - 23,5[	0	36	36
[23,5 - 24,5[	10	24	34
[24,5 - 25,5[	16	23	39
[25,5 - 26,5[	15	16	31
[26,5 - 27,5[	31	22	53
[27,5 - 28,5[	20	30	50
[28,5 - 29,5[	28	35	63
[29,5 - 30,5[	37	22	59
[30,5 - 31,5[	38	5	43
[31,5 - 32,5[	33	0	33
[32,5 - 33,5[	32	0	32
[33,5 - 34,5[	30	0	30
[34,5 - 35,5[	20	0	20
[35,5 - 36,5[	13	0	13
[36,5 - 37,5[	15	0	15
[37,5 - 38,5[	20	0	20
[38,5 - 39,5[	20	0	20
[39,5 - 40,5[	7	0	7
[40,5 - 41,5[	0	0	1
[41,5 - 42,5[	0	0	1
[42,5 - 43,5[	0	0	1
[43,5 - 44,5[	0	0	1
[44,5 - 45,5[	3	0	3
[45,5 - 46,5[	5	0	5
[46,5 - 47,5[	8	0	8
<b>N</b>	<b>401</b>	<b>258</b>	<b>663</b>

*Ni : effectif de chaque classe, N : nombre total*

Nous avons ajouté l'effectif 1 pour chacune des classes [40,5 - 41,5[, [41,5 - 42,5[, [42,5 - 43,5[, [43,5 - 44,5[, étant donné que leurs effectifs sont nuls.

**1.2.1. Principe de la méthode de BHATTACHARYA (1967)**

Cette méthode se base sur les distributions de fréquences de taille. On regroupe les données de fréquences en classes de taille d'égale amplitude «h» et de point milieu «X». On construit un graphique portant en ordonnées, pour chaque abscisse X, la quantité :

$$\Delta \log Z = \log Z(x + h) - \log Z(x)$$

Z(x+h) et Z (h) étant les effectifs de classe de point milieu «X + h» et «X».

Sur le graphe, on recherche alors des points de droite à pente négative. Le nombre de droites obtenues, correspond au nombre de composantes, autrement dit, aux groupes d'âge. Les moyennes de ces composantes, c'est-à-dire les tailles moyennes des différents âges, sont ensuite estimées par la formule suivante :

$$L = \lambda + (h/2)$$

Avec :

- **h** : intervalle de classe (amplitude)
- **λ** : abscisse du point d'intersection de chaque composante avec l'axe des abscisses
- **L** : taille moyenne de la composante (groupe d'âge)

Certaines conditions doivent être vérifiées afin de pouvoir appliquer cette méthode, entre autres :

- la distribution ne doit pas comporter de classes vides ;
- l'intervalle «h» doit être petit par rapport à chacun des écarts-types.

Les distributions traitées sont introduites dans le programme FISAT version II réalisé par la FAO et l'ICLARM. Les 5 lettres sont les initiales de **FAO-IClarm Stock Assessment Tools**. Ce programme sépare les composantes normales, représentant chacune une cohorte de la distribution globale, en partant du côté gauche de celle-ci.

Une fois la première composante normale déterminée, celle-ci est retirée de la distribution totale et ainsi de suite tant qu'il est possible de séparer des composantes normales de la distribution totale (Sparre, 1996).

**1.2.2. Étude des paramètres de la croissance**

L'étude de la croissance revient à déterminer les paramètres  $L_{\infty}$ , K et  $t_0$  de l'équation de von Bertalanffy (1938) :  $L_t = L_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]$ . Sa connaissance, même approximative, permet une meilleure compréhension de l'évolution des stocks (Sidibé, 2003).

**1.2.2.1. Croissance linéaire (détermination de  $L_{\infty}$ ,  $K$  et  $t_0$  de l'équation de von BERTALANFFY (1938))**

Pour von BERTALANFFY (1938), la croissance peut être considérée comme la résultante des actions simultanées des facteurs anaboliques proportionnels à la surface et des facteurs cataboliques proportionnels au volume du corps. La loi de croissance établie sur ces bases s'écrit :

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

$L_{\infty}$  ou Longueur asymptotique, varie en fonction de l'intervalle d'âge utilisé dans l'ajustement de la courbe ; elle ne peut donc être assimilée à la longueur moyenne maximale  $L_M$  réellement atteinte par l'espèce étudiée.

$K$  représente le négatif du logarithme de la pente de la droite d'ajustement entre la longueur et l'accroissement instantané de cette longueur, ( $K = -\ln a$ ). Cette constante fixe la façon dont la vitesse de croissance diminue quand la taille augmente dans l'intervalle d'âge considéré.

$t_0$  donne l'âge par lequel la courbe ajustée aux valeurs couperait l'axe des abscisses si on la prolongeait en deçà de l'âge minimal observé ; la taille serait alors nulle à cet âge calculé  $t_0$ .

Pour l'estimation de ces paramètres de croissance, les données ont été traitées par le programme ELEFAN I du logiciel FISAT II.

**1.2.2.2. Croissance relative (relation taille - poids)**

Une relation d'allométrie lie le poids de l'individu à sa longueur, cette équation s'écrit :

$$W = a L^b$$

Avec :

- $W$  : est le poids du crustacé (en grammes)
- $L$  : est sa longueur (en centimètre)
- $a$  : est une constante
- $b$  : est le coefficient d'allométrie (coefficient de croissance relative entre le poids et la longueur).

- Si **b = 3**, la croissance est dite **isométrique**, c'est-à-dire que le poids (W) croît proportionnellement au cube de la longueur.
- Si **b < 3**, l'allométrie est **minorante**, c'est-à-dire que le poids (W) croît moins vite que le cube de la longueur.
- Si **b > 3**, l'allométrie est **majorante**, c'est-à-dire que le poids (W) croît plus vite que le cube de la longueur.

Les valeurs **a** et **b** s'obtiennent en transformant la fonction exponentielle en fonction linéaire de type :  $\ln W = \ln a + b \ln L$ .

Pour la détermination de cette équation d'allométrie, nous avons eu recours au logiciel FISHPARM version 3.0T.

Le type d'allométrie est confirmé ou infirmé par le test de *t*, basé sur la comparaison entre une pente calculée ( $P_0 = b$ ) et une pente théorique ( $P = 3$ ) (Shwartz, 1983).

$$t = \frac{|P - P_0|}{S_{P_0}}$$

$$S^2_{P_0} = \frac{\left( \frac{S_y}{S_x} \right)^2 - P_0^2}{n - 2}$$

- $P_0 = b$  = pente calculée par la méthode des moindres carrés ;
- $S_{P_0}$  = écart-type de la pente calculée ;  $n$  = nombre de couples de valeurs ; et
- $S_x$  = écart-type de  $L_T$  ;  $S_y$  = écart-type de  $W_t$ .
- Si  $t < 1.96$  : la différence n'est pas significative.
- Si  $t \geq 1.96$  : la différence est significative.

### 1.2.2.3. Croissance pondérale

La courbe théorique de croissance pondérale résulte de la combinaison entre l'équation de croissance linéaire d'une part et celle de la relation taille-poids d'autre part. En effet, à partir de l'équation de croissance linéaire :

$L_t = L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})$  et la relation taille-poids :  $W = a L^b$ , on aboutit à l'équation de croissance pondérale de von Bertalanffy (1938) :

$$W_t = W_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})^b$$

Dans cette équation :

$W_t$  = poids en grammes au temps  $t_0$

$W_\infty = a L_\infty^b$  = poids asymptotique

$b$  = coefficient d'allométrie

Les paramètres  $K$  et  $t_0$  sont identiques à ceux calculés à partir de l'équation de croissance linéaire.

### 1.2.3. La mue

A l'instar de tous les crustacés, le corps des crevettes est recouvert d'une carapace de chitine rigide appelée exosquelette. Pour pouvoir grandir, la crevette doit se débarrasser régulièrement de cet exosquelette solide devenu trop étroit. Avant la mue, une nouvelle carapace molle se forme sous la vieille carapace. Pendant le processus de mue relativement court, l'animal sort de l'ancienne carapace. La nouvelle carapace est encore molle et a besoin d'un certain temps avant de durcir complètement et de devenir aussi solide que la précédente. Pendant cette période, les crevettes sont particulièrement vulnérables sans cette protection naturelle, et restent généralement cachées en attendant que leur carapace ait durci. La vieille carapace vide est abandonnée, c'est l'exuvie (fig. 14).



