

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIC ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE SAAD DAHLAB BLIDA -1-



FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE CELLULAIRE  
LABORATOIRE DE RECHERCHE : BIOTECHNOLOGIES, ENVIRONNEMENT  
ET SANTE

Mémoire de projet de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme Master

Filière : Hydrobiologie marine et continentale

Option : Ecosystème aquatique

Thème :

Etude de la dynamique de la population d'artémia  
provenant de la sebkha d'Oran dans un milieu contrôlé.

Présenté par :

- ❖ MM. MADDI Farida
- ❖ MM. MAHLOUL Khadidja

Soutenu le, 18/09/2018 devant le jury composé de :

MM. CHAICHI W	MCB	U.S.D.B 1	Présidente
MM. BELMESKINE H	MCB	U.S.D.B 1	Examinatrice
MM. CHABET DIS C	PHD	CNRDPA	Promotrice
MM. KHETTAR S	MAA	U.S.D.B 1	Co-Promotrice

# REMERCIEMENTS

## **Remerciements**

*Ce travail a été réalisé au laboratoire d'élevages du Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture (CNRDPA) de Bousmail.*

*En préambule à ce mémoire, nous tenons tout d'abord à remercier **ALLAH** le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté, l'amour du savoir et surtout la patience pour pouvoir produire ce modeste travail.*

*En second lieu, nous tenons à remercier les membres de jury :*

***MM CHAICHI W**, en présidant ce jury, vous nous faites un grand honneur.*

*Le privilège que nous avons eu en bénéficiant de votre enseignement clair et précis et vos qualités humaines constituent pour nous un guide de référence et un exemple à suivre.*

*Veillez trouver en ce travail l'expression de notre profond respect.*

***MM BELMESKINE H**, nous sommes infiniment sensibles à l'honneur que vous avez fait en acceptant de siéger dans notre jury et de juger notre travail.*

*Nous gardons **un très très bon souvenir** de vous. Nous avons pu, au cours de notre cursus universitaire, apprécier vos qualités humaines « vous étiez plus qu'un professeur ! », votre savoir-faire et vos compétences scientifiques.*

*Qu'il nous soit permis de vous témoigner ici nos remerciements les plus sincères et notre parfaite considération.*

*Nous tenons à remercier très chaleureusement notre encadrante, **MM CHABET DIS C** qui nous a permis de bénéficier de son encadrement, s'est toujours montrée à l'écoute, les conseils qu'elle nous a prodigués, la confiance qu'elle nous a témoignés, l'énergie, le temps la patience et surtout d'avoir supporté notre désordre ont été déterminants dans la réalisation de notre travail.*

*Nos remerciements s'adressent sincèrement à notre Co-promotrice **MM KHETTAR S** pour l'inspiration, la gentillesse, l'aide, et le temps qu'elle a bien voulu nous consacrer.*

*La compétence, le sens de devoir, l'énergie, la sympathie et la modestie qui émanent de votre personne nous ont profondément imprégnés.*

*Veillez considérer ce modeste travail, une expression de notre reconnaissance.*

*Nos vifs remerciements vont au directeur du Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture de Bousmail, **M ANNANE Rachid**, de nous avoir accueilli et mis à notre disposition les moyens nécessaires pour l'accomplissement de ce travail.*

*Nos remerciements s'étendent également à l'équipe du laboratoire (CNRDPA) et surtout à tout personnel du secteur Aquaculture qui, malgré leurs multiples tâches, ont toujours eu la gentillesse de s'intéresser à notre travail et nous faire profiter de leurs précieuses connaissances,*

*en particulier :*

*MM ITCHIR Rachida, MM DIDANI Amira, MM SEFAH Amina, MM KHOUDJA Ihssane, MM KORD Affaf, Mr TAHAR-MANSOUR Abd Elkader, Mr GUENNACHI Belkacem , Mr CHELIF Halim, Mr MERIKHI Ismail, Mr BASSOUR, Mr MENNAD Moussa, Mr MERCHICHE Rachid ,Mr BOUCHAKOUR Ali, Mr BAGHDADI El hadj, Mr BEKHTI Wahab , nos superman BENSALD Sofiane et BENAYAD Mohamed Tahar*

*et Mr BOUDERAA Salim pour son beau sourire chaque main !*

*Enfin, nos sincères remerciements vont à la direction de l'Entreprise ENASEL de Bethioua pour l'aimable accueil qu'elle nous a réservé lors de notre déplacement sur la saline d'Arzew.*

*Ainsi à tous ceux qui, de près ou de loin, nous ont apporté leur collaboration.*

*Farida et Khadidja*

**DEDICACES**

# Dédicaces

*Au nom d'Allah clément et miséricordieux*

*Je dédie ce travail :*

*À moi !*

*Aux deux êtres qui l'auraient espéré plus que moi :*

*« Ma mère et mon père », qui ont fait le plus beau don tout le long de mon parcours scolaire :*

*LE DON D'AMOUR... LE DON DE TEMPS... LE DON DE SOI...*

*J'ai une pensée toute particulière pour toi maman, tu es la personne qui me donne tous les jours l'ardeur et la force de prendre la vie du bon côté, d'être le plus cool possible et de toujours voir la réalité de façon positive. Tu m'as donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. Je suis redevable d'une éducation dont je suis fière.*

*Merci maman *

*A mon plus beau cadeau que j'ai eu « ma sœur Aya », tu es l'étoile qui a éclairé ma vie juste en regardant ton beau sourire innocent. Merci infiniment pour ton soutien moral et tes belles surprises sucrées.*

*A mes chers frères « Hocine et Nabil », merci pour vos rires continuels et vos phrases drôles qui m'ont souvent réconforté tout au long du chemin de mes études et des moments de doute.*

*Je le dédie aussi :*

*A ma tendre DIDANI Amira, tu as été pour moi la soeur et l'amie, ton amour, ta gentillesse, et ta bonne écoute m'ont permis de surmonter les moments difficiles. Merci infiniment pour les délicieux sandwiches que tu as faits pour nous tout au long du stage, tu es notre sauveur !*

*À tous ceux qui se demandent si j'écris à propos d'eux, je vous dis merci.*

**Farida**



# Dédicaces

*Avec une- énorme joie, je dédie ce modeste travail :*

*Aux deux êtres les plus chères à mon cœur et qui guident avec beaucoup d'affection chaque pas que je fais :*

*La lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de ma vie et mon bonheur. A toi*  
**Maman**

*L'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir. A toi **mon père***

*A mes très chères **sœurs** : Fatima, Djamilâ et Samia : Vous avez toujours été présentes pour les bons conseils. Votre affection et votre soutien m'ont été d'un grand secours au long de ma vie professionnelle et personnelle.*

*A mes très chers **frères** : Mohamed Amine, Hicham et Abd Raouf : Mon affection pour vous est sans limite, votre soutien a sans doute été important pour le bon déroulement de mes études.*

*A mes cousins **Yacine** et **Kader** : pour vos conseils, vos encouragements, vos gentillesse et vos sollicitudes.*

*A mon beau frère **Toufik** : Que dieu te garde.*

*A mes amis avec lesquels j'ai partagé mes moments de joie et de bonheur: Kenza, Hana, Abba, Fatima, Nabila, Souad, Amira, Mohamed, Sofiane et Mohamed -Taher: merci pour leur tendresse et soutien.*

*En fin, je me permets de dédie ce travail à tous ceux qui luttent pour le savoir en souhaitant apporter un plus à la science.*

**Khadidja**

# RESUME

## Résumé

Parmi les aliments vivants utilisés en larviculture de poissons et de crustacés, les nauplius d'*Artemia* sp. constituant l'aliment le plus amplement utilisé dans le monde (BENGSTON et al., 1991). Compte tenu de son importance dans ce domaine nous avons entrepris la présente étude pour connaître la caractérisation et la dynamique de la population d'artémia des cystes collectés dans leur milieu naturel, la saline de l'ouest algérien « Bethioua », et éclosés au laboratoire, et de la comparer avec la souche commerciale *Artemia franciscana* en termes du taux, l'efficacité et la biomasse d'éclosion, ainsi que les caractéristiques biométriques. La présente étude porte aussi sur la caractérisation morphologique et reproductive des femelles adultes.

Cependant, les paramètres physico-chimiques de l'eau d'élevage, sont appropriés et ne dépassent pas les limites recommandées pour une bonne croissance d'artémia et l'analyse du profil biométrique des cystes est similaire à celui des pays du bassin méditerranéen, dont le diamètre moyen des cystes non décapsulés ( $248,84 \pm 19,57 \mu\text{m}$ ) est supérieur à celui des cystes décapsulés ( $226,06 \pm 27,02\mu\text{m}$ ) avec une épaisseur moyenne du chorion de  $11,4\mu\text{m}$ . En outre les dimensions des nauplii fraîchement éclos ( $522,23 \pm 68,65 \mu\text{m}$ ) se situe dans l'intervalle de tailles qui laisse prédire que ces nauplii peuvent être utilisés en larviculture. Par ailleurs la qualité d'éclosion des cystes qui est représentée par le taux d'éclosion, l'efficacité d'éclosion et la biomasse d'éclosion ( $22,46 \pm 15,56\%$  ;  $40000 \pm 8485,28$  nauplii/g de cystes et  $249,48 \pm 153,85$  mg/g de cystes respectivement) confirme à son tour que les cystes d'artémia de « Bethioua » semblent avoir des rendements acceptables, et se rapprochent des cystes commerciaux.

Enfin, l'analyse discriminante des variables morfo-métriques, et la caractérisation reproductive des femelles adultes révèlent que les populations d'artémia étudiées appartenant à l'espèce sexuée *Artemia salina* et à l'espèce parthénogénétique *Artemia parthenogenetica* .

**Mots clé :** Artémia, cystes, nauplii, éclosion, Bethioua.

## Summary

Among the live food used in fish and crustaceans larval culture, nauplii of *Artemia sp.* the most widely used food in the world (BENGSTON and *al.*, 1991). Given its importance in this field we undertook the present study to know the characterization and dynamics of the artemia population of cysts collected in their natural environment, the saline of western Algeria "Bethioua", and hatched in the laboratory, and compare it with the commercial strain *Artemia franciscana* in terms of rate, efficiency and hatching biomass, as well as biometric characteristics. The present study include also morphological and reproductive characterization of adult females.

However, the physico-chemical parameters of farmed water are appropriate and don't exceed the recommended limits for the good growth of artemia and the biometric profile analysis of cysts is similar to that of the countries of the Mediterranean basin, whose diameter of non-decapsulated cysts ( $248.84 \pm 19.57 \mu\text{m}$ ) is superior than that of the decapsulated cysts ( $226.06 \pm 27.02 \mu\text{m}$ ) with an average thickness of the chorion  $11.4 \mu\text{m}$ . In addition, the size of the newly hatched nauplii ( $522.23 \pm 68.65 \mu\text{m}$ ) is within the size range that predicts that these nauplii can be used in larval culture. Furthermore, the quality of hatching cysts, which is represented by the hatching rate, the hatching efficiency and the hatching biomass ( $22,46 \pm 15,56$  ;  $40000 \pm 8485.28$  nauplii / g of cysts and  $249.48 \pm 153.85$  mg / g of cysts, respectively) confirms that artemian cysts of "Bethioua" appear to have acceptable yields, and are similar to commercial cysts.

Finally, the discriminant analysis of morphometric variables and reproductive characterization of adult females, reveal that artemia populations studied belonging to the sexual species *Artemia salina* and parthenogenetical species *Artemia parthenogenetica*.

**Key words:** Artemia, cysts, nauplii, hatching, Bethioua.

## ملخص

من بين الأغذية الحية التي تستخدم لاستزراع يرقات الأسماك والمحار، الأرتيميا حديثة الفقس، التي تعتبر الطعام الأكثر استخدامًا في العالم (BENGSTON et al., 1991). فنظرًا لأهميتها في هذا المجال أجرينا هذه الدراسة لتحديد خصائص وديناميكية أرتيميا الأكياس التي تم جمعها من وسطها الطبيعي، سبخة غرب الجزائر المالحة "بطيوة"، والتي تم فقسها في المختبر، وكذا مقارنتها مع السلالة التجارية أرتيميا *فرانسيكانا* من حيث الكفاءة، المعدل، والكتلة الحيوية للفقس، وكذلك مع القياسات الحيوية. تتضمن الدراسة الحالية أيضًا الوصف المورفولوجي والتناسلي للإناث البالغة.

مع ذلك، المعايير الفيزيوكيميائية لمياه الاستزراع، مناسبة ولم تتجاوز الحدود الموصى بها للنمو للأرتيميا، كما ان تحليل المظهر البيومترى للأكياس يشبه تحليل الأكياس الموجودة على مستوى دول حوض البحر الأبيض المتوسط، حيث ان قطر اكياس الأرتيميا العادية ( $19.57 \pm 248.84$  ميكرومتر) أعلى من قطر اكياس الأرتيميا التي تمت إزالة قشرتها ( $27.02 \pm 226.06$ ) علما ان السمك المتوسط للمشيمة يبلغ  $11.4$  ميكرومتر. بالإضافة إلى ذلك، حجم اليرقات التي فقست حديثًا ( $68.65 \pm 522.23$  ميكرومتر) يقع ضمن نطاق الحجم الذي ينبئ بأن هذه اليرقات يمكن استخدامها في الاستزراع المائي. علاوة على ذلك نوعية الأكياس التي تتمثل في معدل، فعالية وكتلة الحيوية للفقس ( $15.56 \pm 22.46$  بالمائة،  $40000 \pm 8485.28$  يرقة / غ من الأكياس،  $153.85 \pm 249.48$  مغ / غرام من الأكياس، على التوالي) تؤكد بدورها على ان اكياس الأرتيميا لسبخة "بطيوة" مقبولة المرود ومشابهة للأكياس التجارية الشائعة.

في الاخير، التحليل التمييزي للمتغيرات المورفومترية، والخصائص التناسلية يكشفان على أن الأرتيميا التي تمت دراستها تنتمي إلى الأرتيميا جنسية التوالد *Artemia salina* وإلى الأرتيميا عزرية التوالد *Artemia parthenogenetica*.

**الكلمات المفتاحية:** أرتيميا، أكياس، يرقات، فقس، بطيوة.

# **LISTE DES FIGURES**

## *Liste des figures*

<b>Figure 1.</b> Artémie adulte.....	03
<b>Figure 2.</b> Répartition géographique de l'artémia dans le monde (LAVENS et SORGELLOOS, 2000).....	05
<b>Figure 3.</b> Formes adultes de l'artémia (ABATZOPOULOS et <i>al.</i> , 2010).....	08
<b>Figure 4.</b> Structure du cyste d'artémia (DHONT et VAN STAPPEN, 2003).....	09
<b>Figure 5.</b> Nauplius d'artémia après éclosion (LAVENS et SORGELLOOS, 1996).....	09
<b>Figure 6.</b> Couple d'artémia en position d'accouplement (LAVENS et <i>al.</i> , 1996).....	13
<b>Figure 7.</b> Cycle biologique de l'artémia.....	15
<b>Figure 8.</b> Situation géographique de la saline de Bethioua (Oran, Algérie), (QGis,2018).....	16
<b>Figure 9.</b> Schéma de la méthodologie adoptée pour le processus de purification des cystes d'artémia.....	18
<b>Figure 10.</b> Montage expérimental d'incubation des cystes utilisé au niveau du CNRDPA (Bousmail).....	19
<b>Figure 11.</b> Cystes d'artémia sous une loupe binoculaire (Gx40).....	20
<b>Figure 12.</b> Incubation des cystes d'artémia (la présente étude).....	21
<b>Figure 13.</b> Récolte et pesage des nauplii d'artémia fraîchement éclos.....	22
<b>Figure 14.</b> Séparation des cystes éclos de ceux non éclos par siphonage.....	22
<b>Figure 15.</b> Montage expérimental d'élevage de l'artémia.....	23
<b>Figure 16.</b> Culture des micro-algues.....	26
<b>Figure 17.</b> Dosage des nitrates (Laboratoire CNRDPA, 2018).....	28
<b>Figure 18.</b> Cystes hydratés non décapsulés et décapsulés sous loupe binoculaire (Gx1.1)....	30
<b>Figure 19.</b> Nauplii d'artémia fraîchement éclos sous microscope optique (Gx20) et sous une loupe binoculaire (Gx40).....	31
<b>Figure 20.</b> Schéma d'une femelle adulte montrant les différentes mesures utilisés dans l'analyse discriminante.....	32
<b>Figure 21.</b> Montage expérimental de la reproduction.....	33
<b>Figure 22.</b> Représentation des paramètres physico-chimiques du milieu d'élevage.....	34
<b>Figure 23.</b> Représentation des sels nutritifs du milieu d'élevage.....	36
<b>Figure 24.</b> Représentation des variables morphologiques mesurées chez les femelles adultes des populations d'artémia de la saline de Bethioua.....	40

