

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل  
Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement  
du Littoral



**Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme  
d'Ingénieur en Sciences de la Mer**

**Option : Aquaculture**

**Thème :**

**MIS EN PLACE DES OUTILS TECHNOLOGIQUES NECESSAIRES  
AU DEVELOPPEMENT D'UN ELEVAGE D'*Artemia salina*  
DU SALINE DE BETHIOUA.**

Présenté par :

**RABHI Mohammed**

Soutenu le 21/10/2017 devant le jury composé de :

<b>M<sup>me</sup>. MESLEM Nabila.</b>	<b>Maître- Assistante A</b>	<b>ENSSMAL Présidente</b>
<b>M. LOURGUIOUI Hichem.</b>	<b>Maître- Assistant A</b>	<b>ENSSMAL Examineur</b>
<b>M<sup>me</sup> CHABET Dis Chalabia.</b>	<b>Attachée de recherche</b>	<b>CNRDPA Examinatrice</b>
<b>M. REFES Wahid.</b>	<b>Maître de Conférences A</b>	<b>ENSSMAL Promoteur</b>

**Année universitaire : 2016 - 2017**



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل  
Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement  
du Littoral



**Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme  
d'Ingénieur en Sciences de la Mer**

**Option : Aquaculture**

**Thème :**

**MIS EN PLACE DES OUTILS TECHNOLOGIQUES NECESSAIRES  
AU DEVELOPPEMENT D'UN ELEVAGE D'*Artemia salina*  
DU SALINE DE BETHIOUA.**

Présenté par :

**RABHI Mohammed**

Soutenu le 21/10/2017 devant le jury composé de :

<b>M<sup>me</sup>. MESLEM Nabila.</b>	<b>Maître- Assistante A</b>	<b>ENSSMAL Présidente</b>
<b>M. LOURGUIOUI Hichem.</b>	<b>Maître- Assistant A</b>	<b>ENSSMAL Examineur</b>
<b>M<sup>me</sup> CHABET Dis Chalabia.</b>	<b>Attachée de recherche</b>	<b>CNRDPA Examinatrice</b>
<b>M. REFES Wahid.</b>	<b>Maître de Conférences A</b>	<b>ENSSMAL Promoteur</b>

**Année universitaire : 2016 - 2017**

## ***Remerciement***

Gloire, pureté et louange à Dieu le tout puissant et miséricordieux qui nous a procuré le courage pour accomplir ce travail.

Je présente mes remerciements à mon encadreur **M Reffas** et lui témoigner également ma gratitude pour son soutien qui m'a été précieux afin de mener ce travail à bon port.

En second lieu, je tiens à remercier **CHABET Dis Chalabia** pour ses excellentes orientations, qui m'ont éclairé le chemin de la recherche.

Mes vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon document en acceptant d'examiner mon travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Madame **MESLEM Nabila** merci d'avoir accepté de présider le jury de cette soutenance.

Monsieur **LOURGUIOUI Hichem**, merci d'avoir accepté d'examiner ce travail et pour toute l'aide précieuse que vous nous avez apporté.

Ce mémoire n'aurait pas été possible sans l'intervention, consciente de tous l'équipe de CNRPDA pour les conseils qu'ils nous ont prodigué et la confiance qu'ils nous ont témoigné ont été déterminants dans la réalisation de ce dernier.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à tous les professeurs qui m'ont enseigné et qui par leurs compétences m'ont soutenu dans la poursuite de mes études.

Les bibliothécaires de l'école de leur patience, leur collaboration et gentillesse.

Je remercie enfin tous ceux qui, d'une manière ou d'une autre, ont contribué à la réussite de ce travail et qui n'ont pas pu être cités ici.

## *Dédicaces*

A mon père, aucune dédicace ne saurait exprimer l'estime, le dévouement et le respect que j'ai pour toi, rien au monde ne vaut les efforts fournis jours et nuits pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit des sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

A ma mère, source de tendresse, tu n'as pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance, et même à l'âge adulte.

Je prie le bon Dieu de les bénir, de veiller sur eux, en espérant qu'ils seront toujours présents et fiers de moi à chaque réussite.

A mes deux sœurs, en témoignage de l'attachement, l'amour, et l'affection que je porte pour vous, vous êtes toujours dans mon cœur. Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et réussite.

Aussi, aux doctorants et ingénieurs, Hamza, Lamine, Salah, Mabrouk, merci pour tous vos conseils tout au long de mon cursus, votre présence, et pour tous les bons moments passés ensemble.

A ma promotion aquafriend, à mes frères et sœurs, à mes amis que j'ai connus, et avec qui j'ai passé des moments inoubliable, Slimane, Mohamed, Radouane, Iheb, Elyes, Soufiane,.. merci pour tout.

A tous ceux qui ont contribué à mon aide, de près ou de loin...

MERCI

**RABHI Mohamzd**

## LISTE DES FIGURES

### MATERIELS ET METHODES

<b>Figure I.1</b> : Situation géographique de la saline de Bethioua (Arzew), Google Earth (2017).....	5
<b>Figure I.2</b> : La morphologie et l'anatomie chez l' <i>Artémia salina</i> ,(G X1,5 ; avec la loupe binoculaire) (présente étude).....	6
<b>Figure I.3</b> : <b>A</b> : Les cystes d' <i>Artémia salina</i> déshydraté ; <b>B</b> : les cystes hydratés (présente étude).....	7
<b>Figure I.4</b> : Nauplius d' <i>Artémia salina</i> après l'éclosion.....	8
<b>Figure I.5</b> : Morphologie d'une femelle adulte d' <i>Artémia salina</i> (vue latérale).....	8
<b>Figure I.6</b> : Caractères de distinction d'un mâle d' <i>Artémia salina</i> .....	9
<b>Figure I.7</b> : Caractères de distinction d'une femelle d' <i>Artémia salina</i> .....	9
<b>Figure I.8</b> : La reproduction chez l' <i>Artémia salina</i> .....	11
<b>Figure I.9</b> : Etapes de purification des cystes d' <i>Artemia salina</i> .....	12
<b>Figure I.10</b> : Appareillage optique utilisé pour l'analyse d' <i>Artémia salina</i> .....	15
<b>Figure I.11</b> : Les cystes hydratés non-décapsulés.....	15
<b>Figure I.12</b> : Les cystes décapsulés.....	15
<b>Figure I.13</b> : Longueur totale de nauplii d' <i>Artémia salina</i> .....	16
<b>Figure I.14</b> : Analyse morpho-métrique sur les adultes d' <i>Artémia salina</i> .....	17

### RESULTATS ET DISCUSSION

<b>Figure II.1</b> : Diamètres des cystes entièrement hydratés.....	29
<b>Figure II.2</b> : Longueur totale des naupliis fraîchement éclos.....	30
<b>Figure II.3</b> : Répartition géographique des régions d'extraction d' <i>Artemia salina</i> dans l'étude établie par GHOMARI 2014 (personnel).....	34
<b>Figure II.4</b> : Polygone de la distribution de fréquence de taille d' <i>Artemia salina</i> .....	35
<b>Figure II.5</b> : Décomposition de la distribution de fréquences de tailles d' <i>Artemia salina</i> en cohortes utilisant la méthode de BHATTACHARYA (1967) sur FISAT II.....	36
<b>Figure II.6</b> : Décomposition de la distribution de fréquences de tailles d' <i>Artemia salina</i> en cohortes utilisant la méthode de Maximum de vraisemblances NORMSEP; sur FISAT II.....	37
<b>Figure II.7</b> : Courbe de von Bertalanffy obtenue par la méthode de Tomlinson et Abramson (1961) sur FISAT II.....	38
<b>Figure II.8</b> : Détermination de $L_{\infty}$ et $Z / K$ pour <i>A. salina</i> par la méthode de Powell-Wetherall.....	39
<b>Figure II.9</b> : Variation de $R_n$ (Scores) en fonction de $K$ « Etiquette K-Scan » obtenue par ELEFAN I.....	39
<b>Figure II.10</b> : Couples de $K/L_{\infty}$ et leurs score ( $R_n = ESP/ASP$ ) respectifs (ELEFAN I) chez <i>A. salina</i> .....	40
<b>Figure II.11</b> : Courbe de croissance linéaire de Von Bertalanffy d' <i>Artémia salina</i> de la saline de bethioua.....	41
<b>Figure II.12</b> : Evolution de la taille en fonction de temps pour la population d' <i>Artemia salina</i> de la saline de Bethioua.....	42
<b>Figure II.13</b> : Croissance d' <i>Artemia salina</i> de différentes origines dans une salinité de 140‰ (GILCHRIST, 1960).....	43
<b>Figure II.14</b> : Croissance linéaire de la population d' <i>Artemia</i> sp. de la Sebkhah Ez-Zemoul, (AMAROUAYACHE <i>et al.</i> , 2007).....	43
<b>Figure II.15</b> : longueurs totale des adultes d' <i>Artémia salina</i> lorsqu'ils atteignent leur maturité sexuelle.....	46
<b>Figure II.16</b> : Couple d' <i>Artémia salina</i> en position d'accouplement (Riding position ou position d'équitation).....	46

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau II.1</b> : Paramètres physico-chimiques (température, salinité, oxygène dissout) d' <i>Artémia franciscana</i> (AF) (témoins) et d' <i>Artémia salina</i> (AS). .....	26
<b>Tableau II.2</b> : Paramètre générale des sels nutritifs (ammoniaque $\text{NH}_3$ , nitrites $\text{NO}_2$ , phosphate $\text{PO}_4^{3-}$ ) pour l' <i>Artémia salina</i> et l' <i>Artémia franciscana</i> (espèces témoin). .....	28
<b>Tableau II.3</b> : Distributions des diamètres des cystes entièrement hydratés. ....	29
<b>Tableau II.4</b> : Distributions des longueurs des naupliis fraîchement éclos. ....	30
<b>Tableau II.5</b> : Mesures morpho-métriques pour les adultes d' <i>Artémia Salina</i> de la saline de Bethioua élevé dans le laboratoire (les différentes longueurs sont en mm). ....	32
<b>Tableau II.6</b> : Moyennes (Ecart type) des variables morphologiques mesurées chez les adultes des populations des différentes origines. GHOMARI (2013). ....	33
<b>Tableau II.7</b> : Corrélations (r), type d'allométrie (A) et équations de régression des différents caractères métriques mesurés chez <i>Artémia salina</i> de la saline de bethioua. ....	35
<b>Tableau II.8</b> : Les cohortes de la population obtenues par la méthode de Bhattacharya (1967). 37	37
<b>Tableau II.9</b> : La clé âge-longueur obtenue par la méthode de NORMSEP. ....	37
<b>Tableau II.10</b> : Paramètres de croissance linéaire d' <i>A.salina</i> , obtenus par différentes méthodes..40	40
<b>Tableau II.11</b> : les intervalles des âges moyens ; Par l'utilisation de l'équation inversé de Von Bertalanffy. ....	41
<b>Tableau II.12</b> : La clé âge-longueur obtenue par la méthode de NORMSEP .....41	41
<b>Tableau II.13</b> : les intervalles des âges moyens ; Par l'utilisation de l'extrapolation sur la courbe d'évolution de la taille en fonction de temps .....41	41
<b>Tableau II.14</b> : Répartition des mâles et femelles par classe de taille d' <i>Artémia Salina</i> (sex-ratio ; taille ( $\mu\text{m}$ )). ....	44

## TABLE DES MATIÈRES

<b>LISTE DES FIGURES.....</b>	<b>iii</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX .....</b>	<b>iv</b>
<b>LISTES DES ABRÉVIATIONS.....</b>	<b>vii</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>2</b>
<b>MATERIELS ET METHODES</b>	
1. Présentation du site d'étude.....	5
2. Description morphologique et anatomique .....	6
2.1. Morphologie des cystes .....	7
2.1.1. Les conditions de formation des cystes .....	7
2.2. Morphologie des Nauplius.....	7
2.3. Morphologie des adultes.....	8
2.4. Reproduction .....	10
3. Echantillonnage.....	12
3.1. Purification et conservation des échantillons de cystes.....	12
4. Incubation des cystes (élevage).....	13
5. Caractéristiques du milieu d'élevage .....	14
6. Biométrie et mesures a réalisés .....	14
6.1. Appareillage optique .....	14
6.2. Biométrie des cystes .....	15
6.3. Biométrie des nauplius .....	16
6.4. Analyse morpho-métrique des adultes .....	16
6.5. Relations biométriques .....	17
7. Traitement statistique des données.....	18
7.1. Distribution des classes de taille.....	18
7.2. Analyse des structures d'âge .....	18
7.2.1. Méthode de BHATTACHARYA (1967, in KACHER, 1989).....	19
7.2.2. Concept de NORMSEP.....	19
7.2.3. Méthode de TOMLINSON et ABRAMSON (1961).....	19
7.3. Etude de la croissance.....	20
7.3.1. Croissance linéaire : modèle de VON BERTALANFFY (1934, in KACHER, 1989).....	20
7.6. Analyse des structures de taille .....	20

7.6.1. Méthode de POWELL –WETHERALL (1986) .....	20
7.6.2. Méthode de PAULY (1980) pour l'estimation de $t_0$ .....	21
7.6.3. ELEFAN I.....	21
8. La reproduction .....	22

## **RESULTATS ET DISCUSSION**

1. Caractéristiques du milieu d'élevage .....	26
2. Biométrie et mesures réalisés .....	29
2.1. Biométrie des cycles et des nauplius .....	29
2.2. Morphométrie des adultes .....	31
3. Relations biométriques .....	34
4. Distributions des fréquences de tailles .....	35
4.1. Analyse des structures d'âge .....	36
4.1.1. Clé âge-longueur .....	36
4.1.2. Méthode de TOMLINSON et ABRAMSON (1961).....	37
4.2. Analyse de structure de taille.....	38
4.2.1. Méthode de POWELL WETHERALL (1986). .....	38
4.2.2. Méthode d'ELEFAN I (ELECTRONIC LENGTH FREQUENCY ANALYSIS) .....	39
4.3. Choix des paramètres de croissance linéaire .....	40
5. Croissance .....	42
6. Reproduction .....	44
6.1. Sex-ratio.....	44
<b>CONCLUSION</b> .....	48
<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b> .....	51

## **ANNEXES**

## LISTES DES ABRÉVIATIONS

**ASP** : Available Sum of Peaks : les sommes des pics Disponible.

**b** : Ordonnée à l'origine de la droite  $y=ax+b$  ; **a** : pente.

**CNRDPA** : Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de L'Aquaculture.

**DiY** : Distance entre les yeux.

**DO** : Diamètre de l'œil.

**ELEFAN**: Electronic Length-Frequency Analysis.

**ENASEL** : Entreprise Nationale de sel.

**ESP** : Explained Sum of Peaks : les sommes des pics expliquée.

**IFREMER** : Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer.

**K** : Coefficient de croissance (catabolisme ou de courbure),

**$L_{\infty}$**  : Longueur asymptotique quand t tend vers l'infini,

**IA** : Largeur du troisième segment de l'abdomen.

**LA** : Longueur de l'abdomen.

**LAnt** : Longueur de l'antennule.

**LF**: Longueur de la fourche caudale.

**IO ou ISge** : Largeur de l'utérus chez la femelle ou du segment génital chez le mâle.

**Lt** : Longueur du poisson au temps t (âge),

**LT** : Longueur totale.

**ITe** : Largeur de la tête.

**NORMSEP**: Normal Distribution Separator Using Steepest Descend Method.

**t0** : Correspond à un âge théorique pour lequel la taille est nulle, or les larves ont une certaine taille à l'éclosion.

**TDF** : tableau de distribution des fréquences.

**TNPC** : Traitement Numérique des Pièces Calcifiées.

# **INTRODUCTION**

## INTRODUCTION

L'aquaculture a devant elle de nombreux défis pour la décennie à venir, notamment dans la lutte contre les maladies, la domestication et l'amélioration des cheptels, les techniques de production, d'écloserie et d'élevage, la gestion de la qualité de l'eau, ainsi que le développement d'aliments et de procédés d'alimentation adaptés (SUBASINGHE *et al.*, 2003).

Aussi l'un des points critiques affectant le succès commercial des productions de poissons, mollusques et crustacés a été la dépendance vis à vis de la disponibilité en juvéniles de qualité pour l'ensemencement (SORGELLOOS, 1995). Bien que les besoins nutritionnels de la plupart des espèces aient été identifiés, la production d'écloserie pour la plupart des espèces dépend encore d'aliments vivants tels que les micro-algues, les rotifères et les *Artemias* (SUBASINGHE *et al.*, 2003).

*Artemia* est un crustacé anostracé qui vit exclusivement dans les milieux hyper-halins. Ce petit crustacé fut longtemps utilisé et considéré comme source de protéines appréciable. Il a une position unique dans le système d'aquaculture et est administré en tant que nourriture vivante à plus de 85% des espèces cultivées à travers le monde (SOUNDARAPANDIAN et SARAVANAKUMAR 2009).

L'*Artemia* est largement distribuée sur les 5 continents (VAN STAPPEN, 2002), plus de 50 souches ont été enregistrées à partir de 300 biotopes naturels. Trois espèces fréquentent la région méditerranéenne *A.parthenogenetica*, *A.salina* (TRANTAPHYLLIDIS *et al.*, 1998) et l'espèce *A.franciscana*, originaire du continent américain, qui a récemment envahi l'Italie (MURA, 1993), l'Espagne, le Maroc, la France (GREEN *et al.*, 2005) et la Tunisie (GUERMAZI *et al.*, 2009).

Les naupliis d'*Artemia* sont considérés comme un aliment convenable qui peut être facilement stocké et aisément manipulé et obtenu seulement après 24h d'incubation à partir des cystes (LAVENS et SORGELLOOS, 2000). Ils présentent une petite taille parfaitement convenable pour la petite bouche des larves fragiles (LAVENS *et al.*, 1996).

L'évolution récente de la production aquacole a entraîné une demande accrue pour l'*Artemia*. Chaque année, plus de 1500 tonnes de cystes *Artemia* secs sont commercialisés dans le monde entier pour nourrir les poissons et les crustacés (DHONT et SORGELLOOS, 2002). À raison de 200 à 500 €/Kg et dont l'essentiel de la production provient du Grand Lac Salé des Etats Unis d'Amérique (SORGELLOOS *et al.*, 2001).

En fait, les nauplii d'*Artemia* sont considérés comme une nourriture vivante irremplaçable pour l'élevage larvaire de la plupart des poissons marins et des larves de crustacés (SORGELLOOS *et al.*, 2001; KOLKOVSKI *et al.*, 2004)

## INTRODUCTION

L'*Artemia* a fait l'objet de nombreuses recherches concernant son utilisation dans l'aquaculture (BENGTSON *et al.*, 1991; VANHAECKE *et al.*, 1995; SORGELOOS *et al.*, 2001). En Algérie, 11 sites avec *Artemia* ont été localisés (SORGELOOS *et al.*, 1986; ZEMMOURI, 1991; GAGNEUR et KARA, 2001). Ces stocks ont fait l'objet d'études qualitatives et / ou quantitatives, celles de HADDAG, 1991; AMAROUAYACHE, 2002; KARA *et al.*, 2004; AMAROUAYACHE *et al.*, 2009 et KARA et AMAROUAYACHE, 2012.

Plusieurs études ont été élaborées sur les variations de la forme d'*Artemia salina*. En relation avec la salinité du milieu dans lequel elle vit. Cela a fait l'objet de nombreuses recherches et aussi la biologie d'*Artemia* qu'est un aspect le plus largement étudié.

Les changements de forme corporelle sous l'influence de certains facteurs extrinsèques, en particulier la salinité du milieu, ont été observés et parfois mesurés sans référence à l'influence possible des facteurs intrinsèques sur la forme du corps (GILCHRIST, 1960). Étant donné que la forme d'un animal est le résultat et la conséquence de la croissance, la taille doit être considérée comme un facteur intrinsèque important susceptible d'influencer la forme du corps.

Peu d'études ont été faites sur la croissance d'*Artemia salina*. Plusieurs auteurs (MARTIN et WILBUR, 1921, in GILCHRIST, 1960 ; HEATH, 1924 ; BOND, 1933 ; WARREN, 1938), ont mis le rapport de variations inversé, de la taille de l'adulte d'*Artemia* par rapport à la salinité du milieu externe.

Dans ce contexte, vu ce grand intérêt que possède l'*Artemia* et que l'animal n'est pas étrange à l'Algérie (GAUTHIER, 1928; COLLINS, 1977 ; BLANCHARD, 1988 *in* HADDAG, 1991), et vue que l'Algérie dispose d'un grand nombre de biotopes pouvant abriter la ressource naturelle d'*Artemia*, spécialement au niveau des zones humides, vient s'insérer notre étude, qui a comme objectifs :

- La caractérisation biométrique et morpho-métrique de l'*Artemia salina* existante dans le salines de Bethioua à Oran.
- La détermination des éléments de base de la dynamique des populations.
- La croissance et la reproduction de la population d'élevage d'*Artemia salina* sont abordées.

Afin d'essayer d'englober ces principaux objectifs, Le présent travail traite :

- ❖ Une simple présentation des données générales sur le site d'étude, la saline de Bethioua à Oran et un résumé sur la biologie et la morphologie de l'espèce *Artemia salina*.
- ❖ Les principaux méthodes et modèles utilisés pour l'échantillonnage biométrique et le traitement statistique.
- ❖ Synthèse et interprétation des résultats obtenus pour terminer avec une conclusion.

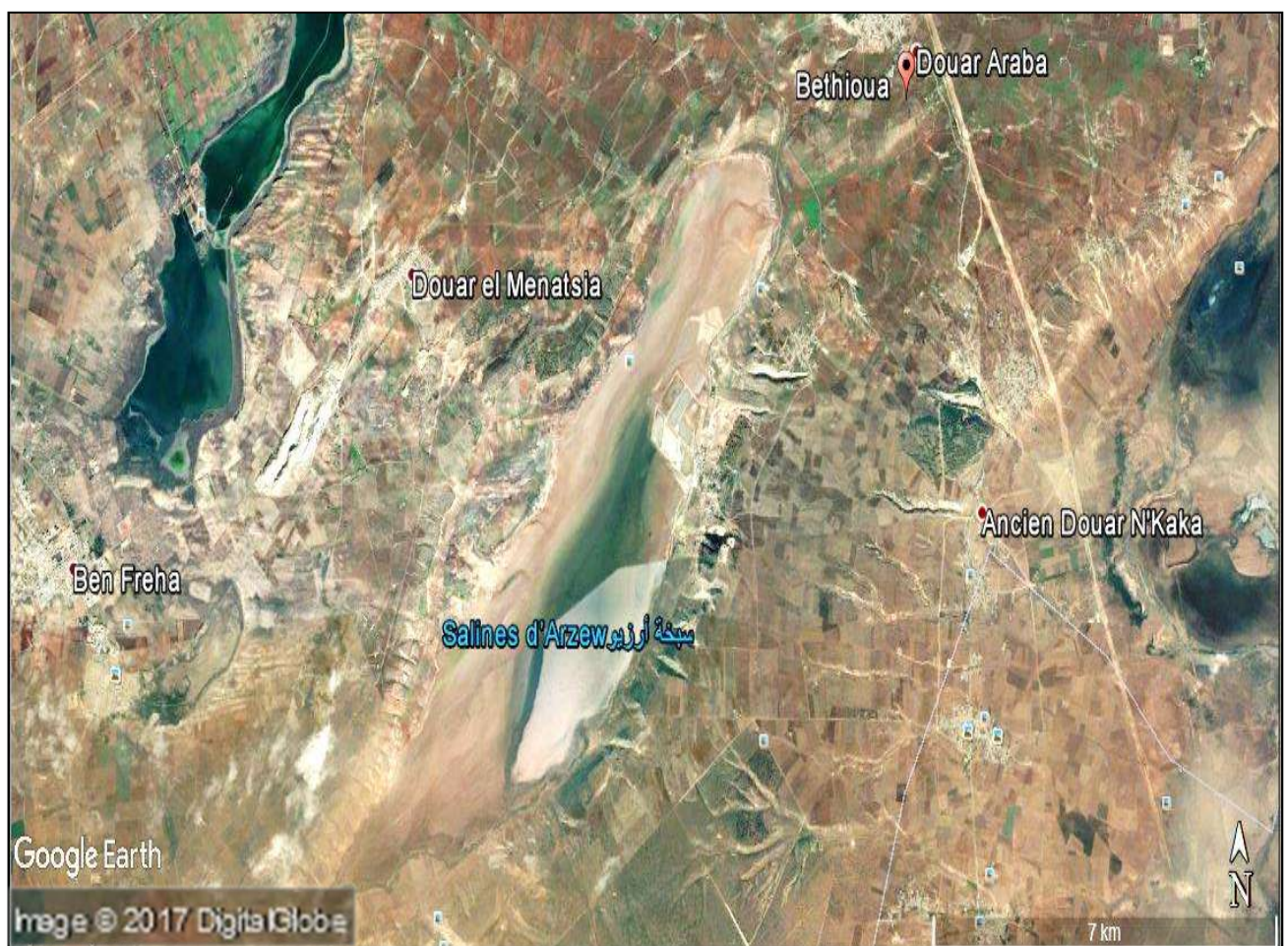
**MATÉRIEL**  
**ET**  
**MÉTHODES**

## CHAPITRE I : MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1. Présentation du site d'étude

La saline d'Arzew ou de Bethioua est éloignée d'une distance de 15 km de la côte Oranaise. Elle se situe à 25 km au sud-ouest d'Arzew (la rive sud de la dépression appelée « lac salé d'Arzew ») et à 50 Km de la wilaya d'Oran avec une altitude de 58,6 m par rapport la mer, à une latitude de 35°43 nord et longitude de 00°08 ouest (figure I.1). Les pluies remplissent le lac et dissolvent la couche de sel qui tapisse le sol (BENNABI *et al.*, 2015). Elle est alimentée par les eaux de pluie et de ruissellement, et atteint une profondeur moyenne maximale d'environ 1m20. Cette saline couvre une superficie de 2500 hectares et comprend un bassin mère, un canal de pompage et six tables salantes de 60 hectares chacune.

La saline d'Arzew a été exploitée depuis 1870 par la société française NOBEL-BOZEL. Elle fut nationalisée en Février 1970, actuellement elle est dirigée par la direction d'Entreprise Nationale de Sel (ENASEL).



**Figure I.1:** Situation géographique de la saline de Bethioua (Arzew), Google Earth Pro (2017), US Dept of State Geographer (Image Landsat/ Copernicus).

### 2. Description morphologique et anatomique

L'*Artemia* se trouve essentiellement dans les marais salants, là où les conditions sont défavorables, l'*Artemia* produit des œufs, appelés couramment « cystes » qui flottent sur la surface de l'eau et qui s'accumulent par l'action du vent sur le rivage des salines où ils pourraient séjourner plusieurs années sans que leur état ne soit altéré, ou tout simplement ils donnent naissance à une première larve "nauplius", quand les conditions de l'environnement sont favorables. Après plusieurs étapes de développement, le nauplius subit des transformations physiologiques et morphologiques qui vont le conduire au stade adulte. Ces étapes de développement au cours desquelles les nauplius portent le nom de "méta-nauplius", sont à chaque fois accompagnées de mues (TRIANANTAPHYLLIDIS *et al.*, 1997).

L'adulte d'*Artemia* a deux paires d'antennes et onze paires d'appendices. Les antennes du mâle se transforment en organes préhensiles lors de la copulation. Chez les deux sexes, les antennes sont identiques, à leur base se situent des yeux pédonculés (figure I.2).

Sur la face ventrale, la tête se termine par la mandibule avec les pièces buccales. Une construction visible, aussi-bien, du côté ventral que du côté dorsal, sépare la tête du reste du corps. Le thorax est garni de deux paires d'appendices. Chaque appendice est constitué de trois articles (l'endopodite assure la locomotion ; le télopodite, situé à la base de l'appendice, porte de nombreuses soies qui ont pour but la préhension des particules nutritives et débris organiques et enfin, l'exopodite, qui est une pièce membraneuse, assure la fonction respiratoire. (TOBIAS *et al.*, 1979).



**Figure I.2 :** La morphologie et l'anatomie chez l'*Artemia salina*,  
(G X1,5 ; avec la loupe binoculaire) (présente étude).