Figure 14. Exuvie de *C. multidentata*.

2. Résultats et discussions

2.1. Clé âge - longueur par la méthode de Bhattacharya (1967)

L'âge initial des crevettes est estimé à 10 mois, ce qui nous donne la clé âge-longueur suivante (tab. V) :

Tableau V. Clé âge-longueur obtenue par la méthode de Bhattacharya (FISAT II, 2004).

Age (mois)	Sexes confondus			Femelles			Mâles		
	M	S.I.	N	M	S.I.	N	M	S.I.	N
10	23.17	n.a.	115	25.38	n.a.	41	22.81	n.a.	105
12,5	27.45	3.31	134	30.78	3.03	156	25.48	2.9	63
15	30.04	2.06	165	34.75	2.55	128	28.41	3.12	114
17,5	33.75	2.72	115	38.08	3.2	76			
20	38.04	3.38	76	41.47	3.92	9			
22,5	41.48	4.25	9	47.71	5.31	17			
25	47.71	3.61	17						

M : moyenne de la cohorte ; N : effectif de la cohorte ; S.I. : Indice de séparation doit être > 2.

➤ Indice de Séparation

$$S.I = \Delta L_j / \Delta \alpha_j$$

Où  $\Delta L_j$  est la différence entre deux moyennes successives, et  $\Delta \alpha_j$  est la différence entre leurs deux écarts types estimés. La séparation des échantillons de fréquences de longueurs en composantes normales est un processus itératif du fait que chaque composante normale identifiée est retirée du reste de la distribution totale (Gayanilo et al., 2005).

Dans le tableau VI, nous avons récapitulé les longueurs totales correspondant aux différentes classes d'âges.

Tableau VI. Longueurs totales correspondant aux différents âges de *C. multidentata*.

Classe d'âge	Sexes confondus	Femelles	Mâles
	Longueurs ± précision	Longueurs ± précision	Longueurs ± précision
Age I	23.17 ± 0.26	25.38 ± 0.41	22.81 ± 0.23
Age II	27.45 ± 0.19	30.78 ± 0.34	25.48 ± 0.15
Age III	30.04 ± 0.21	34.75 ± 0.16	28.41 ± 0.23
Age IV	33.75 ± 0.24	38.08 ± 0.26	
Age V	38.04 ± 0.26	41.47 ± 0.43	
Age VI	41.48 ± 0.33	47.71 ± 0.93	
Age VII	47.71 ± 0.91		

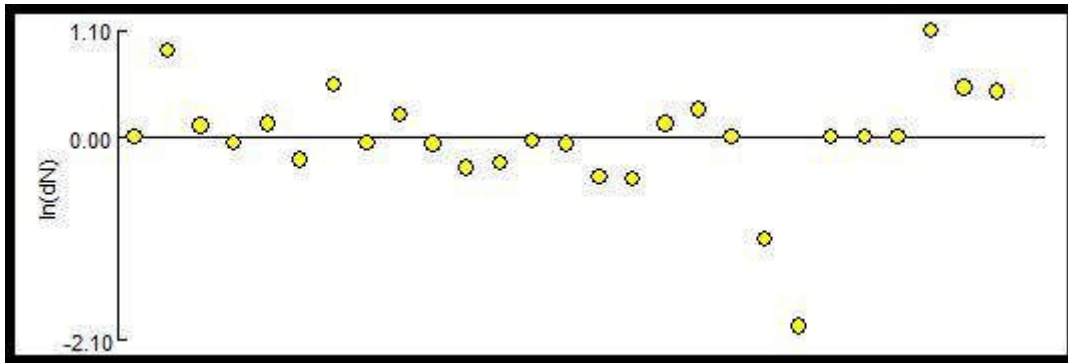


Figure 15. Nuage de points des groupes d'âge (sexes confondus) par la méthode de Bhattacharya (FISAT II, 2004).

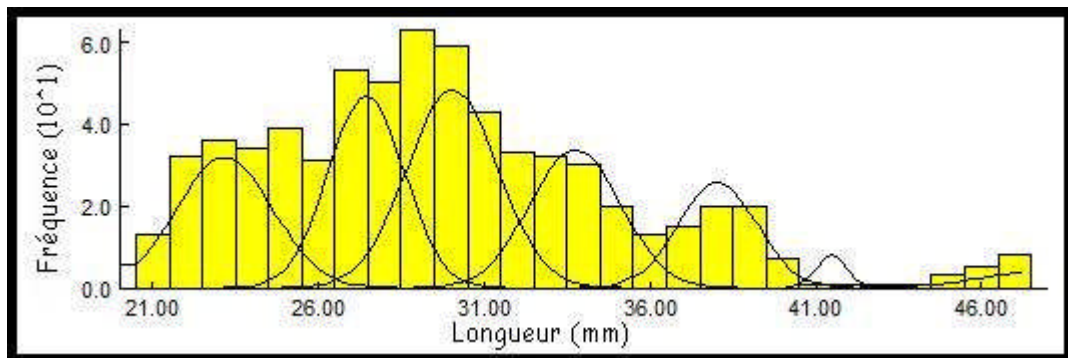


Figure 16. Décomposition de la distribution de fréquences de tailles de *C. multidentata* tous sexes confondus en cohortes par la méthode de Bhattacharya (FISAT II, 2004).

L'analyse de l'histogramme de fréquences de tailles tous sexes confondus (fig. 17), décompose la distribution en sept (07) cohortes qui se regroupent autour des longueurs moyennes de 23,17 – 27,45 – 30,04 – 33,75 – 38,04 – 41,48 et 47,71 mm.

L'âge de ces sept cohortes varie entre 10 et 25 mois. Notons que les individus appartenant à la troisième cohorte (tab. V) d'un âge de 15 mois sont les plus présents dans notre échantillon (165 individus).

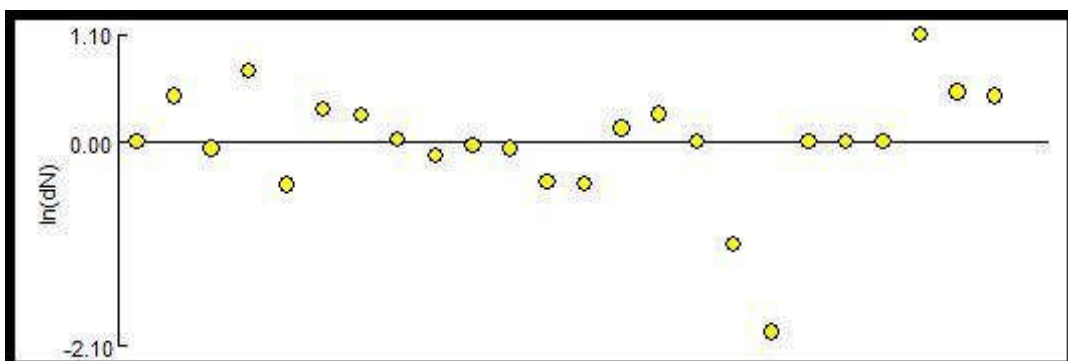
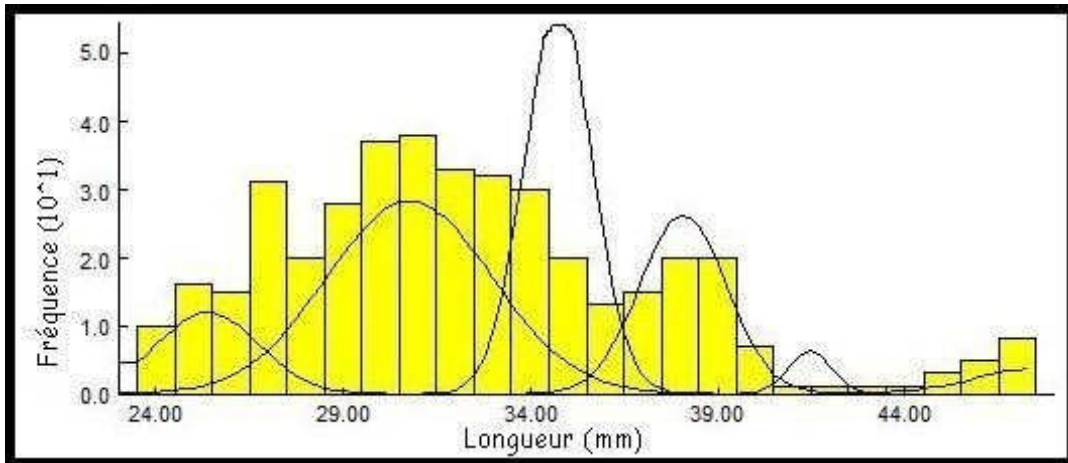