<b>Figure 25.</b> Résultats de l'analyse discriminante des variables morphologiques des femelles adultes d'artémia provenant de la saline de Bethioua comparée avec certaines populations méditerranéennes et du nouveau Monde.....	42
<b>Figure 26.</b> Taux d'éclosion de l' <i>Artemia franciscana</i> et <i>Artemia sp.</i> de la saline de Bethioua.....	44
<b>Figure 27.</b> Efficacité d'éclosion de l' <i>Artemia franciscana</i> et <i>Artemia sp.</i> de la saline de Bethioua.....	44
<b>Figure 28.</b> Efficacité d'éclosion des cystes non décapsulés de différentes souches d'artémia.....	45
<b>Figure 29.</b> Biomasse d'éclosion de l' <i>Artemia franciscana</i> et <i>Artemia sp.</i> de la saline de Bethioua.....	45
<b>Figure 30.</b> Evolution de la croissance en fonction du temps de la population d'artémia de la saline de Bethioua.....	47
<b>Figure 31.</b> Echantillonnage des cystes (Bethioua, Oran).....	Annexe I
<b>Figure 32.</b> Traitement des échantillons de cystes sur site (Bethioua, Oran).....	Annexe I
<b>Figure 33.</b> Traitement des échantillons de cystes au laboratoire (CNRDPA, 2018).....	Annexe I
<b>Figure 34.</b> Purification et séchage des cystes.....	Annexe I
<b>Figure 35.</b> Tamis de traitement des cystes.....	Annexe I
<b>Figure 36.</b> Mise en incubation des cystes.....	Annexe I
<b>Figure 37.</b> Processus de siphonage.....	Annexe I
<b>Figure 38.</b> Récupération des nauplius sur le tamis (Biomasse d'éclosion).....	Annexe I
<b>Figure 39.</b> Comptage des nauplii (Efficacité d'éclosion).....	Annexe I
<b>Figure 40.</b> Récipients d'élevage des individus de l'artémia.....	Annexe I
<b>Figure 41.</b> Pesage des nauplii.....	Annexe I
<b>Figure 42.</b> Stérilisation du matériel d'élevage du phytoplancton.....	Annexe I
<b>Figure 43.</b> Ajustement du milieu de culture aux microalgues.....	Annexe I
<b>Figure 44.</b> Mise en élevage du <i>Tetraselmis suecica</i> .....	Annexe I
<b>Figure 45.</b> Comptabilisation des tubes de reproduction.....	Annexe I
<b>Figure 46.</b> Dodsage des sels nutritifs du milieu d'élevage de l'artémia.....	Annexe I
<b>Figure 47.</b> Reactifs du dosage des sels nutritifs.....	Annexe I
<b>Figure 48.</b> Résultats du dosage des sels nutritifs.....	Annexe I
<b>Figure 49.</b> Salinomètre.....	Annexe I
<b>Figure 50.</b> Multiparamètre.....	Annexe I

<b>Figure 51.</b> Morphométrie des adultes sous loupe binoculaire.....	Annexe I
<b>Figure 52.</b> Mesures morphométriques des femelles adultes d'artémia avec du logiciel « Optika Vision Lite 2.1 », (G x 0,9).....	Annexe I
<b>Figure 53.</b> Mesures biométriques des cystes d'artémia avec du logiciel « Optika Vision Lite 2.1 », (G x 0,1).....	Annexe I

**LISTE  
DES  
TABLEAUX**

## *Liste des tableaux*

<b>Tableau 1.</b> Sites potentiels d'artémia en Algérie (KARA et AMAROUAYACHE , 2012) .....	05
<b>Tableau 2.</b> Milieu de culture F/2 (GUILLARD et RYTHÉ, 1962).....	25
<b>Tableau 3.</b> Résultats de l'étude biométrique des cystes et des nauplii d'artémia fraîchement éclos.....	37
<b>Tableau 4.</b> Résultats des travaux précédents concernant l'étude biométrique des cystes d'artémia collectés au niveau de la saline de Bethioua.....	38
<b>Tableau 5.</b> Moyennes des variables morphologiques mesurées chez les femelles des populations des différentes origines (GHOMARI, 2013).....	41
<b>Tableau 6.</b> Résultats de l'analyse des paramètres d'éclosion des échantillons de cystes non décapsulés de la population d'artémia provenant de Bethioua.....	43
<b>Tableau 7.</b> Réactifs du dosage des sels nutritifs.....	Annexe II
<b>Tableau 8.</b> Qualité physico-chimique de l'eau d'élevage.....	Annexe II
<b>Tableau 9.</b> Concentrations des sels nutritifs de l'eau d'élevage.....	Annexe II
<b>Tableau 10.</b> Mesures biométriques des cystes et des nauplii d'artémia fraîchement éclos.....	Annexe II
<b>Tableau 11.</b> Mesures des variables morphométriques des femelles adultes de l'artémia (en mm).....	Annexe II
<b>Tableau 12a.</b> Taux d'éclosion des échantillons de cystes non décapsulés de la population d'artémia provenant de Bethioua.....	Annexe II
<b>Tableau 12b.</b> Efficacité d'éclosion des échantillons de cystes non décapsulés de la population d'artémia provenant de Bethioua.....	Annexe II
<b>Tableau 12c.</b> Biomasse naupliiiaire des échantillons de cystes non décapsulés de la population d'artémia provenant de Bethioua.....	Annexe II
<b>Tableau 13.</b> Croissance de la population d'artémia de la saline de Bethioua élevée au laboratoire.....	Annexe II
<b>Tableau 14.</b> Résultats du test de la reproduction.....	Annexe II

**LISTE  
DES  
ABBREVIATIONS**

## *Liste des abréviations*

**A** : *Artemia*.

**ARA** : acide arachidonique.

**ARC** : laboratoire d'aquaculture et centre de référence d'artémie.

**b** : biomasse d'éclosion.

**C** : couple (mâle-femelle).

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

**E** : Est.

**EE** : efficacité d'éclosion.

**ENASEL** : Entreprise Nationale de Sel.

**EPA** : acide eicosapentanoïque.

**FAO** : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.

**F** : femelle.

**H%** : taux d'éclosion.

**L<sub>T</sub>** : longueur totale.

**M** : mâle.

**N** : Nord.

**O** : Ouest.

**R** : réactif.

**S** : Salinité.

**sp** : espèce.

**TOC** : carbone organique total.

**V** : volume.

# **GLOSSAIRE**

## *Glossaire*

### **Athalassohalins**

Les eaux athalassohalins proviennent de la dissolution d'évaporites par l'eau, cas de la plupart des sebkhas situées en zones semi- arides et arides. Ces environnements ont une composition ionique saline différente de celle de l'eau de mer (LITCHFIELD et GILLEVET, 2002 ; OREN, 2002, ROUSSEL et *al.*, 2008).

### **Biométrie**

Application de l'analyse statistique à des données biologiques (FAO, 2008).

### **Bloom**

Efflorescence de micro-algues (SELLNER et *al.*, 2003).

### **Diapause**

Etat spontané d'inactivité présent au cours de la vie de plusieurs organismes (e.g. les cystes d'artémie) (FAO, 2008).

### **Eclosion**

Production de jeunes animaux au départ d'œufs, par une méthode naturelle ou artificielle (FAO, 2008).

### **Euryhalin**

Qui peut vivre dans des eaux de salinité variable (FAO, 2008).

### **Incubation**

En aquaculture, élevage d'œufs depuis leur fécondation jusqu'à leur éclosion (FAO, 2008).

### **Larviculture**

L'élevage de larves, généralement en écloséries (FAO, 2008).

### **Méta-nauplius (méta-nauplii)**

Stade nauplius tardif de crustacés, ayant plus de trois paires de membres présents, mais pas de membres thoraciques fonctionnels (FAO, 2008).

### **Ovipare**

Produisant des œufs qui sont fertilisés, se développent et éclosent en dehors du corps de la femelle (ONUAA, 2008).

**Ovovivipare**

Produisant des œufs, généralement riches en vitellus, qui sont fertilisés à l'intérieur du corps de la femelle. L'éclosion peut survenir avant ou après la ponte (FAO, 2008).

***Penaeidae* (Pénéidés)**

Nom commun pour des crustacés de la famille des Penaeidae, souvent dénommés "crevettes" (FAO, 2008).

**Saumure**

Eau saturée d'un sel ou en contenant de grandes quantités, en particulier du chlorure de sodium (sel de cuisine) (FAO, 2008).

**Siphonage**

C'est une technique qui permet d'extraire par le haut un liquide pour le faire passer d'un récipient supérieur à un récipient inférieur grâce à un siphon (FAO, 2008).

**Thalassohalins**

Environnements hypersalins proviennent de l'évaporation de l'eau de mer, favorisée par un écoulement restreint, une température élevée, de basses précipitations et leurs sels minéraux sont dans les mêmes proportions que celles contenues dans l'eau de mer (MC GENITY et *al.*, 2000 , OREN, 2002,2006).

**Thoracopodes**

De « thorax et- pode », littéralement « pied sur le thorax ».C'est l'organe ambulateur des crustacés (FAO, 2008).

# SOMMAIRE

## *Sommaire*

<b>Introduction</b> .....	01
<b>Chapitre I : Généralités sur l'artémia</b> .....	03
I-1- Systématique de l'artémia.....	03
I-2- Répartition géographique de l'artémia.....	04
I-2-1-Artémia dans le monde.....	04
I-2-2-Artémia en Algérie.....	05
I-3-Caractéristiques distinctifs de l'artémia.....	07
I-3-1-Morphologie d'espèce.....	07
I-3-2-Structure du cyste.....	08
I-3-3-Morphologie du nauplius.....	09
I-4-Ecologie de l'artémia.....	10
I-4-1-Composition ionique et salinité .....	10
I-4-2-Température.....	11
I-4-3-Oxygène.....	11
I-4-4-Potentiel hydrogène.....	11
I-4-5-Dispersion.....	11
I-4-6-Compétition, prédation et parasitisme.....	12
I-5- Régime alimentaire.....	12
I-6- Reproduction de l'artémia.....	13
I-7- Biologie et cycle de vie de l'artémia.....	14
<b>Chapitre II : Matériel et méthodes</b> .....	16
II-1-Présentation du site d'étude.....	16
II-1-1-Cadre physique.....	16
II-1-2-Cadre hydro-climatique.....	17
II-2-Collecte et conservation des échantillons de cystes.....	17
II-3-Traitement des cystes.....	17
II-4-Incubation des cystes.....	19
II-5- Etude de la qualité d'éclosion des cystes d'artémia.....	19
II -5-1-Taux d'éclosion (H%).....	20
II-5-2-Efficacité d'éclosion (EE).....	21
II-5-3-Biomasse d'éclosion (b).....	21
II-6-Elevage.....	22

II-6-1-Elevage des nauplii d'artémia.....	22
II-6-2-Elevage du phytoplancton <i>Tetraselmis suecica</i> .....	23
II-6-2-1-Milieu de culture.....	24
II-6-2-2-Entretien de la souche.....	25
II-6-2-3-Protocole expérimental.....	26
II-6-2-4-Suivi temporel de la culture.....	27
II-7- Qualité physico-chimique et hydro-biologique de l'eau d'élevage des individus de l'artémia.....	27
II-7-1-Dosage des nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ).....	27
II-7-2-Dosage des nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ).....	28
II-7-3-Dosage de l'azote ammoniacal (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ).....	28
II-7-4-Dosage du phosphate (PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ).....	29
II-8- Etude biométrique et morphométrique de l'artémia.....	29
II-8-1-Biométrie des cystes.....	29
II-8-1-1-Hydratation des cystes.....	29
II-8-1-2-Décapsulation des cystes.....	30
II-8-2- Biométrie des nauplii.....	30
II-8-3-Morphométrie des adultes.....	31
II-9-Reproduction de l'artémia.....	32
<b>Chapitre III : Résultats et discussion</b> .....	34
III-1-Qualité physico-chimique et hydro-biologique de l'eau d'élevage.....	34
III-1-1-Paramètres physico-chimiques du milieu d'élevage.....	34
III-1-2- Qualité des sels nutritifs.....	36
III-2-Etude biométrique et morphométrique.....	37
III-2-1-Biométrie des cystes et des nauplii.....	37
III-2-2-Morphométrie des adultes.....	40
III-3-Etude de la qualité d'éclosion des cystes.....	43
III-4-Taux de croissance.....	46
III-5-Reproduction.....	47
<b>Conclusion</b> .....	49

## Références bibliographiques

## Annexes

# INTRODUCTION

## INTRODUCTION

En aquaculture, compter sur un aliment en quantité et en qualité pour les larves des différentes espèces d'intérêt commercial est un aspect de grande importance. Le développement déficient du système digestif des phases larvaires, empêche l'assimilation de l'aliment artificiel (HOLT et SUN, 1991), pour lequel il devient vital l'approvisionnement en aliment vivant. Parmi les aliments vivants utilisés en larviculture de poissons et de crustacés, les nauplius d'*Artemia* sp. constituant l'aliment le plus amplement utilisé dans le monde (BENGSTON *et al.*, 1991).

Les nauplii d'artémia sont considérés comme un aliment convenable qui peut être facilement stocké et aisément manipulé et obtenu seulement après 24 à 72 heures d'incubation à partir des cystes (LAVENS et SORGELOOS, 2000). Ils présentent une petite taille (470-550µm) parfaitement convenable pour la petite bouche des larves fragiles (LAVENS et SORGELOOS, 1996). L'utilisation d'artémia n'est pas limitée seulement à des fins de nutrition en larviculture, son emploi s'est élargi jusqu'au domaine de la médication (CHAIR *et al.*, 1991). D'autres recherches ont confirmé que la farine d'artémia peut être utilisée comme source de protéines dans l'alimentation du poulet de chair (ZAREI *et al.*, 2006; AGHAKHANIAN *et al.*, 2009).

Le fait que la phase la plus profitable du cycle vital de ce crustacé est le nauplius. Il n'est pas produit dans les fabriques dédiés à l'aquaculture comme les micro-algues et rotifères, mais il est acquis et conservé en forme de cyste jusqu'au moment de son utilisation.

Les cystes d'artémia sont considérés comme matière de base pour développer un élevage larvaire de poissons et crustacés. Ce fait a soulevé un grand intérêt aussi bien scientifique qu'économique. Autre aspect important, le fait que les ressources mondiales des cystes d'artémia actuellement en exploitation ne peuvent faire face à la forte demande dans le secteur aquacole, ce qui se traduit par une augmentation du prix sur le marché international.

Cette situation justifie la recommandation de la plupart des experts pour étudier les populations naturelles d'artémia de la manière la plus large possible, afin de comparer leur potentiel d'exploitation comme source de cyste et biomasse utilisable en aquaculture.

L'augmentation de la demande de cystes d'artémia fait que, toutes les populations présentent un intérêt, et peuvent contribuer à l'approvisionnement local ou l'exportation.

## INTRODUCTION

Dans ce contexte, vu que l'Algérie dispose d'un grand nombre de biotopes pouvant abriter la ressource naturelle artémia, spécialement au niveau des zones humides, vient s'insérer notre étude, qui a comme objectifs :

- Caractérisation biométrique et morpho-métrique d'artémia existante dans la sebkha de Bethioua (wilaya d'Oran).
- Paramètres zootechniques et la dynamique de cette espèce.

# **GENERALITES**

### I-1-Systématique de l'artémia

Jusqu'à assez très peu de temps, on dénommé à toutes les populations d'artémia du monde comme *Artemia salina* (LINNAEUS, 1758). Actuellement, il a été démontré l'existence de plusieurs espèces dans le genre *Artemia* (fig.1), qui regroupe des souches diploïdes, avec des individus de sexes séparés, et des souches haploïdes parthénogénétiques (asexuées). Les souches bisexuées existent préférentiellement dans les latitudes tempérées (entre 25 et 40°C), alors que les souches asexuées (composées exclusivement par des femelles) sont rencontrées seulement en Asie et en Europe, préférentiellement dans les basses et hautes latitudes (des températures < à 25°C et > à 40°C dans les 2 hémisphères). La classification systématique de l'artémia jusqu'au genre est donnée par FLÖSSNER (1972).



Figure 1. Artémie adulte.

Règne : *Animalia*

Embranchement : *Arthropoda*

Classe : *Crustacea*

Sous-classe : *Branchiopoda*

Super-Ordre: *Anostraca*

Famille : *Artemiidae*

Genre : *Artemia* (FLÖSSNER, 1972).

Les observations d'un grand nombre de populations nouvellement découvertes, ont donné un nombre de noms spécifiques très important. Dès le début du 20ème siècle, des études cytologiques et génétiques ont complété les méthodes traditionnelles de classification

basées classiquement sur les aspects morphologiques. Et comme résultat sept souches-sœurs d'artémia bisexuées et qui sont :

*Artemia salina* : LINNAEUS 1758 à Lymington, Angleterre (actuellement disparu).

*Artemia tunisiana* : BOWEN et STERLING 1978, en Europe et Afrique.

*Artemia franciscana* : KELLOGG 1906, en Amérique (nord, centre et sud).

*Artemia persimilis* : PICCINELLI et PROSDOCIMI 1968, en Argentine.

*Artemia franciscana monica* : VERRIL 1869, au niveau du Lac mono (Californie, U.S.A).

*Artemia urmiana* : GUNTHER 1890, en Iran.