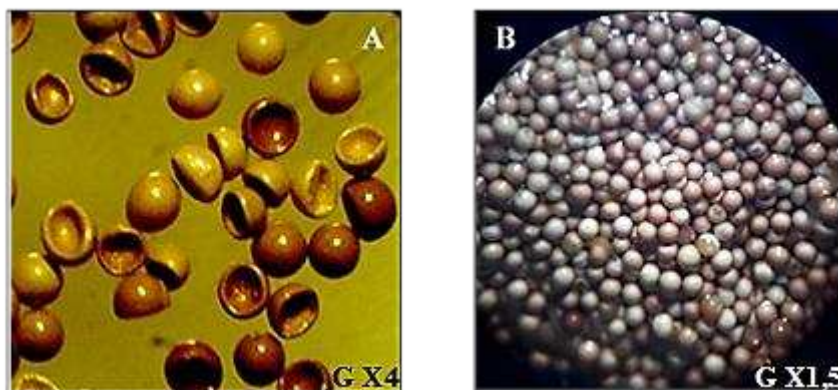
## 2.1. Morphologie des cystes

Les cystes ont une couleur brunâtre grâce à la présence d'hématine dans la composition de la coquille, une forme sphérique concave dont l'un des pôles déprimés donne un aspect général de coupelle (déshydraté par les conditions d'hyper salinité) (figure I.3).

Les cystes ont une mince couche cuticuleuse qui est la membrane chorionique d'un diamètre de 3-16  $\mu\text{m}$  (ABATZOPOULOS *et al.*, 2006) et qui se sépare en trois couches (Couche alvéolaire, membrane cuticulaire et cuticule embryonnaire) (SORGELLOOS *et al.*, 1977 et VAN STAPPEN, 1996).

Tant que le cyste reste déshydraté, le métabolisme de l'embryon reste à l'arrêt (L'embryon restera en diapause). Cet état est réversible cela après immersion du cyste dans de l'eau (hydratation). Dans deux heures maximum, les cystes deviennent sphériques (figure I.3).

Après une incubation de 24 heures, la coquille éclate et laisse apparaître une partie du future nauplius (VERSICHELE *et al.*, 1991).



**Figure I.3 :** A : Les cystes d'*Artemia salina* déshydraté ; B : les cystes hydraté (présente étude).

### 2.1.1. Les conditions de formation des cystes

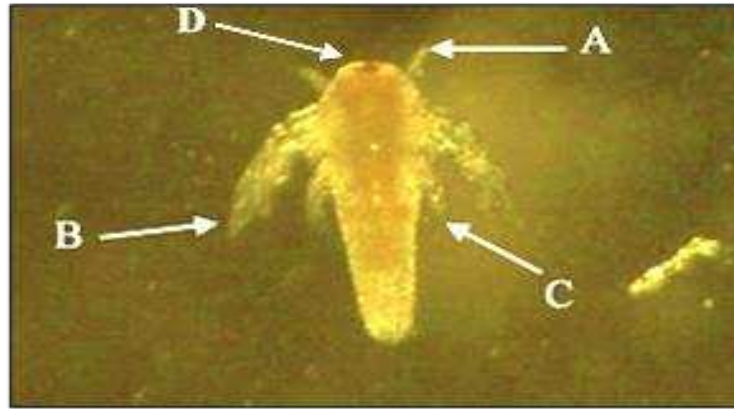
Les conditions qui favorisent la formation des cystes sont : la haute salinité, le manque chronique d'aliment et le stress dû au manque d'oxygène (l'oxygène inférieur de 2 mg/L). (MADANI, 2001).

## 2.2. Morphologie des Nauplius

Le pré-nauplius est expulsé petit à petit de sa coquille jusqu'à la quitter complètement : c'est l'étape « parachute » ou encore « parapluie ». Une fois hors de sa coquille la larve future reste entourée de sa membrane d'éclosion qui après peu de temps subit une rupture par le battement continue des appendices. Le nauplius d'*Artemia* finit par rompre la membrane et devient un être libre. Une description précise de ces étapes peut être trouvée dans les publications de WHEELER *et al.*, en 1979; CLEGG et CONTE en 1980.

## CHAPITRE I : MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le nauplius a une taille moyenne de 400  $\mu\text{m}$  selon VAN STAPPEN (1996) et 400-550  $\mu\text{m}$  selon ABATZOPOULOS *et al.*, (2006). Cette étape s'appelle également l'étape de « breaking ». Ces petites créatures peuvent résister à des taux de salinité extrêmes (jusqu'à près de 350 g / l) qui interdisent le développement de tout autre organisme animal.



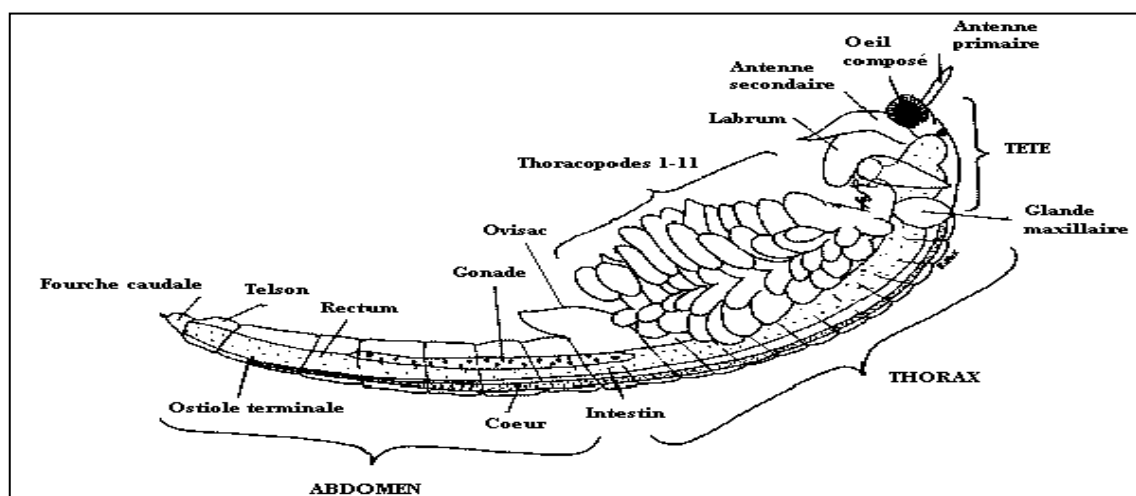
**Figure I.4 :** Nauplius d'*Artemia salina* après l'éclosion : (A) antennule ; (B) antenne ; (C) mandibule ; (D) œil nauplien (présente étude).

Le nauplius qui vient d'éclore est fortement coloré en orange par ses réserves vitellines. De forme ovoïde, il se caractérise par un œil unique, un tube digestif non fonctionnel, et trois paires d'appendices : les antennes, les antennules et les mandibules (figure I.4).

Le nauplius subit une quinzaine de mues avant de devenir adulte (PROVASOLI *et al.*, 1969).

### 2.3. Morphologie des adultes

Le corps d'une *Artemia* adulte mesure environ 10 mm de longueur chez les populations bisexuelles (VAN STAPPEN, 1996), alors que chez les races parthénogénétiques elle atteint 20 mm (ZEMMOURI, 1991). Les adultes sont dépourvus de carapace (anostracé) mais clairement segmentés, et ils comprennent trois (03) parties (HADDAG, 1991) (figure I.5) :



**Figure I.5 :** Morphologie d'une femelle adulte d'*Artemia salina* (vue latérale),(Richard, 2006).

La taille du mâle est inférieure à celle de la femelle, c'est l'une des caractéristiques du dimorphisme sexuel.

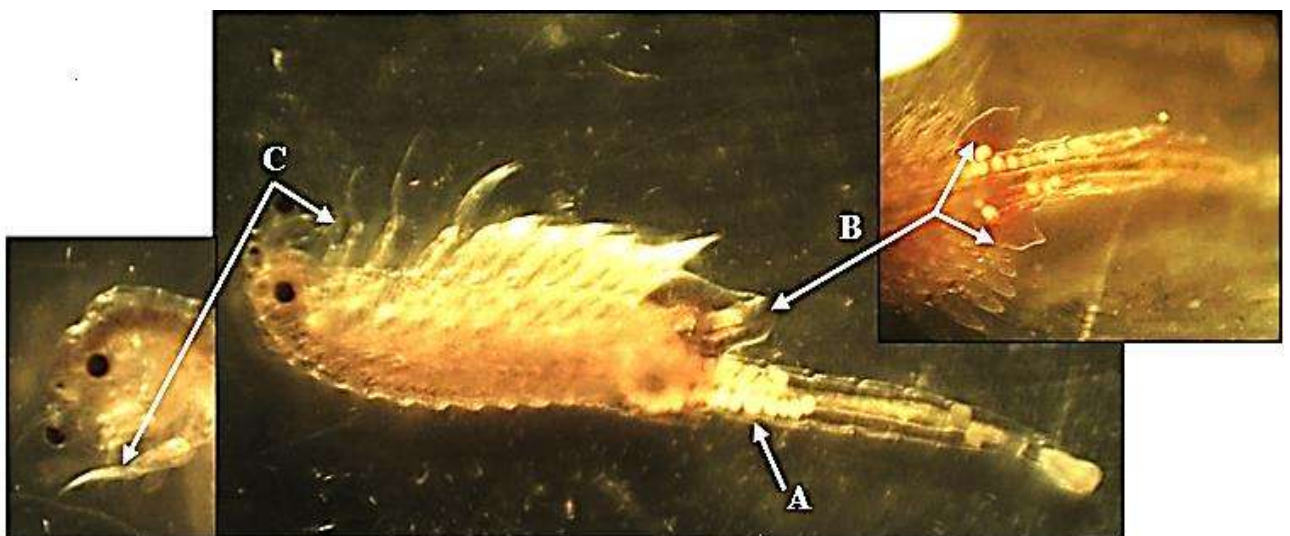
A la 9<sup>ème</sup> étape, des modifications morphologiques et fonctionnelles importantes ont lieu où les antennes perdront leur fonction locomotrice et subiront la différenciation sexuelle, chez les mâles se développent en clasper accrochés, alors que les antennes femelles se dégénèrent en annexes sensorielles (SORGELLOOS, 1980).

Le mâle adulte est caractérisé par deux claspers dans la région de la tête et les organes reproducteurs appareillés, situés derrière les thoracopodes (figure I.6).



**Figure I.6 :** Caractères de distinction d'un mâle d'*Artemia salina* : (A) claspers, (B) appareil reproducteur du mâle (présente étude).

La femelle adulte est caractérisée par une deuxième antenne primitive et une poche ou utérus (deux sacs ovariens). Les œufs se développent dans les deux ovaires tubulaires. Une fois qu'ils sont murs ils deviennent sphériques et émigrent par l'intermédiaire de deux oviductes dans le sac ovarien (figure I.7).



**Figure I.7 :** Caractères de distinction d'une femelle d'*Artemia salina* (G X1,5) : (A) les œufs (murs, sphériques), (B) l'utérus (deux sacs ovariens), (C) annexes sensorielles (présente étude).

### 2.4. Reproduction

Le cycle de développement d'*Artemia salina* est court, avec une durée de vie de 3 mois environ (SORGELLOOS *et al.*, 1986).

Il existe des souches d'*Artemia*, parthénogénétiques et d'autres bisexuelles (par accouplement) (ABATZOPOULOS *et al.*, 2003), comme il existe aussi deux types de femelles qui peuvent se reproduire soit par ovoviviparité (dans lequel les œufs sont fécondés, incubés et éclosent dans le ventre de la femelle, à l'intérieur de l'utérus et donnent naissance à une progéniture libre), soit par oviparité (un mode dans lequel les femelles déposent des œufs qui se développent et éclosent dans l'environnement extérieur) tout dépend des conditions du milieu (BARATA *et al.*, 1996) et qui peuvent donner deux classes descendantes: soit un embryon qui achève son développement embryonnaire à l'intérieur de l'utérus de la femelle et naît comme nauplii parfaitement formé (ovovivipare). Ce type de reproduction est lié généralement aux espèces parthénogénétiques (DUMONT et NEGREA, 2002), soit des embryons qui une fois atteignent le stade blastula avancé ou début de la gastrula, entrent en stade de diapause, se recouvrent de l'enveloppe tertiaire résistante, sécrétée par une glande au niveau de l'utérus (glande coquillière). Ils sont ensuite émis dans le milieu comme cystes (ovipare). Exceptionnellement certains cystes éclosent immédiatement après être émis par la femelle, appelés cystes spontanés (DUTRIEU, 1960), peuvent être le résultat d'un problème dans l'induction de la diapause ou lorsque la femelle change de type de reproduction (LAVENS et SORGELLOOS, 1987) (figure I.8).

Le phénomène réversible (VERSCHELE et SORGELLOOS, 1980), c'est l'activité des glandes coquillères qui contrôlera le passage de l'oviparité à l'ovoviviparité, si :

- Les sécrétions sont faibles, on obtiendra des nauplius directement ;
- elle est moyenne, les femelles pondront des œufs qui éclosent rapidement ;
- elle est importante, ce sont des cystes qui seront émis.

Dans la reproduction ovovivipare le nombre des progénitures est inférieur que dans la reproduction ovipare.

Le déclenchement de processus d'oviparisme reste un sujet de larges discussions.

DRINKWATER et CLEGG (1991) concluent que ce sont les facteurs environnementaux qui déterminent le mode de reproduction chez *Artemia* et sont spécifiques et multiples pour chaque population.

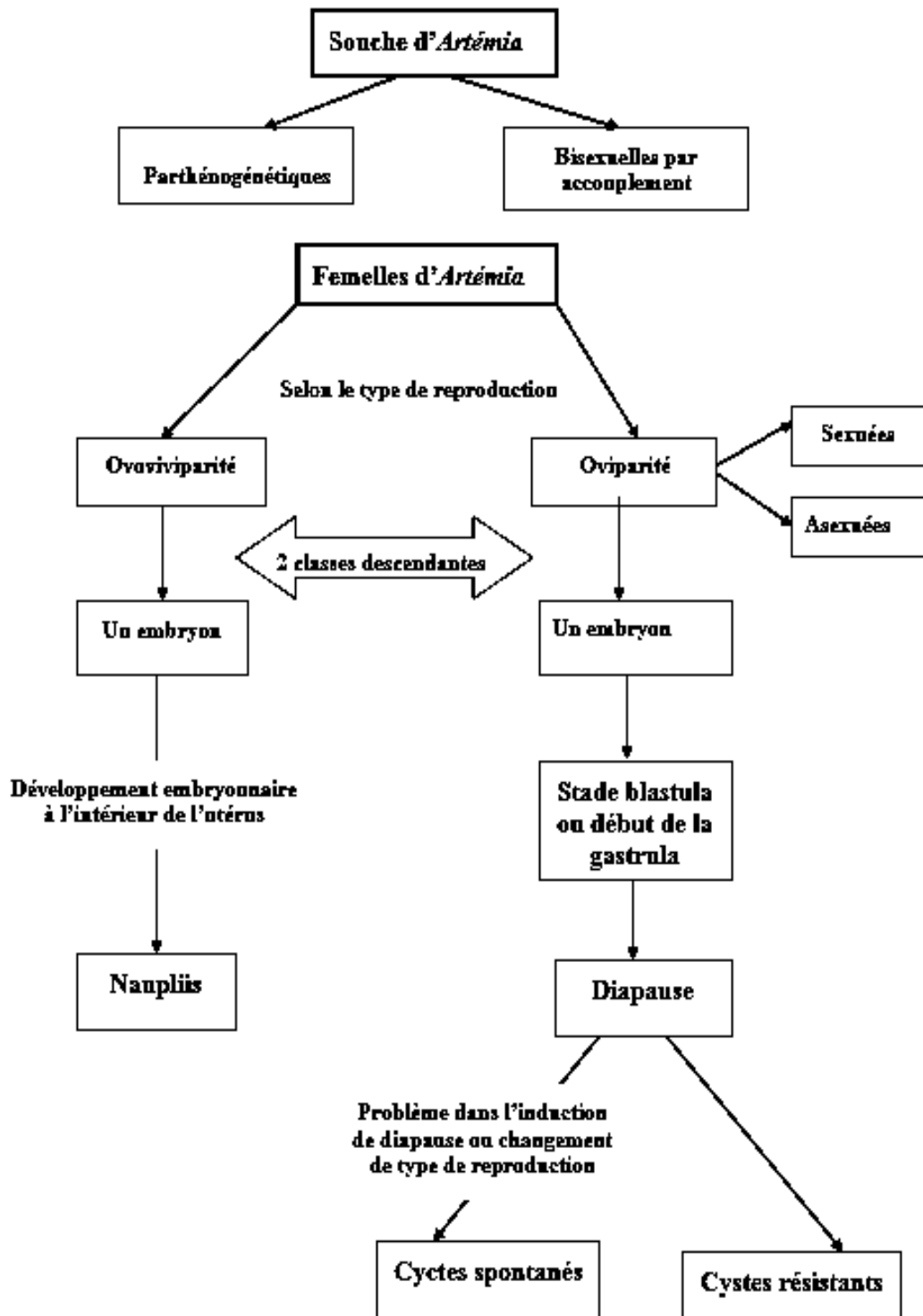


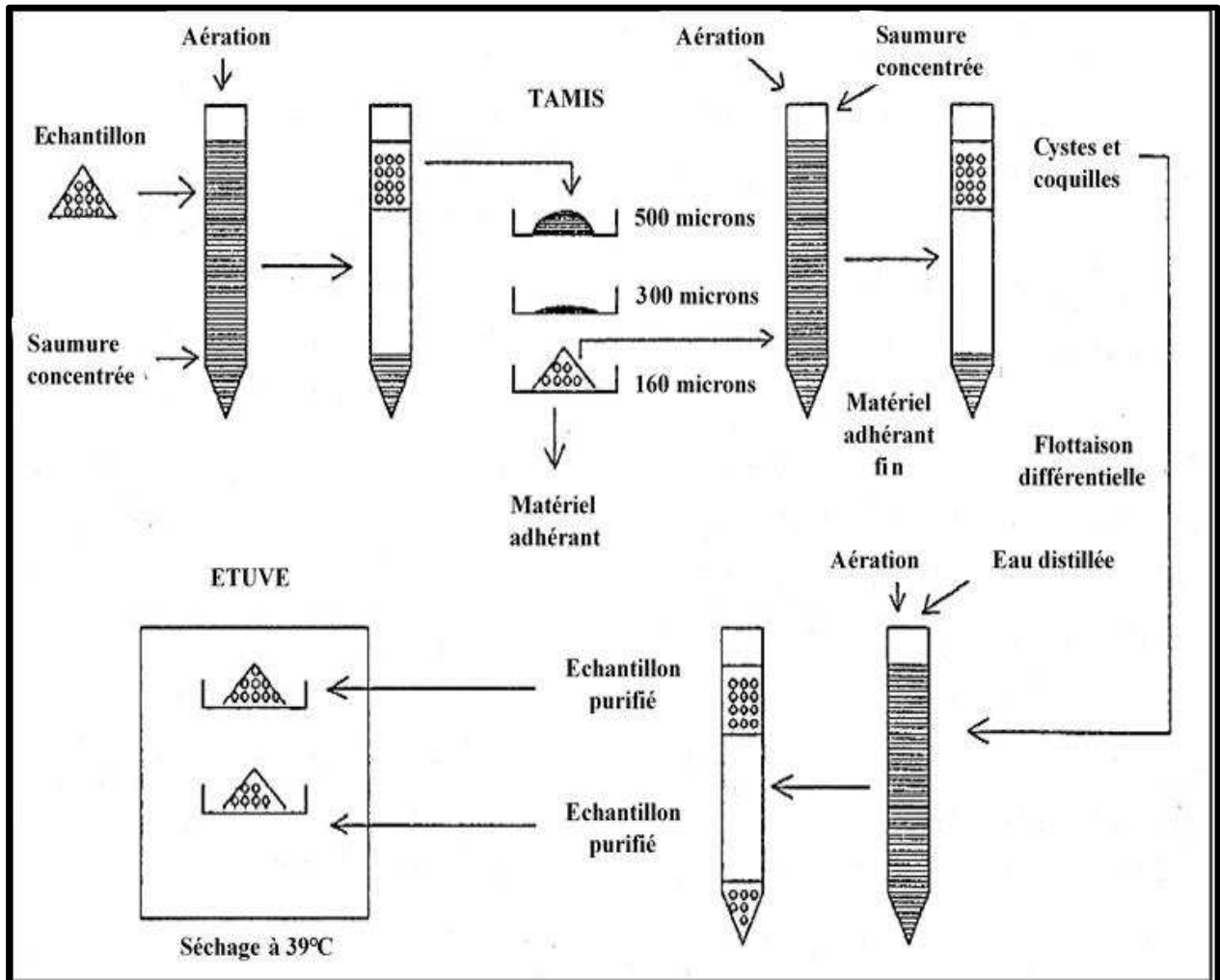
Figure I.8 : La reproduction chez l'*Artemia salina* (présente étude).

### 3. Echantillonnage

Pour éviter de ramasser le moins possible les matériaux associés aux cystes, Leur collecte a été effectuée sur la couche superficielle de berges de la saline.

Les échantillons sont prélevés dans des sacs en plastique et acheminé au laboratoire pour un processus complet de purification (figure I.9).

#### 3.1. Purification et conservation des échantillons de cystes



**Figure I.9 :** Etapes de purification des cystes d'*Artemia salina*. (GHOMARI, 2014).

Le matériel collecté est ensuite versé en saumure concentrée, car les fortes salinités inhibent le métabolisme embryonnaire et favorisent la déshydratation (GHOMARI, 2014).

Dans le but de séparer les cystes des autres matériaux adhérents, la suspension est soumise à une agitation (nous pouvant utiliser l'aération). Par la suite et une fois le mélange décanté, les cystes et autres particules légères ont tendance à flotter en saumure formant une couche compacte à la surface, par contre les matériaux adhérents denses se déposent au fond du récipient. Pour séparer les deux fractions, les matériaux décantés sont éliminés par siphonage.

Les cystes une fois séparés des matériaux adhérents denses, se retrouvent toujours mélangés à d'autres particules légères de densité identique ou inférieure. Ces cystes sont transférés à travers une série de tamis d'un maillage décroissant, les premiers sont de 500 et 300 micromètres respectivement, retiennent tout le matériel d'un diamètre supérieur au cyste et enfin à travers un maillage de 160 micromètres de diamètre, qui permet de retenir les cystes et favorise le passage du matériel plus fin.

Après ces étapes, les cystes sont pratiquement purifiés. Toujours, il reste un certain pourcentage de matériel de taille similaire ou inférieure. Pour séparer cette phase, les cystes sont soumis au processus de flottaison différentielle en eau distillée. Les cystes sont mélangés à l'eau distillée dans un récipient avec une agitation. Après un laps de temps, la décantation est entamée, les cystes hydratés se déposent au fond du récipient et les débris de coquilles de cystes et les matériaux légers flottent en surface de l'eau. Cette étape est généralement réalisée en condition de basse température, en utilisant de l'eau froide qui permet de ralentir le mécanisme métabolique de l'embryon. Selon SORGELLOOS *et al.* (1977) le temps de séjour des cystes en eau distillée ne doit pas dépasser 5 minutes afin d'éviter les effets de l'hydratation.

Une fois que les matériaux adhérents aux cystes sont éliminés, ces derniers sont immédiatement déshydratés. Cette étape doit se faire le plus rapidement possible, en premier il y a lieu d'éliminer l'eau à l'aide du papier aspirant, puis ils sont soumis postérieurement à l'action de la chaleur dans une étuve de séchage à 39°C.

Quel que soit le degré de purification des cystes, il reste toujours une certaine quantité d'impuretés composées de matériel détritique et de fibres animales et végétales. Après séchage, les échantillons de cystes sont conservés à une température inférieure à 4 °C pour minimiser la possible activation métabolique.

#### **4. Incubation des cystes (élevage)**

La procédure standard utilisée est celle de SORGELLOOS *et al.*, (1986) et LAVENS *et al.* (1996). Il consiste à incuber 250 mg de cystes dans un récipient en verre conique et cylindrique contenant 100 ml d'eau de mer naturelle filtrée (0,45 à 0,2 µm).

Les cystes doivent être maintenus en suspension en appliquant une aération par le bas, la température étant maintenue entre 25 et 28 °C, une salinité de 15 à 35 g/l; un pH autour de 8; une quantité d'oxygène de préférence 5 mg/l; une densité maximale de kystes ne dépassant pas 2 g/l et un éclairage constant de 1000 à 2000 lux (TREECE, 2000).

Dans notre étude un simple dispositif a été réalisé au sein de Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de L'Aquaculture (CNRDPA).

Au bout de 25 à 72 heures les nauplius sortent de leurs enveloppes et nagent avec vélocité.

Les cystes n'éclosent pas en même temps.

Un puissant faisceau lumineux est concentré sur le dispositif d'incubation afin de concentrer et siphonner facilement les nauplius pour ensuite les placés dans des aquariums pour l'élevage.

Deux souches d'*Artemia* sont mises en évidence, l'*Artemia salina* notre objet d'étude et *Artemia franciscana* comme une espèce témoin, elles sont nourries chaque jour soit par une solution de micro-algue, soit par une solution enrichissante (MICROENCAPSULATED FEEDS « FRIPPAK FRESH #2 CD » (annexe i), ou parfois avec de la levure de bière.

### **5. Caractéristiques du milieu d'élevage :**

Des mesures quotidiennes des caractéristiques physico-chimiques (Température, Salinité, oxygène dissous), de l'eau d'élevage de chacune des deux espèces, ont été relevées à l'aide d'une sonde multi-paramètres (Multi 340i/SET) afin de réguler ces dernières dans le cas d'un éventuel changement, en dors de la marge recommandée.

En effet, de nombreux travaux (ALOUÏ, 1995, 1998 ; BEN NACEUR *et al.*, 2009) ont montré l'influence de ces facteurs sur le cycle de vie de ce petit crustacé et plus particulièrement sur sa reproduction.

Un prélèvement hebdomadaire d'un échantillon, à partir de deux aquariums, destiné aux analyses des sels nutritifs (ammonium  $\text{NH}_4^+$ , nitrites  $\text{NO}_2^-$  et orthophosphate  $\text{PO}_4^{2-}$ ) a été également été effectué dans le but de maintenir un milieu d'élevage favorable pour les deux espèces.

Concernant les sels nutritifs ; ils ont été dosés par analyse directe, puis analysés à l'aide d'un spectrophotomètre (Jasco V-630 spectrophotomètre).

Les analyses ont été faites suivant le protocole du laboratoire CNRDPA (Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et l'Aquaculture).

### **6. Biométrie et mesures a réalisés :**

D'après l'encyclopédie Universalis : « la biométrie désigne la science des variations biologiques, des phénomènes qui s'y attachent et des problèmes qui en découlent (SCHREIDER, 2017) ». Donc l'analyse biométrique est une interprétation mathématique des caractéristiques biologiques d'une espèce, destinée à déterminer son identité de manière irréfutable. Les paramètres biologiques étudiés concernent la croissance, la taille, le poids, la naissance, la mortalité entre autres.

La mesure des paramètres, tels que : les diamètres des cystes, la longueur totale des nauplii fraîchement éclos et les différentes mensurations établis sur les parties d'adulte sont la base de l'étude biométrique de l'*Artemia*.

#### **6.1. Appareillage optique :**

L'observation peut être réalisée directement à partir d'une loupe binoculaire. Toutefois, avec les développements de l'imagerie, un logiciel de traitement numérique (TNPC) par acquisition automatique a été développé au niveau de l'IFREMER (MAHE *et al.*, 2009).

Un dispositif composé d'une loupe binoculaire (OPTIKA) et d'une caméra USB reliée à un ordinateur a permis l'observation des individus d'*Artemia* (figure I.12). Le choix du grossissement dépend de la taille des individus et varie entre 1 et 3 pour les grands spécimens (adultes) et jusqu'à 4,5 pour les jeunes spécimens (nauplius). Chaque individu est photographié et référencé (le numéro de l'individu, sexe, date de prélèvement et grossissement).

Les différentes mesures biométriques sont faites par le logiciel TSView ou par le logiciel Optika Vision Pro version 5.0 selon la disponibilité de logiciel.