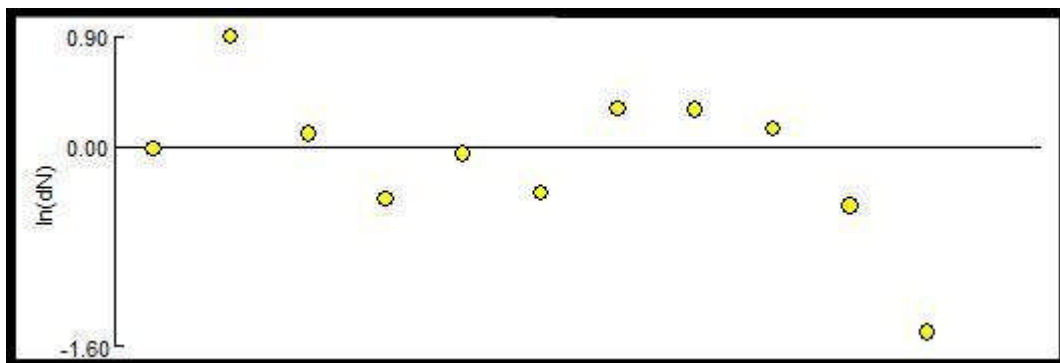
Figure 17. Nuage de points des groupes d'âge des femelles par la méthode de Bhattacharya (FISAT II, 2004).



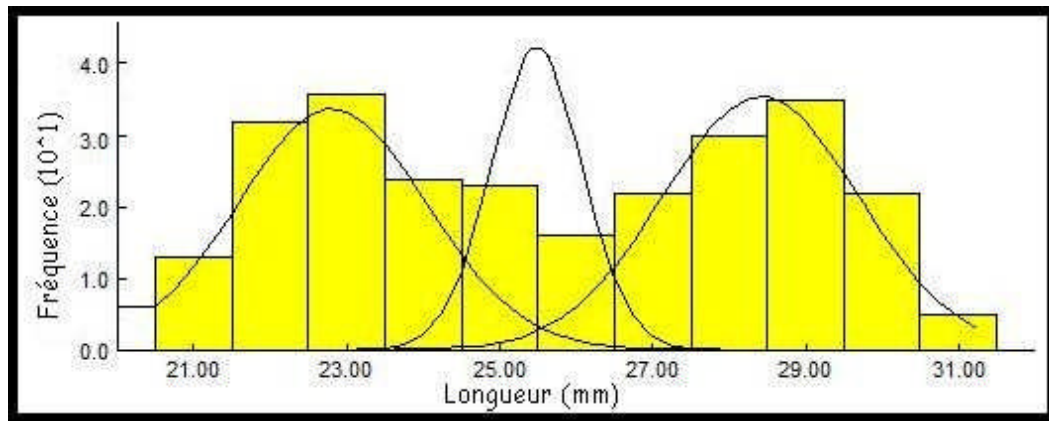
**Figure 18.** Décomposition de la distribution de fréquences de tailles de *C. multidentata* chez les femelles en cohortes par la méthode de Bhattacharya (FISAT II, 2004).

L'analyse de l'histogramme de fréquences de tailles chez les femelles (fig. 18), décompose la distribution en six (06) cohortes qui se regroupent autour des longueurs moyennes de 25,38 – 30,78 – 34,75 – 38,08 – 41,47 et 47,71 mm.

L'âge de ces six cohortes varie entre 10 et 22,5 mois. Notons que les individus appartenant à la deuxième cohorte d'un âge de 12,5 mois sont les plus présents dans notre échantillon (156 individus).



**Figure 19.** Nuage de points des groupes d'âge des mâles par la méthode de Bhattacharya (FISAT II, 2004).



**Figure 20.** Décomposition de la distribution de fréquences de tailles de *C. multidentata* chez les mâles en cohortes par la méthode de Bhattacharya (FISAT II, 2004).

L'analyse de l'histogramme de fréquences de tailles chez les femelles (fig. 20), décompose la distribution en trois (03) cohortes qui se regroupent autour des longueurs moyennes de 22,81 – 25,48 et 28,41 mm.

Il est à noter que les individus appartenant à la troisième cohorte sont les plus présents dans notre échantillon (114 individus).

## 2.2. Étude des paramètres de croissance

L'étude des paramètres de croissance de *Caridina multidentata* a porté sur un effectif total de 663 mesures, dont 258 mesures pour les mâles et 401 pour les femelles, regroupées en classes de taille d'un millimètre ; leurs tailles sont respectivement comprises entre [20,5, 21,5[ et [46,5, 47,5[.

### 2.2.1. Croissance linéaire (détermination de $L_{\infty}$ , $K$ et $t_0$ de l'équation de von Bertalanffy (1938))

Dans cette partie, nous allons définir la croissance linéaire de l'espèce. Ensuite, à partir des relations biométriques, nous déterminerons la croissance pondérale.

L'étude de la croissance linéaire revient à déterminer la taille corporelle en fonction de l'âge (Sparre, 1996). Cette croissance est caractérisée par des paramètres qui peuvent être obtenus par analyse des structures d'âge à partir de la détermination d'une clé âge-longueur, ou directement par analyse des structures de tailles.

Après traitement des données par le logiciel FISAT II (2004), les résultats obtenus sont résumés ci-dessous (tab. VII) :

**Tableau VII.** Paramètres de l'équation de von Bertalanffy.

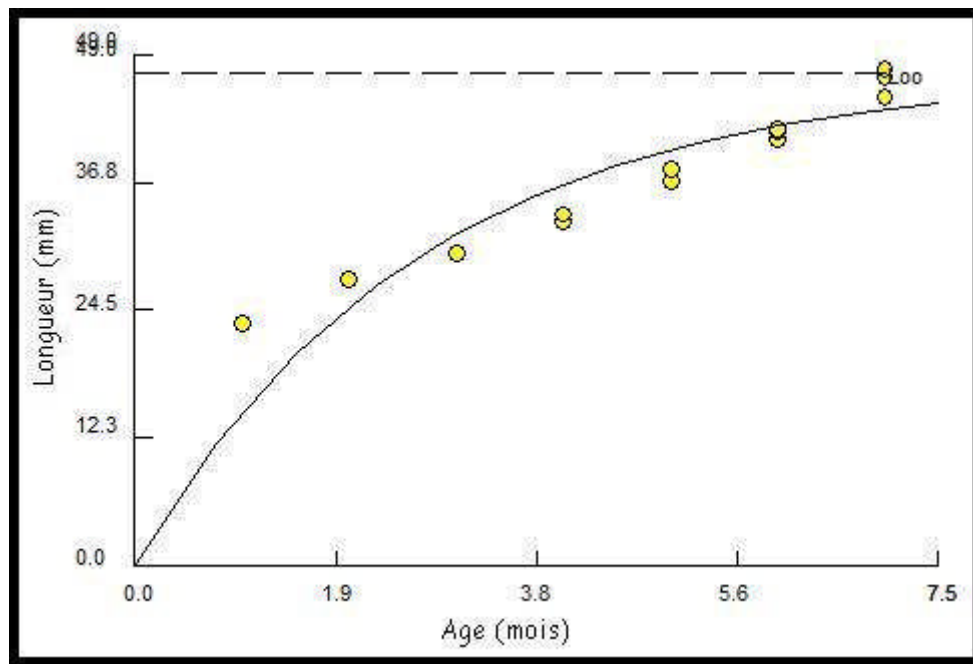
Paramètres	Sexe		
	Sexes confondus	Mâles	Femelles
$L_{\infty}$ (mm)	47,93	29,32	47,18
$K$ mois <sup>-1</sup>	0,37	0,95	0,57
$t_0$	0	0	0

Ces paramètres nous conduisent aux expressions et aux courbes suivantes :

- *C. multidentata* sexes confondus :

$$L_t = 47,93 (1 - e^{-0,37t})$$

La longueur asymptotique ( $L_\infty$ ) de *C. multidentata* tous sexes confondus est estimée à **47,93 mm**. Cette dernière est égale à la longueur maximale de l'échantillon étudié qui est de **47 mm**.



**Figure 21.** Courbe de croissance linéaire standard de *C. multidentata* (sexes confondus). (FISAT II)

La courbe de croissance de von Bertalanffy présente un fléchissement marqué à partir de 5,6 mois, âge à partir duquel la croissance ralentit (fig. 21).