*Artemia sinica* : YANENG 1986, en Chine.

A côté des espèces bisexuelles, s'ajoutent des populations parthénogénétiques qui sont répartie en Asie et en Europe : *Artemia parthenogenetica* (BOWEN et STERLING, 1978).

### **I-2-Répartition géographique de l'artémia**

#### **I-2-1-Artémia dans le monde**

L'artémia occupe des biotopes à climat tropical, subtropical ou tempéré (LAVENS et SORGELOOS, 2000). La diversité écologique de ces biotopes isolés et la flexibilité génétique de l'espèce ont mené à l'existence de plus de 350 populations (VAN STAPPEN et SORGELOOS, 1993). Les différentes populations d'artémia sont rencontrées dans plus de 500 lacs salés naturels et artificiels appelés Chott, Sebkha ou saline qui sont repartis sur toutes les zones climatiques tropicales, subtropicales et tempérées.

On compte actuellement plus de 300 biotopes distribués dans les cinq continents (fig.2) ; à l'exception de l'antarctique (PERSOONE et SORGELOOS, 1980 ; BROWN et MACDONALD, 1982). L'artémia est presque ubiquiste (à large répartition mondiale). En France, par exemple, elle est abondante dans les marais salants des côtes Atlantiques et méditerranéennes ainsi que dans les salines de Lorraine.



Figure 2. Répartition géographique de l'artémia dans le monde (LAVENS et SORGELLOOS, 2000).

### I-2-2-Artémia en Algérie

D'après HADDAG, 1991 et KARA et *al.*, (1994), les travaux réalisés sur l'artémia, en Algérie sont peu nombreux, l'espèce se rencontre dans les chotts et sebkhas, et à l'état actuel, aucun site en Algérie ne fait l'objet d'une exploitation. Néanmoins, KARA et AMAROUAYACHE en 2012 ont recensé 11 sites potentiels de présence d'artémia en Algérie (tableau 1).

Tableau 1. Sites potentiels d'artémia connus en Algérie (KARA et AMAROUAYACHE, 2012).

Région	Superficie (ha)	Coordonnées géographiques	Espèce	Références
Sebkhat Oran	43,000	35°43'N 00°08'O	<i>Artemia sp</i>	(SORGELLOOS et <i>al.</i> , (1986), (GHOMARI et <i>al.</i> , 2011).
Chott Ouargla	6,853	31°57'N 05°20'E	<i>Artemia sp</i>	(SORGELLOOS et <i>al.</i> , 1986).
Chott Marouane	36,000	34°03'N 06°20'E	<i>A. salina</i>	(SORGELLOOS et <i>al.</i> , 1986), (ZEMMOURI, 1991), (KARA et

## GENERALITES

(El Oued)				<i>al.</i> , 2004), (SAMRAOUI <i>et al.</i> , 2006), (AMAROUAYACHE <i>et al.</i> ,2009), (AMAROUAYACHE <i>et KARA</i> , 2010).
Sebkhat Ez-Zemoul (Oum El Bouagui)	6,100	35°53'N-06°33'E	<i>A. salina</i>	(SORGELLOOS <i>et al.</i> , 1986), (ZEMMOURI, 1991), (Kara, 1998), (SAMRAOUI <i>et al.</i> , 2006),(AMAROUAYACHE <i>et al.</i> , 2010). (AMAROUAYACHE <i>et al.</i> , 2012).
Arzew (Bethioua, Oran)	2,900	35°41N-00°17'O	<i>A. tunisiana</i>	(HADDAG <i>et ZEMMOURI</i> , 1991), (SAMRAOUI <i>et al.</i> , 2006), (GHOMARI <i>et al.</i> , 2011)
Garaet El Tarf (Oum ElBouagui)	33,460	35°42'N 07°07'E	<i>A. salina</i>	(KARA, 1998), (HADDAG, 1991), (GAGNEUR <i>et KARA</i> , 2001), (GHOMARI <i>et al.</i> , 2011)
Chott Melghir (Biskra)	48,000	34°10'N 06°17'E	<i>A. salina</i>	(SAMRAOUI <i>et al.</i> , 2006), (GHOMARI <i>et al.</i> , 2011)
Sebkhat Sidi Bouziane (Relizane)	1,740	35°50'N 00°39'O	<i>A. salina</i>	(ZEMMOURI,1991),(GHOMARI <i>et al.</i> , 2011)
El-Bahira Lake (Setif)		35°50'N 05°15'E	<i>Artemia sp</i>	(SORGELLOOS <i>et al.</i> , 1986) , (DERBAL <i>et al.</i> , 2010), (GHOMARI <i>et al.</i> , 2011)
Goléa Salt Lake (Ghardaia)	18,947	30°28'N 02°55'E	<i>Artemia sp</i>	(GHOMARI <i>et al.</i> , 2011)
Dayet Morseli (Oran)	150	35°30'N 00°46'O	<i>Artemia sp</i>	(SORGELLOOS <i>et al.</i> , 1986)

### I-3-Caractéristiques distinctifs de l'artémia

#### I-3-1-Morphologie d'espèce

L'artémia présente un corps étroit et allongé, clairement segmenté et dépourvu de carapace. Sa longueur et son aspect peuvent être très variables selon l'espèce sexuée ou la race parthénogénétique (diploïde ou polyploïde) et aussi selon les caractéristiques physico-chimiques de son biotope (principalement la salinité). La taille habituelle est comprise entre 10 et 12 mm de longueur totale, dépasse rarement les 17-18 mm. Sa coloration est rose, mais présente une variété de couleurs entre bleu, rose et rouge intense quand elle se rencontre en eau très salée.

L'anatomie externe permet de distinguer trois parties bien différenciées la tête, thorax et abdomen :

- ❖ **Tête** : Elle porte un œil nauplien médian et un pair d'yeux latéraux pédonculés, dans sa partie antérieure on voit une paire d'antennes courbées portant la forme d'une grosse pince qui sert à saisir la femelle lors de l'accouplement, chez cette dernière la paire d'antennes est beaucoup plus petite. On trouve sur la tête 3 appendices, (une paire de mandibules, deux paires de maxillules), l'ensemble est recouvert par une sorte de masques appelé par JOLY en 1940, << le chaperon >>.
  
- ❖ **Thorax** : Il est composé de 11 segments chaque segment porte une paire d'appendices natatoires foliacés qui ont une fonction motrice et respiratoire permettant la filtration de la nourriture et son acheminement vers les deux mandibules (HADDAG, 1991).
  
- ❖ **Abdomen** : Il est composé de huit segments : les 2 premiers segments dit génitaux (deux pénis chez le mâle/une poche incubatrice ou sac ovigère des femelles) (fig.3) ; le dernier segment porte deux appendices portant de longues soies. Entre ces appendices se trouve l'anus (DHONT et VAN STAPPEN, 2003).

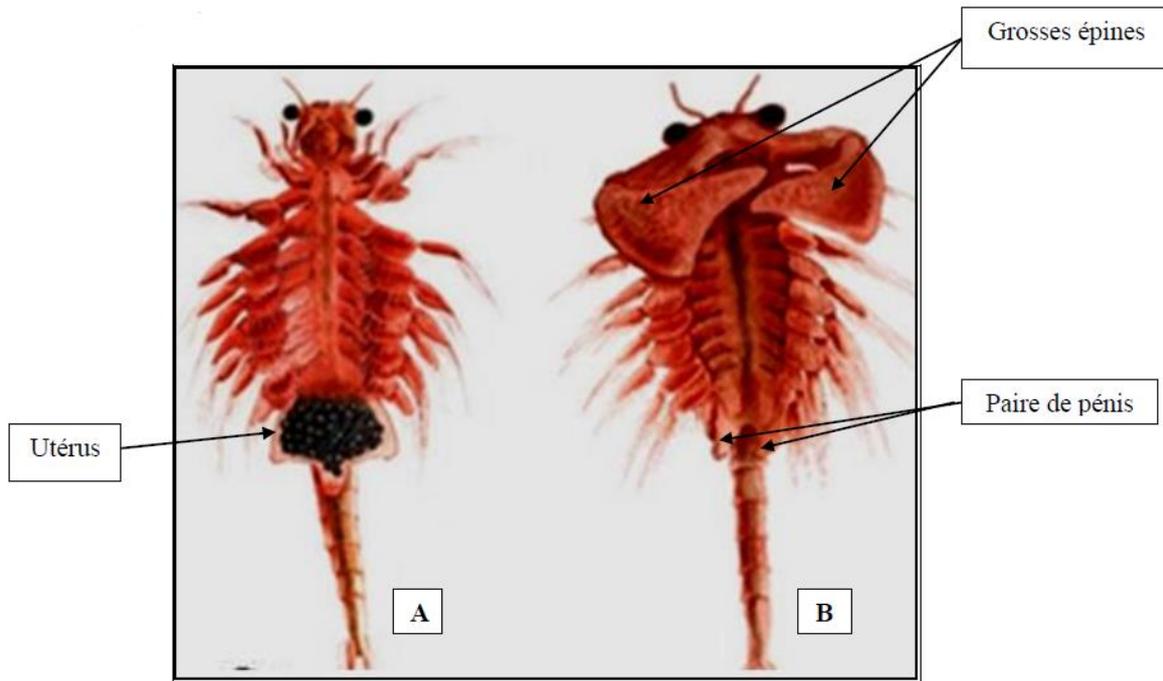


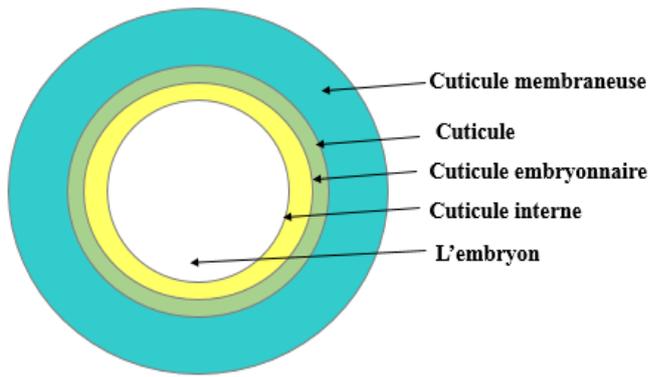
Figure 3. Formes adultes de l'artémia (ABATZOPOULOS *et al.*, 2010).

A : Adule femelle ; B : Adulte mâle

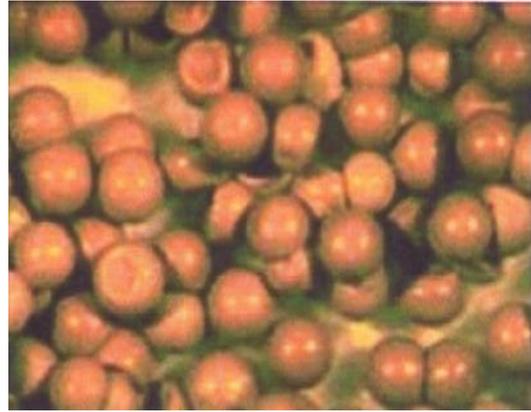
### I-3-2 -Structure du cyste

Tel qu'il est récolté dans la nature, le cyste d'artémia a une forme biconcave, après hydratation il devient sphérique (VAN STAPPEN et SORGELOOS, 1996) et mesure 200 à 300 microns de diamètre. Il est de couleur brun foncé parfois pâle. Cette particule apparemment inerte, demeure dans un état assoupi dit « en diapause » jusqu'à ce que des conditions favorables permettent la reprise de son activité métabolique. Il peut ainsi supporter des températures extrêmes de 0°C à plus 100°C, le manque d'oxygène et peut être entreposé pendant des mois ou des années sans toutefois perdre sa capacité d'éclosion (GRANVILLI et TREECE ,2000). Les cystes de meilleure qualité provenant du continent Américain Great Salt Lake et San Francisco Bay.

Le cyste est pourvu d'une coquille appelée " chorion". Celle-ci est constituée d'un mélange de chitine et d'hématine permettant de protéger le cyste contre les agressions externes, en particulier les rayons ultra-violets du soleil. Une membrane externe adhère directement au chorion, empêchant toute particule d'une taille supérieure à celle d'une molécule de CO<sub>2</sub> de pénétrer. Une cuticule embryonnaire transparente et élastique adhère à la membrane externe. Celle-ci est appelée membrane d'éclosion et entoure l'embryon (fig.4).



a) – Structure du cyste.



b) – Cyste d'artémia.

Figure 4. Cyste d'artémia (DHONT et VAN STAPPEN, 2003).

### I-3-3-Morphologie du nauplius

Les nauplii d'artémia sont de petits crustacés qui peuvent vivre dans les eaux douces comme ils peuvent vivre dans des eaux saumâtres, ces petites créatures peuvent résister à des taux de salinité extrêmes (jusqu'à près de  $350 \text{ g l}^{-1}$ ) qui interdisent le développement de tout autre organisme animal. La taille des nauplii d'artémia n'excède pas les treize millimètres, elles sont largement utilisées comme première nourriture pour les alevins et sont aussi utilisées comme supplément pour nourrir les adultes et les « inciter » à se reproduire.

Le nauplii (fig.5) est formé de trois paires d'appendices qui comprennent : les antennes (relativement larges) qui servent à la locomotion, les antennules et les mandibules qui elles, joueront un rôle alimentaire dès le deuxième stade larvaire (méta-nauplius).

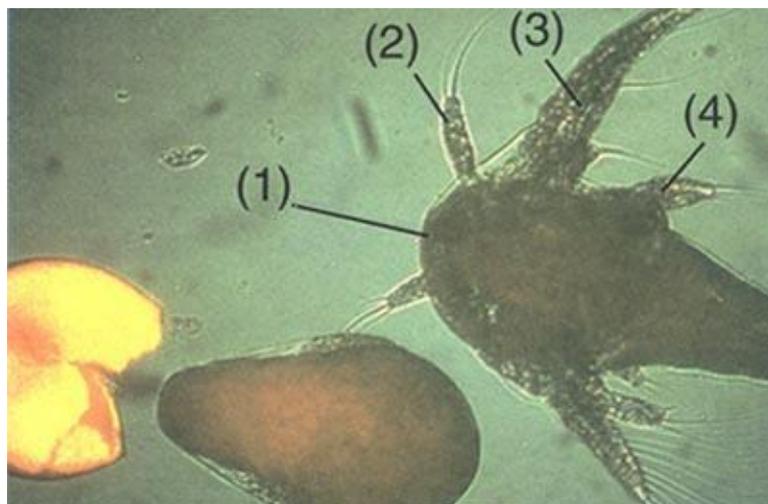


Figure 5. Nauplius d'artémia après éclosion (LAVENS et SORGELOOS, 1996). (1) oeil nauplien ; (2) antennule ; (3) antenne ; (4) mandibule.

## I -4-Ecologie de l'artémia

### I-4-1-Composition ionique et salinité

Dans la nature, l'artémia prolifère dans les milieux hyper salés à salinité supérieure à 100 g/kg (HEDGPETH, 1959) qui sont de deux catégories :

- Milieux athalassohalins : comme les lacs salés intérieurs (ou continentaux), les étangs salés, les sebkhas et les chotts. Ces milieux sont caractérisés par des eaux riches en carbonates, en potassium ou en sulfates et sont alimentés uniquement par les eaux des oueds et des pluies (PERSOONE et SORGELOOS, 1980 ; SPITCHAK, 1980).
- Milieux thalassohalins : comme les salines côtières et les lacs en communication directe avec la mer. Ce type de milieu est caractérisé par une composition chimique chlorée (PERSOONE et SORGELOOS, 1980 ; SPITCHAK, 1980).

Ces milieux sont caractérisés par un climat tropical, sub-tropical et tempéré.

La majorité des biotopes colonisés par l'artémia sont constitués de saumures peu profonds (salines), mais parfois présentant une certaine profondeur avec une stratification physico-chimique et biologique importante (lacs salés comme de Grand Lac salé Utah U.S.A).

L'artémia est une espèce euryhaline grâce à sa capacité de tolérer des valeurs très élevées de salinité. En effet, cette espèce a développé un système de défense écologique qui lui permet de supporter des compositions ioniques et des salinités létales pour la majorité des autres espèces aquatiques. Ce système d'osmorégulation exceptionnel a fait d'elle la meilleure espèce des métazoaires aquatiques en terme de résistance à la salinité (COLE et BROWN, 1967) puisqu'elle peut vivre dans des eaux de salinités comprises entre 9  $g\ l^{-1}$  (BRISSET, 1981) et 340  $g\ l^{-1}$  (POST et YOUSSEF, 1977). La salinité a un impact très important sur la production des cystes du fait que la femelle ne peut l'émettre qu'à partir d'un certain niveau qui est de 85  $g\ l^{-1}$  pour la souche californienne de la baie de San Francisco (SORGELOOS, 1980).

Son hémolymphe est maintenue hypotonique par rapport au milieu environnant (CROGHAN, 1985) grâce à l'excrétion active des sels par le biais des exopodites des thoracopodes ou périopodes. On peut rencontrer les populations de ce crustacé dans des eaux riches en chlorures, sulfates, carbonates, potasses etc., dont la composition ionique est

totalement différente à ceux de l'eau de mer (COLE et BROWNE 1967 ; BOWEN *et al.*, 1985).