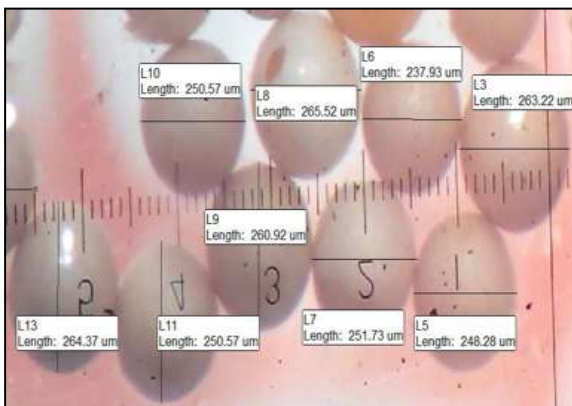
**Figure I.10 :** Appareillage optique utilisé pour l'analyse d'*Artemia salina* (présente étude).

### 6.2. Biométrie des cystes :

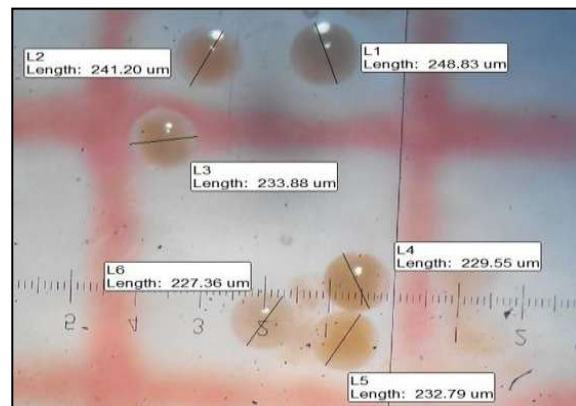
Afin d'étudier la souche d'*Artemia* de chott Bethioua, nous avons effectué des mesures sur les cystes hydratés non-décapsulés (n=30) (figure I.13), des cystes décapsulés (n=30) (figure I.14).

Le diamètre des cystes est déterminé sur des cystes entièrement hydratés (n=300) dans une petite boîte pétrie pour au moins 2 h à la température ambiante (28° C). Généralement ces cystes sont entièrement hydratés après incubation à température ambiante pendant 2h (LAVENS et SORGELOOS, 1987).

Le diamètre des 300 cystes est déterminé sous traitement d'appareillage optique décrit précédemment. Le diamètre moyen des cystes et l'épaisseur de chorion sont déterminés.



**Figure I.11 :** Les cystes hydratés non-décapsulés (présente étude).



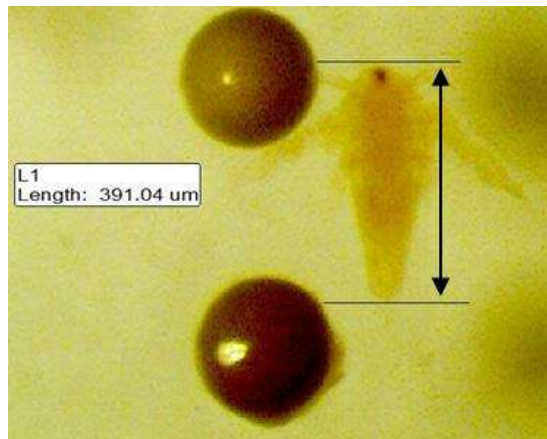
**Figure I.12 :** Les cystes décapsulés (présente étude).

(présente étude).

### 6.3. Biométrie des nauplius :

Juste après l'éclosion des cystes, un puissant faisceau lumineux était concentré sur le dispositif d'élevage afin de concentrer Nauplii qui a été facilement siphonnés et placés dans des aquariums pour le reste d'élevage.

Un échantillon des naupliis (n=50) est prélevé et fixé pour la détermination de leur longueur totale (de la tête à la fourche) à l'aide de même appareillage optique (figure I.15). La longueur moyenne des naupliis est ensuite déterminée.



**Figure I.13 :** Longueur totale de nauplii d'*Artemia salina* (présente étude).

Avec le développement des naupliis, un prélèvement quotidien, des individus d'*Artemia* à partir des aquariums d'élevage, a été également été effectué ; les individus d'*Artemia* sont ainsi fixés puis placé sous l'appareillage optique afin de déterminer leur longueur totale.

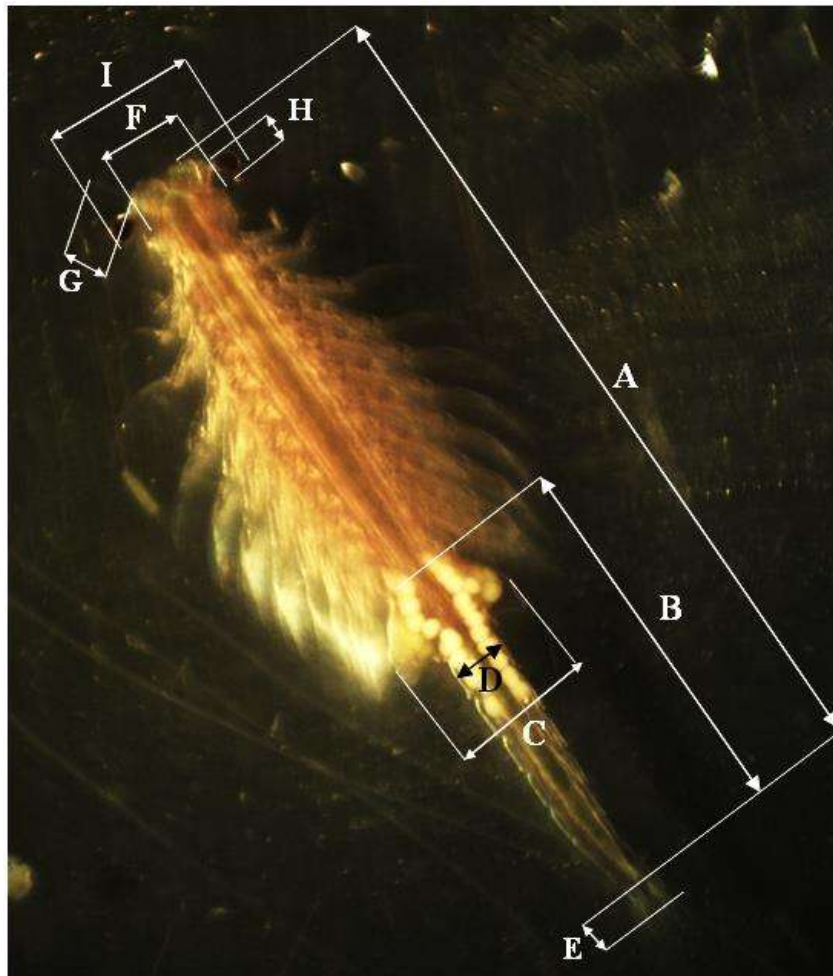
### 6.4. Analyse morpho-métrique des adultes :

Après 13 jours d'élevage et lorsque les caractéristiques adultes apparaissent chez les individus d'*Artemia* (les femelles avec un utérus bien plein d'embryons ou de cystes et les mâles avec des antennes bien développés).

L'étude biométrique est effectuée sur une trentaine (n=38) individus matures (18 mâles et 20 femelles) ; Les individus sont prélevés au hasard ; puis anesthésiée pendant quelques minutes dans une boîte de Pétrie. Par la suite, chaque individu est prélevé à l'aide d'une pipette puis placé sur une lame, sous l'appareillage optique pour la lecture biométrique.

Les critères métriques retenus sont proposés par AMAT (1980). Il s'agit de :

**A** : Longueur totale (LT), **B**: Longueur de l'abdomen (LA), **C**: Longueur de la fourche caudale (LF), **D**: Largeur de l'utérus chez la femelle ou du segment génital chez le mâle (IO ou ISge), **E** : Largeur du troisième segment de l'abdomen (IA), **F**: Largeur de la tête (ITe), **G** : Longueur de l'antennule (LAnt), **H**: Diamètre de l'oeil (DO), **I**: Distance entre les yeux (DiY) (figure I.16).



**Figure I.14 :** Analyse morpho-métrique sur les adultes d'*Artemia salina* (présente étude).

La moyenne pour chaque paramètre a été calculée.

Tous ces paramètres sont utilisés pour réaliser des relations biométriques sur le plan bi-varié.

Le coefficient de corrélation ( $r$ ) est calculé pour chaque couple de longueurs ; en le comparant à la valeur de  $1$  ; plus les valeurs de  $r$  sont proche de  $1$  plus nous avons des meilleures corrélations et des équations de régressions sont déduites.

### 6.5. Relations biométriques

Les relations entre les valeurs de deux dimensions du corps d'*Artemia salina* sont établies.

Les mensurations sont reliées entre elles par une relation linéaire  $y = a x + b$ .

Pour la relation taille-taille,  $a$  est théoriquement est égale à  $1$ ; (HAJLAOUI *et al.* 2016) ; les coefficients  $a$  et  $b$  sont obtenus par une courbe de tendance linéaire où la progression de  $a$  (pente) déterminera le type de croissance entre les deux grandeurs mesurées d'une même dimension ; (le type d'allométrie est déterminé en comparant la valeur de pente de l'équation de régression avec la valeur  $1$ ) ; trois cas se présentent :

$a = 1$  c'est-à-dire que la croissance est isométrique, ce qui signifie que la croissance des deux longueurs est proportionnels ;  $a < 1$  c'est-à-dire qu'il y a une allométrie minorante, l'une des deux

longueur crois relativement moins rapidement que l'autre ;  $a > 1$  c'est-à-dire qu'il y a une allométrie majorante, l'une des deux longueur crois plus rapidement que l'autre.

### 7. Traitement statistique des données

#### 7.1. Distribution des classes de taille

À partir des données collectées de notre échantillonnage ; dès l'éclosion des cystes et libération des naupliis jusqu'à la maturité des adultes ; une répartition en classes de taille s'effectue, en prenant un pas identique au type de données.

MORIYASU, (1981) propose de chercher l'intervalle de classe permettant d'obtenir des polygones de fréquences de tailles conduisant à une continuité entre les classes successives, et évitant l'alternance des classes à effectifs très inégaux.

À chaque classe de taille, un centre est calculé, ainsi est attribué l'effectif d'individus correspondant.

#### 7.2. Analyse des structures d'âge

La détermination de l'âge d'une espèce est une donnée essentielle pour l'utilisation de nombreux modèles. Ces méthodes dites indirectes, qui se base sur la détermination de l'âge par la recherche des modes successifs dans les distributions de fréquence de taille ; contrairement aux méthodes directes, en utilisant la lecture des anneaux enregistré sur les otolithes, les écailles, ou d'autres pièces squelettiques qui est généralement difficiles, (c'est le cas de notre espèce *Artemia salina*); elles permettent soit de confirmer les résultats des méthodes directes soit de les remplacer au cas où la lecture d'âge ne donne pas des résultats satisfaisants.

Ces méthodes permettent de déterminer soit graphiquement l'âge moyen d'un ensemble d'individus rassemblés autour d'un mode correspondant à une taille bien déterminée (cohorte), soit expérimentalement l'âge d'un individu suivi d'une marque.

En biologie, il existe plusieurs méthodes de détermination statistique de l'âge, dont les principales sont, (KACHER, 1989), :

1. Méthode de PETERSEN (1895),
2. Méthode de HARDING (1949),
3. Méthode de CASSEE (1954),
4. Méthode de TANAKA (1962),
5. Méthode BHATTACHARYA, (1967),
6. Méthode des maximas successifs de GUENO et LE GUEN (1968).

Dans cette étude, on se basera essentiellement sur la méthode de BHATTACHARYA, (1967).

### 7.2.1. Méthode de BHATTACHARYA (1967, in KACHER, 1989)

Méthode appelée aussi méthode des différences logarithmiques. Elle consiste à reporter sur un graphique les différences logarithmiques  $\Delta \log Z$  en fonction des classes de tailles.

$$\Delta \log Z = \log Z(x+h) - \log Z(x). \quad \text{où}$$

$Z(x+h)$  = effectif de la classe de centre de classe  $x+h$ ,

$Z(x)$  = effectif de la classe de taille précédente, de centre de classe  $x$ ,

La recherche se porte sur les points consécutifs alignés sur des pentes négatives (décroissantes).

Le nombre de droites à pente négative obtenue par l'alignement de deux ou de plusieurs points correspond au nombre de sous populations, autrement dit au nombre de groupe d'âge (SPARRE et VENEMA, 1996). Les calculs nécessitent l'emploi d'un programme informatique comme le FISAT II (GAYANILO *et al.*, 2005) ; permet de déterminer directement la clé âge-longueur.

### 7.2.2. Concept de NORMSEP

L'analyse statistique de la décomposition d'une distribution en taille en une somme de composantes normales, de nombre connu, a été abordée par HASSELBLAD (1966 in PAULY, 1997) et développé par TOMLINSON (1970 in SPARRE et VENEMA, 1996) en programme informatique appelé NORMSEP.

Le programme NORMSEP requiert des données d'entrée, le nombre attendu des groupes d'âge et leur longueur moyenne attendue ; par défaut, les résultats de la routine de la méthode de BHATTACHARYA sont empruntés.

Les données de sortie sont représentées par les longueurs moyennes et la taille des populations en nombre. La méthode considérée pour le calcul des paramètres de croissance, est la méthode de TOMLINSON et ABRAMSON (1961 in GAYANILO *et al.*, 2005).

Les couples âge-longueur obtenus par la méthode de NORMSEP, sont introduites dans le programme FISAT II version 1.2.0 (GAYANILO *et al.*, 2005), qui réalise l'ensemble des analyses pour donner des paramètres de croissance  $L_{\infty}$ ,  $k$  et  $t_0$ . Il faut noter que dans le programme FISAT II,  $t_0$  est estimé à 0.

### 7.2.3. Méthode de TOMLINSON et ABRAMSON (1961)

La méthode de TOMLINSON et ABRAMSON (1961), qui se base sur un principe d'ajustement de type de moindres carrés de la courbe de VON BERTALANFFY (1934), a été retenue pour déterminer les paramètres de croissance ( $L_{\infty}$ ,  $K$  et  $t_0$ ). Elle considère toutes les valeurs observées. De plus, elle permet de mieux apprécier les estimations des paramètres en minimisant la somme des carrés des écarts des points observés par rapport à la courbe ajustée.

Les calculs élaborés par le FISAT II (GAYANILO *et al.*, 2005) qui fournit ; en tenant compte de l'ensemble des valeurs expérimentales, les paramètres de l'équation de croissance linéaire de VON BERTALANFFY ainsi que les valeurs théoriques calculées.

Les couples de données âge-longueur obtenus par la méthode de BHATTACHARYA sont introduits dans le programme FISAT II (GAYANILO *et al.*, 2005) qui réalise l'ensemble des analyses menant à l'obtention des paramètres  $L_{\infty}$ ,  $K$  et  $t_0$  de l'équation de croissance linéaire de VON BERTALANFFY (1934).

Dans le module "Asses", on sélectionne « Analyse of Length-at-Age data ».

### 7.3. Etude de la croissance

La croissance d'une espèce consiste à établir une corrélation entre une variable mesurable caractérisant un individu et l'âge de cet individu. Cette relation est obtenue par un modèle mathématique dont les paramètres, nécessaires en dynamique des populations, sont obtenus par analyse de structure d'âge ou de taille, la connaissance de la croissance est une étape primordiale pour l'étude de la dynamique de ces populations.

#### 7.3.1. Croissance linéaire : modèle de VON BERTALANFFY (1934, in KACHER, 1989)

La loi de VON BERTALANFFY est largement utilisée en ichtyologie pour exprimer la croissance des adultes d'une population donner (CHAUVET, 1986) ; ce modèle est l'un des fondements de la biologie dans la mesure, où il sert à décrire la dynamique de la population des poissons.

Le modèle exprime la longueur en fonction de l'âge (SPARRE et VENEMA, 1996), et est représenté par la formule suivante :  $LT = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})$  Où

**LT**: Longueur du poisson au temps **t** (âge), **K**: Coefficient de croissance (catabolisme ou de courbure),  **$L_{\infty}$** : Longueur asymptotique quand **t** tend vers l'infini,  **$t_0$** : Correspond à un âge théorique pour lequel la taille est nulle, or les larves ont une certaine taille à l'éclosion (KACHER, 1989).

Dans notre présente étude le modèle de VON BERTALANFFY a été utilisé pour décrire la croissance d'*Artemia salina*, de la saline de Bethioua.

### 7.6. Analyse des structures de taille :

La détermination des paramètres de croissance de l'équation de VON BERTALANFFY ; à partir des structures de tailles ; sont déduits par plusieurs méthodes, dans cette étude, nous avons utilisé :

- ❖ La méthode de POWELL –WETHERALL (1986) pour la détermination de  $L_{\infty}$  et  $Z/K$ ,
- ❖ L'équation de PAULY (1980) pour l'estimation du  $t_0$ .

#### 7.6.1. Méthode de POWELL –WETHERALL (1986)

Cette méthode nous permet d'estimer  $Z/K$  et  $L_{\infty}$  sans information sur la croissance.

Une méthode mathématique a été développée par WETHERALL, (1986) pour l'estimation de ces paramètres à partir de fréquence de longueurs représentatives d'une population en équilibre. POWELL (1979) dont les travaux ont été analysés par WETHERALL, (1986) a proposé une application spéciale de l'équation de BEVERTON et HOLT (1956) :

$$Z = K \frac{L^\infty - L_m}{L_m - L'}$$

Où : **Z** : Coefficient instantané de mortalité totale,

**L'** : la longueur au-delà de laquelle tous les poissons sont pleinement exploités (limite inférieure de chaque classe de longueur),

**L<sub>m</sub>**: la longueur moyenne des poissons de longueur **L'** et plus.

Une série de manipulations algébriques montre que l'équation de BEVERTON et HOLT (1956) est équivalente à :  $L_m - L' = a + b L'$  où  $Z/k = -(1+b)/b$  et  $L^\infty = -a/b$  .

Ainsi en portant sur un graphique **L<sub>m</sub>-L'** en fonction de **L'** , on obtient une régression linéaire à partir de laquelle on peut estimer a et b et par conséquent **L<sup>∞</sup>** et **Z/K**. Cette équation constitue l'approche la plus simple parmi celles fournies par POWELL (1979) (SPARRE et VENEMA, 1996).

A noté que toutes ces méthodes ont été effectuées par le logiciel FISAT II. Version 1.2.0 (GAYANILO *et al.*, 2005). Dans le module "Assess".

### 7.6.2. Méthode de PAULY (1980) pour l'estimation de t<sub>0</sub>

Connaissant **L<sup>∞</sup>** et **K**, l'estimation du paramètre **t<sub>0</sub>** est obtenue à partir de l'équation empirique préconisée par PAULY (1980) de la forme :

$$\text{Log}_{10}(-t_0) = -0,3922 - 0,2752 \text{Log}_{10} L^\infty - 1,038 \text{Log}_{10} K.$$

### 7.6.3. ELEFAN I

PAULY et DAVID (1981 in PAULY, 1997) ont introduit le programme ELEFAN I (Electronic Length-Frequency Analysis), qui porte sur l'estimation des paramètres de croissance par analyse des fréquences de longueur. La description la plus récente peut être trouvée dans PAULY (1987, in SPARRE et VENEMA, 1996).

C'est une méthode non paramétrique qui utilise un ou plusieurs échantillons collectés à des dates différentes. Pour chaque couple de valeurs exploratoires des paramètres de l'équation de VON BERTALANFFY et pour chaque date correspondant à une distribution en taille, les modes théoriques aux âges sont calculés. Certains modes théoriques coïncident avec les modes observés. La technique consiste à déterminer les paramètres **L<sup>∞</sup>** et **K** qui maximisent le nombre de modes expliqués.

Cette procédure est affinée par deux opérations préalables de lissage des données. La première opération correspond à un lissage par une moyenne mobile sur cinq classes de taille dans le but de faire disparaître les pics secondaires correspondant à de simples aléas d'échantillonnage.

La deuxième opération consiste à réaliser une autre moyenne mobile sur un plus grand nombre d'intervalles de façon à enlever la tendance générale de l'évolution des effectifs selon la longueur. Cette méthode, donne toujours beaucoup de place à la subjectivité de l'utilisateur. La première étape ; restructuration des échantillons ; est une procédure empirique qui manque de justification théorique. La deuxième étape est moins subjective qu'une méthode graphique mais reste encore arbitraire, car la réponse est faite de plusieurs courbes de valeurs maximales, et l'utilisateur doit décider des limites de l'intervalle d'exploration des paramètres : les choisir trop étroites peut conduire à éliminer la vraie valeur.

A l'opposé, si les limites sont trop larges, on ne saura plus quel maximum choisir. La valeur recherchée peut ne pas être toujours égale à la plus grande valeur trouvée de la fonction objective. Noté que l'application d'ELEFAN I a été réalisé sur par le logiciel FISAT II. Version 1.2.0 (Gayanilo et *al.*, 2005). Dans le module "Assess" puis "Direct fit of L/F data".

### **8. La reproduction**

La densité des populations d'*Artemia* dans le milieu naturel subit des variations climatiques annuelles dépendant des conditions climatologiques, donnant lieu aux accumulations de cystes d'une manière ponctuelle durant l'année (LAVENS et SORGELOOS, 1987).

Lorsque les caractères de maturité des adultes sont bien apparus ; et dès que les femelles font apparaître les premiers signes d'ovulation et les mâles présentent des antennes bien développés, le sex-ratio des adultes et sex-ratio par classe de taille sont calculer, les individus expérimentaux sont isolés dans des récipients individuels d'un volume de 50 ml de saumure ; (dans chaque récipient un couple est isolé).

Durant l'expérimentation, les récipients d'élevage sont contrôlés chaque jour. Il est procédé à la comptabilisation de la descendance. Les mâles faibles ou morts sont remplacés par d'autres et les femelles mortes sont éliminées. Le milieu d'élevage composé de déchets de mues et de micro-algues mortes, est remplacé par un autre volume de saumure et de phytoplancton sain.

La taille à la première maturité sexuelle a été déterminée, ce qui correspond à la longueur de laquelle 50% des individus présentent des signes de reproduction, comme la présence d'embryons ou de glandes développées dans l'ovisac (AMAT, 1982). Le mode de reproduction a été défini en fonction de la prédominance des femelles portant des cystes (oviparité) ou portant des nauplies (ovoviviparité). La fécondité a été mesurée par le nombre moyen de kystes ou nauplies contenus dans l'ovisac.

**RÉSULTATS**  
**ET**  
**DISCUSSION**

## CHAPITRE II : RÉSULTATS ET DISCUSSION

### 1. Caractéristiques du milieu d'élevage

Les valeurs prises des paramètres physico-chimiques, chaque jour pendant tout la durée d'élevage, des deux aquariums : *Artemia franciscana* (témoins) et *Artemia salina* sont représentées dans le tableau II.1.

**Tableau II.1** : Paramètres physico-chimiques (température, salinité, oxygène dissout) d'*Artemia franciscana* (AF) (témoins) et d'*Artemia salina* (AS).

	Minimum	Maximum	Moyenne	Variance	Ecart-type	IC
T°C ,AS	25,6	30,3	28,47	2,09	1,45	0,72
T°C ,AF	25,8	30,1	28,46	1,54	1,24	0,62
S ,AS	18,2	41,7	29,18	48,19	6,94	3,45
S ,AF	28,5	59,1	36,27	58,78	7,67	3,81
O2 ,AS	0,72	4,8	3,2	1,22	1,11	0,55
O2 ,AF	0,96	5,89	3,6	1,93	1,39	0,69

En général, les paramètres physico-chimiques de l'eau d'élevage d'*Artemia franciscana* (témoins) et d'*Artemia salina* sont dans les gammes de valeurs optimales recommandées. Les valeurs de température (25,6 à 30,3 °C avec une moyenne de  $28,47 \pm 0,72^\circ\text{C}$  pour le groupe d'*Artemia salina* et  $28,46 \pm 0,62^\circ\text{C}$  pour le lot *Artemia franciscana*) enregistrées au cours de cette expérience sont comparables à celles (26°C – 37 °C) rapportées par VOS et TASSUTAPALLIT, (1979). Alors que SORGELOOS, (1980) a trouvé qu'une température comprise entre 25°C et 30°C est optimale pour une bonne croissance.

Certains auteurs signalent que l'*Artemia salina* se maintient à des températures entre 13 et 32°C (KHEMAKHEM, 1988), entre 10 et 26°C (MAHDI *et al.*, 2010) et à des températures comprises entre 12,1 et 25,4°C (BEN NACEUR *et al.*, 2009). Aussi, l'*Artemia* peut tolérer des températures qui varient entre 6 et 32°C (BROWNE et MAC DONALD, 1982 ; WEAR *et al.*, 1986).

L'*Artemia* peut supporter une température minimale de l'ordre de 9,0°C et une température maximale de l'ordre de 34,0°C (ALLOUI, 1995).

Certains auteurs signalent qu'elle se maintient entre 6,0°C et 37,0°C et peut survivre quelques semaines à 40,0°C (VOS et TANSUTAPANT, 1979). D'autres résultats apportés par PERSOONE *et al.* (1980) confirment bien que la température supérieure de tolérance est d'environ 35,0°C.

Les concentrations en oxygène dissout pour les deux souches d'*Artemia* sont acceptables. Toutefois, les faibles valeurs d'oxygène dissout ne le sont pas, en moyenne, dans la gamme défavorable pour la croissance de l'*Artemia* mais ils favorisent la formation des cystes (MADANI, 2001).

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

Des travaux effectués par KHEMAKHEM, (1988) ont montré que les concentrations en oxygène dissous varient dans la saline de Sfax entre 0,7 et 3,4 mg/l. Par ailleurs et pour ce même paramètre, BEN NACEUR *et al.*, (2009) ont trouvé des valeurs comprises entre 3,4 et 17,5 mg/l à sebkha El ADHIBET (sud tunisien).

Concernant les variations de la salinité pour les deux lots (18,2 – 59,1‰) sont admissibles. PERSOONE *et al.*, ont signalé en 1980 que l'*Artemia* vit dans les milieux hypersalins des régions tropicales et subtropicales ou tempérées.

Aussi POST et YOUSSEF (1977) et BRISSET *et al.*, (1982) ont signalé l'*Artemia* que grâce à son système d'osmorégulation exceptionnel peut assurer ses fonctions physiologiques à des salinités comprises entre 9‰ et 340‰.

D'autres travaux effectués par KHEMAKHEM, (1988) ont montré que l'*Artemia* tolère des salinités incluses dans l'intervalle de 70 à 280 ‰, contrairement à MAHDI *et al.*, (2010) qui ont mentionné que l'*Artemia* peut supporter des salinités comprises entre 128 et 242 ‰. L'*Artemia* peut tolérer aussi des salinités comprises entre 60 et 220 ‰ (DANA et LENZ, 1986 ; HAMMER et HULBERT, 1992 ; TRIANTAPHYLLIDIS *et al.*, 1994 ; CAMARGO *et al.*, 2004 ; LITVINENKO *et al.*, 2007).

L'estimation de la qualité des eaux d'élevage se base sur la mesure de paramètres physico-chimiques et chimiques indicateurs d'une qualité de l'eau plus ou moins bonne et substances exerçant une influence défavorable sur le bilan d'oxygène, notamment : l'ammonium et les nitrites (tableau II.2).

D'une manière générale, les crustacés sont prévus pour consommer de l'oxygène et excréter davantage d'ammoniac dans des milieux hypotoniques que dans des milieux hypertoniques. De toute évidence, le niveau de tolérance de l'ammoniac est beaucoup plus élevé dans les Crustacés que dans les poissons, où il ne représente que 0,1 mg. L<sup>-1</sup> (CAMPBELL, 1973).

Étant donné que la toxicité de l'ammoniac est fortement influencée par les paramètres abiotiques, en particulier le pH (KINNE, 1976; BOWER et BIDWELL, 1978). La forme non ionisée (NH<sub>3</sub>) se forme de plus en plus 50 fois que le pH augmente de 7,0 à 9,0.

L'accumulation d'ammoniac et son produit intermédiaire, le nitrite, constitue une menace potentielle pour les crustacés (MEVEL et CHAMROUX, 1981).

En ce qui concerne la concentration d'ammoniac, HANAOKA (1977) a signalé une inhibition de l'ingestion de nourriture déjà à 2 mg. L<sup>-1</sup> de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. (La concentration seuil était également de 1,7 mg. L<sup>-1</sup> pour *Artemia salina* (HANAOKA, 1977).