- *C. multidentata* Mâles :

$$L_t = 29,32 (1 - e^{-0,95t})$$

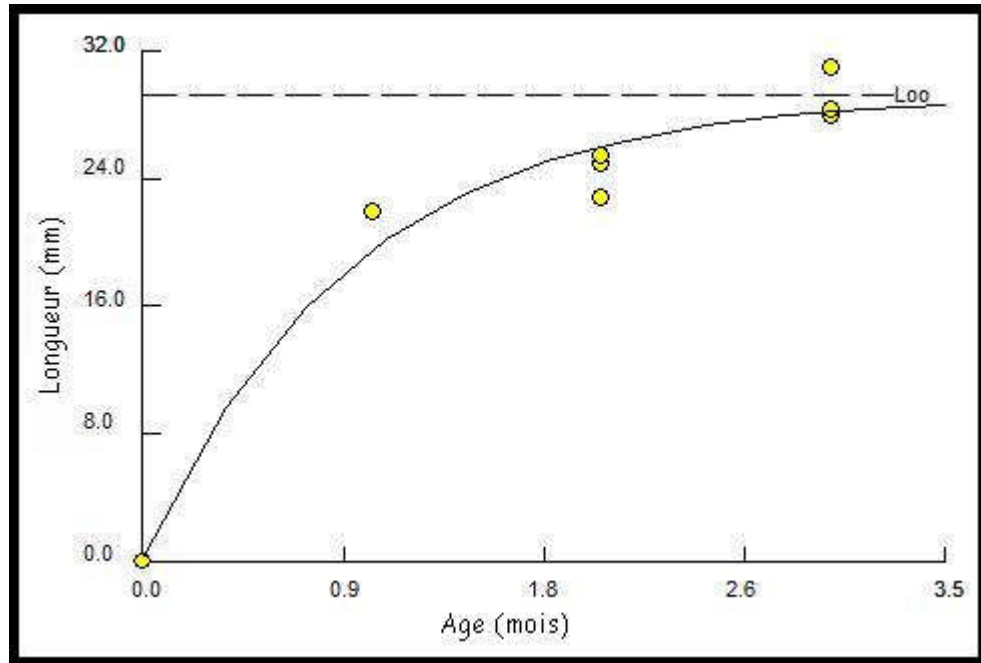


Figure 22. Courbe de croissance linéaire standard de *C. multidentata* mâles. (FISAT II)

- *C. multidentata* Femelles

$$L_t = 47,17 (1 - e^{-0,57t})$$

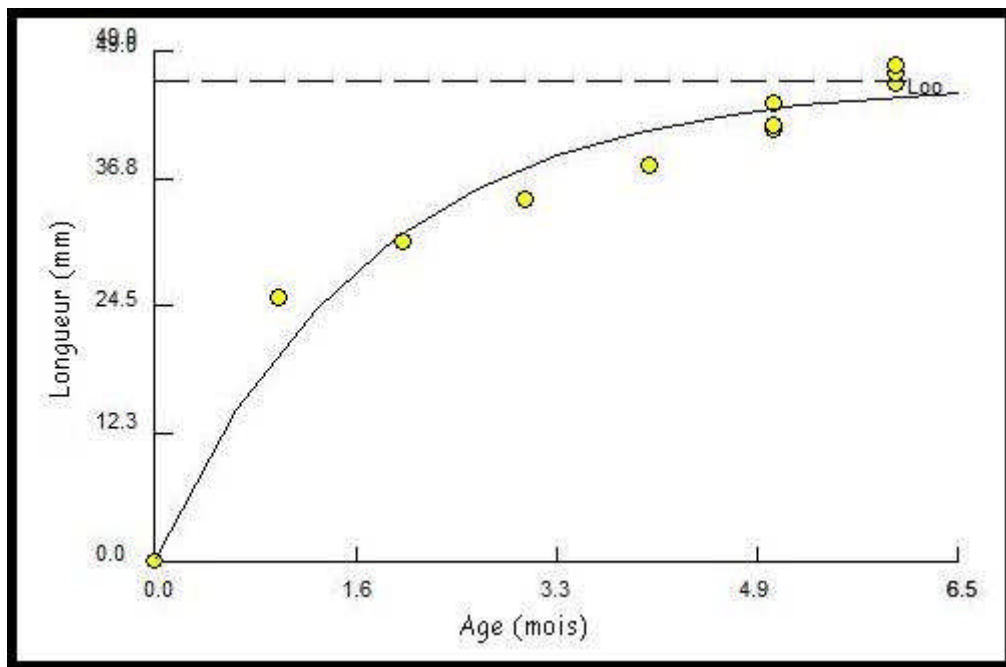


Figure 23. Courbe de croissance linéaire standard de *C. multidentata* Femelles. (FISAT II)

Les courbes de croissances linéaires de von Bertalanffy des mâles et des Femelles (fig. 23 et 24), présentent une forme continue, contrairement aux courbes de croissance des crustacés en raison du phénomène de mue, il serait peut-être plus judicieux d'utiliser des fonctions en escalier. Cependant, la mue n'étant pas simultanée chez tous les individus et la croissance se poursuivant partiellement dans l'intermue (Boddeke, et *al.*, 1977), l'approximation par une fonction continue ne devrait pas entraîner de biais considérable.

La vitesse de croissance est plus rapide chez les femelles, avec une longueur asymptotique plus importante de l'ordre de **47,18 mm**, alors que chez les mâles elle est de **29,32 mm** (tab. VII).

L'estimation de K par la méthode de von Bertalanffy (**0,95/mois** pour les mâles et **0,57 /mois** pour les femelles) nous permet de déduire que la longévité des mâles est courte, alors que celle des femelles est relativement plus longue.

A partir de ces résultats, nous pouvons avancer que le rythme de croissance des femelles est supérieur à celui des mâles. D'autre part, ce même rythme de croissance est proche de celui de toute la population, ce qui s'explique par la dominance de l'effectif des femelles par rapport aux mâles dans l'échantillon étudié.

**2.1.3. Croissance relative (Relation taille – poids)**

Les données regroupées ont été introduites dans le logiciel FISHPARM version 3.0T qui nous a permis d'obtenir les résultats suivants :

**Tableau VIII.** Résultats obtenus pour la croissance relative.

Sexes	Relation d'allométrie	Effectif	r	Test de Student t
Sexes confondus	$W_t = 1,652 \cdot 10^{-4} \cdot L^{2,251}$	40	0,985	2
Mâles	$W_t = 5,61 \cdot 10^{-3} \cdot L^{1,139}$	32	0,94	4,85
Femelles	$W_t = 1,019 \cdot 10^{-3} \cdot L^{1,739}$	45	0,965	9,3

Selon le test de Student «t» qui compare la pente calculée (2,251 – 1,139 – 1,739), les valeurs obtenues pour les sexes séparés, sont inférieures à 1,96, pour  $\alpha = 5 \%$ , ce qui nous permet de conclure que la différence est significative .

*C. multidentata*, est caractérisée par une allométrie de type **minorante**, c'est-à-dire que le poids croit moins vite que le cube de la longueur, et ce pour les sexes confondus et séparés. (fig. 24).

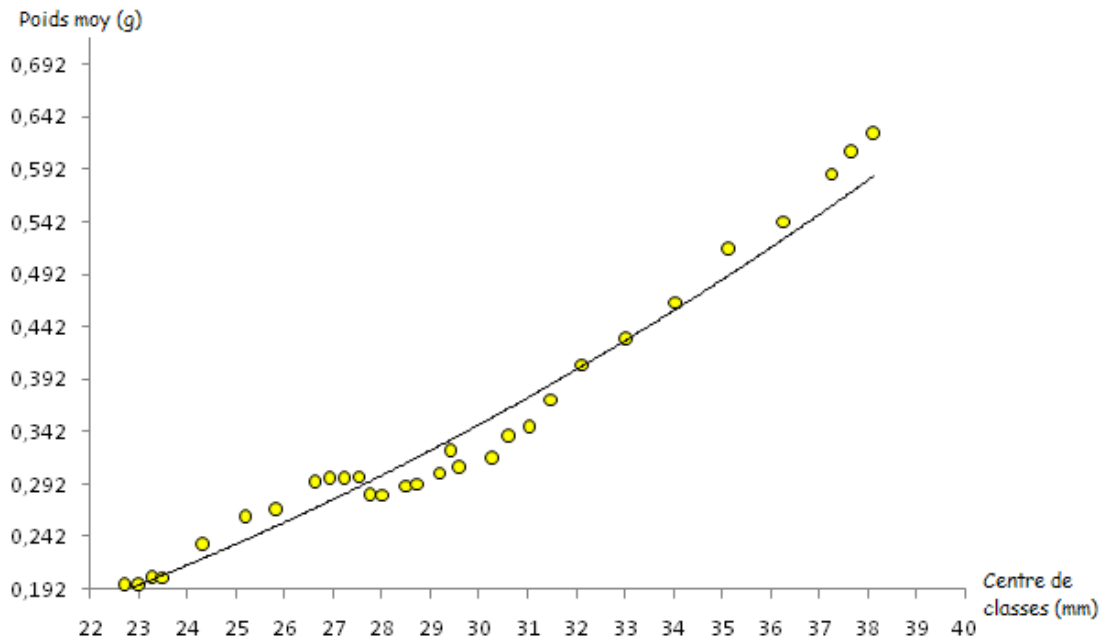


Figure 24. Courbe d'allométrie relation taille-poids de *C. multidentata* tous sexes confondus.