### **I-4-2-Température**

L'artémia est une espèce eurytherme pouvant vivre dans des milieux à température comprise entre 6°C et 37°C et survivre pendant quelques jours à une température de 40°C (VOS et TRANSUTAPANIT, 1979), alors que son optimum de croissance, variable entre les souches, est compris entre 25°C et 30°C. Ces limites ne sont pas fixes et restent liés aux caractéristiques de chaque population et espèce (AMAT, 1985a).

La tolérance vis-à-vis de ce paramètre varie en fonction des stades du développement :

- ✚ Les cystes peuvent tolérer des températures élevées.
  
- ✚ Les larves peuvent tolérer des températures comprises entre 6°C et 40°C (SKOULTCHI et MOROWITZ, 1964 ; HINTON, 1964).

### **I-4-3-Oxygène**

L'artémia est une espèce euroxybionte car elle peut vivre dans une gamme très large d'oxygène dissous. Elle peut proliférer dans des milieux où le taux de saturation d'oxygène est de 150% (lors d'un « bloom » algal) ainsi qu'à un taux de 2% (milieux pauvres en oxygène dissous).

### **I-4-4-Potentiel hydrogène**

L'artémia n'est rencontrée qu'en milieu neutre (pH= 7) ou alcalin (pH> 7). En effet, les informations relatives à l'influence du pH sur la croissance des juvéniles et sur le maintien des adultes sont rares ; en revanche, ce paramètre joue un rôle capital lors de l'éclosion (SATO, 1967) et à des valeurs inférieures à 6 devient létal pour l'Artémia (BRISSET, 1984).

### **I-4-5-Dispersion**

Les principaux facteurs qui sont à l'origine de la dispersion des cystes sont le vent et les oiseaux (LOFFER, 1964 ; MAC DONALD, 1980). Cependant, de nos jours, l'homme joue également un rôle important dans la dispersion de cette espèce par l'inoculation.

#### **I-4-6-Compétition, prédation et parasitisme**

Cette espèce n'a pas de compétiteurs, du moins dans les milieux hypersalés, mais à des salinités inférieures à 70 g/kg, quelques groupes d'invertébrés peuvent entrer en compétition avec elle comme les rotifères, les ciliés et plus rarement divers crustacés (anostracés et copépodes).

Les prédateurs de cette espèce sont nombreux et le sont d'autant plus lorsque la salinité est proche de celle de l'eau de mer, car tous les zooplanctophages trouvent dans l'artémia un aliment facile à capturer à cause de la lenteur de sa nage en pleine eau en position renversée (ALOUÏ, 2003). L'artémia est sujette à des maladies dues à des parasites mais peu de littérature existe sur ce point (SORGELLOOS, 1980).

#### **I-5-Régime alimentaire**

L'artémia est une espèce typiquement « filter feeder » phagotrophe (PROVASOLI et SHIRAIISHI, 1959) qui s'alimente en se déplaçant perpétuellement. Le processus d'alimentation de cette espèce diffère selon les stades de développement :

- ✚ Chez les nauplii, elle est assurée par la deuxième paire d'antennes.
- ✚ Chez l'adulte, elle est assurée par les thoracopodes (11 paires d'appendices thoraciques remplacés au fil des mues) (TOBIAS et *al.*, 1980).

L'artémia capte, par battements rythmiques et coordonnés, toutes particules inertes ou vivantes en suspension grâce aux soies garnissant les thoracopodes (VOLMER, 1952). L'Artémia peut absorber des particules de quelques micromètres (comme les bactéries) jusqu'à des tailles de 25 microns (SEKI, 1966 ; TAKANO, 1967) ; mais d'une façon générale, elle est capable d'ingérer toute particule dont la taille est inférieure à 60 microns (REEVE, 1963).

Des études faites au « *Laboratoire d'aquaculture et centre de référence d'artémie* » (ARC) ont permis de déterminer la taille optimale des particules alimentaires (phytoplancton, bactéries et détritiques) qui est de 25 à 30 microns pour le nauplius et 40 à 50 microns pour l'adulte (DOBELLEIR et *al.*, 1980).

Lorsque le phytoplancton devient rare, L'artémia se positionne sur les fonds vaseux et agite les microparticules organiques sédimentées afin de les mettre en suspension pour les filtrer et les ingurgiter. Si le milieu est pauvre en nourriture, la croissance de l'artémia sera lente et une forte mortalité sera observée (KELLOG, 1906).

La composition des aliments ne présente pas une préférence particulière chez l'artémia, d'où l'intérêt économique indéniable pour son élevage. Cette absence de sélectivité augmente considérablement l'éventail des aliments nécessaires au développement de l'artémia. Donc, quel que soit la matière choisie, vivante ou inerte, elle doit présenter deux caractéristiques primordiales pour être ingérée par l'artémia : l'insolubilité et la petitesse de la taille (<50 microns).

### I-6- Reproduction de l'artémia

La reproduction de l'artémia fut étudiée par SORGELOOS et *al.*, (1986). Les populations naturelles de l'artémia peuvent être soit bisexuées soit parthénogénétiques capables de se reproduire pendant plusieurs générations sans être fécondées. Chez les souches bisexuées, la position d'accouplement ou « position d'équitation » (fig.6) est la phase pendant laquelle le mâle saisit la femelle entre l'utérus et la dernière paire de thoracopodes, tout en fléchissant son abdomen et introduit l'un de ses deux pénis dans l'appareil génital de la femelle et libère ainsi son sperme, et le couple peut aussi nager durant une longue période dans cette position (SORGELOOS, 1980). Entre temps, l'ovogenèse a progressé chez la femelle, ce qui est facilement visible à travers le corps transparent de l'animal.

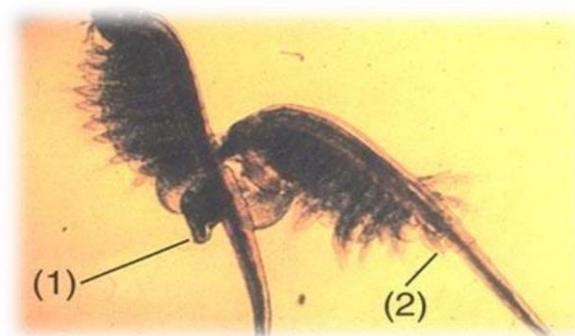


Figure 6. Couple d'artémia en position d'accouplement (Riding position ou position d'équitation) ; 1, uterus ; 2, penis (LAVENS et *al.*, 1996).

Le comportement reproducteur des différentes souches de l'artémia dépend également des conditions du milieu (MAC DONALD, 1980 ; PERSOONE et SORGELOOS, 1980 ; ALOUI, 1998) :

- ✚ Si les conditions sont favorables, le mode de reproduction est ovovivipare (production des nauplii).
  
- ✚ Si les conditions sont défavorables, l'oviparité (production de cystes) l'emporte sur l'ovoviviparité.

Les facteurs qui déclenchent le processus d'oviparisme restent un sujet de larges discussions. DRINKWATER et CLEGG en 1991 concluent que ce sont les facteurs environnementaux qui déterminent le mode de reproduction chez l'artémia et sont spécifiques et multiples pour chaque population.

### **I-7- Biologie et cycle de vie de l'artémia**

Les femelles peuvent se reproduire en donnant directement des nauplii ou bien des cystes (fig.7) Les cystes produits peuvent rester en diapause (métabolisme embryonnaire bloqué en métaphase) pendant plusieurs années consécutives sans perdre leur faculté germinative à condition qu'ils restent secs dans des conditions anaérobiques ou si la salinité du milieu est supérieure à 85 g/L qui est le seuil d'éclosion (PERSOONE et SORGELOOS, 1980 ; WHITAKER, 1940). 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 SORGELOOS, 1987). La capacité de l'artémia d'alterner les modes de reproduction rappelle le cas des daphnies et des rotifères.

Ces cystes flottent à la surface de l'eau et sont transportés par l'action du vent vers les berges où ils se mélangent avec le sable. En hiver, ces cystes sont emportés par les eaux de pluies à l'intérieur des bassins de la saline. La présence de la pellicule d'eau favorise leur éclosion pour donner des nauplii (au bout de 24 à 36 heures). Ces derniers passent par plusieurs stades de développement (15 mues) pour arriver au dernier stade qui est le stade adulte après une quarantaine de jours en moyenne. La durée de développement du nauplii à l'adulte a été décrite comme suit : nauplii instar I → nauplii instar II (8 heures) ; nauplii instar II → juvénile → pré-adulte (1 à 3 semaines) ; pré-adulte → adulte (1 à 2 semaines) (LAVENS et SORGELOOS, 1996). Sous des conditions optimales, les nauplii de l'artémia peuvent

## GENERALITES

devenir adulte au bout de 8 jours seulement. Ces adultes vont se reproduire et émettre plus de 300 cystes ou nauplii tous les 4 jours (LAVENS et SORGELOOS, 1996).

Chez l'artémia, la taille de l'individu, le développement rapide et la fréquence des mues etc., varient selon l'espèce et l'influence des facteurs physicochimiques tels que la salinité, la température, la concentration d'oxygène, le pH, le type et la disponibilité d'aliment, ou la densité de la population.

*Voie parthénogénétique*

*Voie bisexuée*

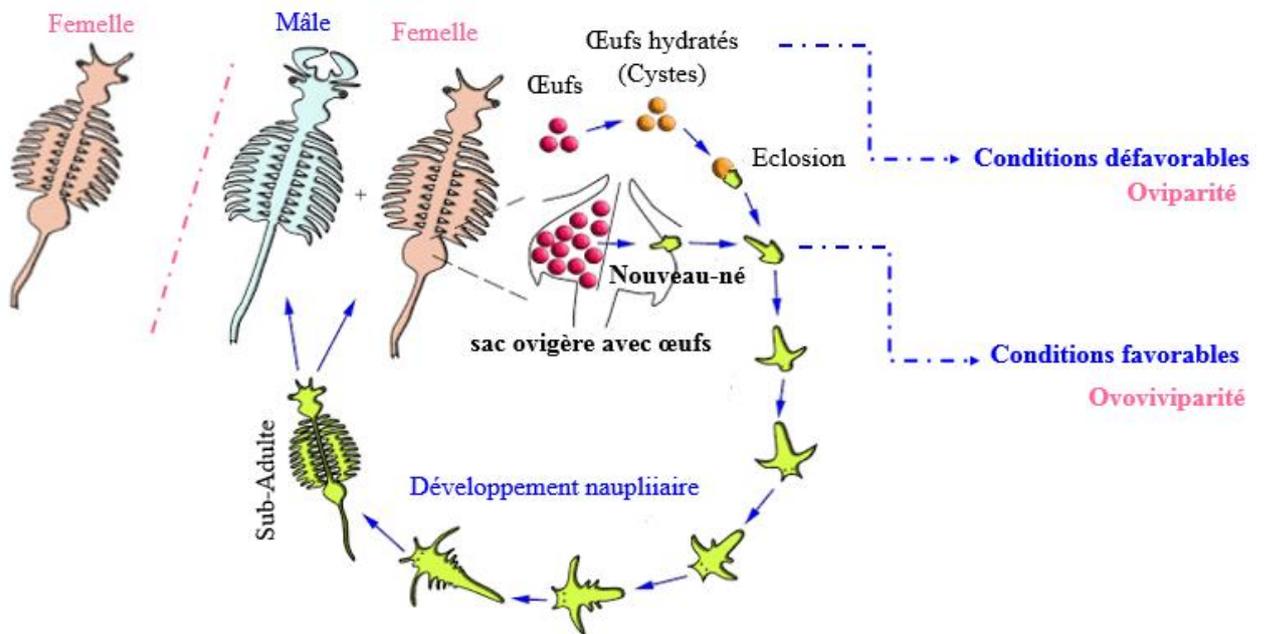


Figure 7. Cycle biologique de l'artémia.

**MATERIEL  
ET  
METHODES**

## II-1-Présentation du site d'étude

La saline d'Arzew (sebkha de Bethioua) située en totalité dans la commune de Bethioua wilaya d'Oran, à son extrémité sud-ouest, elle est classée depuis le 12 décembre 2004 en site « Ramsar », zone humide d'importance internationale pour l'avifaune.

La saline de Bethioua a été exploitée depuis 1884 par la société française NOBEL-BOZEL et sa filiale BOZEL MALTERA, elle fut nationalisée en Février 1970 et est actuellement régie sous la direction de l'ENASEL (Entreprise Nationale de Sel). Cette saline est établi sur la rive sud de la dépression appelée « lac salé d'Arzew » d'une superficie de 2700 hectares.

Les pluies remplissent le lac et dissolvent la couche de sel qui tapisse le sol, quand vers la fin d'avril, les eaux ont atteint la concentration voulue ; elles sont envoyées par pompage sur six tables salantes d'une superficie d'environ six hectares chacune ou elles déposent leur sel et la récolte se fait en automne. Depuis quelques années, à cause notamment de la faible pluviométrie, la production d'extraction de la saline ne dépasse plus 44500 t/an (ENASEL, 2018).

### II-1-1-Cadre physique

La saline de Bethioua est éloignée d'une distance de 15 km de la côte Oranaise méditerranéenne. Elle se situe à 20 Km au sud-ouest de la ville d'Arzew et à 50 Km Du chef-lieu de la wilaya d'Oran avec une altitude de 54,9 m par rapport la mer, à une latitude de 35°43.570' Nord et à une longitude de 00°16.140' Ouest (fig.8).



Figure 8. Situation géographique de la saline de Bethioua (Oran, Algérie), (QGis, 2018).

La saline est alimentée par les eaux de pluie et de ruissellement, et atteint une profondeur moyenne maximale d'environ 1m20, le fond est de nature argilo-sableuse a tendance marécageuse vers les berges.

La production du sel à partir de cette saline se réalise grâce à des conditions climatologiques favorables (ENASEL, 2018).

### **II-1-2-Cadre hydro-climatique**

Le site est caractérisé par l'étage bioclimatique semi-aride à aride, à variante chaude, avec une pluviométrie annuelle comprise entre 300 et 400 mm et des températures avec 9°C pour janvier, le mois le plus froid, et 32°C en Août, le mois le plus chaud (GHOMARI, 2013).

### **II-2-Collecte et conservation des échantillons de cystes**

Les cystes d'artémia ont été ramassés à différents endroits sur la couche superficielle du lac salé à l'aide d'une petite pelle pour éviter de ramasser le moins possible les matériaux associés aux cystes comme le sable, le pollen, les débris, les plumes etc. En totalité nous avons prélevé trois échantillons de cystes à deux périodes différentes (le mois de Mars et le mois de Mai).

Après la récolte, les cystes sont immédiatement enveloppés dans des sacs noirs en plastique après avoir ajouté du sel provenant de la saline afin de conserver les cystes à l'abri de l'obscurité et de l'humidité. Les échantillons sont acheminés au laboratoire du CNRDPA pour un processus complet de purification.

### **II-3-Traitement des cystes**

Le matériel collecté est versé en saumure concentrée à saturation car les fortes salinités inhibent le métabolisme embryonnaire et favorisent la déshydratation. La suspension est soumise à une intense agitation (agitation non-mécanique) durant plusieurs heures en utilisant une forte aération dans le but de séparer les cystes des autres matériaux adhérents. Par la suite l'aération est interrompue pour laisser le mélange décanter. Les cystes et les 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 éliminée par siphonage.

Les cystes une fois séparés des matériaux adhérents denses, se retrouvent toujours mélangés d'autres particules légères de densité identique ou inférieure. Ils sont transférés à

## MATERIEL ET METHODES

travers une série de tamis d'un maillage décroissant (500  $\mu\text{m}$ , 300 $\mu\text{m}$ , 160  $\mu\text{m}$  de diamètre), qui permet de retenir les cystes et favorise le passage du matériel plus fin (pollen, fragment de mue des arthropodes etc.).

Après ces étapes, les cystes sont mélangés à l'eau distillée dans un récipient avec une forte agitation par aération. Après un laps de temps, l'air est coupé, pour entamer la décantation. Les cystes entiers hydratés se déposent au fond du récipient. Cette étape est généralement réalisée en condition de basse température afin de ralentir le mécanisme métabolique de l'embryon. Selon SORGELLOOS *et al.*, (1978), 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 et ils sont soumis postérieurement à l'action de la chaleur dans une étuve de séchage à 39°C (fig.9).

Les échantillons de cystes sont conservés à une température inférieure à 4 °C pour minimiser leur activation métabolique.