Alors que PERSONNE *et al.* (1979), ont constaté que *Artemia* peut tolérer des niveaux allant jusqu'à 50 mg. L<sup>-1</sup> de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

Selon BARNABE (1989), la teneur en ammoniacque sans danger pour les organismes aquatiques sont inférieures à 0,1 mg d'azote sous forme  $\text{NH}_3$  par litre.

Les résultats de la présente étude et concernant l'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ), varient de 0,37 à 0,41 mg.  $\text{L}^{-1}$  avec une moyenne de  $0,41 \pm 0,01$  mg.  $\text{L}^{-1}$  pour le groupe *Artemia salina*, et une moyenne de  $0,49 \pm 0,01$  mg.  $\text{L}^{-1}$  pour le groupe *Artemia franciscana*.

Les résultats que nous avons obtenus sur les variations de l'ammonium sont inférieur au seuil déclaré par les auteurs précédents, ces concentrations sont encore dans une gamme appropriée pour la culture de l'*Artemia* ; c'est dû au changement régulière de l'eau, ainsi, au siphonage journalier de dépôt de matières organique (les tissus de la mue, le reste des aliments (micro-algues, la levure...) non ingérer...).

**Tableau II.2 :** Paramètres généraux des sels nutritifs (ammonium  $\text{NH}_4^+$ , nitrites  $\text{NO}_2^-$ , orthophosphate  $\text{PO}_4^{2-}$ ) pour l'*Artemia salina* (AS) et l'*Artemia franciscana* (AF) (espèces témoin).

	Espece	Minimum	Maximum	Moyenne	Variance	Ecart-type	Intervale de confiance
$\text{NO}_2^-$	AS	0.03	2.27	0.97	1.24	1.11	0.04
	AF	0.07	0.29	0.17	0.01	0.10	0.01
$\text{PO}_4^{2-}$	AS	1.07	3.23	2.02	1.56	1.25	0.04
	AF	0.44	3.09	2.33	0.94	0.97	0.03
$\text{NH}_4^+$	AS	0.37	0.41	0.41	0.05	0.22	0.01
	AF	0.25	0.35	0.49	0.07	0.27	0.01

Dans les aquariums, les concentrations en nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) varient en général entre 0,03 et 2,27 mg.  $\text{L}^{-1}$  avec une moyenne de  $0,97 \pm 0,04$  mg.  $\text{L}^{-1}$  pour le groupe *Artemia salina*, et une moyenne de  $0,17 \pm 0,01$  mg.  $\text{L}^{-1}$  pour le groupe *Artemia franciscana*.

Selon CHEN *et al.*, (1989), les nauplius d'*Artemia* supportent une gamme importante de nitrite et d'ammonium allant jusqu'à 100mg/L.

La concentration des composés azotés (nitrite et nitrate) augmente à mesure que la salinité augmente, entraînant une augmentation de la concentration de chlorophylle (NYONJE *et al.*, 1995).

Le phosphore est élément constitutif des tissus vivants, il entre dans la composition de macromolécules indispensables à la vie, dans le milieu aquatique sous sa forme inorganique est présenté essentiellement par les ions orthophosphates ( $\text{PO}_4^{2-}$ ) et qu'il est généralement assimilé par les algues (micro-algues) et autres organismes aquatiques (HUANG et HONG 1999, GARDOLINSKI *et al.*, 2004).

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les concentrations élevées d'ammonium dans le milieu ne présentent pas un risque sur les espèces aquatiques, mais la mortalité survient lorsque l'ammoniac s'oxyde en nitrite par des bactéries nitrifiantes.

Des problèmes de toxicité liés à l'ammoniac ont été trouvés dans l'aquaculture. Cette toxicité est fortement favorisée par certaines conditions d'élevage (surpeuplement, renouvellement insuffisant de l'eau, excès de nourriture et sa dégradation microbienne subséquente). Les niveaux d'ammoniac requis pour la toxicité variaient selon l'espèce, son stade de développement et les conditions de culture (température, tension d'oxygène, etc.).

Les organismes aquatiques dans la nature vivent normalement en quantités d'eau capables de diluer l'excès d'ammoniac. Cependant, dans les systèmes d'élevage aquacole qui maintiennent une forte densité animale, l'élimination de cette substance toxique devient une considération économiquement importante en raison des limites de décharge et de la réutilisation potentielle de l'eau (BOTSFORD *et al.*, 1977).

### 2. Biométrie et mesures réalisés

#### 2.1. Biométrie des cystes et des nauplius

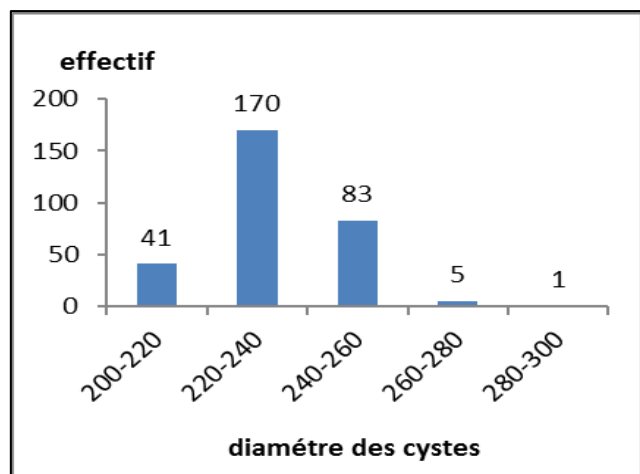
L'étude comparative de la taille des cystes et nauplii a démontré son utilité comme critère permettant ; de différencier entre les populations des crustacés et de réaliser une meilleure gestion de la ressource (GHOMARI, 2014).

En aquaculture, il est important de considérer la taille des organismes qui sont utilisés comme aliment vivant, compte tenu de la relation de la taille de la proie avec la bouche de la larve du prédateur (CASTRO, 1997).

Le diamètre du nauplii est d'une grande importance pratique pour l'alimentation des larves de poissons et crustacés. Les nauplii de grande taille offrent plus d'énergie pour un même effort de capture développé par le prédateur, quand la taille de la bouche le permet.

**Tableau II.3 :** Distributions des diamètres des cystes entièrement hydratés.

classe	effectif
200-220	41
220-240	170
240-260	83
260-280	5
280-300	1
$\Sigma$	300
Moyenne	238,25
IC	13,06
Ecart-type	12,26



**Figure II.1 :** Diamètres des cystes entièrement hydratés.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les données collectées sur le diamètre moyen des cystes, indiquent que les cystes entièrement hydratés ont un diamètre moyen de  $238,25 \pm 13,06 \mu\text{m}$  (figure II.1, tableau II.3), celui-ci est réduit à  $217,5 \pm 3,46 \mu\text{m}$  pour les cystes décapsulés suite à l'épaisseur du chorion ( $10,38 \mu\text{m}$ ).

LEGER *et al.*, (1986) signalent que le diamètre des cystes varie largement de  $224,7$  à  $284,9 \mu\text{m}$  pour les cystes entièrement hydratés non décapsulés et de  $207,3$  à  $266,3 \mu\text{m}$  pour les cystes décapsulés.

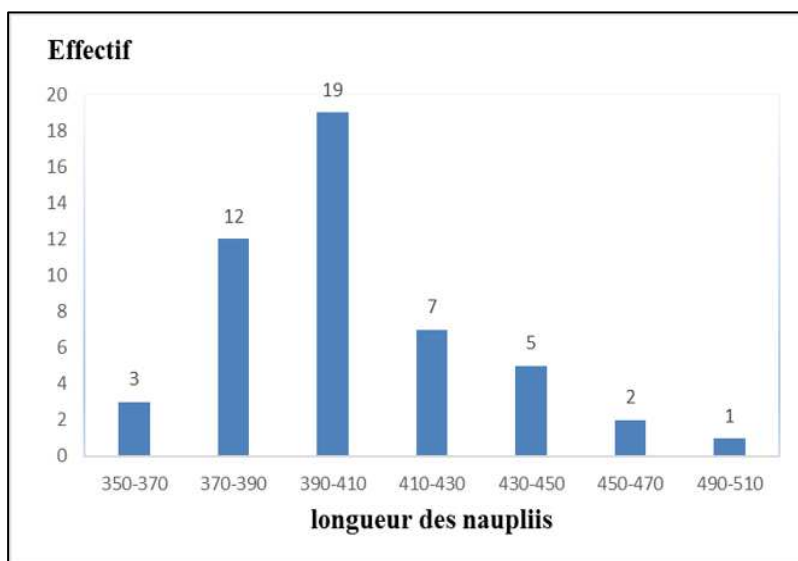
Selon AMAROUAYACHE et KARA (2010) ; les cystes hydratés ont un diamètre de  $236,5 \pm 13,4 \mu\text{m}$  et l'épaisseur du chorion est estimée à  $13,5 \mu\text{m}$ .

CHEMLAL *et al.* (2017) ont déclaré que : le diamètre des cystes non hydratés de la saline Bethioua est de  $220,41 \pm 12,43 \mu\text{m}$ , et celui des cystes entièrement hydratés est de  $237,18 \pm 17,92 \mu\text{m}$ , alors que les cystes décapsulés mesurent  $217,66 \pm 17,5 \mu\text{m}$  et le chorion a une épaisseur moyenne de  $10,26 \pm 0,15 \mu\text{m}$ .

Il en résulte que les diamètres des cystes d'*Artemia salina* étudiés ; hydratés non décapsulé et décapsulés ; se retrouvent bien dans ces intervalles.

Les cystes de la saline de Bethioua sont de qualité biométrique et d'éclosion acceptable et peuvent être employée en aquaculture. Leur profil biométrique est similaire à celui des pays du bassin méditerranéen.

Par rapport au longueur totale des naupliis fraîchement éclos, la moyenne est d'environ  $407,50 \pm 7,75 \mu\text{m}$  (figure II.2, tableau II.4).



**Figure II.2** : Longueur totale des naupliis fraîchement éclos.

**Tableau II.4** : Distributions des longueurs des naupliis fraîchement éclos.

classe	effectif
<b>350-370</b>	<b>3</b>
<b>370-390</b>	<b>12</b>
<b>390-410</b>	<b>19</b>
<b>410-430</b>	<b>7</b>
<b>430-450</b>	<b>6</b>
<b>450-470</b>	<b>2</b>
<b>490-510</b>	<b>1</b>
$\Sigma$	<b>50</b>
<b>Moyenne</b>	<b>407,50</b>
<b>IC</b>	<b>7,55</b>
<b>Ecart-type</b>	<b>27,23</b>

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les tailles de Nauplii varient considérablement d'un site géographique à l'autre et ne posent souvent pas de problème pour les larves de crustacés capables de capturer et de déchirer des particules alimentaires en utilisant ses appendices. Par contre, les larves de poissons marins, ont de très petites cavités bucales, le choix de la taille des nauplies est donc d'une grande importance (AGH et SORGELLOOS, 2005).

La taille moyenne du nauplii de Bethioua est située en dessous de celle d'*A. franciscana* de la baie de San Francisco (428  $\mu\text{m}$ ), de l'espèce de Great Salt lake (482  $\mu\text{m}$ ) et la souche du Tibet (Chine) *A. tibetiana* est de  $667 \pm 32,7 \mu\text{m}$ .

Les espèces les plus utilisées sont celles de San Francisco Bay et celles de Great Salt Lake.

La taille des naupliis de l'étude en question, se situe aussi bien en dessous

Aussi, la longueur moyenne des naupliis fraîchement éclos qui indiquée par AMAROUAYACHE et KARA (2010) est 428,71 ( $\pm 34,3$ )  $\mu\text{m}$ , qui est au voisinage de notre espèce, mais celle de CHEMLAL *et al.*, (2017) est plus grand, avec une longueur moyenne de 522.36 ( $\pm 32.4$ )  $\mu\text{m}$ .

GHOMARI (2014), signale que la longueur des naupliis d'*Artemia salina* est de 418  $\mu\text{m}$ , qui varie dans l'intervalle de nos résultats.

Les naupliis de la présente étude sont parmi les plus petits ( $407.5 \pm 7.55 \mu\text{m}$ ) comparés aux autres souches étudiées, dont les tailles extrêmes se situent entre  $389,5 \pm 15,3 \mu\text{m}$  (Tres Hermanos, Yavaros, Mexique) et  $667 \pm 32,7 \mu\text{m}$  (Tibet), (AMAT,1980 ; ALOUI et EL-ABED,1998).

Ce résultat laisse présumer que du point de vue taille, les nauplii ; de populations d'*Artemia salina* de la saline de Bethioua ; pourraient être utilisés en élevage larvaire.

Dans les grandes épreuves de ce dernier, il a été signalé dans de nombreux cas de grandes mortalités de larves de poissons et crustacés. Cette situation est liée à l'incapacité de larve à capturer le nauplii d'*Artemia* (BECK *et al.*, (1980) ; BECK et BENGTON, 1982). La longueur du nauplii d'*Artemia* employé reste toujours le paramètre déterminant.

### 2.2. Morphométrie des adultes

La taille moyenne des adultes d'*Artemia Salina* (mm) est de ;  $7,88 \pm 0,27$  pour femelles et  $6.46 \pm 0.48$  pour les males. Pour d'autres mesures morpho-métriques, elles sont regroupées dans le tableau II.5.

Ces résultats sont comparés avec les résultats des variables morphologiques mesurées ; par GHOMARI (2014) ; sur les adultes des populations algériennes. Parallèlement, ces résultats aussi sont comparés à d'autres populations de différentes origines, dont les spécimens ont été maintenus dans les mêmes conditions d'élevage et utilisés comme références, issus de la base de données morphologiques et statistiques de l'Institut d'Aquaculture de Torre de la Sal (Espagne) (BARATA *et al.*, 1996).

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les valeurs déclarées par AMAROUAYACHE et KARA (2010) pour les longueurs totales extrêmes (pré-adultes et adultes) :  $4,61 \text{ mm} \leq Lt \leq 9,78 \text{ mm}$  (femelles) ;  $3,62 \text{ mm} \leq Lt \leq 7,14 \text{ mm}$  (mâles) ; sont plus proche de nos valeurs que celles publiés en 2017 par CHEMLAL *et al.*, dont la taille moyenne d'*Artemia salina* pour adultes est de  $7,66 \pm 1,11 \text{ mm}$  pour les mâles et  $11,55 \pm 1,02 \text{ mm}$  pour les femmes.

**Tableau II.5 :** Mesures morpho-métriques pour les adultes d'*Artemia salina* de la saline de Bethioua élevé dans le laboratoire (les différentes longueurs sont en mm).

Caractères morphométrique	moyenne(sexe séparer)		sexe confondus	
	femelle	males	moyenne $\pm$ IC	min-max
Longueur totale (LT)	7,88 $\pm$ 0,27	6,46 $\pm$ 0,48	7,21 $\pm$ 0,35	5,04 - 9,05
Longueur de l'abdomen (LA)	3,72 $\pm$ 0,22	2,76 $\pm$ 0,27	3,27 $\pm$ 0,23	1,87 - 4,59
Largeur de l'utérus chez la femelle ou du segment génital chez le mâle (IO, ISge)	1,20 $\pm$ 0,18	0,61 $\pm$ 0,04	0,92 $\pm$ 0,13	0,38 - 1,92
Largeur du troisième segment de l'abdomen (IA)	0,57 $\pm$ 0,04	0,47 $\pm$ 0,03	0,52 $\pm$ 0,03	0,36 - 0,72
Longueur de la fourche caudale (LF)	0,27 $\pm$ 0,03	0,23 $\pm$ 0,03	0,25 $\pm$ 0,02	0,14 - 0,45
Largeur de la tête (ITe)	0,77 $\pm$ 0,04	0,67 $\pm$ 0,05	0,72 $\pm$ 0,03	0,47 - 0,91
Longueur de l'antennule (LAnt)	0,74 $\pm$ 0,04	0,77 $\pm$ 0,11	0,75 $\pm$ 0,05	0,32 - 1,15
Diamètre de l'œil (DO)	0,26 $\pm$ 0,01	0,29 $\pm$ 0,03	0,27 $\pm$ 0,01	0,18 - 0,38
Distance entre les yeux (DiY)	1,36 $\pm$ 0,06	1,35 $\pm$ 0,12	1,35 $\pm$ 0,06	0,84 - 1,66

La taille moyenne maximale des adultes ; des populations d'*Artemia salina* de la saline de Sahline (TUNISIE) étudié par TRIGUI *et al.*, (2016) ; qui est de 10,1 mm pour les femelles et de 8,6 mm chez les mâles. En effet, SORGELOOS *et al.*, (1986) ont signalé que la taille maximale des adultes bisexués est d'environ 10 mm et celle des parthénogénétiques est égale à 20 mm.

Le tableau II.6 résume les résultats des variables morphologiques des différentes populations d'*Artemia salina* issues différentes origines ( Melghir, Relizane, Ezzamoule et Garaet El Taref).

D'une façon générale, parmi les différents individus observés par GHOMARI (2014), celles de Melghir représentent les longueurs totales les plus grandes chez les mâles avec (8,9 mm). Quant à Relizane elle présente de sa part les tailles les plus grandes chez les femelles avec (10,59 mm).

Les longueurs moyennes de différentes variables morphologiques relevé sur les mâles sont similaires dans les 4 différentes origines étudiées par GHOMARI (2014), c'est aussi le cas pour les différents femelles de différentes origines.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

La plupart des longueurs observées par GHOMARI (2014) ; qui sont illustrées dans le tableau II.6 ; sont généralement grandes que celles que nous avons observé non seulement pour les femelles mais aussi pour les mâles.

Nos résultats indiquent ainsi, que les femelles montrent, des longueurs totales de  $7,88 \pm 0,27$  mm et des longueurs de l'abdomen de  $3,72 \pm 0,22$  mm, supérieures aux mâles ( $LT = 6,46 \pm 0,48$  mm,  $LA = 2,76 \pm 0,27$ ). Cette supériorité de la taille des femelles par rapport à celle des mâles concorde avec les résultats des travaux de GHOMARI (2014) qui sont illustré dans le tableau II.6.

Ce résultat peut se traduire par, la courte durée de l'échantillonnage, dans laquelle les adultes n'ont pas atteint ces tailles déclare par les auteurs précédents, ou par la mauvaise croissance de l'espèce lies aux mauvaises conditions d'élevage.

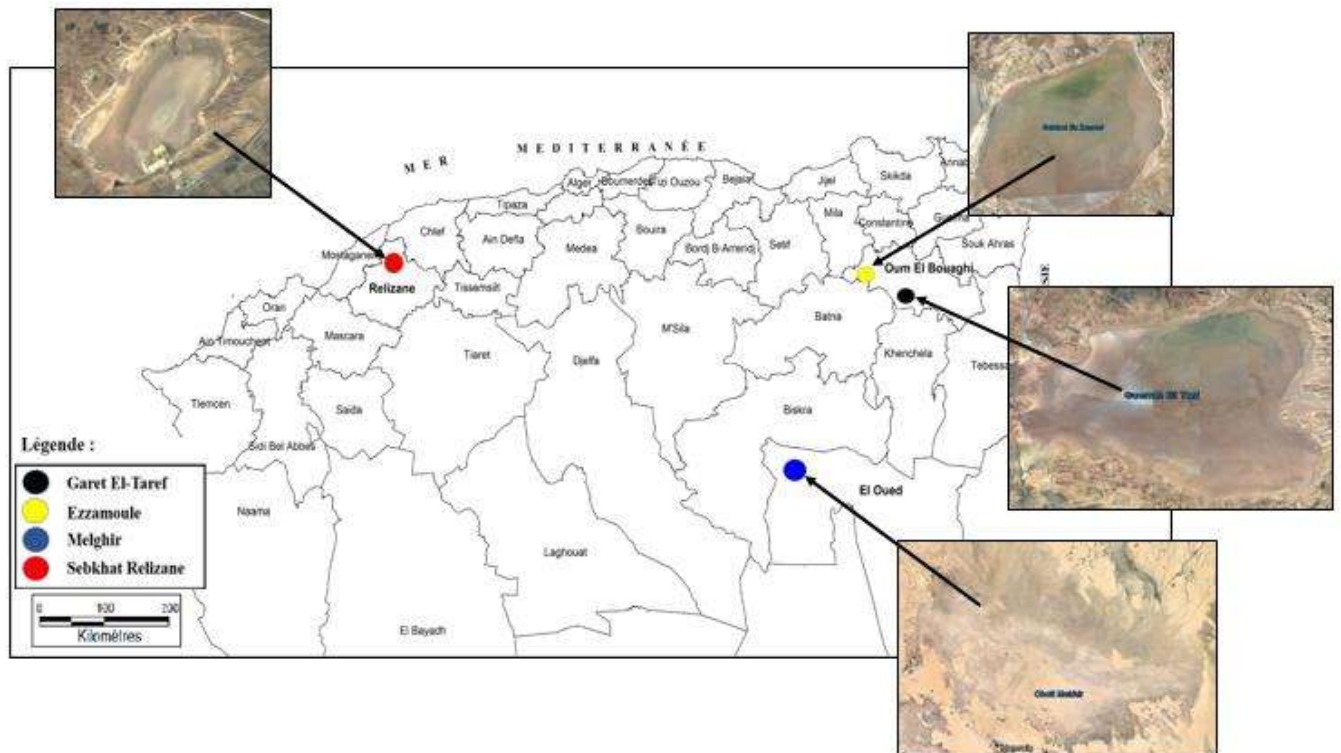
Par ailleurs, les caractères morphologiques d'*Artemia Salina* ; de la saline de Bethioua ; semblent avoir des similitudes avec d'autres populations algériennes (Melghir, Relizane, Ezzamoule, Garaet El Taref) (figure II.3).

**Tableau II.6 :** Moyennes (Ecart type) des variables morphologiques mesurées chez les adultes des populations *Artemia salina* des différentes origines. GHOMARI (2014).

(Les différentes longueurs sont en mm).

Origines	LT	LA	IA	ISGe	LF	Ite	DiY	DO	Lant	
Melghigh	8,9(0,59)	4,74(0,34)	0,44(0,03)	0,67(0,06)	0,35(0,05)	0,78(0,05)	1,72(0,1)	0,39(0,02)	1,14(0,11)	Mâles
Relizane	8,89(0,43)	4,88(0,32)	0,42(0,03)	0,63(0,05)	0,31(0,05)	0,71(0,04)	1,65(0,08)	0,37(0,02)	1,06(0,07)	
Ezzamoule	7,34(1,56)	3,8(0,69)	0,42(0,04)	0,64(0,05)	0,37(0,05)	0,83(0,04)	1,74(0,11)	0,37(0,01)	1,06(0,07)	
Garet el taref	8,67(0,96)	4,64(0,46)	0,63(0,06)	0,42(0,03)	0,28(0,06)	0,72(0,05)	1,68(0,13)	0,38(0,03)	1,13(0,08)	
Origines	LT	LA	IA	ISGe	LF	Ite	DiY	DO	Lant	
Melghigh	9,84(0,59)	5,73(0,38)	0,5(0,03)	1,94(0,11)	0,23(0,04)	0,8(0,04)	1,39(0,07)	0,25(0,01)	0,74(0,04)	Femelles
Relizane	10,59(0,48)	6,41(0,38)	0,57(0,04)	1,86(0,22)	0,24(0,04)	0,79(0,03)	1,42(0,06)	0,25(0,01)	0,65(0,05)	
Ezzamoule	9,25(1,23)	5,36(0,65)	0,46(0,04)	2,02(0,19)	0,24(0,04)	0,84(0,05)	1,44(0,1)	0,24(0,01)	0,87(0,12)	
Garet el taref	9,90(0,89)	5,95(0,64)	1,85(0,33)	0,55(0,05)	0,20(0,04)	0,77(0,05)	1,40(0,12)	0,25(0,01)	0,71(0,06)	

**LT :** Longueur totale, **LA :** Longueur de l'abdomen, **IA :** Largeur du troisième segment de l'abdomen, **IO** ou **ISGe :** Largeur de l'utérus chez la femelle ou du segment génital chez le mâle, **LF:** Longueur de la fourche caudale, **ITe :** Largeur de la tête, **DiY :** Distance entre les yeux, **DO :** Diamètre de l'œil, **LAnt :** Longueur de l'antennule.



**Figure II.3 :** Répartition géographique des régions d'extraction d'*Artemia salina* dans l'étude établie par GHOMARI 2014 (modification personnelle).

### 3. Relations biométriques

Nous avons utilisé pour l'étude des relations biométriques l'ensemble des 36 relations possibles entre les mesures faites sur 38 individus, soit 20 femelles et 18 mâles.

36 graphes ont été obtenu (annexe ii), dont les relations entre les variables X et Y sont représentées par une droite de régression qui s'ajuste au mieux à ce nuage de points, tout en ayant un coefficient de corrélation le plus grand. Le calcul de la droite de 36 relations se fait par un ajustement de type moindres carrés.

Concernant les corrélations, nous avons remarqué la présence seulement de six relations fortement corrélées, dont leurs équations de régression, le coefficient de corrélation et les types d'allométrie des caractères métriques sont illustrés dans le tableau II.7.

La valeur de la pente dans l'équation de régression ( $DiY=3,539 DO+389,32$ ) est supérieure à 1, ce qui se traduit par la présence d'une allométrie majorante, ceci signifie que la distance entre les yeux ( $DiY$ ) croît plus rapidement que le diamètre des yeux ( $DO$ ).

Pour le reste des relations, les valeurs des pentes sont inférieures à 1 ce qui implique une allométrie minorante (ceci signifie que la longueur totale ( $LT$ ), la longueur de l'abdomen ( $LA$ ), la longueur de l'antennule ( $L_{Ant}$ ) et la largeur de l'utérus chez la femelle ( $IO$ ) croît respectivement plus rapidement que la longueur totale ( $LT$ ), la largeur de l'utérus chez la femelle ( $IO$ ), Distance entre les yeux ( $DiY$ ) et la longueur de l'abdomen ( $LA$ )).

**Tableau II.7 :** Corrélations (r), type d'allométrie (A) et équations de régression des différents caractères métriques mesurés chez *Artemia salina* de la saline de Bethioua. (Présente étude).

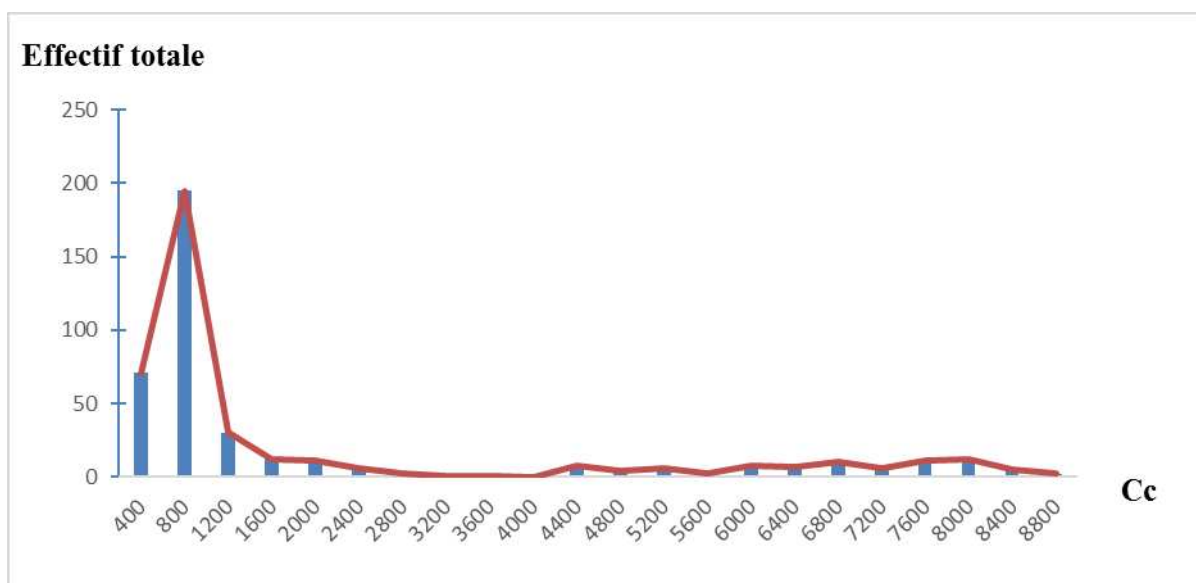
Equation de régression	r	Type d'allométrie
$LA = 0,6123 LT - 1146,2$	0,92	A. minorante
$IO, ISge = 0,4245 LA - 465,99$	0,73	A. minorante
$DiY = 3,539 DO + 389,32$	0,82	A. majorante
$DiY = 0,8277 LAnt + 730,51$	0,72	A. minorante
$IA = 0,0923 LA + 218,38$	0,71	A. minorante
$IA = 0,1683 IO + 364,8$	0,76	A. minorante

Selon AMAT (1980), tous les paramètres biométriques étudiés sont corrélés positivement à la longueur totale des individus chez les populations d'élevage d'Espagne et de la baie de San Francisco. Ainsi, AMAROUAYACHE et KARA (2010) ont signalé que le sac ovigère, l'abdomen ainsi que les appendices céphaliques croissent au même rythme que la longueur totale chez les mêmes populations.