#### 2.1.4. Croissance pondérale

La combinaison entre l'équation de croissance linéaire et la relation taille-poids, conduit à l'équation de croissance pondérale de von Bertalanffy, des sexes confondus, et sexes séparés comme suit :

- Pour les sexes confondus :

$$W_t = 1,002 (1 - e^{-0,37t})^{2,251}$$

- Pour les Mâles :

$$W_t = 0,263 (1 - e^{-0,95t})^{1,139}$$

- Pour les femelles :

$$W_t = 0,814 (1 - e^{-0,57t})^{1,173}$$

## 2.2. Fréquence des mues

La fréquence des mues dépend essentiellement de l'âge, car la première cause qui provoque la mue est le besoin de croissance : un jeune individu en pleine croissance mue donc beaucoup plus souvent qu'un adulte. Cependant, un adulte a toujours besoin de muer, car d'une part, il grandit toujours un peu, et d'autre part la mue permet de renouveler la carapace et les organes endommagés par les prédateurs (pattes, pinces et antennes).

Chez *C. multidentata*, un juvénile de quelques semaines peut muer chaque semaine, à l'âge de 6 mois plusieurs fois par mois et à 1 an la fréquence des mues tombe à une fois par mois. Puis, la fréquence diminue progressivement jusqu'à atteindre 2 à 3 mues par an pour une crevette en fin de vie.

Ces chiffres méritent d'être confirmés ultérieurement, vu qu'ils résultent de nos observations, sachant que cette crevette se trouve à notre possession depuis une année. Toutefois, il est difficile d'être précis à ce sujet, car les crevettes, en général, se cachent pour muer. En outre, la nourriture et la dureté de l'eau sont des facteurs limitants de la vitesse de croissance.

## 2.3. Alimentation

En aquarium, nous avons remarqué qu'elle se précipite sur les granulés destinés aux poissons et se jette sur les vers de vase ou les larves de moustiques ainsi que sur les daphnies congelées, les légumes (pommes de terre, courgettes, carottes) de même pour les filets de sardine. Curieusement, elle ne touche pas aux plantes en décomposition, ce qui est paradoxal pour une crevette réputée végétarienne.

En revanche, son comportement alimentaire de charognard mérite d'être signalé, en effet, cadavres de poissons et filets de sardine sont ses « mets » préférés, c'est d'ailleurs là un autre avantage de cette crevette: elle consomme beaucoup de déchets organiques et contribue ainsi à leur élimination plus rapide. Ces crevettes sont de véritables « éboueurs » !

## Conclusion

Les différentes méthodes statistiques appliquées à l'étude de certains aspects de la dynamique de population de *Caridina multidentata*, font ressortir que :

- l'analyse de l'histogramme de fréquences de tailles décompose la distribution de notre population en sept (07) cohortes ;
- l'âge de ces sept cohortes varie entre 10 et 25 mois avec une nette dominance des individus appartenant à la troisième cohorte (15 mois) ;
- *C. multidentata* est un crustacé d'eau douce dont la longévité est assez longue (25 à 35 mois) et à la vitesse de croissance linéaire rapide pendant les premiers mois et tend à ralentir par la suite ;
- la longueur théorique maximale calculée est de 47,71 mm (tous sexes confondus) ;
- les femelles ont une croissance linéaire et pondérale beaucoup plus rapides que celles des mâles, avec respectivement ( $L_{\infty} = 47,17$  mm,  $W_{\infty} = 0,814$  et  $L_{\infty} = 29,32$  mm,  $W_{\infty} = 0,263$ ).

***Conclusion***

## CONCLUSION

Cette contribution à la connaissance de la biologie des Atyidés a permis tout d'abord de maîtriser les aspects zootechniques en cernant les qualités physico-chimiques de l'eau permettant d'obtenir de bonnes performances d'élevage de *Caridina multidentata*, car contrairement à ce qui a été rapporté dans la littérature, la reproduction de *C. multidentata* n'a, en fait, rien de particulièrement compliqué. Il suffit pour la réussir, de respecter les étapes indispensables au développement des larves, d'apporter le soin nécessaire au maintien de bonnes conditions d'hygiène et d'une qualité d'eau constante surtout en matière de salinité.

A notre connaissance, aucune étude scientifique n'a été réalisée sur la fécondité de cette espèce. Nous estimons que les données apportées par ce travail méritent d'être prises en compte et contribueront certainement à une meilleure connaissance de la reproduction chez *C. multidentata*.

Ensuite, nous avons identifié certains paramètres de la dynamique de la population de ce crustacé d'eau douce par application de méthodes statistiques éprouvées telles que la méthode de Bhattacharya (1967) et de von Bertalanffy (1938). Les résultats obtenus font ressortir que :

- le dimorphisme sexuel est au profit des femelles pour les plus grands individus avec un taux de féminité de 100 %, alors que l'effet inverse est observé pour les plus petites classes de taille caractérisées par un taux de masculinité de 100 % ;
- la population de cette caridine se décompose en sept (07) cohortes dont l'âge varie entre 10 et 25 mois avec une nette dominance des individus appartenant à la cohorte de 15 mois (troisième cohorte) ;
- *C. multidentata* est un crustacé d'eau douce dont la longévité est assez longue (25 à 35 mois) et à la vitesse de croissance linéaire rapide pendant les premiers mois et tend à ralentir par la suite ;
- les femelles ont une croissance linéaire et pondérale beaucoup plus rapides que celles des mâles, avec respectivement ( $L_{\infty} = 47,17$  mm,  $W_{\infty} = 0,814$  et  $L_{\infty} = 29,32$  mm,  $W_{\infty} = 0,263$ ) ;
- la longueur théorique maximale calculée est de **47,71 mm** (sexes confondus) ;
- l'allométrie est de type **minorante** pour les sexes confondus et les sexes séparés.

Au vu des résultats encourageants obtenus à partir du protocole expérimental mis au point, il est certain que ce travail aussi modeste soit-il, mais somme toute original, trouvera un champ d'application en aquaculture, ce qui permettra d'ouvrir des perspectives nouvelles dans ce domaine.

En conclusion, il en ressort que cette espèce d'origine asiatique présente un grand intérêt aquacole par ses performances d'élevage intéressantes, pour peu qu'on passe à une plus vaste échelle. Ceci permettra certainement de contribuer à résoudre le problème de l'aliment qui est posé avec acuité aux aquaculteurs qui se sont lancés dans de grands projets mais qui se sont heurtés à cette difficulté.