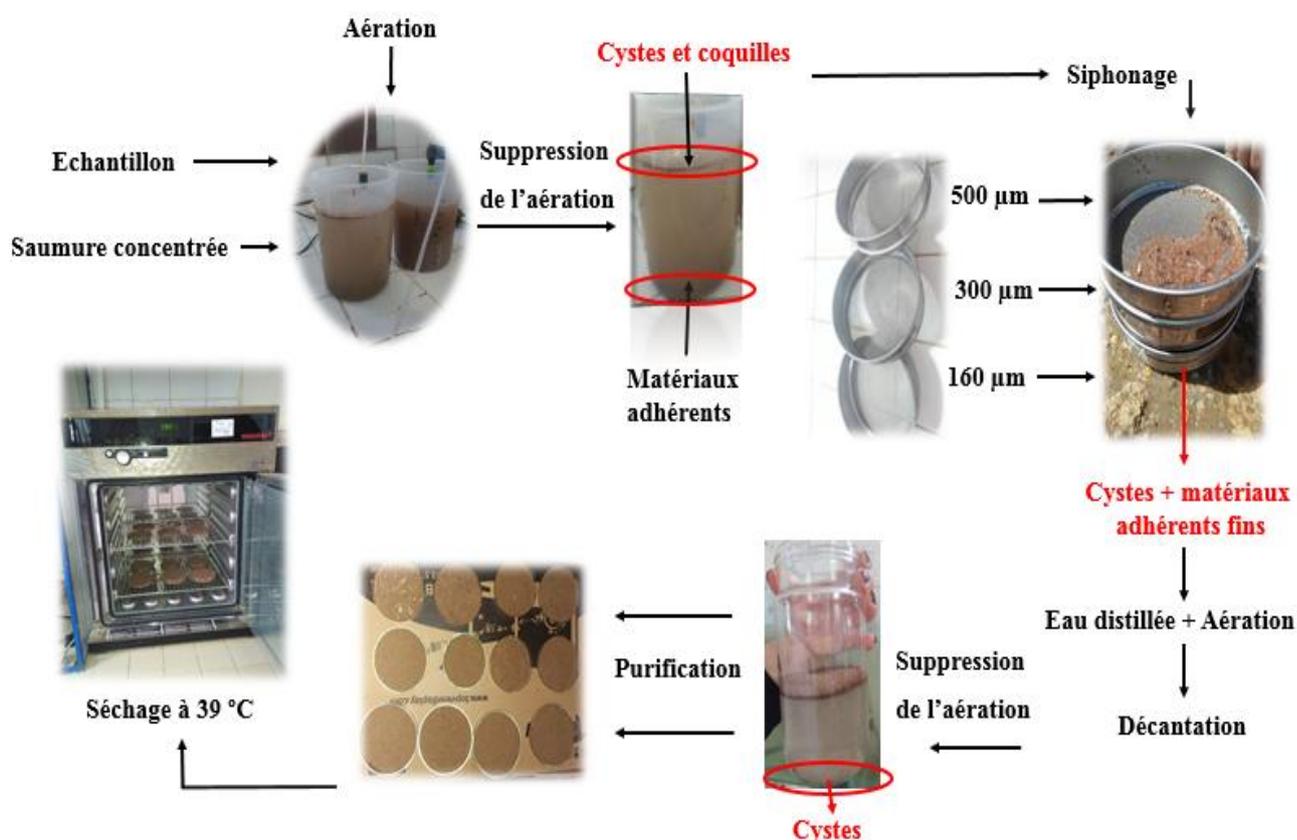


Figure 9. Schéma de la méthodologie adoptée pour le processus de purification des cystes d'artémia.

### II-4-Incubation des cystes

Le montage expérimental utilisé pour l'incubation, est composé d'un récipient de cristal d'un volume de 50 litres, rempli d'eau douce maintenue à une température adéquate. Dans ce bain sont introduits des bouteilles remplies d'eau de mer et des cystes, ces derniers sont incubés à une densité inférieure à 5g de cystes déshydraté par litre (SORGELLOOS, 1980).

L'incubation est effectuée pendant 24/48 heures sous des conditions standards : eau de mer saturée en oxygène dissous avec l'utilisation d'un aérateur muni d'un tuyau d'oxygène et un diffuseur, qui permet le brassage du contenu de la bouteille. La température est fixée à 25-30°C grâce à un thermostat, la salinité est fixée à 35  $g\ l^{-1}$  avec un salinomètre, et sous un éclairage à l'aide d'une lampe aquarium ou un néon (fig.10).



Figure 10. Montage expérimental d'incubation des cystes utilisé au niveau du CNRDPA (Bousmail).

### II-5- Etude de la qualité d'éclosion des cystes d'artémia

L'étude de la qualité d'éclosion de cystes d'artémia est basée sur la détermination de paramètres suivant :

- Taux d'éclosion (BRUGGEMAN *et al.*, 1980)
- Efficacité d'éclosion (SORGELLOOS *et al.*, 1978)
- Biomasse d'éclosion (VANHAECKE et SORGELLOOS, 1982).

### II-5-1-Taux d'éclosion

C'est le paramètre qui exprime le nombre de nauplius obtenu à partir de 100 cystes, sans prendre en considération le degré d'impureté de l'échantillon. Des cystes de bonne qualité doivent dépasser un taux d'éclosion de 80%. La procédure appliquée est celle de RUGGEMAN *et al.*, (1980) selon la méthode suivante :

- Incubation des cystes pendant deux heures.
- Prélever cinq échantillons de 0.25ml chacun en utilisant une micropipette.
- Compter le nombre exact de cystes dans chaque boîte à l'aide d'une loupe binoculaire.
- Calculer la moyenne des cystes (C).
- Compléter les boîtes de pétri avec de l'eau de mer naturelle ou artificielle (35 %), suffisamment aérée au préalable.
- Incuber les cystes pendant 48 heures.
- Fixer les nauplii en ajoutant quelques gouttes d'une solution de chloroforme.
- Sous la loupe binoculaire, compter les nauplii dans chaque boîte (fig.11).

Le taux d'éclosion (H%) est déterminé en appliquant la formule suivante :

$$H\% = \frac{N}{N+C} \cdot 100$$

Avec :

N = nombre de cyste éclos.

C = nombre de cyste non éclos.



Figure 11. Cystes d'artémia sous une loupe binoculaire (Gx40).

### II-5-2-Efficacité d'éclosion (EE)

C'est le nombre de nauplii produit par gramme de cystes (les meilleurs cystes produisent près de 300.000 nauplii / g de cystes). Ce critère décèle la pureté et la viabilité des cystes. Néanmoins il ne prend pas en compte la taille et le poids des nauplii.

L'efficacité d'éclosion est déterminée en prélevant avec une micropipette 0,25 ml du flacon d'incubation qu'on introduit dans une boîte de pétrie et on procède au comptage des nauplii à l'aide d'un microscope optique.

Le calcul de l'efficacité d'éclosion (EE) se fait selon la formule suivante :

$$EE = (N * V) / (v * C)$$

Avec :

**N** = nombre de nauplii observé.

**V** = volume d'incubation = 1000 ml.

**v** = volume de l'échantillon prélevé pour le comptage = 0,25 ml.

**C** = quantité de cystes incubés = 1g.

### II-5-3-Biomasse d'éclosion (b)

C'est la biomasse naupliiaire (mg de poids sec) produite par gramme de cystes. Les meilleurs cystes produisent jusqu'à 600 mg de nauplii/gramme de cystes (VANHAECKE et SORGELOOS, 1982).

Après l'éclosion, les nauplii sont récupérés sur un tamis spécial de 60 µm de vide de maille sont séchés sur un papier absorbant pour éliminer l'excès d'eau et pesé à l'aide d'une balance à précision (fig.12).

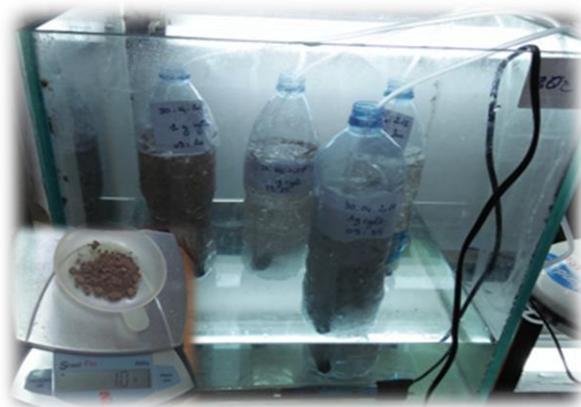


Figure 12. Incubation des cystes d'artémia (la présente étude).

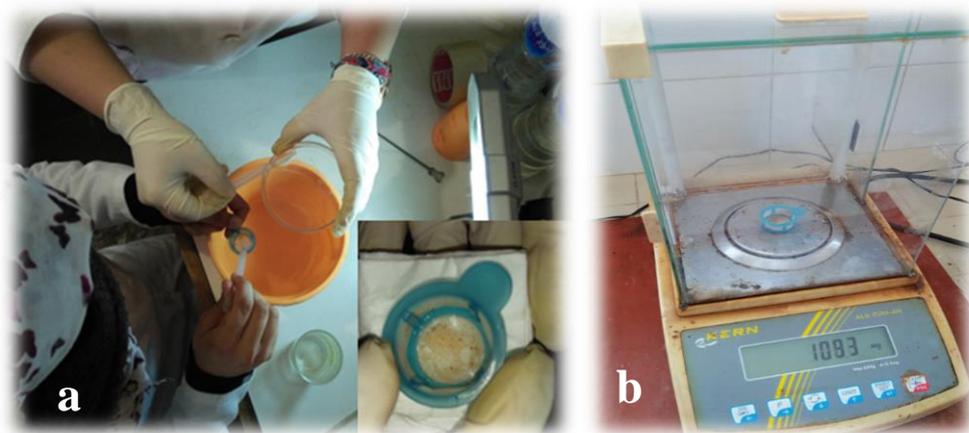


Figure 13. Récolte et pesage des nauplii d'artémia fraîchement éclos (la présente étude).  
(a) récolte, (b) pesage.

### II-6-Elevage

#### II-6-1-Elevage des nauplii d'artémia

Une fois l'éclosion atteinte, il suffit de couper l'arrivée d'air, et de laisser reposer 15 à 30 minute environ, une fois reposé nous avons 03 couches : au-dessus les cystes non éclos, au fond les coquilles vides et les nauplii morts, et le long de la colonne d'eau se répartissent les nauplii nageant librement. Ces derniers sont siphonnés et recueillis sur une maille à plancton et utilisés pour l'expérimentation (fig.14).



Figure 14. Séparation des cystes éclos de ceux non éclos par siphonage (la présente étude).

Les nauplii recueillis sont mis en élevage dans des contenants en verre d'une capacité de 1 à 2 litres d'eau de mer artificielle diluée à 35  $\text{gl}^{-1}$  et filtrée pour la première semaine, et de saumure à 60  $\text{gl}^{-1}$  et 80  $\text{gl}^{-1}$  pour la deuxième et la troisième semaine respectivement.

Les nauplii sont mis à une densité de 100 individus par litre et sous aération continue à l'aide une pompe à air. Les contenants en verre sont placés dans un récipient de cristal d'un volume de 50 litres, rempli d'eau douce et régulée à une température de 25°C grâce à un Thermostat et sous un éclairage à l'aide d'une lampe aquarium ou un néon (fig.15).

Ces nauplii sont alimentés avec *Tetraselmis suecica* (HONTORIA et AMAT, 1992) et le milieu d'élevage est renouvelé tous les 2 à 3 jours. Un suivi est effectué au niveau des récipients d'élevage chaque semaine pour mesurer de la tête à l'anus une trentaine d'individus prélevée au hasard, après anesthésie au chloroforme. Le taux de croissance est mesuré par le gain moyen de taille (en mm) /jour.



Figure 15. Montage expérimental d'élevage de l'artémia (la présente étude).

### II-6-2-Elevage du phytoplancton

*Tetraselmis suecica* (BUTCHER, 1959) est une micro-algue verte unicellulaire flagellée qui se divise par bipartition, halophile pouvant supporter des concentrations élevées en sels et elle est sensible à trois grands facteurs : la turbidité, la proportion de carbone organique total (TOC) et la salinité. *Tetraselmis suecica* est une souche riche en lipides : Oméga 3, EPA, ARA, en acides aminés, et en acides gras polyinsaturés, et elle est utilisée dans les couveuses

afin de nourrir des mollusques bivalves, larves des crevettes « *penaeidae* » et rotifères. La taille de cette espèce varie entre 8 à 10µm de longueur (POUVREAU, 1977).

Les cellules sont vertes, mobiles ou non et ovoïdes. Les cellules mobiles possèdent 4 flagelles égaux, insérés dans une dépression antérieure. Le plaste est lobé à la partie antérieure, le pyrénôïde, basal, est entouré d'amidon. Le noyau est central, quant au stigma, il est généralement présent. Les flagelles sont recouverts d'écailles typiques en plusieurs couches. Les cellules non mobiles formant des sortes de kystes peuvent présenter plusieurs parois successives, toujours lisses. Chaque kyste peut contenir 4 cellules à paroi ornementée.

La systématique de *Tetraselmis suecica* (BUTCHER, 1959) est la suivante :

Embranchement : Chlorophyta

Classe : Chlorodendrophyceae

Ordre : Chlorodendrales

Famille : Chlorodendraceae

Genre : *Tetraselmis*

Espèce : *Tetraselmis suecica* (BUTCHER, 1959)

### II-6-2-1-Milieu de culture

Au cours de cette étude, nous avons utilisé le milieu de culture F/2 de GUILLAR et RYTHER (1962) (tableau 2).

Tableau 2. Milieu de culture F/2 (GUILLARD et RYTHER, 1962).

Composition de l'eau de mer artificielle		Composition de la solution de microéléments	
NaCl	28,13 g	Na <sub>2</sub> EDTA	4,16 g
KCl	0,77 g	FeCl <sub>3</sub> , 6H <sub>2</sub> O	3,15 g
CaCl <sub>2</sub> , 2H <sub>2</sub> O	1,60 g	CuSO <sub>4</sub> , 5H <sub>2</sub> O	0,01 g
MgCl <sub>2</sub> , 6 H <sub>2</sub> O	4,80 g	ZnSO <sub>4</sub> , 7H <sub>2</sub> O	0,022 g
NaHCO <sub>3</sub>	0,11 g	CoCl <sub>2</sub> , 6H <sub>2</sub> O	0,01 g
MgSO <sub>4</sub> , 7 H <sub>2</sub> O	3,50 g	MnCl <sub>2</sub> , 4H <sub>2</sub> O	0,18 g
Eau distillée :ajuster à	1 000 ml	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> , 2H <sub>2</sub> O	0,006 g
		Eau distillée :ajuster à	1 000 ml
Composition de la solution vitaminique			
Cyanocobalamine (Vitamine B12)			0,0005 g
Thiamine HCl (Vitamine B1)			0,1 g
Biotine			0,0005 g
Eau distillée : ajuster à			1 000 ml

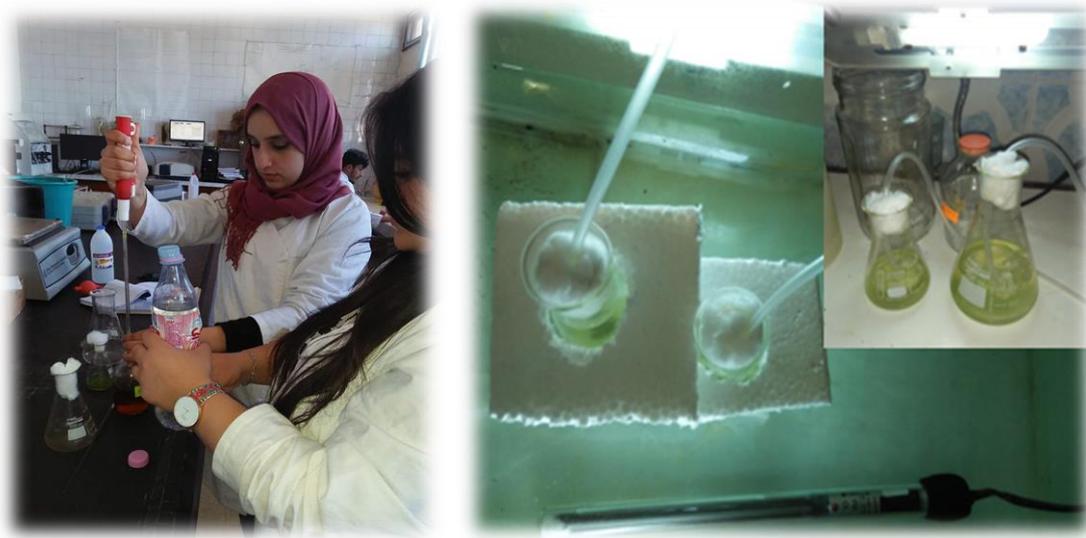
### II-6-2-2-Entretien de la souche

Cette opération consiste à un repiquage tous les quinze jours afin de maintenir les micro-algues en bonnes conditions et permettre aux jeunes cellules de garder un bon potentiel de multiplication. Le repiquage c'est le fait de dédoubler une souche mère pour obtenir deux souches filles. Une souche fera au bout de quinze jours office de souche mère. L'autre souche fille permettra une éventuelle mise en route d'une culture. Les erlenmeyers servant au repiquage sont remplis d'eau de mer enrichie avec du milieu de culture et fermés à l'aide du coton cadré (BEN SAID, 1994). Tout le matériel servant à l'entretien de la souche doit être stérilisé pour éviter toute contamination. L'étape de l'entretien de la souche se fait sans aération. C'est une culture stagnante.