#### 4. Distributions des fréquences de tailles

410 individus d'*Artemia salina* dont 20 femelles, 18 mâles et 372 indéterminés sont répartis en classes de tailles de 400 µm (annexe iii, tableau 1), illustré par la figure II.4.

D'après la figure II.4 représentant la distribution des fréquences de taille de notre espèce étudiée, nous remarquons la présence de six modes, correspondant aux classes [600 ;1000[, [4200 ;4600[, [5000 ;5400[, [5800 ;6200[, [6600 ;7000[ et [7800 ;8200[, avec un effectif respectivement de 195,8,6,8,10 et 12 individus.



**Figure II.4 :** Polygone de la distribution de fréquence de taille d'*Artemia salina*

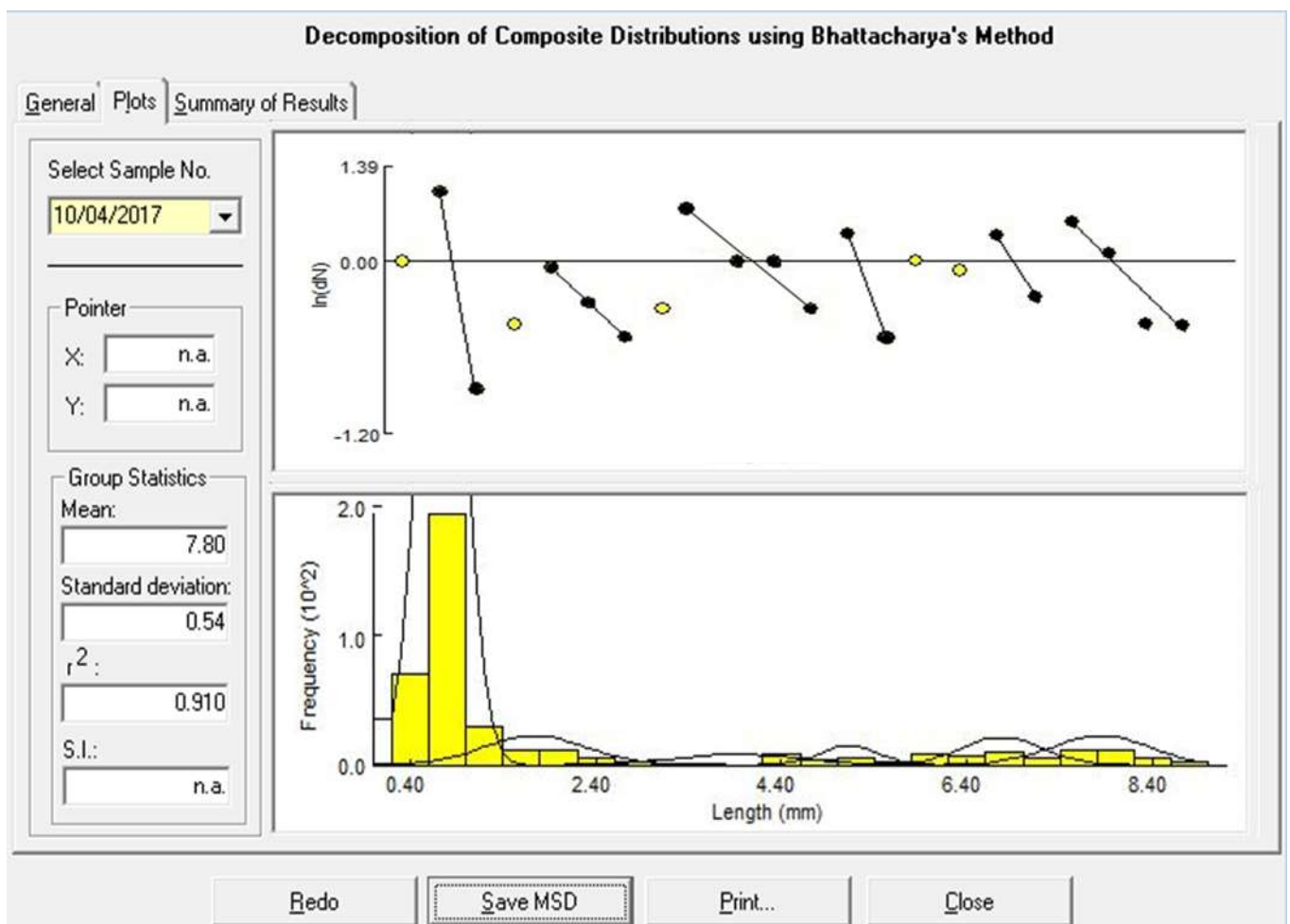
#### 4.1. Analyse des structures d'âge

Afin d'appliquer le programme NORMSEP, il convient de passer, pour ce calcul, par la méthode de BHATTACHARYA (1967, in KACHER, 1989). Les clés âge-longueur ainsi obtenues, seront analysées par la méthode de TOMLINSON-ABRAMSON (1961), pour obtenir les paramètres de croissance ( $L_{\infty}$ ,  $K$ ,  $t_0$ ).

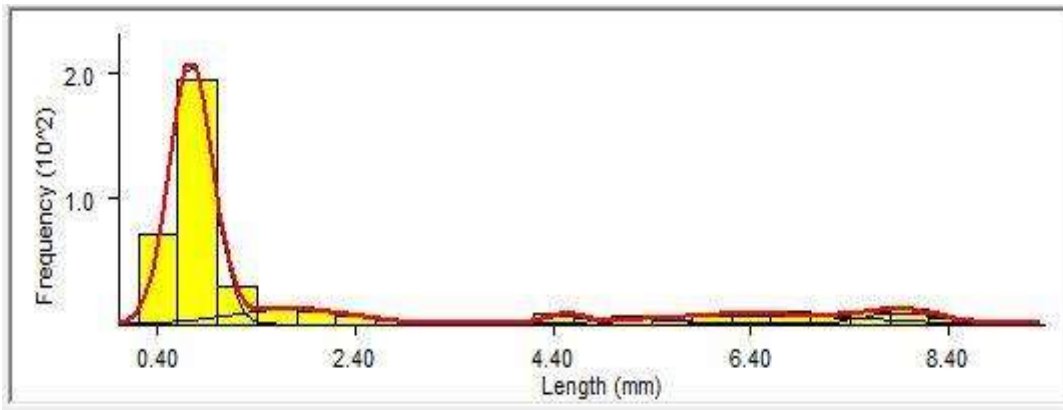
##### 4.1.1. Clé âge-longueur

La méthode de BHATTACHARYA est réalisée avec le logiciel FISAT II. Elle permet de décomposer la distribution de fréquence de taille en cohortes, (figure II.5), et de déterminer la taille moyenne de chaque sous population (tableau II.8).

La méthode de Maximum de vraisemblances NORMSEP; réalisée aussi sur FISAT II permet de décomposer la distribution de fréquences de tailles d'*Artemia salina* en cohortes, (figure II.6) ; et de d'ajuster les données de BHATTACHARYA (tableau II.9).



**Figure II.5** : Décomposition de la distribution de fréquences de tailles d'*Artemia salina* en cohortes utilisant, la méthode de BHATTACHARYA (1967) (partie A), et la méthode de Maximum de vraisemblances NORMSEP sur FISAT II.



**Figure II.6 :** Décomposition de la distribution de fréquences de tailles d'*Artemia salina* en cohortes utilisant la méthode de Maximum de vraisemblances NORMSEP; sur FISAT II.

Après la décomposition modale des distributions de fréquences de taille, les valeurs moyennes des différentes classes d'âge obtenues par la méthode de BHATTACHARYA ainsi que l'âge attribué, sont reportés respectivement dans le tableau II.8.

Cette méthode révèle six groupes d'âge, les tailles moyennes vont de 0,74 mm à 7,83 mm, avec un taux de croissance (TC) irrégulier.

**Tableau II.8 :** Les cohortes de la population obtenues par la méthode de BHATTACHARYA (1967).

groupe d'age	LT moy (mm)	Ni	Ecart Type	TC
I	0,74	296	0,24	
II	1,74	31	0,56	2,5
III	3,93	14	0,68	3,53
IV	5,12	12	0,32	2,38
V	6,76	23	0,43	4,37
VI	7,83	30	0,53	2,23

**LTmoy :** taille moyenne de la cohorte; **Ni :** effectif de la cohorte ;  
**TC :** taux de croissance.

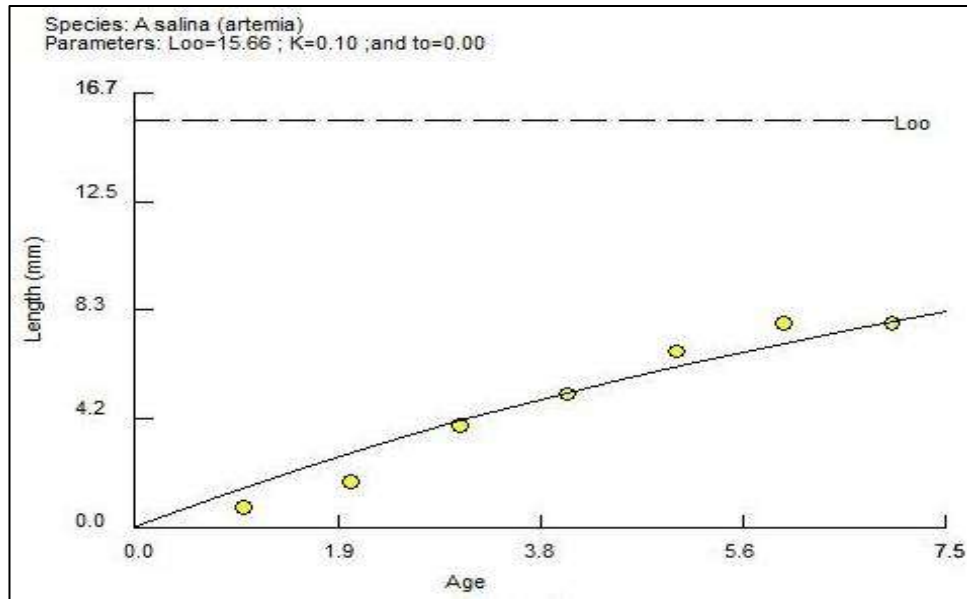
Le traitement des données fait ressortir six groupes d'âge pour l'ensemble de la population ; l'application de programme NORMSEP a permis d'obtenir une clé âge-longueur (tableau II.9).

**Tableau II.9 :** La clé âge-longueur obtenue par la méthode de NORMSEP.

Groupe d'age	LT moy (mm)	Ni	Ecart Type	TC
I	0,73	283,13	0,217	
II	1,74	45,26	0,604	2,447
III	4,49	8,82	0,2	6,854
IV	6,35	1,81	0,346	6,789
V	6,48	49,1	1,062	0,182
VI	7,94	21,89	0,38	2,027

#### 4.1.2. Méthode de TOMLINSON et ABRAMSON (1961)

L'introduction de la clé âge longueur dans le logiciel FISAT II, a permis via la routine « age-length » d'obtenir les paramètres de croissances notamment  $L_{\infty} = 15,66$  mm ,  $K=0,1/\text{an}$ ,  $t_0=0$  et la courbe de croissance (Figure II.7).



**Figure II.7:** Courbe de VON BERTALANFFY obtenue par la méthode de TOMLINSON et ABRAMSON (1961) sur FISAT II.

La taille des individus augmente progressivement en fonction de son âge. La croissance en longueur des individus suit l'allure de la courbe tracée (figure II.8). Mais cette dernière est loin d'atteindre la taille asymptotique, la distribution ne couvre que la première partie de la croissance.

## 4.2. Analyse de structure de taille

### 4.2.1. Méthode de POWELL WETHERALL (1986).

La méthode de POWELL-WETHERALL est réalisée à l'aide du programme FISAT II, version 1.2.0 (GAYANILO *et al.*, 2005).

Ainsi, en portant sur un graphique  $L_m-L'$  en fonction de  $L'$ , on obtient une régression linéaire à partir de laquelle on peut estimer par conséquent  $L_{\infty}$  et  $Z/K$  (SPARRE et VENEMA, 1996).

La figure II.8 illustre l'allure de la courbe de capture ainsi que les points choisis pour le calcul de  $L_{\infty}$  et  $Z/K$  pour *A. salina*. La droite de régression retenue est celle qui présente le coefficient de régression ( $r$ ) le plus élevé.

Chez *A. salina*, la valeur de la longueur asymptotique obtenue par la méthode de POWELL-WETHERALL (1986) ( $L_{\infty} = 8.39$  mm) est inférieure à la taille maximale observée qui est égale à  $L=8.94$  mm. La valeur de  $Z/K$  est de 0.681.

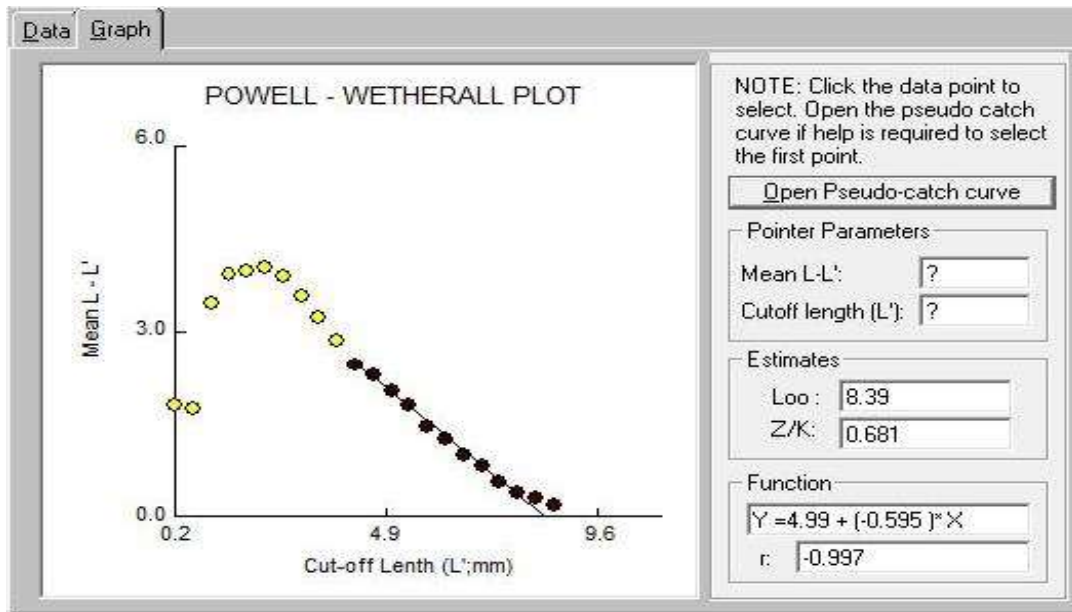


Figure II.8 : Détermination de  $L_{\infty}$  et  $Z/K$  pour *A. salina* par la méthode de POWELL-WETHERALL.

4.2.2. Méthode d'ELEFAN I (ELECTRONIC LENGTH FREQUENCY ANALYSIS)

Par l'utilisation de cette routine sur le logiciel FISAT II. Version 1.2.0 (Gayanilo *et al*, 2005), et après introduction du tableau de distribution des fréquences (TDF), un couple ( $L_{\infty}$ ,  $K$ ) est déduit par le choix du meilleur score. L'étiquette K-Scan nous donne une courbe qui représente les différentes fréquences du taux de décroissance  $K$ , et fournit la valeur de  $K$  la plus appropriée, c'est-à-dire associée à une valeur élevée de score. La valeur de  $K$  est estimée à 0.61 pour un score  $R_n$  de  $\frac{ESP}{ASP} = \frac{\text{Explained Sum of Peaks}}{\text{Available Sum of Peaks}} = 0,375$ . Les résultats de la variation du score en fonction de  $K$  obtenues par ELEFAN I sont illustrés par la figure (II.9). L'étiquette K-Scan fournit aussi la longueur de départ  $SL(0,4mm)$  et l'échantillon de départ  $SS(1)$ . Ce sont deux coordonnées utilisées pour localiser une courbe de croissance dans la routine d'ELEFAN I.

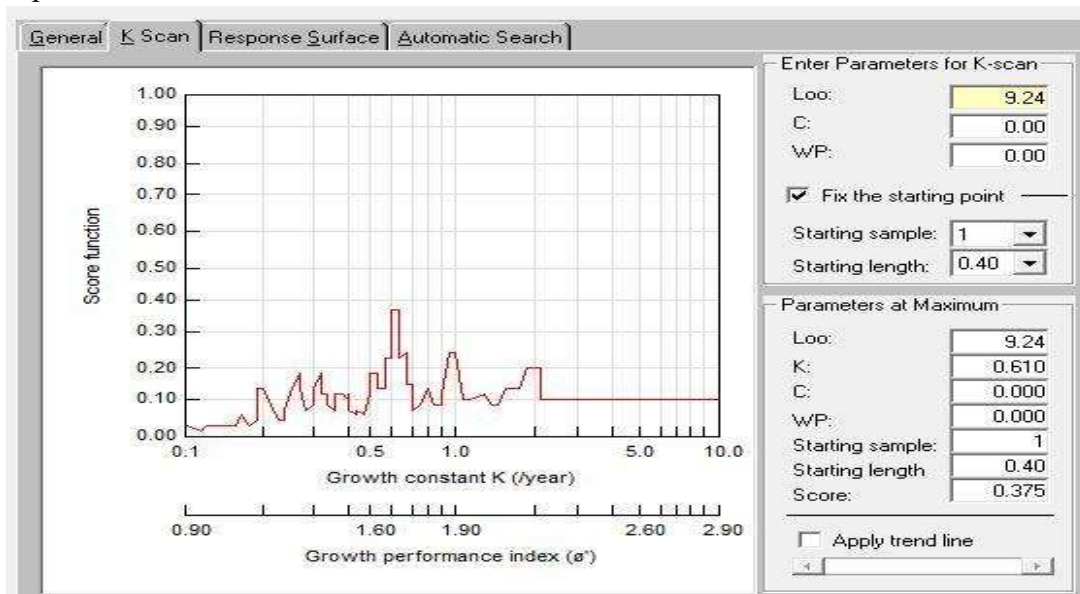


Figure II.9 : Variation de Scores ( $R_n$ ) en fonction de  $K$  'Etiquette K-Scan' obtenue par ELEFAN I.

Les résultats des couples de valeurs  $K/L_{\infty}$  et leurs  $R_n$  respectifs du sous-programme ELEFAN I « surface d'égalité de réponse » sont représentées dans la figure (II.10).

Ainsi, les valeurs de  $L_{\infty}$  et  $K$  obtenue par ELEFAN sont respectivement de 9.5mm et 0.6  $\text{ans}^{-1}$ . Ce sont celles qui correspondent au rapport ESP/ASP ou score  $R_n$  le plus élevé (0.393).

Scores: ELEFAN I Method								
K\Loo	8.00	8.50	9.00	9.50	10.00	10.50	11.00	
0.31	0.063	0.146	0.084	0.189	0.135	0.112	0.189	
0.36	0.128	0.092	0.111	0.130	0.125	0.071	0.069	
0.41	0.046	0.124	0.124	0.071	0.071	0.110	0.213	
0.46	0.100	0.094	0.071	0.127	0.161	0.213	0.203	
0.51	0.069	0.075	0.178	0.161	0.357	0.203	0.086	
0.55	0.054	0.168	0.187	0.232	0.393	0.083	0.138	
0.60	0.069	0.136	0.222	0.393	0.083	0.138	0.215	
0.65	0.168	0.282	0.260	0.083	0.149	0.149	0.129	
0.70	0.223	0.243	0.231	0.083	0.149	0.129	0.067	
0.75	0.152	0.168	0.153	0.142	0.129	0.067	0.131	

Figure II.10 : Couples de  $K/L_{\infty}$  et leurs score ( $R_n = \text{ESP/ASP}$ ) respectifs (ELEFAN I) chez *A. salina*.

### 4.3. Choix des paramètres de croissance linéaire

Le tableau II.10 résume les paramètres de croissances d'*A. salina*, obtenus par analyse des structures d'âge ainsi que par analyse des structures de taille.

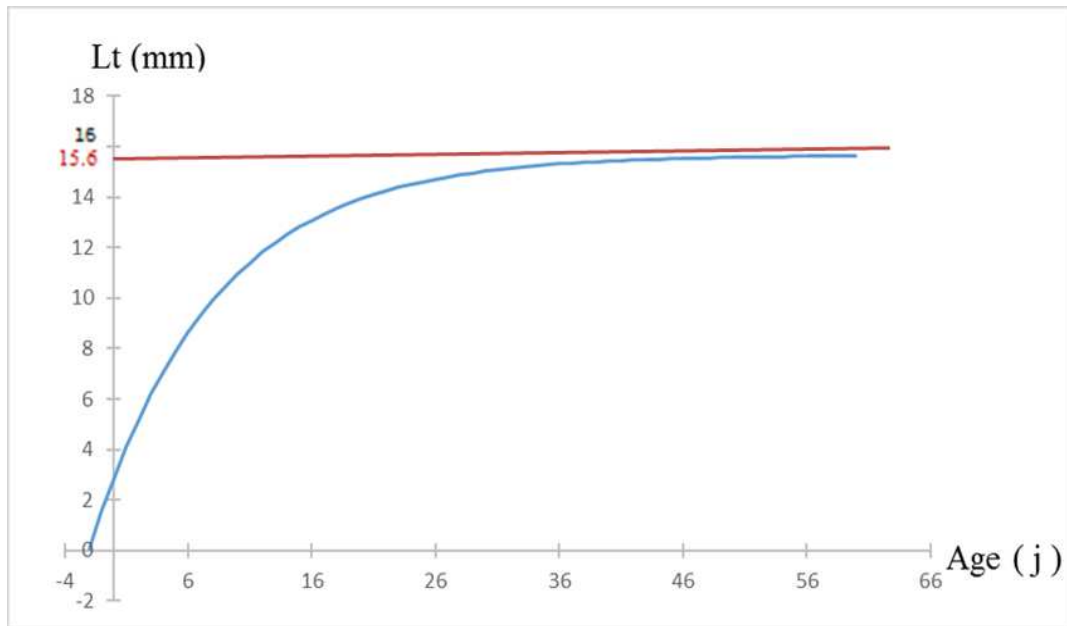
Tableau II.10 : Paramètres de croissance linéaire d'*A. salina*, obtenus par différentes méthodes.

	Méthodes	$L_{\text{max}/0,95}$	$L_{\infty}$ (mm)	$K$ (J-1)	$t_0$ (J)
Analyse des structures d'âge	Tomlinson-Abramson	9.52	15.66	0.10	-2.04
Analyse des structures de taille	Powell- Wetherall et Pauly		8.39	$Z/K = 0.681$	-
	ELEFAN I		9.5	0.60	-0.36

A partir de la comparaison des valeurs de la longueur asymptotique issus par chaque méthode, les résultats obtenue par l'analyse de structure de taille ne seront pas retenue car elles donnent un  $L_{\infty}$  sous-estimé entre 8,39 et 9,5 probablement dû à l'échantillonnage qui ne comporte pas les spécimens de grandes tailles, dans ce cas les paramètres du croissance adopter dans ce travail sont ceux issus à partir de l'analyse de structure d'âge, TOMLINSON et ABRAMSON donnant un  $L_{\infty}$  le plus grand 15,66.

L'équation de croissance linéaire de Von BERTALANFFY illustré dans la figure (II.11), est la suivante:

$$L_t = 15,66 (1 - e^{-0,1 (t+2,04)})$$



**Figure II.11:** Courbe de croissance linéaire de VON BERTALANFFY d'*Artemia salina* de la saline de Bethioua.

$$LT = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)}) \longrightarrow t = t_0 - \left( \frac{1}{K} \cdot \ln \left( \frac{L_{\infty} - LT}{L_{\infty}} \right) \right)$$

**Tableau II.11:** les intervalles des âges moyens ; Par l'utilisation de l'équation inversé de Von Bertalanffy.

L'age moy (jour)
[ -2,04 ; -1 [
[ -1 ; 0 [
[ 0 ; 1,34[
[ 1,34 ; 3 [
[ 3 ; 4 [
[ 4 ; 6 [

**Tableau II.12 :** Clé âge-longueur donné par la méthode de NORMSEP.

Groupe d'age	LFmoy (mm)
I	0,74
II	1,74
III	3,93
IV	5,12
V	6,76
VI	7,83

**Tableau II.13 :** les intervalles des âges moyens ; par l'utilisation de l'extrapolation sur la courbe d'évolution de la taille en fonction de temps.

L'age moy (jour)
[ 1 ; 10 [
[ 10 ; 15 [
[ 15 ; 18 [
[ 18 ; 19 [
[ 19 ; 20 [
[ 20 ; 24 [

A partir de l'équation de Von Bertalanffy, l'âge exacte a une taille mesuré se calcule comme suit :

Par l'utilisation de l'équation inversé de Von Bertalanffy, nous avons trouvés les intervalles des âges moyens (tableau II.11) correspondant aux tailles moyennes données par la méthode de NORMSEP.

En outre par l'utilisation de l'extrapolation de ces mêmes tailles sur la courbe d'évolution de la taille en fonction de temps (figure II.12), les intervalles des âges moyens sont déduits (tableau II.13)

Le tableau II.11 montre que les premières groupes d'âges (I, II) ont un âge moyen négatif ce qui signifie que notre espèce était encore au stade embryon ; cela est peut-être expliqué par la période de notre échantillonnage qui à peut-être coïncider avec l'éclosion des cystes.

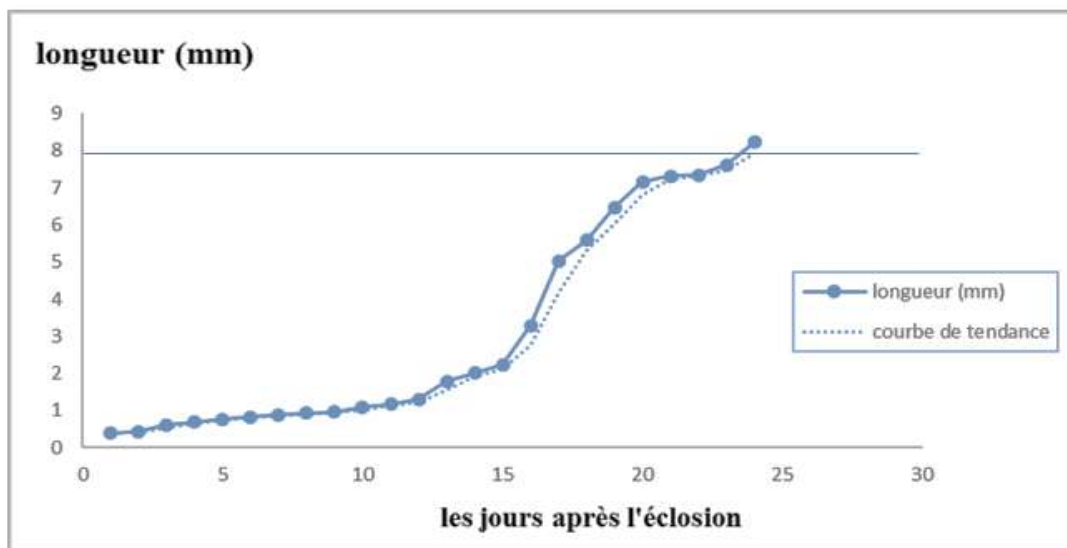
Après avoir comparé entre les deux tableaux (tableau II.11 et tableau II.13), nous pouvons distinguer à première vue la divergence entre les résultats obtenus des deux approches, si nous pouvons dire que les âges moyens du tableau II.11 (les intervalles des âges moyens donnés par l'utilisation de l'équation inversée de von Bertalanffy) sont des âges théoriques et les âges moyens du tableau II.13 (les intervalles des âges moyens donnés par extrapolation) sont des âges au temps réel, pour cela on peut conclure que la durée consacrée à l'échantillonnage (24 jours) n'a pas englobé toutes les étapes de croissance de l'*Artemia* et donc un manque d'individus à tailles plus grandes vu que sa longévité est de 3 mois, et notre étude s'est effectuée sur une seule cohorte.