# *Bibliographie*

## BIBLIOGRAPHIE

- BERTALANFFY, VON L., 1938.** A quantitative theory of organic growth. *Hunsbiol* **10** (2): 181-213.
- BHATTACHARYA, C.G., 1967.** A simple method of resolution of a distribution into gaussian components. *Biometrics*, **23** (1): 115-135.
- BODEKE, R., DIJKEMA, R., SIEMELINK, M.E., 1977.** The patterned migration of shrimp populations: a complete study of *Crangon crangon* and *Penaeus schmitti*. *FAO Fish.Rep.*, (200) : 31-49.
- BOND, G., BUCKUP, L., 1982.** O ciclo reprodutor de *Macrobrachium borelli* (Nobili, 1896) e *Macrobrachium potiuna* (Müller, 1880) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) e suas relações com a temperatura. *Revista Brasileira de Zoologia, Curitiba*, **42** : 473-483.
- BOUAZIZ, A., 2007.** La sardinelle (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847) des côtes algériennes : distribution, biologie et estimation des biomasses. Doct. d'état. U.S.T.H.B., Alger.
- BOUKHARI M. et OUMOUSA M., 2007.** Étude physico-chimique et hydrobiologique du barrage de Aïn Zada et données préliminaires sur la dynamique de la population de *Atyaephyra desmaresti* Millet, 1831(Crustacea, Decapoda). *Mém. Ing. I.S.M.A.L.*, 78 p.
- CAI, Y., NG PKL., Shokita S., Satake K., 2006.** On the species of Japanese atyid shrimps (Decapoda: Caridea) described by William Stimpson (1860). *Journal of Crustacean Biology*, **26** (3) : 392-419.
- CCME., 1987.** Recommandations pour la qualité des eaux au Canada. Conseil canadien des ministres de l'environnement. Documents du CCME, a/s Publications officielles du Manitoba. p : 6-18.
- CHAMPAGNE, R., 2008.** Description d'un crustacé d'eau douce *Caridina multidentata*. *Rev. Aquawebzine* **22** (04) : 2-6.
- DA SILVA, R. R., SAMPAIO, C. M. S., SANTOS, J. A., 2004.** Fecundity and fertility of *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Palaemonidae). *Brazilian Journal of Biology*. **64** (3): 489-500.
- FAO., 1981.** Cycles vitaux, dynamique, exploitation et aménagement des stocks de crevettes péneïdes côtières. Document technique sur les pêches **203** : 233p.
- F.A.O., 2006.** La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2006. Rome, 2007.

- FONTANA, A., LE GUEN, J.C., 1969.** Étude de la maturité sexuelle et de la fécondité de *Pseudotolithus (Fonticulus) elongatus*. Cah. ORSTOM, séri. Océanogr., Vol VII, 3 : 9-19.
- Gayanilo, F.C., Jr., Pauly. D., et Sparre, P., 2004.** FISAT User's Guide. FISAT II, 1.2. En ligne.<http://www.fao.org/fi/statist/fisoft/fisat/downloads> [cité le 04 avril 2005].
- Gayanilo, F.C., Jr., Pauly. D., et Sparre, P., 2005.** FAO-ICLARM Outils d'évaluation des stocks II. Guide d'utilisation. Série informatique (Pêche). (8). Rome, FAO. 203p.
- GRIESSINGER, J.M., LACROIX, D., GONDOUIN, P., PAPON, P., 1991.** L'élevage de la crevette tropicale d'eau douce. IFREMER. 372 p.
- GULLAND., 1971.** Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces. FAO, Ed. Acribia, Zaragoza (España) : 1-164 p.
- HUET, M., 1970.** Traité de pisciculture. Éditions de Wyngaert. 519-521.
- IDRISSI, N., SALMAN, S.D., 2005.** Distribution, development, and metabolism of larval stages of the warmwater shrimp, *Caridina babaulti basrensis* (Decapoda, Atyidae). *Department of Marine Biology, Marine Sciences Centre, University of Basrah, Basrah, Iraq.* 1-12 p.
- KARTAS, F., QUIGNARD, J.-P., 1984.** La fécondité des poissons téléostéens. Masson éd. Collection de biologie des milieux marins, 5. 1-121 p.
- LOBÃO, V., L., Rojas, N., E. & Valenti, W., C., 1986.** Fecundidade e fertilidade d'amazonicum *Macrobrachium* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda) laboratório de l'em. Bol. Inst. Pesca, 13(2): 15-20.
- SAILLA, S. B., RECKSIEK C. R., PRAGER, H., 1988.** Basic fishery science programs. Elsevier, *Dev. Aquaculture Fisheries Sciences.*, 18 : 1-231 p.
- SCHWARTZ, D., 1983.** Méthodes statistiques à l'usage de médecins et biologistes 3<sup>ème</sup> Ed. 7<sup>ème</sup> tirage, Flammarion Ed. : 38 p.
- SCHWARTZ, D., LAZAR P., PAPOZ L., 1986.** Statistique médicale et biologique. Collection PCEM. 5<sup>ème</sup> éd. Flammarion Ed. 1-119 p.
- SIDIBÉ, A., 2003.** Les ressources halieutiques démersales côtières de la guinée (Exploitation, biologie et dynamique des principales espèces de la communauté à Sciaenidés. Diplôme de doctorat. ENSAR.
- SPARRE, P., VENEMA, S.C., 1996.** Introduction à l'évaluation des stocks de poissons tropicaux (première partie : Manuel). F.A.O. Document technique sur les pêches, rev. 1 Rome, 306/1-401 p.
- TACHET, H., 2006.** Invertébrés d'eau douce : Systématique, biologie, écologie. Ed. CNRS. 587 p.

**VAZZOLER, A. E. A., 1982.** Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes: reprodução e crescimento. CNPq, Programa Nacional de Zoologia, Brasília, 108 p.

### **Sites web**

<http://www.fao.org>

<http://www.fishbase.org>

<http://www.ifremer.fr>

<http://www.itis.gov/index.html>

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Caridina\\_multidentata](http://fr.wikipedia.org/wiki/Caridina_multidentata)

*Annexes*

## Annexe I

**Tableau.** Dimensions des aquariums

Aquarium	Longueur (cm)	Largeur (cm)	Hauteur (cm)
1	120	50	50
2	35	20	30



**Figure.** Aquarium 120x50x50.



**Figure.** Aquarium 35x20x30.

## Annexe II

**Tableau.** Suivi de la qualité physico-chimique de l'eau des aquariums.

	Aquarium 1							Aquarium 2						
	pH	TH	TAC	NH <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	T°C	pH	TH	TAC	NH <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	T°C
20.03.08	7,76	42,7	24,9	0	0	10	28	7,62	26,1	46,3	0	0	0	28
24.03.08	7,71	53,4	23,1	0,5	0	10	28	7,57	21,4	51,6	0,25	0	0	28
28.03.08	6,85	46,3	19,6	0	0	5	28	7,48	14,2	42,7	0	0,05	0	28
01.04.08	7,25	51,6	24,9	0	0,05	0	28	7,61	23,1	65,9	0	0	0	28
05.04.08	7,35	53,4	16	0,5	0	10	28	7,66	24,9	53,4	0	0	10	28
09.04.08	6,98	42,7	19,6	0	0	0	28	7,76	19,6	46,3	0	0,05	10	28
13.04.08	7,14	53,4	23,1	0	0	10	28	7,59	26,1	53,4	0	0	0	28
17.04.08	7,05	51,6	21,4	0,5	0,05	5	28	7,48	23,1	42,7	0,25	0	0	28
21.04.08	7,63	42,7	19,6	0	0	0	28	7,45	21,4	53,4	0	0	0	28
25.04.08	7,72	51,6	26,1	0	0,15	10	28	7,33	24,9	51,6	0,5	0,05	10	28
29.04.08	7,7	42,7	19,6	1	0,05	5	28	6,97	19,6	46,3	0	0	0	28
03.05.08	7,81	46,3	24,9	0,5	0	0	28	7,41	26,1	46,3	0	0	10	28
07.05.08	8,01	65,9	16	0	0,05	10	28	7,17	24,9	53,4	0,25	0	10	28
11.05.08	7,55	42,7	23,1	0	0	10	28	7,18	21,4	42,7	0	0	10	28

	Aquarium 3							Aquarium 4						
	pH	TH	TAC	NH <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	T°C	pH	TH	TAC	NH <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	T°C
20.03.08	7,56	51,6	24,9	0,5	0	0	28	7,5	65,9	23,1	0	0	0	28
24.03.08	7,26	42,7	23,1	0	0	0	28	7,41	46,3	24,9	0	0	0	28
28.03.08	7,63	53,4	26,1	0	0	0	28	7,6	42,7	24,9	0,5	0	0	28
01.04.08	7,38	46,3	16	0,25	0	0	28	7,54	53,4	21,4	0	0	5	28
05.04.08	7,56	42,7	24,9	0	0	0	28	7,56	46,3	16	0	0	5	28
09.04.08	7,58	46,3	26,1	0	0,05	10	28	7,52	51,6	24,9	0	0,05	0	28
13.04.08	7,62	42,7	19,6	0	0,05	5	28	7,63	42,7	21,4	0	0	0	28
17.04.08	7,25	46,3	21,4	0	0	0	28	7,25	65,9	19,6	0,5	0	10	28
21.04.08	7,41	42,7	23,1	0	0	10	28	7,41	46,3	23,1	0	0	0	28
25.04.08	7,53	53,4	24,9	0	0	0	28	7,53	42,7	24,9	0,5	0	5	28
29.04.08	7,5	65,9	23,1	0,25	0	0	28	7,5	53,4	19,6	0,25	0	0	28
03.05.08	7,65	46,3	24,9	0	0,05	0	28	7,54	51,6	26,1	0	0	0	28
07.05.08	7,54	51,6	19,6	0	0	5	28	7,68	42,7	23,1	0,5	0,05	10	28
11.05.08	7,5	53,4	21,4	0	0	0	28	7,5	42,7	24,9	0	0	0	28