### II-6-2-3-Protocole expérimental

La culture des micro-algues a été réalisée dans des erlenmeyers (500 ml de volume) contenant 200 ml d'eau de mer filtrée sur papier filtre. Un inoculum de 100 ml de la souche de micro-algue est introduit dans chaque erlenmeyer. Le volume d'eau de mer doit être le double de celui de la micro-algue. L'éclairage est assuré par des lampes. L'aération est assurée à l'aide de pompe à air pour aquarium afin d'apporter le O<sub>2</sub> à la culture et éviter la sédimentation et la stratification des cultures qui empêche la bonne exposition de la population algale à la lumière. Dans le milieu de culture, la température varie entre 18 et 22°C (fig.16).

Dans la solution de culture des micro-algues, on ajoute tous les deux jours 1 ml du milieu F/2 pour 1 litre de solution de micro-algues. En même temps, on ajoute 100 ml de l'eau de mer filtrée dans chaque erlenmeyer jusqu'à atteindre le volume de 500 ml. Le milieu de culture est ajusté régulièrement afin d'obtenir une densité importante de micro-algues (coloration foncée).



a) – ajustement du milieu F/2.

b) – mise en élevage de *Tetraselmis suecica*.

Figure 16. Culture des micro-algues (la présente étude).

Après cinq à sept jours, on prend un ballon de 10 litres dans lequel on verse 2,5 litres d'eau de mer filtrée. Par la suite, on y verse un erlenmeyer contenant 500 ml de micro-algues, puis on ajoute le milieu de culture nécessaire. Après deux jours, on ajoute 1 litre d'eau de mer stérile au ballon ( $V_f = 4L$ ) tout en ajoutant le milieu de culture.

### II-6-2-4-Suivi temporel de la culture

Au cours de nos expérimentations, nous avons effectué un comptage des cellules algales sous microscope photonique à l'aide de la cellule de Malassez. Cependant, le suivi de développement phyto-planctonique a été assuré généralement visuellement en observant l'aspect des cultures. Lorsque la densité atteint le « bloom » ou efflorescence, on distribue ces micro-algues aux individus d'artémia, et on inocule de nouveaux récipients. L'ensemencement de nouvelles cultures se fait en général dans les proportions :  $\frac{1}{4}$  algues et  $\frac{3}{4}$  eau de mer. Le temps entre l'inoculation et le bloom varie entre 5 et 7 jours.

### II-7-Qualité physico-chimique et hydro-biologique de l'eau d'élevage des individus de l'artémia

Nous avons fait un suivi des principaux paramètres physicochimiques et hydro-biologiques de l'eau des bassins à artémia. Les analyses ont porté sur la température, la salinité, l'oxygène dissous, le pH, et les sels nutritifs en utilisant le matériel suivants :

- Le multi-paramètre pour l'évaluation des facteurs physiques du milieu (pH, oxygène dissous, salinité et température).
- Le spectrophotomètre pour mesurer les taux d'ammoniaque ( $\text{NH}_4^+$ ), des nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ), des nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ), et du phosphate ( $\text{PO}_3^-$ ).

Les analyses des sels nutritifs de l'eau sont réalisées au laboratoire de recherche au CNRDPA par la méthode spectrale. Le protocole des dosages est celui d'AMINOT et CHAUSSEPIED (1983).

#### II-7-1-Dosage des nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )

Réactifs :

- Solution de salicylate de sodium à 5% (100 ml d'eau distillée dans 0.5 g).
- Acide sulfurique concentré (densité = 1.84).
- Solution d'hydroxyde de sodium et tétra double de sodium et potassium :
  - ❖ 250 ml d' $\text{H}_2\text{O}$  distillée
  - ❖ 100 g de la Soude (NaOH)
  - ❖ 15 g de tétra double de sodium et potassium

## MATERIEL ET METHODES

Nous procédons au mélange de 10 ml de l'échantillon d'eau avec 1 ml de solution de salicylate de sodium dans une bouteille puis nous l'évaporons à sec sur une plaque chauffante (fig.17). Nous laissons refroidir, ensuite nous ajoutons 2 ml d'acide sulfurique concentré. Dix minutes après, nous ajoutons 15 ml d'H<sub>2</sub>O distillée et 15 ml de solution d'hydroxyde de sodium et tétra double de sodium et potassium. Nous mesurons l'absorbance au spectrophotomètre à 415 nm.



(a)

(b)

Figure 17. Dosage des nitrates (Laboratoire CNRDPA, 2018). (a) préparation de solution d'hydroxyde de sodium et tétra double de sodium et potassium, (b) évaporation à sec des échantillons.

### II-7-2-Dosage des nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)

Nous procédons au mélange de 50 ml de l'échantillon d'eau avec 1ml de réactif R1 (solution de sulfamide) dans une fiole. Deux à huit minutes après, nous ajoutons 1ml de réactif R2 (solution de N- Naphtyléthylène diamine). Il faut attendre au moins 10 minutes et ne pas dépasser 2 heures pour obtenir une coloration rose (annexe I). Nous mesurons l'absorbance à 543 nm grâce au spectrophotomètre U.V visible.

### II-7-3-Dosage de l'azote ammoniacal (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)

Nous procédons au mélange de 100 ml de l'échantillon d'eau avec 3ml de réactif R3 (solution de phénol-Nitro-prussiaste de sodium) dans une bouteille puis nous l'agitons pour homogénéiser la solution, ensuite nous ajoutons sans attendre 3 ml de réactif R4 (solution d'alcaline d'hypochlorite). La bouteille fermée doit être placée à l'abri de lumière pendant une nuit. Nous mesurons l'absorbance à 630 nm.

### II-7-4-Dosage du phosphate ( $\text{PO}_4$ )

Réactifs :

Réactif R 5 : Solution de molybdate d'ammonium.

Réactif R 6 : Solution d'acide sulfurique (densité=1,80).

Réactif R 7 : Solution d'acide ascorbique.

Réactif R 8 : solution d'oxotartrate de potassium et d'antimoine.

Réactif R 9 : Mélange des réactifs 5, 6,7 et 8.

Réactif R 10 : Solution étalon primaire de phosphate.

Réactif R 11 : Solution étalon secondaire de phosphate.

Nous procédons au mélange de 100 ml de l'échantillon avec  $10 \pm 0,5$  ml de mélange réactifs dans chaque fiole. Nous mélangeons et laissons reposer 5 minutes. Nous mesurons l'absorbance à 885 nm.

### II-8- Etude biométrique et morphométrique de l'artémia

L'étude biométrique de l'artémia est basée sur la mesure des paramètres, tels que : le diamètre des cystes et la longueur totale des nauplii fraîchement éclos. Afin d'étudier la souche d'artémia de chott Bethioua, nous avons effectué des mesures sur les cystes hydratés non-décapsulés et sur des cystes hydratés décapsulés, selon la méthode de (LAVENS et SORGELOOS, 1987). Des mesures sont aussi effectuées sur des nauplii fraîchement éclos, et sur des adultes mâles et femelles, conformément à la méthode d'AMAT(1980).

#### II-8-1- Biométrie des cystes

##### II-8-1-1.Hydratation des cystes

Nous avons pris un échantillon de cyste sec traité au préalable, ces derniers ont été mis dans une petite boîte de pétri dans l'eau de mer pendant deux heures. Généralement ces cystes sont entièrement hydratés (fig.18) après incubation à température ambiante pendant 2h (LAVENS et SORGELOOS, 1987).

### II-8-1-2. Décapsulation des cystes

Quand les cystes deviennent sphériques après hydratation, une quantité de cystes (15mg) a été décapsulée à l'aide de l'eau de javel (12° chlorométrique) à raison de 50 ml pour 25 grammes de cystes. La dissolution de la coquille dure 4 à 8 mn, au-delà desquels un changement de couleur allant du brun foncé à l'orangé vif s'opère. Les œufs ainsi décapsulés sont filtrés, rincés à l'eau douce (GHOMARI, 2013) (fig.18).

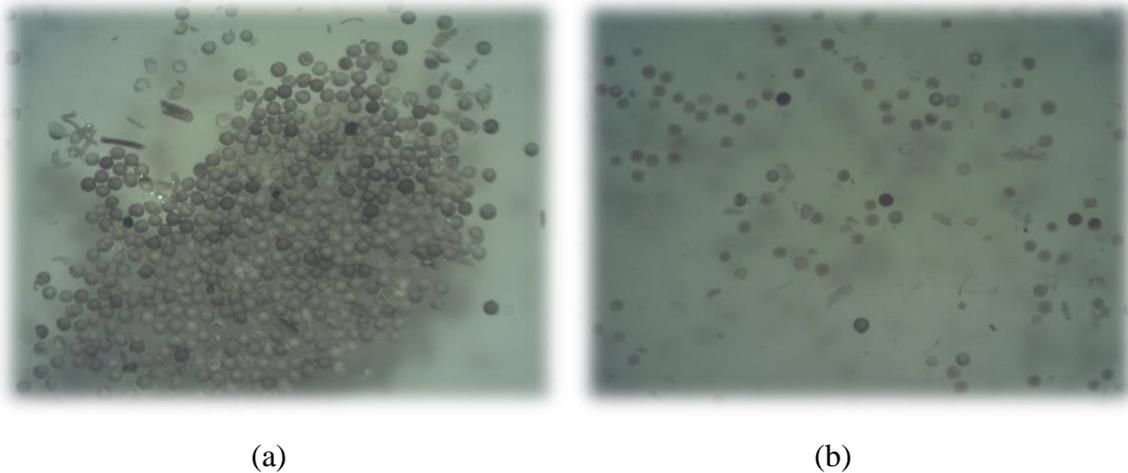


Figure 18. Cystes hydratés non décapsulés et décapsulés sous loupe binoculaire (Gx1.1).

(a) cystes hydratés non décapsulés, (b) cystes décapsulés.

Le diamètre des cystes est mesuré au moyen d'une loupe binoculaire et un micromètre. Le diamètre moyen des cystes et l'épaisseur de chorion sont déterminés.

$$D = (A-a) / 2$$

Avec :

**D** : l'épaisseur de chorion ( $\mu\text{m}$ ).

**A** : le diamètre des cystes hydratés non décapsulés ( $\mu\text{m}$ ).

**a** : le diamètre des cystes décapsulés ( $\mu\text{m}$ ).

### II-8-2- Biométrie des nauplii ( $L_T$ )

Un échantillon de cystes a été soumis sous les conditions d'incubation décrites précédemment. Juste après l'éclosion les nauplii ont été siphonnés et la mesure de la longueur totale du nauplius est réalisée sur 30 nauplii fraîchement éclos fixé par le chloroforme. La longueur moyenne des nauplii est ensuite déterminée à l'aide d'une loupe binoculaire munie d'une lame micrométrique (fig.19).

Les autres nauplii ont été placés dans des aquariums pour le reste d'élevage.

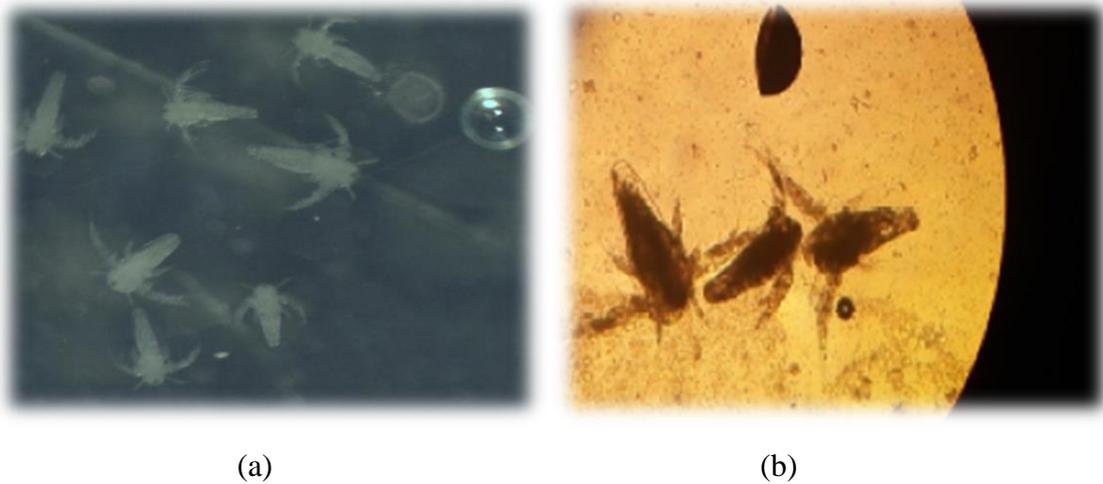


Figure 19. Nauplii d'artémia fraîchement éclos.

(a) Nauplii d'artémia sous microscope optique (Gx20), (b) Nauplii d'artémia sous une loupe binoculaire (Gx40).

### **II-8-3-Morphométrie des adultes**

Lorsque les caractéristiques adultes apparaissent chez les individus d'artémia, une trentaine d'individus est prélevée au hasard, puis anesthésiée pendant quelques minutes dans une boîte de Pétrie, remplie d'eau de mer à laquelle ont été additionnées 5 ml d'eau douce saturée de chloroforme. Par la suite, chaque individu est prélevé à l'aide d'une pipette puis placé sur une lame, sous une loupe binoculaire équipée d'un micromètre optique pour la lecture biométrique. Les caractères morphologiques utilisés comme variables pour ce type d'analyse sont les suivantes (fig.20) :

- (A) Longueur totale ( $L_T$ )
- (B) Longueur de l'abdomen ( $LA$ )
- (C) Largeur de l'utérus chez la femelle ou du segment génital chez le mâle ( $IO$  ou  $IS_{Ge}$ )
- (D) Largeur du troisième segment de l'abdomen ( $IA$ )
- (E) Longueur de la fourche caudale ( $LF$ )
- (F) Largeur de la tête ( $ITe$ )
- (G) Longueur de l'antennule ( $L_{Ant}$ )
- (H) Diamètre de l'œil ( $DO$ )
- (I) Distance entre les yeux ( $DiY$ )

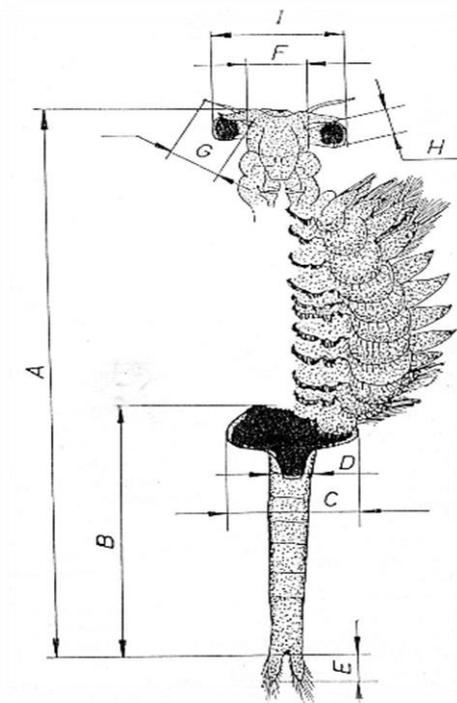


Figure 20. Schéma d'une femelle adulte montrant les différentes mesures utilisés dans l'analyse discriminante (AMAT, 1980). (A) longueur totale ( $L_T$ ) ; (B) longueur abdominal (LA); (C) largeur de l'utérus de la femelle, segment génital du mâle (IO, ISge); (D) largeur du 3<sup>ème</sup> segment de l'abdomen (IA) ; (E) longueur de la fourche (LF) ; (F) largeur de la tête (ITe) ; (G) longueur de l'antennule (LAnt) ; (H) diamètre de l'œil (DO) ; (I) distance entre les yeux (DiY).

Toutes les mesures biométriques et morphométriques des cystes/nauplii d'artémia sont effectuées à partir d'un logiciel « Optika Vision Lite 2.1 » ainsi une analyse discriminante multi-variable s'est appliqué aux données morphométriques obtenues à partir de l'adulte à avec un logiciel « Statistica ».

## II-9-Reproduction de l'artémia

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, les larves devenues adultes sont partagés d'après leur sexe en deux lots. Celles-ci sont remises séparément en élevage pour une période d'une semaine, afin de s'assurer que les femelles ne sont pas fécondées par les mâles au préalable. Cette méthode permet de déduire s'il y'a possibilité pour ces femelles de ce reproduire parthénogénétiquement.

## MATERIEL ET METHODES

Après une semaine, chaque couple (ou femelle si il n'y a pas de mâle) est maintenu en élevage dans une petite éprouvette contenant 14ml de saumure à  $80 \text{ gl}^{-1}$ . Les éprouvettes sont placés dans un récipient de cristal d'un volume de 50 litres, rempli d'eau douce maintenue à une température de  $25^{\circ}\text{C}$  et sous un éclairage (fig.21).