Ceci est probablement la cause de la non-conformité des résultats obtenus par le modèle de Von Bertalanffy, comme il est possible que ce dernier n'est pas adapté à notre espèce.

Pour confirmer ses hypothèses, nous n'avons qu'à étaler la durée de l'échantillonnage.

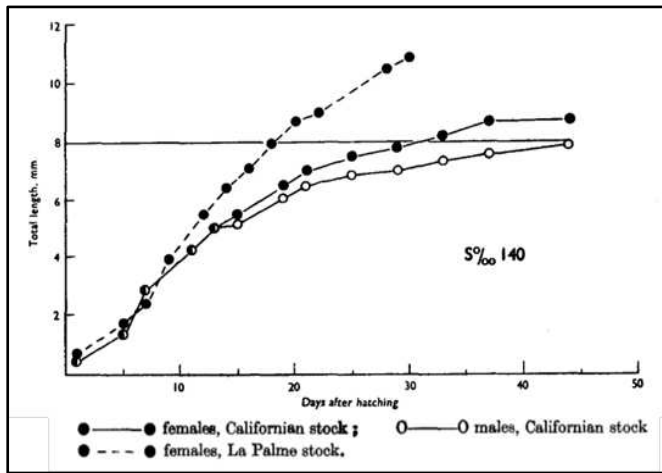
### 5. Croissance

Peu d'études ont été faites sur la croissance d'*Artemia*. Selon plusieurs auteurs (MARTIN et WILBUR (1921 in GILCHRIST, 1960) ; HEATH, 1924 ; BOND, 1933 ; WARREN, 1938), la taille de l'adulte d'*Artemia* varie inversement avec la salinité du milieu externe et la maturité sexuelle des animaux élevés en laboratoire sont atteints trois à quatre semaines après l'éclosion.

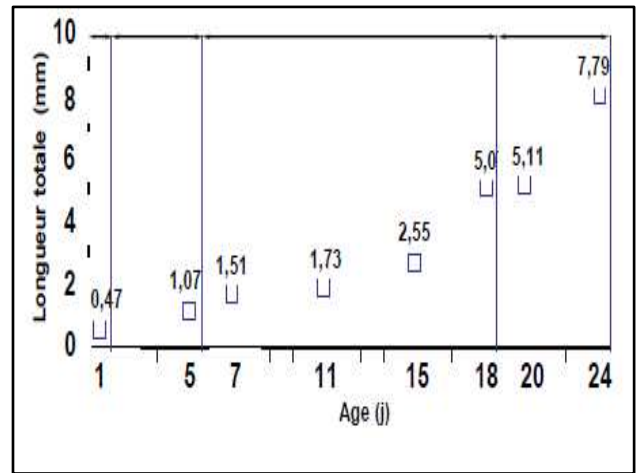


**Figure II.12 :** Evolution de la taille en fonction de temps pour la population d'*Artemia salina* de la saline de Bethioua.

En comparant le temps pris par l'*Artemia salina*, de notre étude (figure II.12) ; avec les résultats obtenus par d'autres auteurs, (JENSEN, 1918 ; BARIGOZZI, 1939 ; WEISZ, 1946 ; ELIASSEN, 1952 (in GILCHRIST, 1960) ; AMAROUAYACHE *et al.*, 2007) (figure II.13 et II.14) ; pour atteindre une longueur totale de 8 mm, il est clair que les femelles parthénogénétiques du stock La Palme (GILCHRIST, 1960), ont un taux de croissance le plus élevé. Cette différence est déjà établie avant que la maturité sexuelle ne soit atteinte.



**Figure II.13 :** Croissance d'*Artemia salina* de différents origines dans une salinité de 140‰ (GILCHRIST, 1960).



**Figure II.14:** Croissance linéaire de la population d'*Artemia* sp. de la Sebkhia Ez-Zemoul, (AMAROUAYACHE *et al.*, 2007).

Le taux de croissance pour la souche d'Ez-Zemoul (0,33 mm/j) (AMAROUAYACHE *et al.*, 2007) ; est plus élevé que celui des populations mexicaines (0,159 mm/j) et celles de San Francisco Bay, appartenant à l'espèce *A. franciscana* (0,183 mm/j), (CORREA-SANDOVAL *et al.*, 1994).

Le taux de croissance de notre espèce ; *Artemia salina* de la saline de Bethioua ; se trouve plus proche aux résultats d'AMAROUAYACHE avec une évolution de taille estimée par 0,32 mm/j.

Chez la population d'*Artemia* de la Sebkhia Ez-Zemoul ; qui a été élevée dans une eau de mer (S=37psu, T °= 25°C), la différenciation de sexe a été observée à partir du 24ème jour, contrairement à notre espèce étudiée qui est élevée dans l'eau de mer à 28°C et 30 psu, la différenciation de sexe a été observée à partir du 13ème jour, ainsi par rapport à la maturité sexuelle qui est atteinte au bout de 15 jours, c'est ce qui n'est pas le cas pour la population d'Ez-Zemoul (22 jours), cela signifie que les conditions d'élevage telles que la température et la salinité influencent non seulement le taux de croissance mais aussi la différenciation de sexe et le temps nécessaire pour la maturation des individus.

Selon JENSEN (1918 in GILCHRIST, 1960), *Artemia* du Great Salt Lake, élevée au laboratoire à température de 20 à 25°C et dans une saumure de salinité non spécifiée, est sexuellement mature 18 à 21 jours après l'éclosion.

BARIGOZZI (1939 in GILCHRIST, 1960) a mesuré le temps moyen de développement, de l'éclosion à la maturité sexuelle, dans trois populations d'*Artemia salina* cultivées en laboratoire à 18 à 20°C dans une eau de mer artificielle. Aucune différence de temps de développement dans les différentes populations n'a été observée; Les animaux bisexuels d'Amérique et les femelles parthénogénétiques du sud de la France et du nord de l'Italie sont tous devenus sexuellement matures 22 à 28 jours après l'éclosion. La conclusion de WEISZ (1946) selon laquelle, jusqu'au moment de la maturité sexuelle, le taux de croissance d'*Artemia* varie directement avec la salinité du milieu externe, semble contredire les résultats des autres travaux ; ELIASSEN (1952) a montré

que la consommation d'oxygène des naupliis et des stades immatures d'*Artemia* est plus élevée dans l'eau de mer que dans de la saumure plus concentrée ( $S \approx 50\%$ ).

Ainsi, selon ELIASSEN (1952 in GILCHRIST, 1960), le métabolisme des naupliis d'*Artemia* est inversement lié à la salinité du milieu.

Après la comparaison entre nos résultats et les résultats des auteurs situés en haut, nous pouvons déduire que, quand l'eau est très salée, l'*Artemia* se développe rapidement, ayant une maturation sexuelle précoce. Dans une eau 28°C, il lui faut 12 jours afin qu'il soit mature. Dans une eau 20°C, il lui faut entre 18 et 21 jours pour atteindre sa maturité sexuelle.

## 6. Reproduction :

### 6.1. Sex-ratio

Nous avons remarqué par-rapport au sex-ratio (par classe de taille) que le nombre des mâles par rapport à celui des femelles est variable. Au début du cycle, les mâles ont été plus abondants que les femelles, puis les proportions des deux sexes deviennent égales (sex-ratio égal à 1). Par la suite, il a été dominé par des femelles, cela peut s'expliquer que les mâles ont une courte longévité que les femelles. Les résultats sont résumés dans le tableau II.14.

Ceci concorde avec les résultats trouvés par KHEMAKHEM, (1988) qui a étudié l'*Artemia* dans la saline de Sfax, TRIGUI et *al.* (2016). VAN STAPPEN, (2002) ont expliqué que les fluctuations du sex-ratio traduisent les différentes tolérances physiologiques des adultes mâles et femelles aux variations des conditions environnementales (température, salinité et oxygène dissous).

**Tableau II.11:** Répartition des mâles et femelles par classe de taille d'*Artemia Salina* (sex-ratio ; taille ( $\mu\text{m}$ )).

classe (mm)	centre de classe	effectifs	nbr des mâles	nbr des femelles	%M	%F
5000-5650	5325	6	6	0	100	0
5650-6300	5975	2	2	0	100	0
6300-6950	6625	5	3	2	60	40
6950-7600	7275	7	5	2	71.43	28.57
7600-8250	7925	12	2	10	16.67	83.33
8250-8900	8575	5	0	5	0	100
8900-9550	9225	1	0	1	0	100
	$\Sigma$	38	18	20	47.37	52.63

Au cours de la phase expérimentale, nous avons constaté que les adultes rentrent en période de reproduction selon une modalité d'ovoviviparité (obtention des naupliis) étant donné que toutes les conditions environnementales (température, salinité, oxygène dissous et aliment) sont optimales ; aussi ; nous avons enregistré un changement dans la modalité de reproduction et ceci en donnant des cystes (oviparisme).

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

Ce changement est vraisemblablement lié aux conditions environnementales (température, salinité, oxygène dissous et aliment) qui ont atteint leurs valeurs extrêmes (dans les récipients, là où la salinité et la concentration en oxygène ont atteint les limites).

Dans cette étude, la population d'*Artemia* de la saline de Bethioua présente un mode de reproduction bisexuée, c'est à dire composée de mâles et de femelles. Pour la modalité de reproduction, les résultats obtenus ont montré que cette population d'*Artemia* se reproduit selon une modalité d'ovoviviparité quand les conditions sont favorables (température et salinité optimales ainsi qu'une concentration en oxygène dissous et une quantité d'aliment suffisante).

Quand les conditions deviennent défavorables (température, salinité élevées et taux d'oxygène dissous assez bas avec une quantité d'aliment insuffisante), les femelles d'*Artemia salina* changent de modalité de reproduction et donnent des cystes (reproduction ovipare). Ceci est en concordance avec les résultats des travaux effectués par KHEMAKHEM, (1988) sur l'*Artemia* de la saline de Sfax et ALOUI (1995) sur l'*Artemia* de la saline de Mégrine.

Il en résulte que le changement dans le mode de descendance des femelles dépend des facteurs intrinsèques.

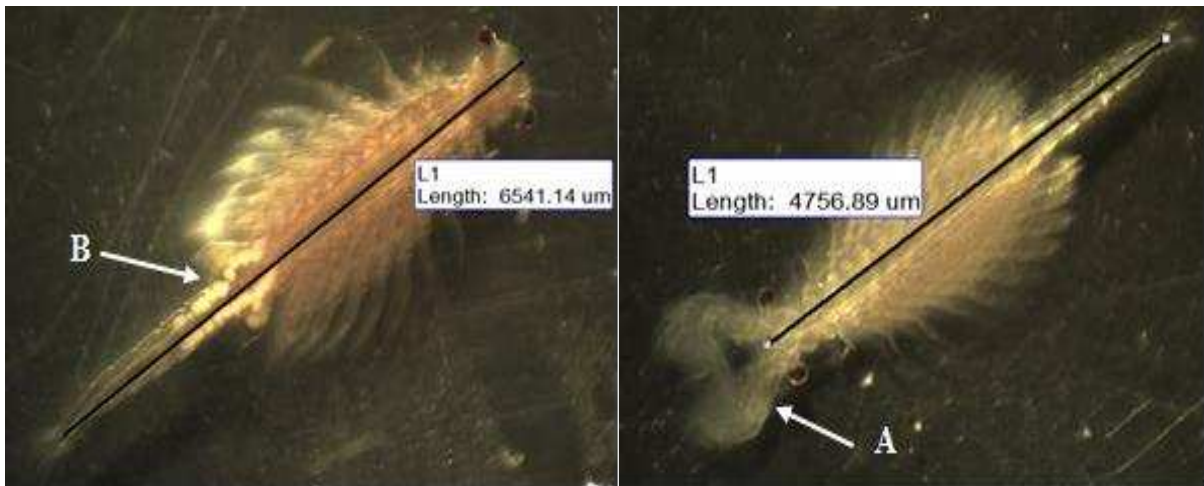
Par ailleurs, les hypothèses reportées par BALLARDIN et METALLI (1963), PROVASOLI *et al.* (1968), ROMAN et RODRIGUEZ (1986) et DAHESHT *et al.* (2013) indiquent que l'insuffisance alimentaire joue un rôle important dans la production des cystes.

A propos de la taille de maturité sexuelle, le sexe des individus de l'étude en question se différencie à partir de la 13<sup>ème</sup> jour, et leur maturité sexuelle (lorsque les mâles présentent des antennes développés (A) et les femelles des glandes développées dans l'ovisac (B), figure II.15) est atteinte dans la 15<sup>ème</sup> jour, dans laquelle nous avons enregistré une taille des femelles supérieure à celle des mâles, avec chez les femelles 6,5 mm et 4,7 mm pour les mâles.

Cette supériorité de la taille des femelles par rapport à celle des mâles concorde avec les travaux de KHEMAKHEM, (1988) qui a étudié l'*Artemia* dans la saline de Sfax et TRIGUI *et al.* (2016), lors leur travail sur l'*Artemia salina* de la saline de Sahline (TUNISIE). Celle-ci correspond aussi avec les résultats de AMAROUAYACHE *et al.* (2009), réalisé sur l'*Artemia salina* de chott Marouane.

Cependant, le nombre moyen de progéniture observé, produit par les femmes d'*Artemia* varie selon le mode de reproduction ; nous avons compté 20 naupliis pour les femelles caractérisées par l'ovoviviparité et 150 cystes pour les femelles ayant l'oviparité comme mode de reproduction.

Les résultats que nous avons observés se situe entre les résultats déclarés par AMAROUAYACHE *et al.* (2009); pour 17.5 naupliis par femelles ; et celle des TRIGUI *et al.* (2016) ; Ceci est en accord avec les résultats trouvés par ALOUI (1995) qui a étudié le cycle de reproduction de l'*Artemia* dans la saline de Megrine.



**Figure II.15 :** longueurs totale des adultes lorsqu'ils atteignent leur maturité sexuelle

Mais par rapport au nombre des cystes par les femelles caractérisées par l'oviparité, le nombre qui a été trouvé par WUTSBAUGH et GLIWICZ (2001), les femelles ont produit une quantité de cystes (30 à 35 cystes/femelle en moyenne) qui est égale à la valeur moyenne reportée aux populations d'*Artemia* de Great Salt Lake (15 et 30 cystes/femelle). Cette production des cystes est très faible par rapport à celle des populations d'*Artemia urmiana* (70 à 80 cystes par ponte) (VAN STAPPEN, 2002), et aussi à celle de nos résultats qui atteint 150 cystes par femelles.

Donc nous concluons que dans la reproduction ovovivipare présente un nombre des progénitures inférieurs à la reproduction ovipare.



**Figure II.16 :** Couple d'*Artemia salina* en position d'accouplement (Riding position ou position d'équitation) présente étude.

# CONCLUSION

## CONCLUSION

Connue depuis plus de deux siècles, c'est par sa caractéristique d'émettre des cystes desquels naissent de petites larves, que l'*Artemia* est devenue un des maillons essentiels de l'alimentation en éclosion et nurserie de poissons et crustacés.

Par sa facilité et sa rapidité d'emploi, les productions naturelles mondiales se sont vite avérées insuffisantes face à une demande qui n'a cessé de croître depuis une vingtaine d'années provoquant une augmentation des prix. Sur la base des techniques de culture utilisées au Centre Océanologique de Bretagne France), le coût en poids sec des *Artemia* a été estimé à US 220\$ /Kg (GIRIN et PERSON-LE, 1977).

De plus, dans beaucoup de pays développés l'importation de cystes d'*Artemia* impose souvent une licence d'importation, des taxes et la possibilité d'échanges entre ces pays.

Les cystes de la saline de Bethioua sont de qualité biométrique et d'éclosion acceptable et peuvent être employée en aquaculture. Leur profil biométrique est similaire à celui des pays du bassin méditerranéen.

La taille des nauplii produits par les cystes d'*Artemia* collectés au niveau de la saline de Bethioua se situe dans l'intervalle de taille des espèces les plus commercialisées, ce qui laisse présumer que ces nauplii pourraient être utilisés en élevage larvaire.

Par ailleurs, en aquaculture la taille des proies vivantes (nauplii d'*Artemia*) doit s'adapter et être en adéquation avec l'ouverture buccale des larves qui acceptent des proies d'une taille allant de 200 à 520  $\mu\text{m}$ .

Par conséquent, la sélection d'une proie de taille appropriée constitue l'un des facteurs déterminant pour l'industrie aquacole. Les nauplii des populations algériennes peuvent être admis en aquaculture et sont comparables ou proches à ceux issus des populations américaines.

Le nombre d'individus par ponte et par femelle n'est pas très variable entre les différentes populations algérienne d'*Artemia*, spécialement lorsque chacune d'elle se rencontre dans des circonstances environnementales optimales. Cependant le potentiel reproductif de ces populations reste inférieur à celui des populations américaines qui présentent une capacité métabolique élevé lui permettant une récupération plus rapide entre les pontes.

La souche d'*Artemia salina* de la saline de bethioua est bien bisexuelle et qu'elle se reproduit par oviparité et ovoviviparité.

Il en résulte que, le nombre moyen de progéniture observés, produit par les femelles varie selon le mode de reproduction ; nous avons compté 20 naupliis pour les femelles caractérisées par l'ovoviviparité et 150 cystes pour les femelles ayant l'oviparisme.

## CONCLUSION

L'oviparisme, comme mode reproductif, paraît être influencé aussi bien par les facteurs génétiques, qu'environnementales. C'est le mode de reproduction préféré de certaines espèces lorsque les conditions environnementales se détériorent.

Le facteur salinité s'est avéré comme étant le paramètre environnemental qui influence la croissance et le taux de croissance des populations d'*Artemia*. Elles deviennent sexuellement matures 18 à 21 jours après l'éclosion s'il est cultivé en laboratoire à 18 à 27 ° C dans une eau de mer artificielle dont une salinité de 35 psu.

L'*Artemia salina* est très bien adapté aux conditions des milieux qui caractérisent les salines continentales, dont l'eau n'existe en abondance que durant les mois d'hiver ou durant la saison pluviale. Toutefois, au niveau des salines et des lacs qui sont en contact directe avec la mer, ces milieux sont presque permanents (sec au niveau des berges et pour une courte durée) et peuvent ainsi présenter des sites adéquats à la prolifération d'*Artemia franciscana*.

Nous pouvons dire que la fourchette thermique optimale se situe entre 25 et 27°C, que la salinité optimale permettant l'élevage de l'*Artemia salina* est de 37 psu. Aussi, pour conduire un élevage d'*Artemia* au laboratoire, une oxygénation de l'ordre de 7 mg/l est recommandée. D'autres études pourraient être effectuées notamment sur la qualité d'aliment et sur l'effet de la lumière.

Des changements dans les proportions corporelles se produisent avec l'augmentation de la taille d'*Artemia*; en particulier, l'abdomen devient relativement plus long avec la croissance totale.

L'estimation de la taille asymptotique ( $L_{\infty}$ ) et coefficient de catabolisme (K) pour l'*Artemia salina* par les différentes méthodes a donné l'équation de VON BERTALANFFY qui peut donner des informations pour l'estimation des longueurs totales correspondant à un âge bien précis.

Bien que des recherches fondamentales approfondies aient été réalisées sur l'*Artemia salina*, peu d'études ont été faites sur leur croissance, les rendements liés à l'éclosion et à l'élevage de cet organisme largement utilisé dans l'élevage larvaire des poissons à intérêt aquacoles peuvent être grandement améliorés.

Au terme de cette étude il apparaît possible d'adapter l'*Artemia salina* de la saline de Bethioua à l'élevage aquacole. Cependant, l'état actuel de cette ressource naturelle doit faire l'objet d'autres investigations.

Par conséquent, il est impératif d'approfondir les travaux et d'insister pour que d'autres études aient été lancées dans ce domaine pour mieux gérer les ressources et créer ainsi un jour des établissements d'élevage de larves de poissons d'eau douce et marine indépendant en Algérie.

L'élevage intensif contrôlé des larves d'*Artemia salina* au stade adulte a été extrêmement difficile jusqu'à présent; La documentation et recherche sur le sujet seraient indispensables et une nouvelle technique d'élevage à haute densité doit être mise en place, pour mieux élargir le champ d'investissement et l'exploitation des espèces à intérêt aquacole.

**RÉFÉRENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABATZOPOULOS, T.J., EL-BERMAWI, N., VASDEKIS, C. et al. (2003).** Effects of salinity and temperature on reproductive and life span characteristics of clonal *Artemia*. (International Study on *Artemia*. LXVI). *Hydrobiologia*. Vol. 492, n° 1, pp. 191-199.
- ABATZOPOULOS, T.J., BAXEVANIS, A.D., TRIANTAPHYLLIDIS, G.V. et al. (2006).** Quality evaluation of *Artemia urmiana Günther* (Urmia Lake, Iran) with special emphasis on its particular cyst characteristics (International Study on *Artemia* LXIX). *Aquaculture*. Vol. 254, n°1, pp. 442-454.
- ALOUI, N. (1995).** Recherches biologiques et écologiques sur l'*Artemia* dans un milieu salin: la saline de Mégrine. *Bull. Inst. Natn. Scient. Tech. Océanogr. Pêche Salammbô*. Vol. 22, pp. 59-80.
- ALOUI, N., EL-ABED, A. (1998).** Biométrie et paramètres d'éclosion chez *Artemia* (*A. franciscana*). Etude des souches de Mégrine et de Sfax. Actes des Troisièmes Journées Tunisiennes des Sciences de la Mer, Bizerte. Vol. 98, pp. 5-8.
- AMAT, F. (1980).** Differentiation in *Artemia* strains from Spain. In: Persoone, G., Sorgeloos, P., Roels, O., Jaspers, E. (Eds.). *The brine shrimp Artemia. Morphology, genetics, radiobiology, toxicology*. Universa Press, Wetteren, Belgium. Vol. 1, pp. 19-39.
- AMAT, F. (1982).** Différenciation et répartition des populations d'*Artemia* d'Espagne. Bio-métrie de cystes et nauplius. *Investigation Pesquera (Barcelona)*, Issue. Vol. 46, n°1, pp. 3-13.
- AMAROUAYACHE, M. (2002).** L'*Artemia* du Chott Marouane (El-Oued): biométrie, dynamique, caractéristiques de l'éclosion et biomasse exploitable. Mémoire de Magister. *Aquaculture*. Annaba: Université Badji Mokhtar, 67 p.
- AMAROUAYACHE, M., DERBAL, F., KARA, M.H. (2009).** Biological data on *Artemia salina* (Branchiopoda, anostraca) from chott marouane (northeast Algeria). *Crustaceana*. Vol. 82, n° 8, pp. 997-1005.
- AMAROUAYACHE, M., DERBAL, F., KARA, M.H. (2007).** Croissance et reproduction d'*Artemia* sp. de la Sebkhia Ez-Zemoul (Algérie Nord-Est) dans les conditions d'élevage. *Revue de Mer Médit.* Vol. 38, n°, pp 29-38.
- AMAROUAYACHE, M., DERBAL, F., KARA, M.H. (2010).** Caractéristiques écologiques et biologiques d'*Artemia salina* (Crustacé, Anostracé) de la sebkhia Ez-Zemoul, Algérie Nord-est. *Revue d'écologie*. Vol. 65, n°2, pp. 129-138.
- AMAROUAYACHE, M., KARA, M.H. (2010).** Qualité et biomasse exploitable d'*Artemia salina* (Crustacé, Anostracé) du Chott Marouane (Nord-Est, Algérie). Synthèse: *Revue des Sciences et de la Technologie*. Vol. 21, pp. 29-39.
- BARATA, C., HONTORIA, F., AMAT, F. et al. (1996).** Competition between sexual and parthenogenetic *Artemia*: temperature and strain effects. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. Vol. 196, n° 1-2, pp. 313-328.
- BALLARDIN, E., METALLI, P. (1963).** Osservazioni sulla biologia di *Artemia salina* Leach. Tecniche di coltura e fenomeni riproduttivi. *Ist. Lombardo (Rend.ScL)*. Vol. 97, pp. 194-254.
- BARIGOZZI, C. (1974).** *Artemia*: a survey of its significance in genetic problems. *Evol. Biol.* Vol. 7, pp. 221-252.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BARIGOZZI, C. (1939).** La biologia di *Artemia salina* Leach studiata un aquario. Sci. nat. 78: p. 137-160. In: GILCHRIST, B.M. (1960). Growth and form of the brine shrimp *Artemia salina* (L.). Journal of Zoology. Vol. 134, n° 2, pp. 221-235.
- BECK, A.D., BENGTON, D.A. (1982).** International Study on *Artemia* XXII: nutrition in aquatic toxicology-diet quality of geographical strains of the brine shrimp, *Artemia*. In: Aquatic Toxicology and Hazard Assessment: Fifth Conference. J.G. Pearson, R.B. Forster y W.E. Bishop (Eds.). Amer. Soc. For Testing and Materials (ASTM) International. Philadelphia (USA), pp.161-168.
- BECK, A.D., BENGTON, D.A., HOWELL, W.H. (1980).** Nutritional value of five geographical strains of *Artemia*: effects on survival and growth of larval Atlantic silverside *Menidia menidia*: 249-259. In: 171e Brine Shrimp *Artemia*. G. Persoone, P. Sorgeloos, O. Rads y E. Jaspers (Eds.). Universa Press.Wetteren (Belgium). Vol. 3. 456 p.
- BENNABI, F., MEDDAH, M.B., TOUMI, F. et al. (2015).** Etude éco-biologique d'*Artemia salina* des zones humides de l'Ouest Algérien. Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie. Vol. 11, n° 2, pp. 97-106.
- BEN NACEUR, H., JENHANI, A.B.R., ROMDHANE, M.S. (2009).** Ecobiological survey of the brine shrimp *Artemia salina* from Sabkhet El Adhibet (south-east Tunisia). Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. Vol. 89, n° 6, pp. 1109-1116.
- BENGTON, D., LEGER, P., SORGeloos, P. (1991).** Use of *Artemia* as food source. In: Browne, R., Sorgeloos, P. and C.N.A. Trotman (Eds). *Artemia* Biology. CRS Press. Boca Raton. Florida (USA), pp. 225-285.
- BEVERTON, R.J.H., HOLT, S.J. (1956).** The theory of fishing. In: SPARRE, P., VENEMA, S. C. (1996). Introduction à l'évaluation des stocks de poissons tropicaux. Première partie. Rome: FAO. Vol 1, n° 306. 401 p.
- BOND, R.M. (1933).** Observations on *Artemia franciscana* Kellogg, especially on the relation of environment to morphology. International Review of Hydrobiology. Vol, 28, n°1-2, pp. 117-125.
- BOTSFORD, L.W., VAN OLST, J.C., CARLBERG, J.M. et al. (1977).** The use of mathematical modeling and simulation to evaluate aquaculture as a beneficial use of thermal effluent. In: Proceedings of the 1977 Summer Computer Simulation Conference. pp. 405-410.
- BOWEN, S.T., DURKIN, J.P., STERLING, G. et al. (1978).** *Artemia* hemoglobin: genetic variation in parthenogenetic and zygogenetic populations. The Biological Bulletin. Vol. 155, n° 2, pp. 273-287.
- BOWER, C.E., BIDWELL, J.P. (1978).** Ionization of ammonia in seawater: effects of temperature, pH, and salinity. Journal of the Fisheries Board of Canada. Vol. 35, n° 7, pp. 1012-1016.
- BROWNE, R.A., MACDONALD, G.H. (1982).** Biogeography of the brine shrimp, *Artemia*: distribution of parthenogenetic and sexual populations. Journal of Biogeography. JSTOR. Vol. 9, n° 4, pp. 331-338.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BRISSET, P., VERSICHELE, D., BOSSUYT, E. et al. (1982).** High-density flow-through culturing of brine shrimp *Artemia* on inert feeds-preliminary results with a modified culture system. *Aquacultural engineering*. Vol. 1, n° 2, pp. 115-119.
- CAMARGO, W.N., ELY, J.S., DURAN-COBO, G.M. et al. (2004).** Influence of some physicochemical parameters on *Artemia* biomass and cyst production in some Thalassohaline aquatic environments in the Colombian Caribbean. *Journal of the World Aquaculture Society*. Vol. 35, n° 2, pp. 274-283.
- CASTRO, C. (1997).** Caractéristiques morphométriques y calidad de los quistes de *Artemia* sp. (Crustacea: Anostraca), living in sulphated waters in Coahuila, Mexico. *Ciencias Marinas*. Vol. 23, n°4, pp. 491-503.
- CHEN, J.C., CHEN, K.J., LIAO, J.M. (1989).** Joint action of ammonia and nitrite on *Artemia nauplii*. *Aquaculture*. Vol. 77, n° 4, pp. 329-336.
- CHEMLAL, D., BOUKHATEM, F., KHELIL, F. et al. (2017).** Determination of biological characteristics of *Artemia salina* (Crustacea: Anostraca) population from saline Bethioua (Oran, Algeria). *International network for natural sciences, research journal [en ligne]*. [Consulté le 15 juin 2017]. Disponible à l'adresse: < <http://www.innspub.net/ijb/determination-of-biological-characteristics-of-artemia-salina-crustacea-anostraca-population-from-saline-bethioua-oran-algeria/> >.
- CAMPBELL, J.W. (1973).** Nitrogen excretion. In: Ammonia Production Rates of *Artemia salina* Under Various Culture Conditions. MOFFETT, W.L., FISHER, W.S. (1978). *Journal of the Fisheries Board of Canada*. Vol. 35, n° 12, pp. 1643-1648.
- CHAUVET, G. (1986).** Exploitation des poissons en milieu lagunaire méditerranéen. Dynamique des peuplement ichthyologique de la lagune de Tunis et des populations exploitées par des bordigues (Muges, loups, daurades). Thèse de doctorat. *Ecologies halieutique*. France: Univ Perpignan, 549 p.
- CLEGG, J.S., CONTE, F.P. (1980).** A review of the cellular and developmental biology of *Artemia*. *The brine shrimp Artemia*. Vol. 2, pp. 11-54.
- CORREA-SANDOVAL, F., VOLTOLINA-LOBINA, D., BUCKLE-RAMÍREZ, L.F. et al. (1994).** The growth rates of four populations of *Artemia franciscana* (Anostraca: Artemiidae). *Revista de biología tropical*. Vol. 42, n°3, pp. 605-609.
- DAHESHT, L.E., MUSTAFAYEV, Q., MOHEBBI, F. et al. (2013).** Relationship between *Artemia* population dynamics and chlorophyll a fluctuations in Urmia Lake (Iran). *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*. Vol. 17, n° 2, pp. 1-6.
- DANA, G.L., LENZ, P.H. (1986).** Effects of increasing salinity on an *Artemia* population from Mono Lake, California. *Oecologia*. Vol. 68, n° 3, pp. 428-436.
- DHONT, J., SORGELOOS, P. (2002).** Application of *Artemia*. In: Abatzopoulos TJ, Beardmore JA, Clegg JS, (Eds.). *Artemia: Basic and applied biology*. *Biology of Aquatic Organisms book series*. Springer Netherlands. Vol. 1, pp. 251-277.
- DRINKWATER, L.E., CLEGG, J.S. (1991).** Experimental biology of cyst diapause. *Artemia biology*. Vol. 5, pp. 93-117.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**DUTRIEU, J. (1960).** Observations biochimiques et physiologiques sur le développement d'*Artemia salina* Leach. Centre national de la recherche scientifique. Archives de Zoologie Experimentale et Générale. Vol. 99, pp. 1-34.