## Annexe III

**Mode de dilution** : Il est basé sur l'application de la loi de dilution :

$$C_1.V_1 = C_2.V_2$$

Nous avons dilué l'eau de mer avec une eau de robinet dont le taux de salinité est nul selon le calcul suivant :

Par exemple, pour obtenir une eau à 10 PSU :

$$C_1 = 35 \text{ PSU (eau de mer),}$$

$$V_1 = ?$$

$$C_2 = 10 \text{ PSU,}$$

$$V_2 = 20 \text{ l}$$

$$\text{D'où : } V_1 = (C_2.V_2) / C_1$$

$$V_1 = (10 \times 20) / 35 = 5,71 \text{ l d'eau de mer à rajouter à l'eau douce.}$$

$$(20 - 5,71) = \mathbf{14,29} \text{ d'eau à 0 PSU.}$$

C'est-à-dire nous avons enlevé les 5,71 l des 20 l d'eau douce et nous les avons remplacés par 5,71 l d'eau de mer pour avoir une eau à 10 PSU.

Il est à signaler que chacune de ces salinités est systématiquement vérifiée soit à l'aide du salinomètre électronique ou bien par la méthode volumétrique.

Il s'agissait de faire augmenter la salinité progressivement pour chaque lot à raison de 30 PSU chaque jour jusqu'à l'obtention de la salinité voulue. Cette phase permet d'éviter un choc hyalin aux larves. Afin d'augmenter la salinité de 8,7 PSU chaque jour, nous avons procédé ainsi :

Ayant le rapport entre les deux concentrations  $8,7/35 = 0,248$  pour un litre, pour les 20 l on aura :

$$20 \times 0,248 = \mathbf{4,96} \text{ l.}$$

Donc il faut prélever chaque jour 4,96 l de la solution dont on veut augmenter la salinité et substituer cette même quantité par l'eau de mer.

## Annexe IV

**Tableau.** Données sur les femelles utilisées pour l'étude de la fécondité.

Jours	N° Femelles	Poids	Lt	Lc	La	Nombre Œufs
12.03.08	X	0.485	2.78	0.69		
13.03.08	X	0.513	3.65	1		
13.03.08	X	0.566	2.9	0.84		
15.03.08	X	0.527	2.95	0.84		
17.03.08	X	0.744	3.575	0.99		
19.03.08	X	0.685	3.16	0.92		
22.03.08	F1	0.692	3.335	0.92	1.63	1349
24.03.08	F2	0.789	3.57	0.94	1.71	1442
25.03.08	F3	0.596	2.945	0.79	1.23	962
25.03.08	F4	0.456	2.88	0.75	1.15	693
25.03.08	F5	0.816	3.89	1.06	1.93	1586
27.03.08	F6	0.431	2.75	0.73	1	726
27.03.08	F7	0.496	2.92	0.77	1.2	987
01.04.08	F8	0.512	2.95	0.78	1.26	1029
04.04.08	F9	0.723	3.23	0.95	1.5	1247
09.04.08	F10	0.787	3.59	0.99	1.73	1409
17.04.08	F11	0.512	3.04	0.92	1.31	1187
01.05.08	F12	0.681	3.8	1.03	1.9	1651
11.05.08	F13	0.553	3.26	0.95	1.6	1305
15.05.08	F14	0.486	2.85	0.74	1.12	783
16.05.08	F15	0.645	3.99	1.35	1.97	1781

## Annexe V

**Tableau.** Données des mensurations et pesées effectuées sur les crevettes.

13.03.08

20.03.08

27.03.08

Femelles		Mâles	
0,312	23,7	0,176	20,6
0,317	24,2	0,178	20,9
0,313	24,5	0,179	21,1
0,321	24,8	0,185	21,4
0,325	25,5	0,187	21,8
0,324	25,9	0,19	22
0,33	26,2	0,195	22,2
0,328	26,7	0,193	22,5
0,335	27,2	0,199	22,6
0,341	27,4	0,198	22,9
0,345	27,5	0,211	23,1
0,339	27,8	0,213	23,3
0,348	28	0,216	23,7
0,349	28,1	0,208	24,4
0,352	28,8	0,215	24,7
0,344	29	0,223	24,8
0,357	29,4	0,227	25,3
0,362	29,6	0,224	25,6
0,365	29,9	0,229	26,7
0,369	29,9	0,231	26,9
0,372	30,2	0,233	27,2
0,371	30,5	0,235	27,5
0,384	30,6	0,238	27,8
0,387	30,8	0,243	28,1
0,393	31,1	0,24	28,3
0,398	31,5	0,255	28,5
0,402	31,7	0,259	28,9
0,421	32	0,261	29
0,416	32,4	0,268	29,2
0,424	32,6	0,269	29,7
0,437	32,8	0,271	30,2
0,435	33,1	0,274	30,5
0,453	33,1		
0,428	33,2		
0,472	33,8		
0,498	34,4		
0,512	34,9		
0,538	35,7		
0,561	36,3		
0,585	36,8		
0,529	37		
0,644	37		
0,653	38,2		
0,645	38,3		
0,675	39,1		
0,689	39,5		
0,701	45,3		
0,774	47		

Femelles		Mâles	
0,314	24	0,18	20,6
0,318	24,2	0,182	21,1
0,323	24,8	0,179	21,4
0,314	25	0,189	21,8
0,327	25,5	0,186	22,2
0,332	26,2	0,192	22,4
0,323	26,7	0,195	22,5
0,338	27,2	0,197	22,6
0,328	27,4	0,202	22,6
0,343	27,4	0,198	22,9
0,346	27,5	0,215	23,1
0,342	27,8	0,211	23,3
0,352	28,1	0,218	23,7
0,345	28,9	0,216	24,7
0,346	29	0,205	24,8
0,361	29,4	0,226	24,8
0,35	29,5	0,225	25,6
0,367	29,9	0,228	25,8
0,373	29,9	0,231	26,7
0,36	30,4	0,235	27,2
0,374	30,5	0,228	27,4
0,386	30,6	0,237	27,5
0,369	31,1	0,245	28,1
0,395	31,1	0,234	28,2
0,389	31,4	0,242	28,3
0,399	31,5	0,257	28,9
0,405	31,7	0,26	28,9
0,422	32,3	0,262	29
0,418	32,4	0,27	29,2
0,439	32,8	0,27	30,1
0,455	33,1	0,272	30,2
0,426	33,2	0,275	30,5
0,43	33,2		
0,431	34		
0,502	34,4		
0,514	34,9		
0,471	35		
0,54	35,7		
0,566	36,3		
0,646	37		
0,575	37,6		
0,527	37,6		
0,655	38,2		
0,641	38,9		
0,678	39,1		
0,687	39,5		
0,705	45,3		
0,776	47		

Femelles		Mâles	
0,316	24	0,182	21
0,318	25	0,184	21,1
0,316	25	0,183	21,4
0,33	25,5	0,185	22,2
0,322	26	0,187	22,3
0,327	26,7	0,193	22,4
0,331	27	0,195	22,5
0,339	27,2	0,199	22,6
0,332	27,4	0,203	22,6
0,349	27,5	0,214	23,1
0,356	28,1	0,214	23,3
0,34	28,3	0,198	23,6
0,341	28,7	0,221	23,7
0,349	28,9	0,208	24,8
0,348	29	0,213	25,2
0,353	29,5	0,224	25,3
0,365	29,6	0,231	25,8
0,371	29,9	0,222	26
0,364	30,1	0,232	26,7
0,377	30,5	0,237	27,2
0,37	31	0,23	27,4
0,373	31,1	0,239	27,5
0,399	31,1	0,237	28,2
0,391	31,4	0,243	28,3
0,389	31,7	0,242	28,4
0,408	31,7	0,258	28,9
0,402	32	0,263	28,9
0,425	32,3	0,263	29
0,459	33,1	0,272	29,2
0,428	33,2	0,271	30,1
0,415	33,5	0,273	30,5
0,442	33,9	0,276	30,5
0,436	34		
0,506	34,4		
0,432	34,5		
0,475	35		
0,51	35,5		
0,543	35,7		
0,648	37		
0,565	37,1		
0,563	37,6		
0,53	37,6		
0,658	38,2		
0,644	38,9		
0,694	39,5		
0,675	40		
0,709	45,3		
0,777	47		