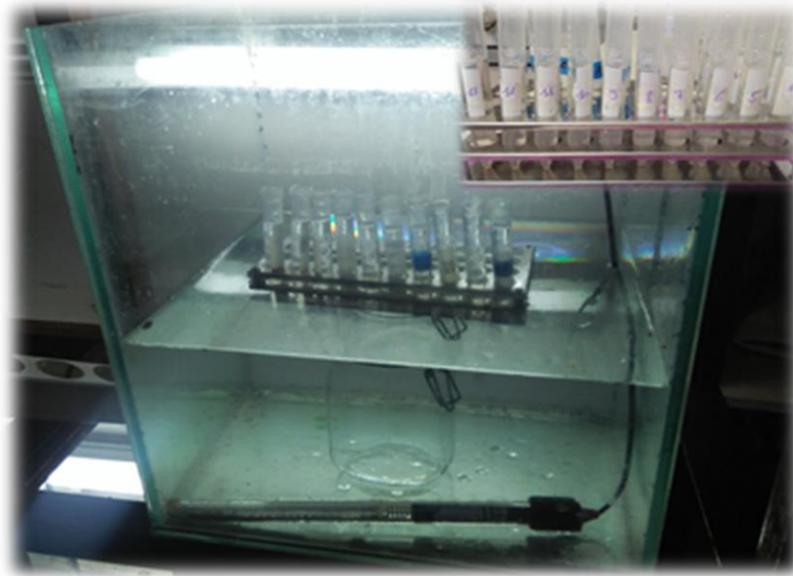


Figure 21. Montage expérimental de la reproduction (La présente étude).

Quotidiennement, l'éventuelle progéniture est recensée. La progéniture constitués de nauplii est récolté à l'aide d'une pipette pasteur et transférée dans des récipients où ils sont maintenues en élevage. Au cas où la progéniture était constituée de cystes ces derniers étaient immédiatement incubés, après leur récolte. Les mâles faibles ou morts sont remplacés par d'autres et les femelles mortes sont éliminées. Le milieu de reproduction composé de déchets et de micro-algues mortes est remplacé par un volume de saumure et de phytoplancton sain.

Le mode de reproduction a été défini en fonction de la prédominance des femelles portant des cystes (oviparité) ou portant des nauplii (ovoviviparité) et le nombre moyen de cystes ou de nauplii par femelle est compté et représente la fécondité.

**RESULTATS  
ET  
DISCUSSION**

### III-1-Qualité physico-chimique et hydro-biologique de l'eau d'élevage

#### III-1-1-Paramètres physico-chimiques du milieu d'élevage

Les résultats du suivi quotidien des paramètres physico-chimiques du milieu d'élevage sont regroupés dans le tableau 8 en annexe II.

Nous avons noté une fluctuation concernant l'oxygène dissous qui était entre (3,1 mg/l - 7,12 mg/l) avec une moyenne de  $5,27 \pm 1,17$  mg/l durant la période d'élevage.

Le potentiel hydrogène du milieu d'élevage varie entre (7-9,2) avec une moyenne de  $8 \pm 0,68$  durant la période d'élevage.

Cependant, il faut signaler que la salinité et la température ont été fixées selon le protocole d'élevage.

En exprimant ces résultats sous forme de boîtes à moustache où nous avons obtenu les valeurs enregistrées dans la figure 22.

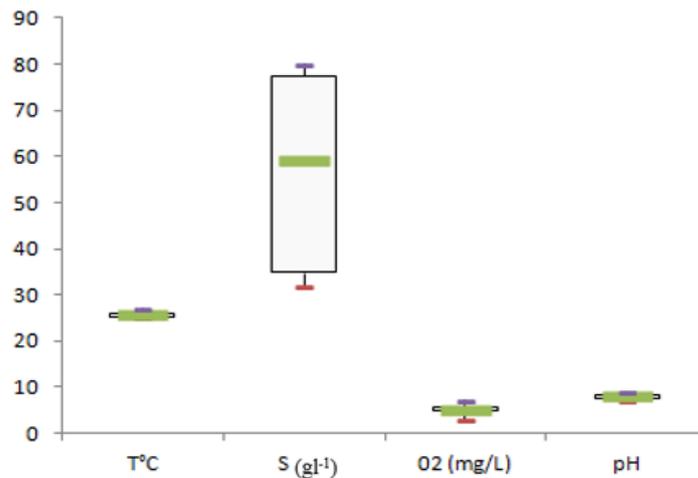


Figure 22. Représentation des paramètres physico-chimiques du milieu d'élevage.

Les travaux précédents ont montré l'influence des facteurs environnementaux sur le cycle de vie des populations de l'artémia. La plupart de ces études ont traité l'effet de la température et de la salinité qui constituent les plus importants paramètres physico-chimiques affectant la survie des populations de l'artémia.

TRIGUI, (2016) a noté que la fourchette de température optimale pour un élevage de l'*Artemia salina* de la saline de Sahline (Tunisie) se situe entre 25 et 27°C. Ces résultats concordent avec les observations d'AMAT (1985), qui a montré que la température vitale

## RESULTATS ET DISCUSSION

optimale de l'artémia est au tour de 25-27°C, en général l'intervalle minimal et maximal de survie est entre 5 et 35°C. Ces limites ne sont pas fixes et restent liées aux caractéristiques de chaque population et espèce.

Pour toutes les espèces de l'*Artemia salina* et de l'artémia parthénogénétiques étudiées par VANHAECHKE et *al.*, (1984), la température optimale donnant un taux de survie élevé se situe entre 20 et 25°C. Des expériences réalisées par LIYING SUI et *al.*, (2012) utilisant l'espèce de l'artémia bisexuée (*A.franciscana*) de Vietnam et des USA (baie de San Francisco) et une espèce de l'artémia autochtone parthénogénétique de la Chine (baie de Bohai) ont montré un taux de survie importante à 25°C chez les trois espèces et un taux de survie faible à 14°C sauf chez l'espèce parthénogénétique originaire de la Chine qui a donné un taux de survie faible à 33°C.

Par ailleurs, YASEMIN et DEMIRKLAP (2002) ont noté que la fourchette de température optimale pour un élevage de l'artémia de Turquie (Lac du Tuz) se situe entre 22 et 26°C. Au-dessus de cette fourchette, la population de l'artémia de ce lac salé devient moins résistante et des mortalités apparaissent dès que la température atteint les 30-32°C. Certaines populations tolèrent moins aux fortes valeurs de température par rapport aux autres populations. Ceci peut être expliqué par la résistance à la température et les différences génétiques entre les espèces.

La salinité est un facteur important pour la présence des populations de l'artémia dans les milieux salés (VAN STAPEN, 2002). Selon BEN NACEUR et *al.*, (2009) les populations de l'artémia bisexuées montrent une bonne adaptation quand la salinité augmente graduellement.

Concernant l'oxygène dissous, peu d'informations sont disponibles dans la littérature. TRIGUI, (2016) a enregistré un taux de survie maximal ( $87,11 \pm 0,04\%$ ) à une concentration en oxygène dissous égal à 7mg/l, alors que le temps de survie le plus faible, 20,4%, est enregistré à 2 mg/l. Toutefois, les faibles valeurs d'oxygène dissous constituent un facteur de stress chez l'artémia et favorisent sa reproduction par oviparité.

Selon CHEMLAL et *al.*, (2017) , pour conduire un élevage de l'artémia au laboratoire, le milieu doit être très aéré et gazeux pour tamponner le pH (7,8 à 9,5). Si le pH descend en dessous de 7,5, il est un signe d'une fermentation bactérienne forte. Les crevettes de saumure ne résistent pas à ce pH et en particulier le manque d'oxygène. Ce résultat est en accord avec

celui trouvé par BRISSET, (1984) qui a montré que les valeurs inférieures à 6 deviennent létales pour l'artémia.

Les recherches similaires effectuées sur des espèces d'artémia d'autres localités et traitant l'effet de certains facteurs externes nous ont permis de comparer nos résultats, donc nous pouvons conclure que notre milieu d'élevage était idéal pour les individus élevés, malgré les fluctuations notées pour certains facteurs durant la période d'élevage.

### III-1-2-Qualité des sels nutritifs

Les résultats des analyses de dosage des sels nutritifs de l'eau d'élevage sont regroupés dans le tableau 9 en annexe II. En exprimant ces résultats sous forme de boîtes à moustache où nous avons obtenu les valeurs enregistrées dans la figure 23.

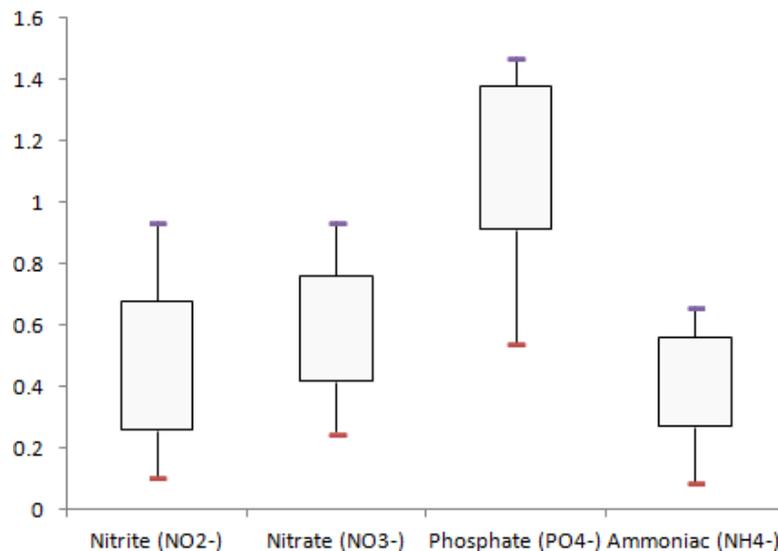


Figure 23. Représentation des sels nutritifs du milieu d'élevage.

Les concentrations en nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) et en nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) varient entre 0,1049 mg/l et 0,9364 mg/l et entre 0,2510 mg/l et 0,9780 mg/l respectivement.

Selon CHEN *et al.*, (1989), les nauplii d'artémia supportent une gamme importante de nitrite et d'ammonium allant jusqu'à 100 mg/l. La concentration des composés azotés (nitrite et nitrate) augmente au cours de l'élevage.

Les concentrations en ammoniac (NH<sub>4</sub><sup>-</sup>) varient entre 0,09027mg/l et 0,66619mg/l. En ce qui concerne la concentration d'ammoniac, HANAOKA (1977) a signalé une inhibition de l'ingestion de nourriture à 2 mg.l<sup>-1</sup> de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, aussi la concentration seuil était de 1,7 mg/l pour

## RESULTATS ET DISCUSSION

*Artemia salina* (HANAOKA, 1977). Alors que PERSONNE *et al.* (1979), ont constaté que l'artémia peut tolérer à des niveaux allant jusqu'à 50 mg/l de  $\text{NH}_4^+$ .

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

Les résultats obtenus au cours de l'élevage en ce qui concerne les variations de l'ammoniac sont dans la gamme appropriée pour la culture de l'artémia grâce au changement régulier de l'eau ainsi au siphonage de dépôt de matière organique (les tissus de la mue et le reste des aliments non ingérés).

Concernant le phosphate, les concentrations varient entre 0,5430mg/l et 1,4741mg/l.

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

Les concentrations en nitrite, en nitrate, en phosphate et en ammoniac sont relativement faibles et elles ne dépassent pas les limites recommandées pour une bonne croissance d'artémia.

### III-2-Etude biométrique et morphométrique

#### III-2-1-Biométrie des cystes et des nauplii

Les résultats des diamètres des cystes, ainsi que la taille des nauplii fraîchement éclos de la souche d'artémia sont regroupés dans le tableau 3, les mesures effectuées sur les cystes et les nauplii sont regroupés dans le tableau 10 en annexe II.

Tableau 3. Résultats de l'étude biométrique des cystes et des nauplii d'artémia fraîchement éclos.

Paramètre	Diamètre des cystes (en $\mu\text{m}$ )		Epaisseur moyenne de chorion (en $\mu\text{m}$ )	Longueur totale des nauplii fraîchement éclos (en $\mu\text{m}$ )
	Cystes non décapsulés	Cystes décapsulés		
Données	248,84 $\pm$ 19,57	226,06 $\pm$ 27,02	11,39	522,23 $\pm$ 68,65

## RESULTATS ET DISCUSSION

Le diamètre moyen des cystes non décapsulés est de  $248,84 \pm 19,57 \mu\text{m}$ , il est supérieur à celui des cystes décapsulés qui est de  $226,06 \pm 27,02\mu\text{m}$  avec une épaisseur moyenne du chorion de  $11,4\mu\text{m}$ .

La longueur totale des nauplii fraîchement éclos est d'environ  $522,23 \pm 68,65 \mu\text{m}$ .

La connaissance de la biométrie des cystes et des nauplii d'artémia permet de réaliser une meilleure gestion de la ressource.

LEGER *et al.*, (1986) ont signalé que le diamètre des cystes varie largement entre 224,7 à 284,9  $\mu\text{m}$  pour les cystes hydratés non décapsulés et de 207,3 à 266,3  $\mu\text{m}$  pour les cystes décapsulés. Toutefois, les diamètres des cystes étudiés hydratés non décapsulés et décapsulés se retrouvent dans ces intervalles.

En effet, des travaux précédents sur la souche d'artémia de Bethioua ont rapporté également des résultats plus ou moins identiques à celles de notre étude. Nous avons regroupé les données bibliographiques dans le tableau 4.

Tableau 4. Résultats des travaux précédents concernant l'étude biométrique des cystes d'artémia collectés au niveau de la saline de Bethioua.

Région	Diamètre des cystes (en $\mu\text{m}$ )		Epaisseur moyenne de chorion ( $\mu\text{m}$ )	Références
	Cystes hydratés	Cystes décapsulés		
Bethioua	$237,18 \pm 17,92$	$217,66 \pm 17,5$	10,26	(CHEMLAL <i>et al.</i> , 2017)
Bethioua	$273 \pm 12,6$	$252 \pm 14,7$	10,5	(GHOMARI, 2013)
Bethioua	$239,1 \pm 12,2$	$222,2 \pm 12,6$	8,5	(HADDAG, 1991)

Selon ces travaux, les souches d'artémia provenant d'une même région ont des caractéristiques biométriques différentes.

L'épaisseur de l'enveloppe tertiaire n'est en aucun cas en fonction du diamètre des cystes (VANHAEKE et SORGELOOS, 1980). Autrement dit, de gros cystes peuvent avoir un chorion mince et inversement. GHOMARI (2013) a signalé aussi que l'épaisseur de l'enveloppe tertiaire chez les populations sexuées, ne montre pas de relation avec la grandeur

## RESULTATS ET DISCUSSION

du cyste où il a trouvé des cystes plus petits avec un chorion plus grand. Par contre chez les populations parthénogénétiques, il note plus ou moins cette corrélation, l'enveloppe est plus fine chez les cystes petits (visible chez les diploïdes).

Cette marge de variabilité qui existe entre les paramètres biométriques, résulte vraisemblablement d'une réponse évolutive aux situations écologiques (VOS et *al.*, 1984).

ALVAREZ et SANCHEZ (1994), CAMARGO et *al.*, (2003) signalent aussi que les conditions environnementales sont les causes fondamentales des différences observées dans les caractéristiques biométriques des cystes.

Aussi, CORREA et BUCKLE (1993) ont mentionné que les différences, peuvent être causées par les conditions environnementales de l'habitat des populations, conférant à celles-ci des stratégies adaptatives pour survivre. AMAT (1982) et SORGELOOS et *al.*, (1986) ont mentionné que le chorion épais se présente comme une réponse pour compenser l'action de la salinité élevée et les fortes températures.

Les cystes de la saline de Bethioua sont considérées de qualité biométrique acceptable et peuvent être employés en aquaculture.

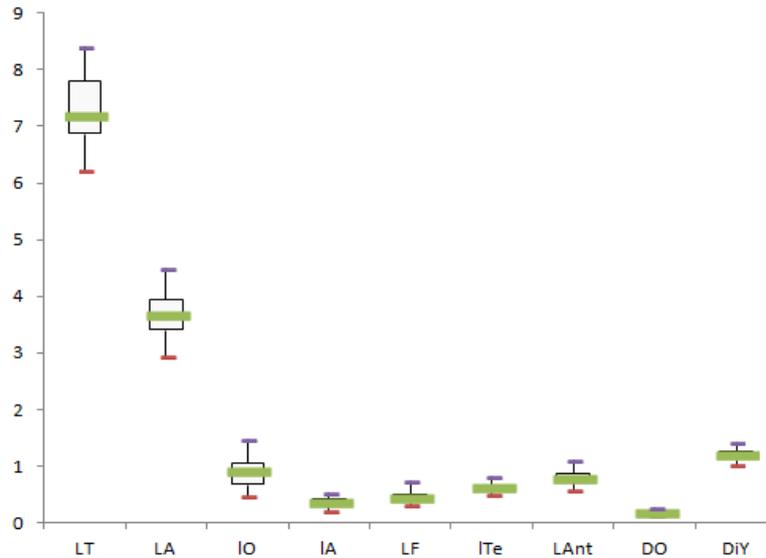
En aquaculture, il est important de considérer la taille des organismes qui sont utilisés comme aliment vivant, compte tenu de la relation de la taille de la proie avec la dimension de la bouche de la larve du prédateur (CASTRO et *al.*, 1997). Le nauplius de petite taille est meilleur qu'un nauplius de taille supérieure ; le prédateur dépensera moins d'énergie pour capturer un grand nombre de nauplii de petite taille. Il existe toutefois une corrélation positive entre le diamètre des cystes et la taille des nauplii. Les nauplii de grande taille, sont aussi souvent originaires de souches parthénogénétiques qui sont caractérisés par des cystes à gros diamètre (VANHAEKE et SORGELOOS, 1980).