**ELIASSEN, E. (1952).** The energy metabolism of *Artemia salina* in relation to body size, seasonal rhythms and different salinities. Univ Bergen Arbok Naturvit Rekke. In: Growth and form of the brine shrimp *Artemia salina* (L.). GILCHRIST, B.M. (1960). Journal of Zoology. Vol. 134, n° 2, pp. 1-17

**GAGNEUR, J., KARA, M.H. (2001).** Limnology in Algeria. In: Limnology in developing countries. Wetzel, R.G., Gopal, B.G. International Society of Limnology. Vol. 3, pp.1-34.

**GAYANILO, F.C., PAULY, D., SPARRE P., (2005).** The FAO - ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT II Version 1.2.0) User's Guide. FAO Computerize Information Series (Fisheries), n°8, Rome. FAO: 126p. FISAT User's Guide. FISAT II. [En ligne]. Consulter le 18/04/2017, Disponible sur: <<http://www.fao.org/fi/statist/fisoft/fisat/downloads> >.

**GARDOLINSKI, P.C.F.C., WORSFOLD, P.J., MCKELVIE, I.D. (2004).** Seawater induced release and transformation of organic and inorganic phosphorus from river sediments, Water Res. Vol. 38, pp. 688-692.

**GHOMARI, S.M. (2014).** Localisation et caractérisation de la ressource naturelle *Artemia* dans les milieux salins algériens. (Zones Humides de l'Ouest, de l'Est et Sahariennes). Thèse de doctorat. Aquaculture. Mostaganem: Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Sciences Agronomiques, 149 p.

**GILCHRIST, B.M. (1960).** Growth and form of the brine shrimp *Artemia salina* (L.). Journal of Zoology. Vol. 134, n° 2, p. 221-235.

**GIRIN, M. et PERSON-LE R.J. (1977).** L'élevage larvaire des poissons marins: chaînes alimentaires et aliments composés. *Bulletin Français de Pisciculture*. N° 264, pp. 88-101.

**GREEN, A.J., SÁNCHEZ, MI., AMAT, F. et al. (2005).** Dispersal of invasive and native brine shrimps *Artemia* (Anostraca) via waterbirds. Limnology and oceanography. Vol. 50, n°2, pp. 737-742.

**GUERMAZI, W., AYADI, H., ALEYA, L. (2009).** Correspondence of the seasonal patterns of the brine shrimp, *Artemia salina* (LEACH, 1819) (Anostraca) with several environmental factors in an arid solar saltern (Sfax, Southern Tunisia). *Crustacena*. Vol. 82, n°3, pp. 327-348.

**HAMMER, U.T., HURLBERT, S.H (1992).** Is the absence of *Artemia* determined by the presence of predators or by lower salinity in some saline waters. *Aquatic Ecosystems in Semi-Arid Regions: Implications for Resource Management*. NHRI Syposium Series. Vol. 7, pp. 91-102.

**HAJLAOUI, W., TROUDI, D., CHALGHAF, M. et al. (2016).** Caractères biométriques de la carpe commune *Cyprinus carpio communis* (Linnaeus, 1758) dans la retenue du barrage de Sidi Saâd (Centre de la Tunisie). *Journal of news science*. Vol 29, n°2, 7 p.

**HADDAG, M. (1991).** Contribution à l'étude d'une souche d'*Artemia* (*Artemia tunisiana*) endémique aux eaux de la saline d'Arzew (Algérie). Thèse de Magister. Aquaculture. Alger: ISMAL, 61 p.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- HANAOKHA, H. (1977).** Harmful effect of ammonia on growth of the brine shrimp *Artemia salina* and inhibition of ammonia accumulation with an alga *Chlorella*. Bulletin of Plankton Society, Japan. p. 99-107.
- HEATH, H. (1924).** The external development of certain phyllopods. Journal of Morphology. Vol, 38, n°4, pp. 453-483.
- HUANG, B. et HONG, H. (1999).** Alkaline phosphatase activity and utilization of dissolved organic phosphorus by algae in subtropical coastal waters, Mar. Pollut. Bull., 39: p. 205-211.
- KACHER, M. (1989).** Contribution à l'étude de quelques paramètres de la croissance et de la dynamique de la population de rougets de vase *Mullus barbatus*, (linée, 1758) dans le golfe de Béjaïa. Mémoire d'ingénieur. Halieutique. Alger : ISMAL, 171 p.
- KARA, M.H., BENGRINE, K.A., CHAOUI, L. et al. (2004).** Quality evaluation of a new strain of *Artemia* from Chott Merouane. Aquaculture. Vol. 235, pp. 361-369.
- KARA, M.H., AMAROUAYACHE, M. (2012).** Review of the biogeography of *Artemia* (L, 1819) (Crustacea Anostraca) in Algeria. International Journal of *Artemia* Biology. Vol. 2, n° 1, pp. 40-50.
- KHEMAKHEM, M. (1988).** *Artemia* dans les salines de Sfax: étude biologique et écologique possibilité d'exploitation à des fins aquacoles. Mémoire d'ingénieur. Aquaculture. Alger: INAT, 114 p.
- KINNE, O. (1976).** Cultivation of marine organisms: water quality management and technology. Marine ecology. Vol. 3, n° 1, pp. 79-300.
- KOLKOVSKI, S., CURNOW, J., KING, J. (2004).** Intensive rearing system for fish larvae research II *Artemia* hatching and enriching system. Aquacultural Engineering. Vol. 31, pp. 309-317.
- LEACH, W.E. (1819).** Entomostraca, Dictionnaire des Science Naturelles. Vol. 14, 524 p.
- LEGER, P., BENGTSON, D.A., SIMPSON, K.L. et al.** The use and nutritional value of *Artemia* as a food source. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. Vol. 24, pp. 521-623.
- LAVENS, P., SORGELOOS, P. et al. (1996).** Manual on the production and use of live food for aquaculture. Food and Agriculture Organization [en ligne]. [Consulté le 20/04 /2017]. Disponible à l'adresse: < <http://www.fao.org/docrep/003/W3732E/W3732E00.HTM>>.
- LAVENS, P., SORGELOOS, P. (1987).** The cryptobiotic state of *Artemia* cysts, its diapause deactivation and hatching: a review. *Artemia* research and its applications. Vol. 3, pp. 27-63.
- LAVENS, P., SORGELOOS, P. (2000).** The history, present status and prospects of the availability of *Artemia* cysts for aquaculture. Aquaculture. Vol. 181, n° 3, pp. 397-403
- LITVINENKO, L.I., KOZLOV, A.V., KOVALENKO, A.I. et al. (2007).** Salinity of water as a factor to determine the development of the brine shrimp *Artemia* populations in Siberian lakes. Hydrobiologia. Vol. 576, n°1, pp. 95-101.
- MADANI. (2001).** Manuel pratique sur l'*Artemia* : Rapport d'activité. Document non-publié. Alger : MPRH pour la pêche et l'aquaculture, CNRDPA.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- MAHDHI, A., CHAIEB, K., CHARFEDDINE, R. et al. (2010).** Preliminary characterization of two Tunisian *Artemia salina* populations. *Mar. Life*. Vol. 17, n° 1-2, pp. 3-11.
- MAHE, K., BELLAIL, R., DUFOUR, J.L. et al. (2009).** Synthèse française des procédures d'estimation d'âge. Programme SIDEPECHE Projet Système d'Informations Halieutiques Sous-Action Sclérochronologie. IFREMER. Vol. 1, n° 3, 79 p.
- MEVEL, G., CHAMROUX, S.A. (1981).** Study on nitrification in the presence of prawns (*Penaeus japonicus*) in marine closed systems. *Aquaculture*. Vol. 23, n° 1-4, pp. 29-43.
- MORIYASU, M. (1981).** Biologie des pêches de céphalopodes benthiques. Application aux Elédones, *Eledone cirrhosa* (LAM. 1798) du Golfe du Lion. Thèse Doctorat. Biologie. France : Univ. Sei. Tech. Languedoc, 225 p.
- MURA, G. (1993).** Seasonal Distribution of *Artemia Salina* and *Branchinella Spinosa* in a Saline Astatic Pond in South West Sardinia, Italy (Anostraca). *Crustaceana*. Vol. 64, n°2, pp. 172-191.
- PAULY, D. (1980).** On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons.C.I.E.M.* Vol. 39, n° 2, pp. 175-192.
- PERSOONE, G., SORGELOOS, P., ROELS, O. (1980).** General aspects of ecology and biogeography of *Artemia*. The brine shrimp *Artemia*, Ecology, culturing, use in aquaculture. Persoone, G., Sorgeloos, P., Roels, O., et al. Universa Press. Wetteren, Belgium. Vol. 3. 456 p.
- PERSONNE, G., SORGELOOS, P., ROELS, O. et al. (1979).** "The Brine Shrimp, Anemia", Universa Press, Wetteren, Belgium. Vol. 3, pp. 57-65.
- POST, F.J., YOUSSEF, N.N.A. (1977).** Procaryotic intracellular symbiont of the Great Salt Lake brine shrimp *Artemia salina* (L.). *Canadian Journal of Microbiology*. Vol. 23, n° 9, pp. 1232-1236.
- POWELL, D.G. (1979).** Estimation of mortality and growth parameters from the length frequency of a catch [model]. . In: SPARRE, P. et VENEMA, S. C. (1996). Introduction à l'évaluation des stocks de poissons tropicaux. Première partie. N° 306/1. Rome : FAO. 401 p.
- PROVASOLI, L., DAGOSTINO, A. (1969).** Development of artificial media for *Artemia salina*. *The Biological Bulletin*. Vol. 136, n° 3, pp. 434-453.
- PROVASOLI, L. (1969).** Laboratory methods in cultivation. In : *Marine Biology*. Proc. 5th Int. Interdiscip. Conf. Gordon and Breach, New York, NY. Vol. 20, pp. 225-398.
- ROMAN, J. M., RODRIGUEZ, A. (1986).** Cultivo de *Artemia* en estanques de salinas de Cádiz (SO de España). *Inv. Pesq.* Vol. 50, n° 3, pp. 407-419.
- RICHARD, F. (2006).** Invertebrate Anatomy OnLine, *Artemia franciscana*, Brine Shrimp, Lander University. [En ligne], consulté le 10/05/2017, Disponible à l'adresse : < <http://lanwebs.lander.edu/faculty/rsfox/invertebrates/artemia.html> >.
- SCHLOSSER, D. (1756).** Extrait d'une lettre de M. le Docteur Schlosser concernant un insecte peu connu. Observation périodique sur la physique, l'histoire naturelle et les beaux-arts, de Gautier, pp. 58-60. In : KUENEN, D. J., BAAS-BECKING, L. G. M (1938). Historical notes on *Artemia salina* (L.). *Zoologischer Mededeelingen*. Vol. 20, pp. 222-230.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**SCHREIDER, E. (2017).** BIOMÉTRIE, dictionnaire Encyclopædia Universalis France. [En ligne], consulté le 08 mai 2017. Disponible à l'adresse: < <http://www.universalis.fr/encyclopedie/biometrie/> >.

**SORGELOOS, P., BOSSUYT, E., LAVIÑA, E. et al. (1977).** Décapsulation of *Artemia* cysts: a simple technique for the improvement of the use of brine shrimp in aquaculture. *Aquaculture*. Vol. 12, n° 4, pp. 311-315.

**SORGELOOS, P. (1995).** Bioengineering of hatcheries for marine fish and shellfish. *Journal of Marine Biotechnology*. Vol. 3, pp. 42-45.

**SORGELOOS, P.; DAHERT, P., CADREVA. (2001).** Use of the brine shrimp, *Artemia* spp., in marine fish larviculture. *Aquaculture*. Vol.200, n°1, pp. 147–159.

**SORGELOOS, P. (1980).** The use of the brine shrimp *Artemia* in aquaculture. *The brine shrimp Artemia*. Vol. 3, pp. 25-46.

**SOUNDARAPANDIAN, P., SARAVANAKUMAR, G. (2009).** Effect of different salinities on the survival and growth of *Artemia* spp. *Current Research Journal of Biological Sciences*. Vol. 1, n° 2, pp. 20-22.

**SPARRE, P., VENEMA, S. C. (1996).** Introduction à l'évaluation des stocks de poissons tropicaux. Première partie. N° 306/1. Rome : FAO. 401 p.

**SUBASINGHE, R.P., CURRY, D., MCGLADDERY, S.E. et al. (2003).** Recent technological innovations in aquaculture. *FAO Fisheries Circular*. Vol. 886, 85 p.

**TOBIAS, W.J., SORGELOOS, P., BOSSUYT, E. et al. (1979).** The technical feasibility of mass-culturing *Artemia salina* in the st. croix “artificial upwelling” mariculture system. *Journal of the World Aquaculture Society*. Vol. 10, n° 1-4, pp. 203-214.

**TOMLINSON, P.K., ABRAMSON, N.J. (1961).** Fitting a Von Bertalanffy growth curve by least squares including tables of polynomials. *Cal. Dept. Fish and GAME, FISH Bull*. Vol. 116, 69 p.

**TRIGUI, K., SAID, R.B., AKROUT, F. et al. (2016).** Etude éco-biologique d'*Artemia salina* (Branchiopoda, Anostraca) de la saline de Sahline (Tunisie). *Crustaceana*. Vol. 89, n° 8, pp. 949-974.

**TREECE, G.D. (2000).** *Artemia* production for marine larval fish culture. Stoneville, Mississippi: Southern Regional Aquaculture Center. SRAC. Texas A. M University, Sea Grant College Program. Vol. 702, 8 p.

**TRIANAPHYLLIDIS, G.V., PILLA, E.J.S, THOMAS, K.M. et al. (1994).** International Study on *Artemia*. LII. Incubation of *Artemia* cyst samples at high temperature reveals mixed nature with *Artemia franciscana* cysts. *Journal of experimental marine Biology and Ecology*. Vol. 183, n° 2, pp. 273-282.

**TRIANAPHYLLIDIS, G.V., CRIEL, G.R.J., ABATZOPOULOS, T.J. et al. (1997).** International study on *Artemia*. LVII. Morphological and molecular characters suggest conspecificity of all bisexual European and North African *Artemia* populations. *Marine biology*. Vol. 129, n° 3, pp. 477-487.

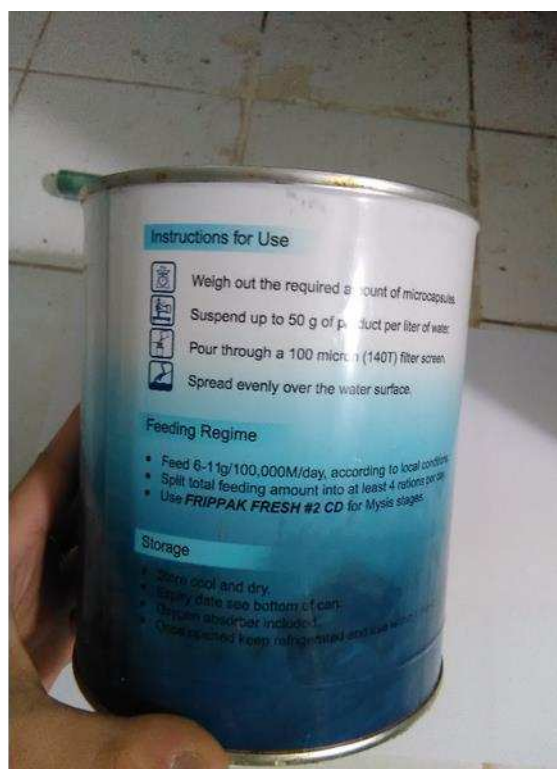
## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- TRIANTAPHYLLIDIS, G., ABATZOPOULOS, T.J., SORGELOOS, P. (1998).** Review of the biogeography of the genus *Artemia* (Crustacea, Anostraca). *Journal of biogeography*. Vol. 25, n°2, pp. 213-226.
- VANHAECKE, P., VRIEZE, L.D., TACKAERT, W., et al. (1995).** The use of decapsulated cysts of the brine shrimp *Artemia* as direct food for carp *Cyprinus carpio* L. larvae. *Journal of the World Aquaculture Society*. Vol. 21, n° 4, pp. 257-262.
- VAN STAPPEN, G. (1996).** Use of cysts. In: *Manual on the production and use of live food for aquaculture*. FAO. Vol. 361, pp. 107-136.
- VAN STAPPEN, G. (1996).** Introduction, biology and ecology of *Artemia*. In: *Manual on the production and use of live food for aquaculture*. FAO. Vol. 361, pp. 79-106.
- VAN STAPPEN, G., SUI, L., XIN, N. et al. (2003).** Characterisation of high-altitude *Artemia* populations from the Qinghai-Tibet Plateau, PR China. *Aquatic Biodiversity*. Vol. 500, no 1-3, pp. 179-192.
- VAN STAPPEN, G. (2002).** Zoogeography. In : *Artemia: Basic and applied biology*. Springer Netherlands. BOAO. Vol. 1, pp. 171-224.
- VERSICHELE, D., SORGELOOS, P. (1980).** Controlled production of *Artemia* cysts in batch cultures. *The brine shrimp Artemia*. Vol. 3, pp. 231-246.
- VERSICHELE, D., LEGER, P., LAVENS, P. et al. (1991).** L'utilisation d'*Artemia*. In: BARNABE, G (1989). *Aquaculture*. Partie n°1: 2<sup>ème</sup> Edition. Technique et documentation-Lavoisier : Paris. Vol, 1. 241 p.
- VOS, J., TANSUTAPANIT A. (1979).** Detailed report on *Artemia* cysts inoculation in Bangpakong, Chachoengsao Province. In: BRISSET, P. (1984). *Elevage et utilisation en aquaculture de l'Artemia*. Thèse de doctorat. Biologie et physiologie animales. France : L'université des sciences et techniques de Lille, station marine de Wimereux. 137 p.
- WARREN, H.S. (1938).** The segmental excretory glands of *Artemia salina* linn, var. *principalis* simon. (the brine shrimp). *Journal of Morphology*. Vol, 62, n°2, pp. 263-297.
- WEAR, R.G., HASLETT, S.J., ALEXANDER, N.L. (1986).** Effects of temperature and salinity on the biology of *Artemia franciscana* Kellogg from Lake Grassmere, New Zealand. 2. Maturation, fecundity, and generation times. *Journal of experimental marine biology and ecology*. Vol. 98, n° 1-2, pp. 167-183.
- WETHERALL, J. A. (1986).** A new method for estimating growth and mortality parameters from length frequency data. *Fishbyte*. Vol. 4, n° 1, pp. 12-14.
- WEISZ, P.B. (1946).** The space-time pattern of segment formation in *Artemia salina*. *The Biological Bulletin*. Vol, 91, n°2, pp. 119-140.
- ZEMMOURI, A. (1991).** A note on the genus *Artemia* in Algeria. *Hydrobiologia*. Vol. 212, n°1, pp. 231-233.