03.04.08

Femelles		Mâles	
0,318	24	0,185	21
0,32	25	0,185	21,4
0,319	25	0,185	22
0,326	26	0,187	22,2
0,331	26,2	0,19	22,3
0,33	26,7	0,194	22,4
0,334	27	0,198	22,6
0,334	27,4	0,195	23
0,352	27,5	0,201	23,1
0,336	28,1	0,215	23,3
0,345	28,3	0,198	23,6
0,344	28,7	0,212	23,7
0,354	28,9	0,217	24,5
0,351	29	0,209	24,8
0,351	29,2	0,216	25,2
0,355	29,5	0,228	25,3
0,368	29,6	0,232	25,8
0,375	29,9	0,225	26
0,362	30,1	0,234	26,7
0,381	30,5	0,232	27,4
0,375	31	0,241	27,5
0,374	31,1	0,234	27,8
0,394	31,4	0,239	28,2
0,392	31,7	0,246	28,3
0,412	31,7	0,246	28,4
0,394	32	0,26	28,9
0,405	32	0,263	28,9
0,427	32,3	0,265	29
0,463	33,1	0,275	29,2
0,432	33,2	0,269	30,1
0,421	33,5	0,272	30,5
0,447	33,9	0,275	30,5
0,439	34		
0,435	34,5		
0,478	35		
0,504	35		
0,518	35,5		
0,54	36,3		
0,568	37,1		
0,643	37,5		
0,575	37,6		
0,532	37,6		
0,663	38,2		
0,649	38,9		
0,692	39,5		
0,68	40		
0,711	45,7		
0,782	47		

10.04.08

Femelles		Mâles	
0,319	24,5	0,184	21
0,322	25	0,187	22
0,318	25,5	0,187	22,2
0,329	26	0,189	22,2
0,333	26,2	0,192	22,3
0,332	26,7	0,196	22,4
0,338	27	0,2	22,6
0,338	27,4	0,195	23
0,355	27,5	0,205	23,1
0,341	28,1	0,198	23,6
0,349	28,3	0,215	23,7
0,348	28,7	0,213	23,9
0,358	28,9	0,22	24,5
0,357	29,2	0,211	24,8
2 0,358	29,5	0,218	25,2
0,371	29,6	0,231	25,3
0,349	29,7	0,235	25,8
0,365	30,1	0,228	26
0,372	30,8	0,231	27,2
0,379	31	0,234	27,4
0,377	31,1	0,238	27,8
0,397	31,4	0,238	28,1
0,379	31,5	0,24	28,2
0,395	31,7	0,247	28,3
0,401	32	0,248	28,4
0,406	32	0,261	28,9
0,426	32,3	0,267	29
0,41	32,8	0,276	29,2
0,435	33,2	0,262	29,3
0,425	33,5	0,273	30,1
0,445	33,9	0,274	30,5
0,442	34	0,272	30,5
0,46	34,3		
0,44	34,5		
0,481	35		
0,507	35		
0,521	35,5		
0,545	36,3		
0,57	37,1		
0,649	37,5		
0,577	37,6		
0,535	37,6		
0,66	38,8		
0,652	38,9		
0,69	39,5		
0,683	40		
0,712	45,7		
0,785	47		

17.04.08

Femelles		Mâles	
0,319	24,5	0,187	21,8
0,323	25	0,186	22
0,321	25,5	0,189	22,2
0,335	26,2	0,193	22,3
0,33	26,5	0,195	22,4
0,331	27,4	0,202	22,6
0,339	27,4	0,19	23
0,336	27,5	0,195	23
0,345	28,1	0,208	23,1
0,353	28,3	0,198	23,6
0,361	28,4	0,217	23,7
0,35	28,7	0,218	23,9
0,362	29,2	0,224	24,5
0,361	29,5	0,213	24,8
0,354	29,7	0,221	25,2
0,361	29,8	0,233	25,3
0,367	30,1	0,237	25,8
0,377	30,8	0,231	26
0,383	31	0,234	27,2
0,379	31,1	0,236	27,4
0,369	31,2	0,24	27,8
0,401	31,4	0,239	28,1
0,384	31,5	0,241	28,2
0,398	31,7	0,249	28,4
0,405	32	0,244	28,7
0,405	32	0,263	28,9
0,43	32,3	0,269	29
0,414	32,8	0,274	29,2
	32,8	0,265	29,3
0,431	33,2	0,275	30,1
0,428	33,5	0,276	30,5
0,445	34	0,278	30,8
0,465	34,3		
0,442	34,5		
0,485	35		
0,508	35		
0,525	35,5		
0,548	36,3		
0,574	37,1		
0,654	37,5		
0,539	37,6		
0,583	38,2		
0,664	38,8		
0,655	38,9		
0,694	39,9		
0,685	40		
0,714	45,7		
	47		

24.04.08

Femelles		Mâles	
0,321	24,5	0,188	21,8
0,324	25,5	0,188	22
0,322	25,8	0,192	22,2
0,332	26,5	0,195	22,3
0,336	27	0,194	22,9
0,335	27,4	0,192	23
0,34	27,5	0,195	23
0,336	28	0,201	23,1
0,347	28,1	0,209	23,1
0,356	28,3	0,198	23,6
0,359	28,4	0,218	23,7
0,352	28,7	0,22	23,9
0,368	29,2	0,226	24,5
0,357	29,7	0,224	25,2
0,363	29,8	0,235	25,3
0,359	30	0,21	25,4
0,371	30,1	0,234	26
0,38	30,8	0,235	26,2
0,386	31	0,237	27,2
0,373	31,2	0,239	27,4
0,385	31,5	0,242	27,8
0,402	31,7	0,242	28,1
0,409	32	0,251	28,4
0,411	32	0,238	28,6
0,398	32,1	0,249	28,7
0,383	32,3	0,265	28,9
0,418	32,8	0,277	29,2
0,429	32,8	0,268	29,3
	32,8	0,268	29,4
0,439	33,2	0,271	30,1
0,468	34,3	0,278	30,5
0,423	34,4	0,277	30,8
0,445	34,5		
0,451	34,9		
0,511	35		
0,529	35,5		
0,482	35,8		
0,552	36,3		
0,58	37,1		
0,659	37,5		
0,543	37,6		
0,588	38,2		
0,667	38,8		
0,658	38,9		
	39,5		
0,684	40		
0,717	45,7		
	47		

01.05.08

Femelles		Mâles	
0,322	25	0,191	21,8
0,325	25,8	0,194	22,2
0,324	26	0,189	22,7
0,335	26,5	0,192	22,9
0,336	27	0,196	22,9
0,336	27,4	0,192	23
0,342	27,5	0,2	23,1
0,346	28	0,211	23,1
0,363	28,4	0,195	23,4
0,355	29	0,217	23,7
0,354	29,1	0,223	23,9
0,355	29,5	0,198	24,1
0,359	29,7	0,229	24,5
0,366	29,8	0,237	25,3
0,364	30	0,214	25,4
0,365	30,1	0,221	25,7
0,37	30,7	0,239	26,2
0,383	30,8	0,232	26,4
0,389	31	0,239	27,2
0,377	31,2	0,243	27,8
0,389	31,5	0,237	27,9
0,412	32	0,244	28,1
0,404	32,1	0,253	28,4
0,386	32,3	0,243	28,6
0,405	32,4	0,252	28,7
0,409	32,5	0,267	28,9
0,422	32,8	0,267	29,3
0,434	32,8	0,271	29,4
	32,8	0,275	29,6
0,444	34	0,276	30,1
0,465	34,3	0,272	30,5
0,435	34,4	0,279	30,8
0,457	34,9		
0,443	35,4		
0,51	35,5		
0,489	35,8		
0,527	35,9		
0,554	36,3		
0,661	37,5		
0,578	37,9		
0,542	38,1		
0,586	38,2		
0,672	38,8		
0,656	39,2		
	39,5		
0,688	40		
0,723	45,7		
	47		