# **ANNEXES**

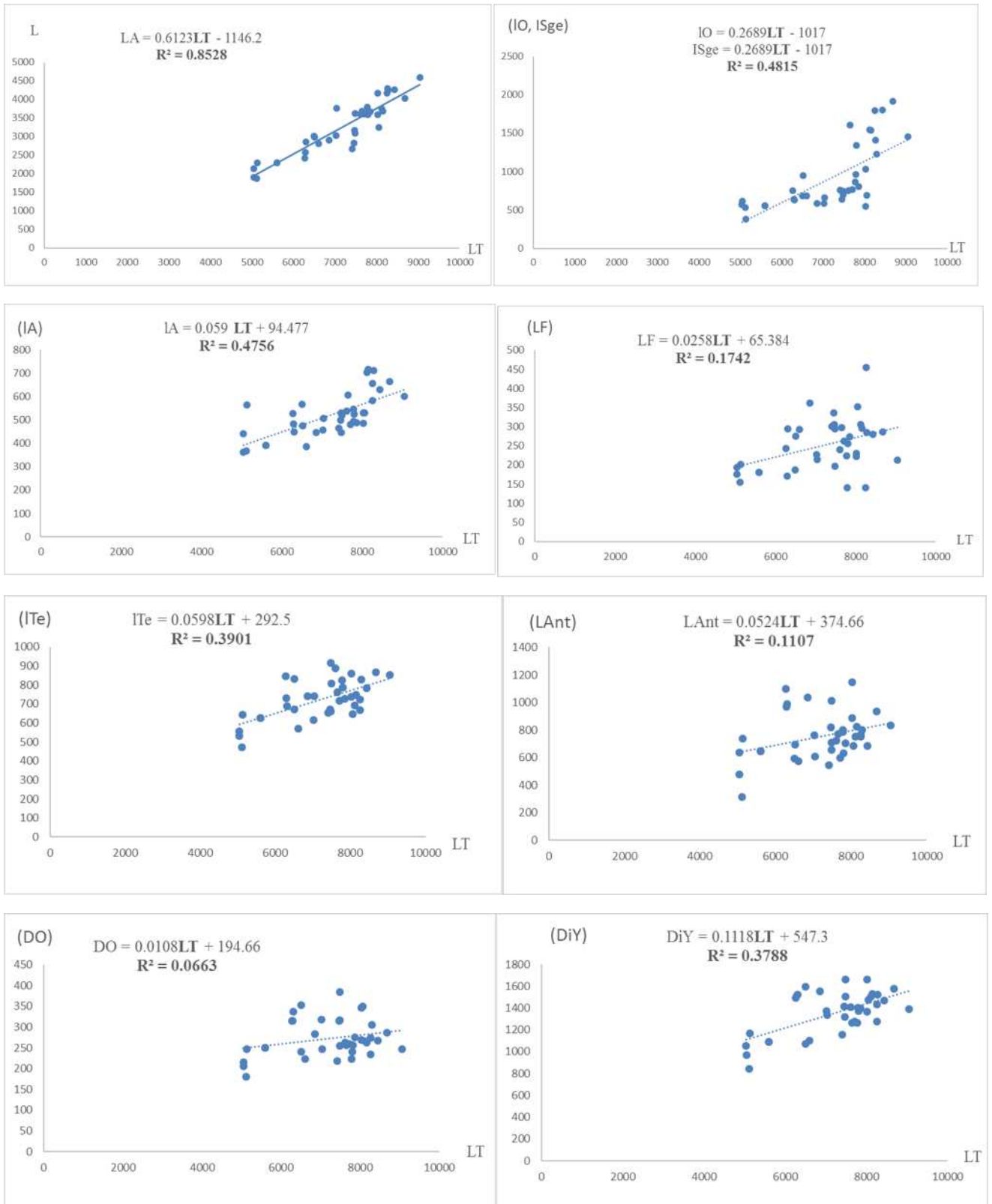
## Annexe i

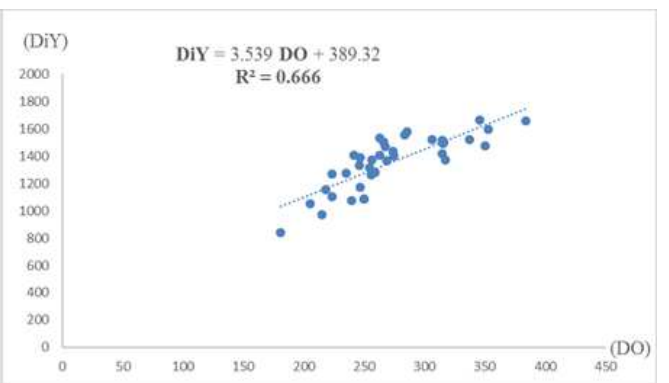
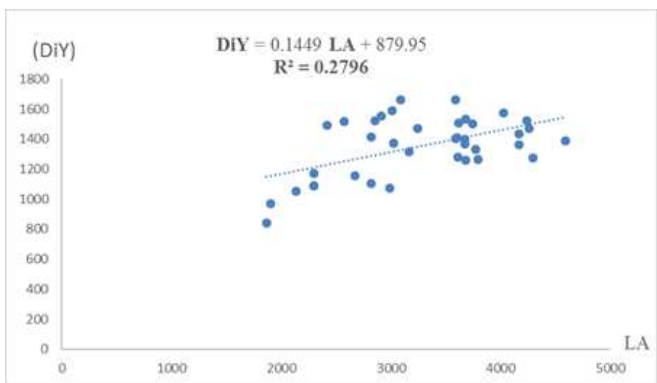
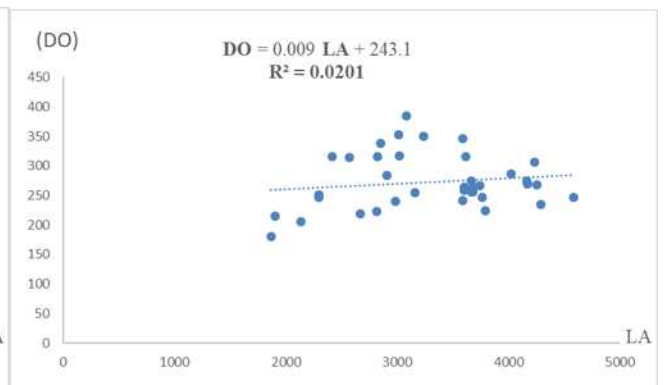
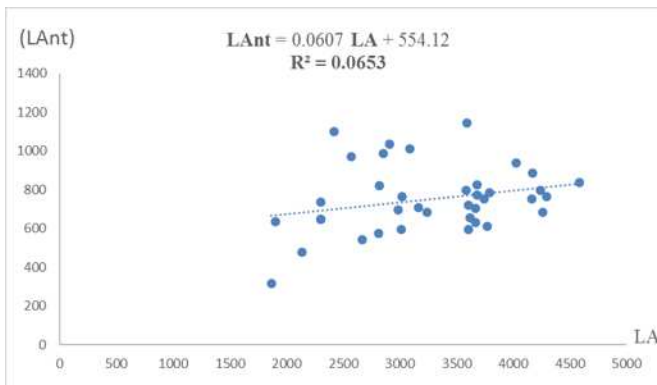
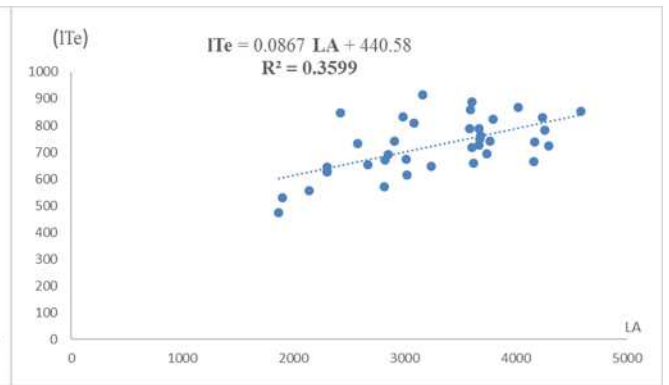
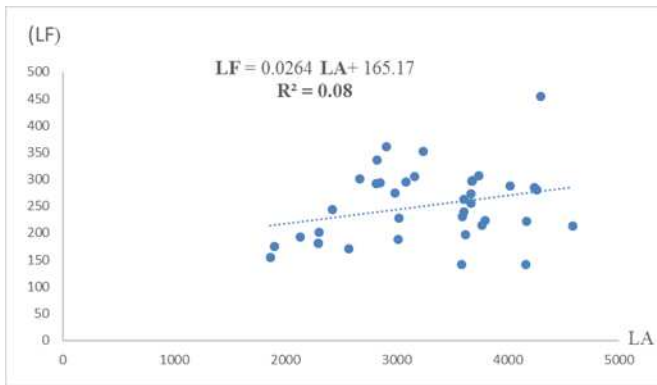
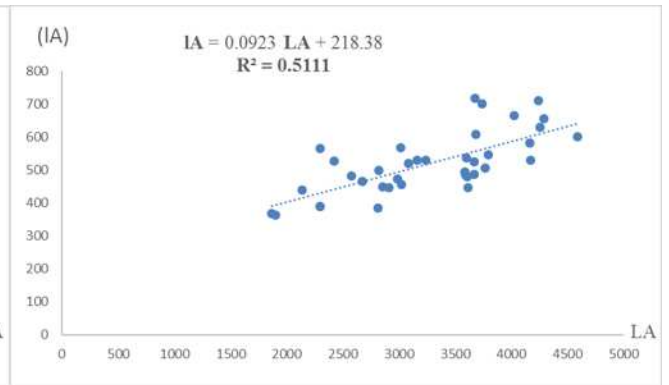
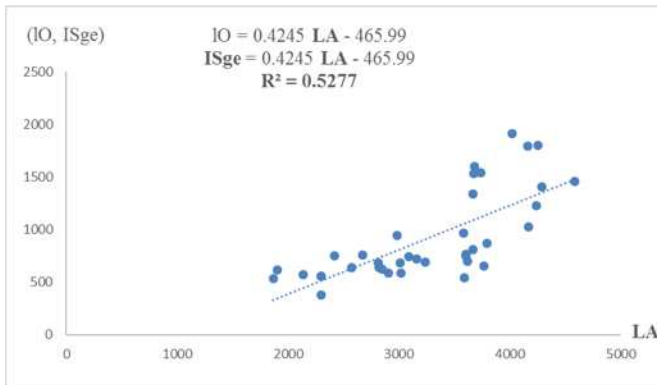
Figure representative de la solution enrichissante (MICROENCAPSULATED FEEDS  
« FRIPPAK FRESH #2 CD »

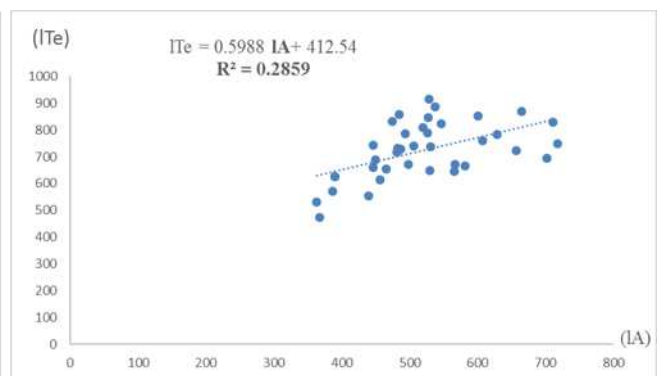
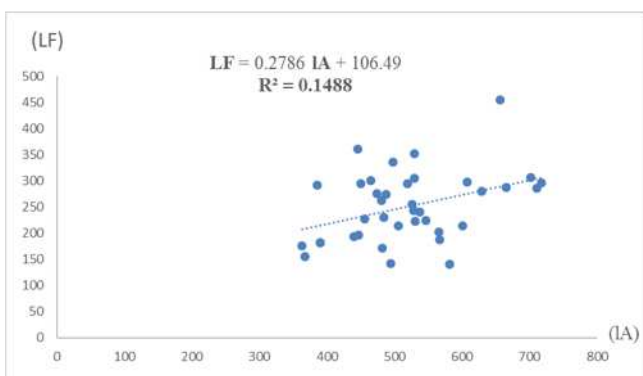
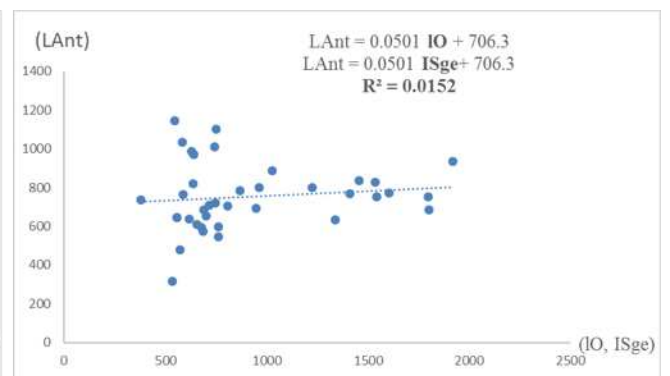
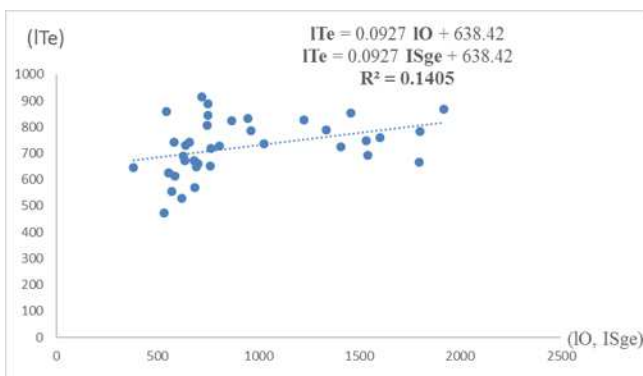
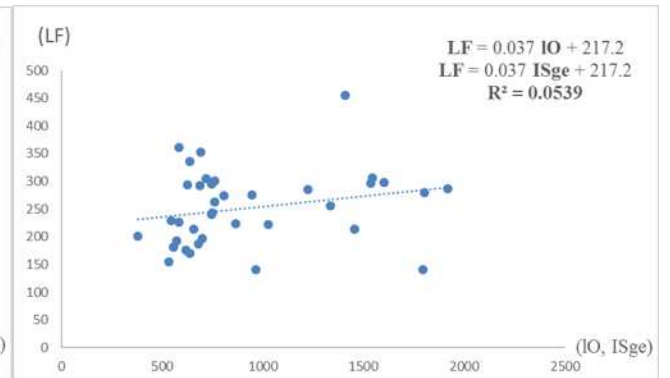
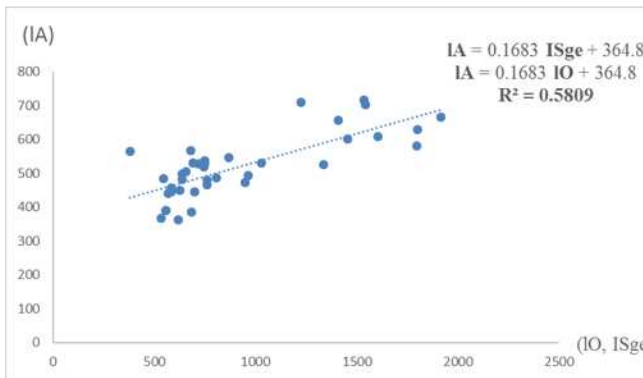
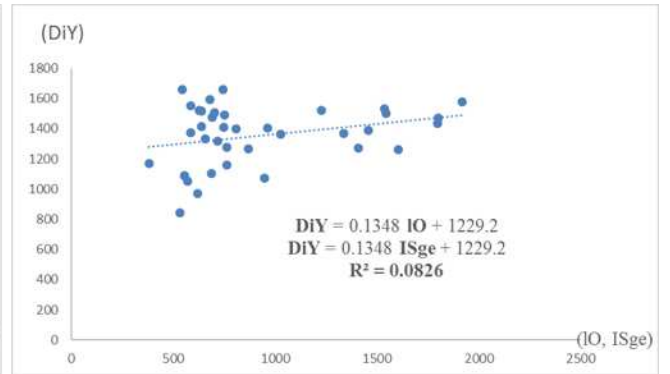
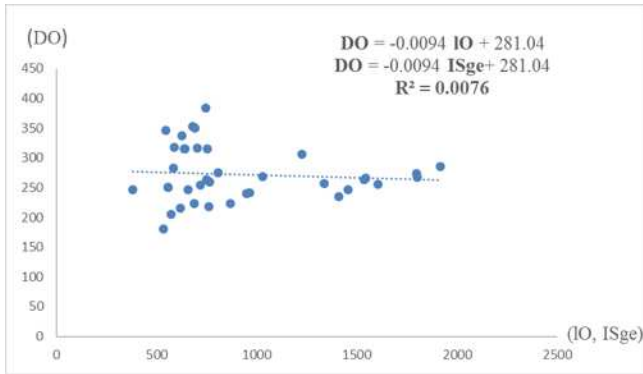


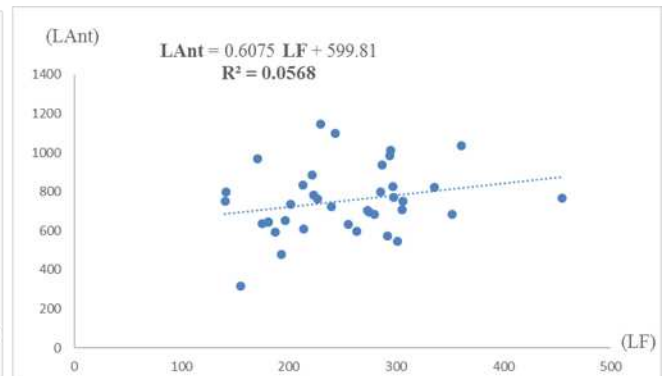
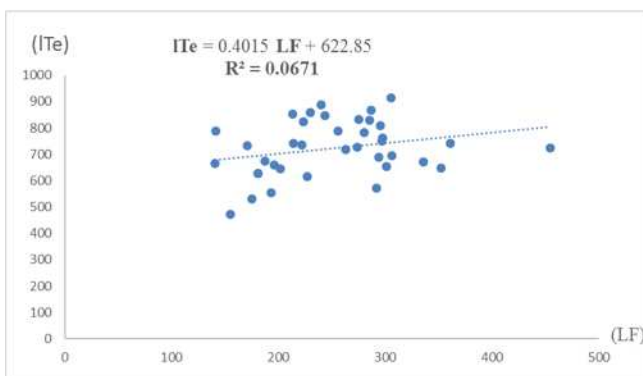
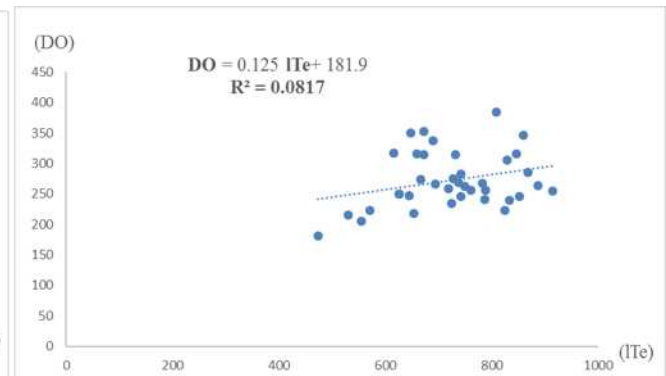
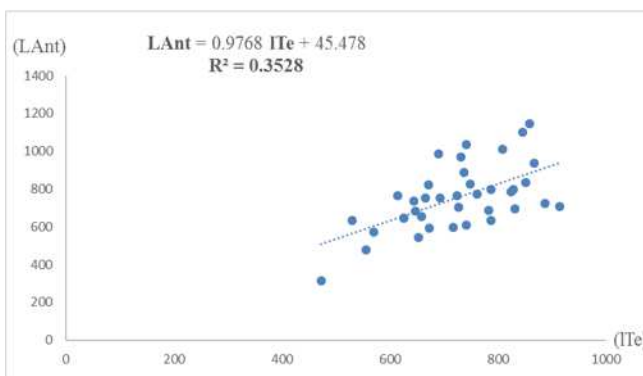
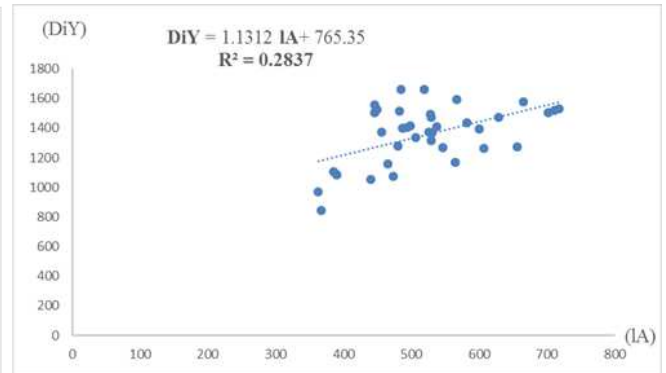
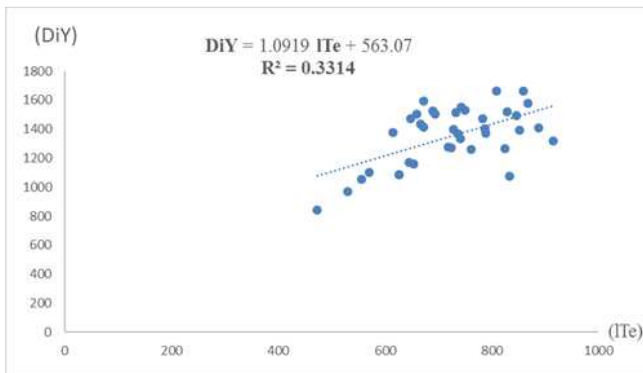
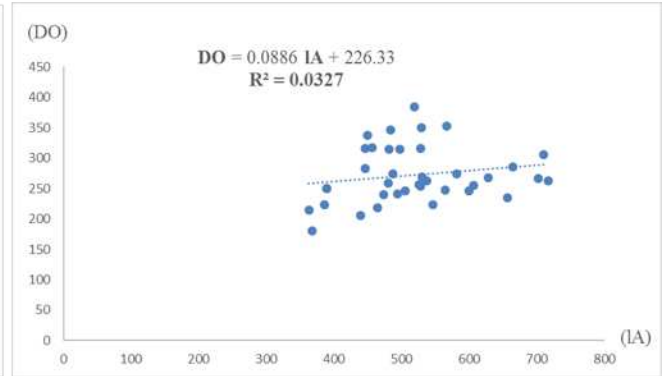
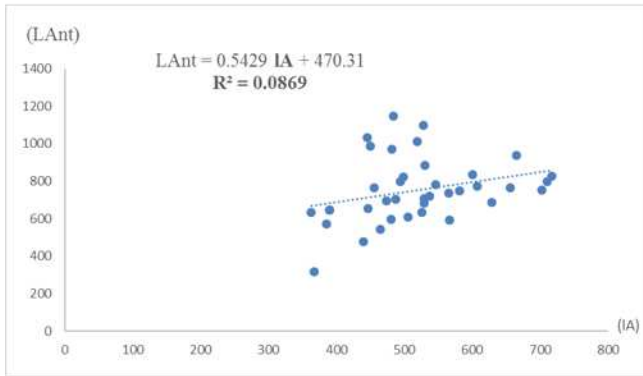
## Annexe ii

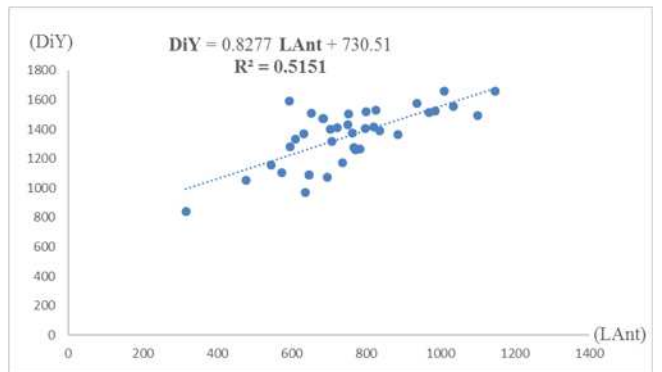
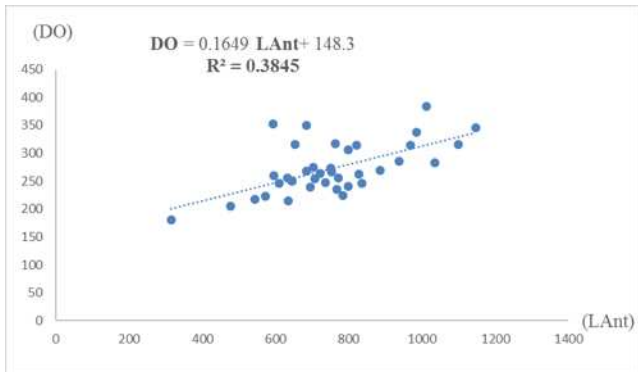
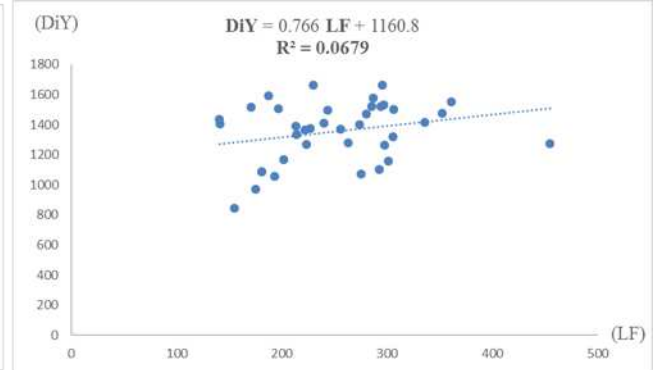
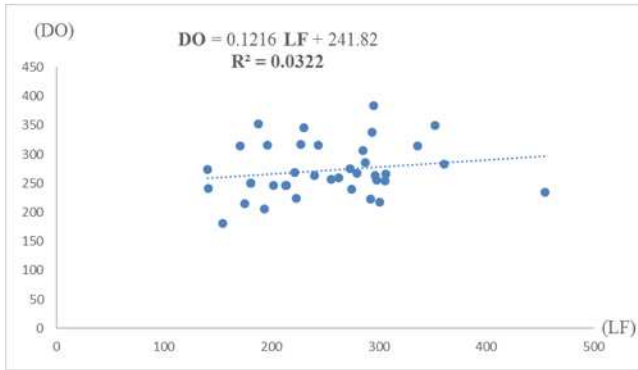
Figures représentatifs des différentes relations morpho-métriques :











## Annexe iii

Tableau 1 : Tableau de distribution de fréquences (TDF).

<b>Classes (µm)</b>	<b>Centre de classe</b>	<b>Ni</b>
<b>200-600</b>	<b>400</b>	<b>71</b>
<b>600-1000</b>	<b>800</b>	<b>195</b>
<b>1000-1400</b>	<b>1200</b>	<b>30</b>
<b>1400-1800</b>	<b>1600</b>	<b>12</b>
<b>1800-2200</b>	<b>2000</b>	<b>11</b>
<b>2200-2600</b>	<b>2400</b>	<b>6</b>
<b>2600-3000</b>	<b>2800</b>	<b>2</b>
<b>3000-3400</b>	<b>3200</b>	<b>1</b>
<b>3400-3800</b>	<b>3600</b>	<b>1</b>
<b>3800-4200</b>	<b>4000</b>	<b>0</b>
<b>4200-4600</b>	<b>4400</b>	<b>8</b>
<b>4600-5000</b>	<b>4800</b>	<b>4</b>
<b>5000-5400</b>	<b>5200</b>	<b>6</b>
<b>5400-5800</b>	<b>5600</b>	<b>2</b>
<b>5800-6200</b>	<b>6000</b>	<b>8</b>
<b>6200-6600</b>	<b>6400</b>	<b>7</b>
<b>6600-7000</b>	<b>6800</b>	<b>10</b>
<b>7000-7400</b>	<b>7200</b>	<b>6</b>
<b>7400-7800</b>	<b>7600</b>	<b>11</b>
<b>7800-8200</b>	<b>8000</b>	<b>12</b>
<b>8200-8600</b>	<b>8400</b>	<b>5</b>
<b>8600-9000</b>	<b>8800</b>	<b>2</b>
<b><math>\Sigma</math></b>		<b>410</b>

# MIS EN PLACE DES OUTILS TECHNOLOGIQUES NECESSAIRES AU DEVELOPPEMENT D'UN ELEVAGE D'*Artemia salina* DU SALINE DE BETHIOUA.

## Résumé

Cette étude porte sur l'analyse de l'espèce *Artemia salina* (Linnaeus 1758) se trouvant dans la saline de Bethioua, située dans la Wilaya d'Oran.

L'espèce est identifiée sur la base de critères morphologiques. Neuf paramètres biométriques ont permis de caractériser les adultes de cette souche dont la taille moyenne est de  $6,46 \pm 0,48$  mm chez les mâles et de  $7,88 \pm 0,27$  mm chez les femelles, l'analyse morpho-métrique a donné six relations fortement corrélées.

Le diamètre moyen des cystes hydratés est de  $238,25 \pm 13,06$   $\mu\text{m}$ , celui-ci est réduit à  $217,5 \pm 3,46$   $\mu\text{m}$  pour les cystes décapsulés suite à l'épaisseur du chorion ( $10,38$   $\mu\text{m}$ ), et la longueur moyenne des nauplii est de  $407,50 \pm 7,75$   $\mu\text{m}$ , qui sont caractérisés par un taux de croissance estimé à  $0,32\text{mm/j}$ .

Le sex-ratio a été dominé par les femelles, le sexe des individus se différencie à partir du 13<sup>ème</sup> jour, et leur maturité sexuelle est atteinte dans le 15<sup>ème</sup> jour, dans laquelle les tailles des femelles sont supérieures à celle des mâles, avec  $6,5$  mm pour les femelles et  $4,7$  mm pour les mâles.

La population d'*Artemia salina* de la saline de Bethioua présente un mode de reproduction bisexuée, ayant une modalité de reproduction ovovivipare (le nombre moyen de progéniture observé est de 20 naupliis par femelle), quand les conditions sont favorables, et quand les conditions deviennent défavorables elles changent de modalité pour donner jusqu'à 150 cystes par femelle (reproduction ovipare).

**Mots clés :** Croissance, critères morphologiques, biométrie, *Artemia salina*.

## Abstract

This study focuses on the analysis of the species *Artemia salina* (Linnaeus 1758) found in the Bethioua saline, located in the Wilaya of Oran.

The species is identified on the basis of morphological criteria. Nine biometric parameters allowed to characterize the adults of this strain whose mean size was  $6,46 \pm 0,48$  mm for males and  $7,88 \pm 0,27$  mm for females, morphometric analysis gave six strong relationships correlated.

The mean diameter of the hydrous cysts is  $238,25 \pm 13,06$   $\mu\text{m}$ , which is reduced to  $217,5 \pm 3,46$   $\mu\text{m}$  for the decapsulated cysts following the thickness of the chorion ( $10,38$   $\mu\text{m}$ ), and the mean length of the nauplii is  $407,50 \pm 7,75$   $\mu\text{m}$ . Which are characterized by an estimated growth rate of  $0,32$  mm / d.

The sex ratio was dominated by females, the sex of the individuals differentiates from the 13th day, and their sexual maturity is reached on the 15th day, in which the sizes of the females are superior to that of the males, with mean size  $6,5$  mm for females and  $4,7$  mm for males.

The population of *Artemia salina* of the Bethioua saline has a bisexual reproduction mode, with an ovoviviparous reproduction modality (the average number of progeny observed was 20 nauplii per female), when the conditions are favorable, and when the conditions become unfavorable, they change mode to give up to 150 cysts per female (oviparous reproduction).

**Keywords:** Growth, morphological criteria, biometry, *Artemia salina*.

## المخلص

تركز هذه الدراسة على تحليل الأنواع أرتيميا سالينا التي وجدت في المالحة بطبوة، والتي تقع في ولاية وهران. يتم تحديد الأنواع على أساس المعايير المورفولوجية. واستخدمت تسع معلمات بيومترية لتوصيف البالغين من هذه السلالة، والحجم المتوسط قدر ب  $6,46 \pm 0,48$  ملم بالنسبة للذكور وب  $7,88 \pm 0,27$  ملم بالنسبة للإناث، أسفر عن التحليل-مورفو المتري ستة علاقات قوية مترابطة.

متوسط قطر الخراجات  $238,25 \pm 13,06$  ميكرون، ويتم تقليل هذا الأخير إلى  $217,5 \pm 3,46$  ميكرون للخراجات الأرتيميا منزوعة الغلاف وبالتالي فإن سمك الغلاف ( $10,38$  ميكرون)، و متوسط طول النوبلي هو  $407,5 \pm 7,75$  ميكرون. والتي تتميز بمعدل نمو مقداره  $0,32$  ملم/ اليوم.

سيطر نسبة الجنس من الإناث، جنس الأفراد يختلف عن يوم الثالث عشر (13)، ويتم التوصل إلى مرحلة النضج الجنسي في اليوم 15 الذي به أحجام الإناث أكبر من الذكور، مع  $6,5$  مم للإناث و  $4,7$  ملم للذكور.

الأرتيميا سالينا لمالحة بطبوة يقدم طريقة الاستنساخ المخنثين، وجود وضع استنساخ بيوض ولود (متوسط عدد الأبناء في أنثى رصد ب 20 نوبلي)، عندما تكون الظروف مواتية، وعندما تصبح الظروف غير المواتية التي تغيير الوضع لإعطاء ما يصل إلى 150 الخراجات لكل أنثى (التكاثر بيفيباروس).

**الكلمات المفتاحية:** نمو، المعايير المورفولوجية، معلمات بيومترية، أرتيميا سالينا.