Actuellement, les espèces les plus utilisées sont celles de San Francisco Bay et celles de Great Salt Lake. La taille des nauplii produits par les cystes collectés au niveau de la saline de Bethioua ( $522,23 \pm 68,65 \mu\text{m}$ ) est identique à celle trouvée par CHEMLAL et *al.*, (2017) à Bethioua avec  $522,36 \pm 32,4 \mu\text{m}$  et inférieure à celle d'*Artemia salina* trouvée par BEZZI et HOUCHECH (2015) à Bethioua avec ( $562,24 \pm 75,32 \mu\text{m}$ ).

Du point de vue taille, les nauplii de la souche d'Arzew pourraient être utilisés en larviculture.

**III-2-2- Morphométrie des adultes**

Les mesures morphométriques étudiées sont regroupées dans le tableau 11 en annexe II. En exprimant ces résultats sous forme de boîtes à moustache où nous avons obtenu les valeurs enregistrées dans la figure 24.



Longueur totale (LT),Longueur de l'abdomen (LA),Largeur de l'utérus chez la femelle (IO),Largeur du troisième segment de l'abdomen (IA),Longueur de la fourche caudale (LF),Largeur de la tête (ITe),Longueur de l'antennule (LAnt),Diamètre de l'œil (DO),Distance entre les yeux (DiY).

Figure 24. Représentation des variables morphologiques mesurées chez les femelles adultes des populations d'artémia de la saline de Bethioua.

La longueur totale moyenne des femelles adultes des populations d'artémia élevé dans le laboratoire est de  $7,34 \pm 0,61$  mm avec une longueur totale maximale de 8,40 mm.

Ces résultats sont comparés avec les résultats des variables morphologiques mesurées par AMAROUYACHE et *al.*, (2007) , GHOMARI (2013), TRIGUI et *al.*, (2017), et CHEMLAL et *al.*, (2017) , sur les adultes femelles des populations algériennes. Parallèlement, ces résultats sont aussi 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) (HONTORIA et AMAT 1992).

## RESULTATS ET DISCUSSION

Les valeurs mentionnées par AMAROUYACHE et *al.*, (2007) pour la longueur totale moyenne est de 7,98 mm pour les femelles. Les valeurs obtenues sont plus proches que celles trouvées par CHEMLAL et *al.*, (2017) dont la taille moyenne pour les femelles adultes d'*Artemia salina* est de  $11,55 \pm 1,02$  mm. La taille moyenne maximale des adultes des populations d'*Artemia salina* de la saline de Sahline (Tunisie) étudiée par TRIGUI et *al.*, (2017) est de 10,1 mm. 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 5 résume les résultats bibliographiques des variables morphologiques mesurées chez les femelles des populations des différentes origines (Melghir, Ezzamoul et Bethioua) (GHOMARI, 2013).

Tableau 5. Moyennes des variables morphologiques mesurées chez les femelles des populations des différentes origines (GHOMARI, 2013).

Origine	L <sub>T</sub>	LA	IA	IO	LF	ITe	DiY	DO	Lant
Ezzamoul (S)	9.25 (1.23)	5.36 (0.65)	0.46 (0.04)	2.02 (0.19)	0.24 (0.04)	0.84 (0.05)	1,40 (0,12)	0,25 (0,01)	0,71 (0,06)
Ezzamoul (Pd)	10.64 (0.66)	5.71 (0.36)	0.56 (0.02)	1.74 (0.08)	0.15 (0.01)	0.80 (0.02)	1.58 (0.07)	0.25 (0.00)	1.26 (0.06)
Melghir (S)	9.84 (0.59)	5.73 (0.38)	0.50 (0.03)	1.94 (0.11)	0.23 (0.04)	0.80 (0.04)	1.39 (0.07)	0.25 (0.01)	0.74 (0.04)
Melghir (Pd)	9.92 (0.80)	5.48 (0.46)	0.58 (0.05)	1.71 (0.19)	0.21 (0.04)	0.79 (0.06)	1.61 (0.12)	0.28 (0.01)	1.13 (0.09)
Bethioua (Pd)	11.24 (0.61)	5.93 (0.33)	0.67 (0.03)	1.98 (0.11)	0.36 (0.03)	0.93 (0.04)	1.68 (0.05)	0.27 (0.01)	1.18 (0.04)
Bethioua (Pt)	15.14 (0.78)	9.77 (0.62)	0.71 (0.04)	3.01 (0.27)	0.29 (0.02)	1.03 (0.04)	1.98 (0.09)	0.29 (0.01)	1.25 (0.06)
Bethioua (Présente étude)	7,34 (0,61)	3,70 (0,41)	0,38 (0,07)	0,88 (0,26)	0,45 (0,11)	0,62 (0,07)	1,20 (0,10)	0,19 (0,03)	0,80 (0,10)

S (*A. salina*); Pd (*A. parthenogenetica* diploïde); Pt (*A. parthenogenetica* tétraploïde).

## RESULTATS ET DISCUSSION

La plupart des longueurs observées par GHOMARI (2013), sont généralement grandes que celles observées pour les femelles de la présente étude. Par ailleurs, les tailles moyennes des populations d'*Artemia salina* sont les plus proches et semblent avoir des similitudes avec les résultats obtenus que celles des populations parthénogénétiques.

Afin d'obtenir une meilleure clarté, les variables morphologiques sont traduites sous forme d'une représentation graphique (fig.25) illustrant le degré de séparation résultant entre les femelles adultes des populations d'artémia de la saline de Bethioua et les populations de différentes origines précédemment étudiées.

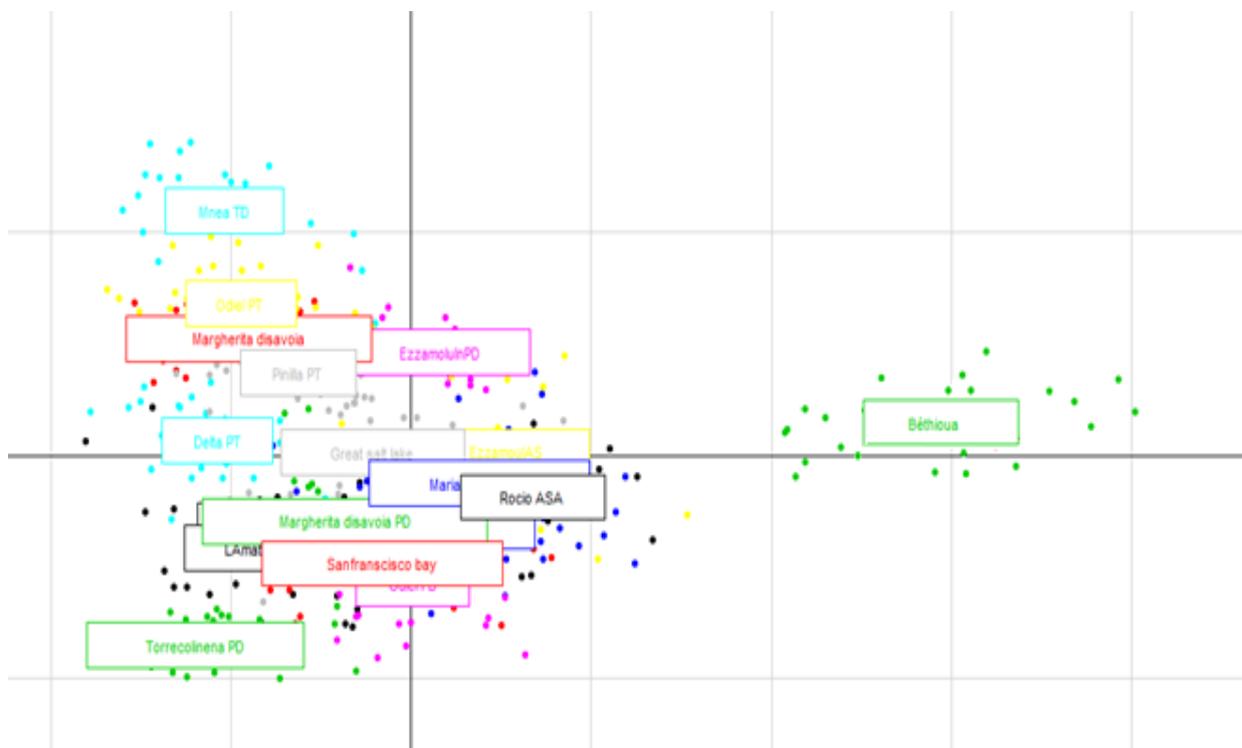


Figure 25. Résultats de l'analyse discriminante des variables morphologiques des femelles adultes d'artémia provenant de la saline de Bethioua comparée avec certaines populations méditerranéennes et du nouveau Monde.

L'expression graphique détermine la distance relative entre les nuages de points et elle donne une image plus précise des relations morphologiques entre les différentes populations et aboutit à des résultats qui différencient clairement les populations sexuées des populations parthénogénétiques. Ces résultats permettent aussi de distinguer entre populations parthénogénétiques diploïdes et tétraploïdes comme l'ont rapporté d'autres auteurs (HONTORIA et AMAT 1992 ; AMAT et *al.*, 1995).

## RESULTATS ET DISCUSSION

L'analyse discriminante place les femelles d'artémia étudiée parmi les nuages de points appartenant à l'espèce sexuée autochtone native *A. salina* où on peut considérer de ce fait que la biodiversité des populations d'artémia de la sebkha de Bethioua est identique à celle rencontrée dans le reste des pays méditerranéens de l'ouest (AMAT et al., 1991) et se différencie totalement des populations américaines ou d'autres origines.

Des expériences de croisement furent réalisées par BARATELLI et al. (1990) pour déterminer la spécificité des populations méditerranéennes de l'Italie et celles de l'Afrique du nord. Les études de MURA (1990) ont renforcé cette spécificité avec la population originale d'*A. salina* de Lynington. Enfin cette divergence fût résolue définitivement par TRIANTALPHYLLIDIS et al., (1997) après utilisation de marqueurs moléculaires, ce qui a permis d'assigner définitivement le statut d'*A. salina* aux populations sexuées de la Méditerranée.

### III-3-Etude de la qualité d'éclosion des cystes

Le tableau 6 regroupe les résultats concernant la détermination des paramètres d'éclosion de cystes non décapsulés de la souche d'artémia d'Arzew, à savoir : le taux d'éclosion, l'efficacité d'éclosion et la biomasse d'éclosion. Les mesures sont regroupées dans le tableau 12 en annexe II.

Tableau 6. Résultats de l'analyse des paramètres d'éclosion des échantillons de cystes non décapsulés de la population d'artémia provenant de Bethioua.

Paramètres	Taux d'éclosion (en %)	Efficacité d'éclosion (nauplii/g de cystes sec)	Biomasse nauplii (mg /g de cystes)
Données	22,45 ± 15,56	40000 ± 8485,28	249,48 ± 153,87

Les résultats de la qualité d'éclosion obtenus montrent que le taux d'éclosion d'artémia est de 22,46 ± 15,56 % pour les cystes sans traitement. Ces résultats sont inférieurs aux résultats des souches de la saline de Sahline (Tunisie) avec un taux d'éclosion de 38,2 % (ROMDHANE, 2008) et souches d'*Artemia franciscana*, la souche plus commercialisée au monde avec un taux de 49,74 ± 5,02 (fig.26).

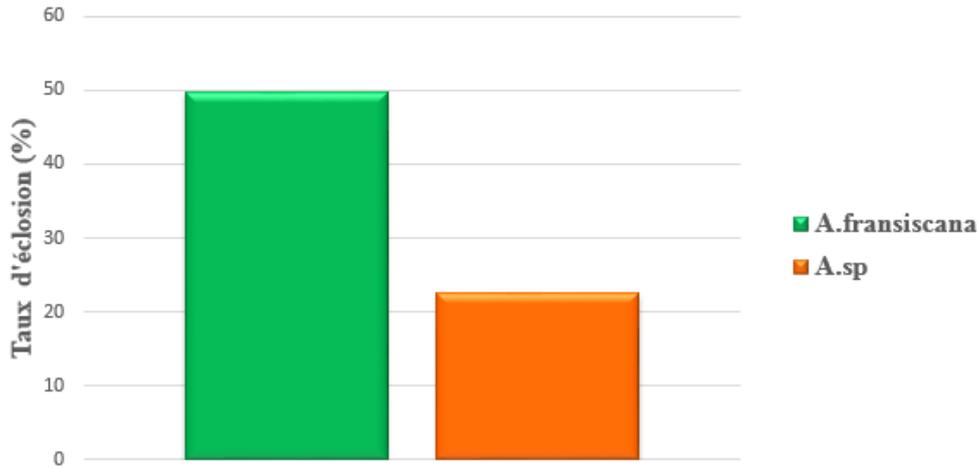


Figure 26. Taux d'éclosion de l'*Artemia franciscana* et *Artemia sp.* de la saline de Bethioua.

Le tableau 6, indique l'efficacité d'éclosion de la souche de Bethioua avec une valeur de  $40000 \pm 8485,28$  nauplii/g de cystes. Cette valeur est inférieure à celle de la souche commerciale du Great Salt Lake et San Francisco Bay *Artemia franciscana*, qui représente une efficacité d'éclosion de  $429\ 600 \pm 71\ 535$  nauplii/g de cystes (SORGELLOOS, 1986) (fig.27).

Toutefois, la souche de la saline de Sahline présente une efficacité d'éclosion de  $81750 \pm 13242$  nauplii/g de cystes (ROMDHANE, 2008) et la population de Chott Marouane sur des différentes périodes de l'année : 143223 ; 34040 ; 7493 nauplii/g de cystes (AMAROUAYACHE et KARA, 2010) (fig.28).

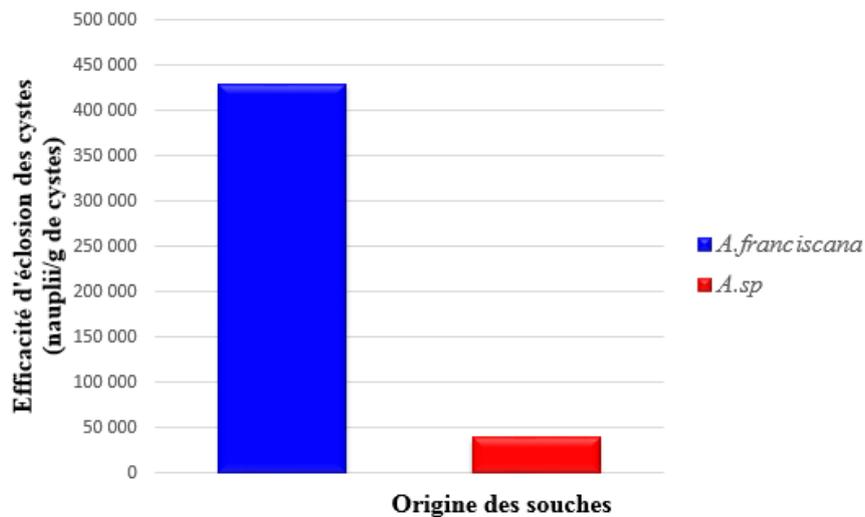


Figure 27. Efficacité d'éclosion de l'*Artemia franciscana* et *Artemia sp.* de la saline de Bethioua.

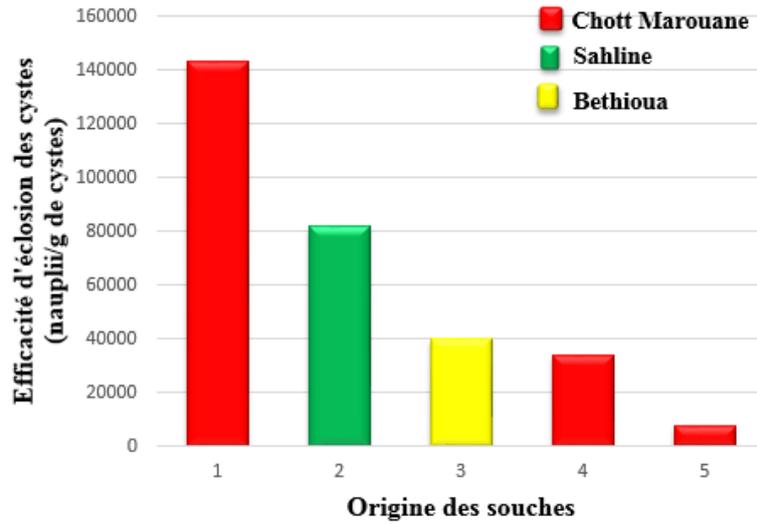


Figure 28. Efficacité d'éclosion des cystes non décapsulés de différentes souches d'artémia.

La biomasse d'éclosion enregistre des quantités de nauplii de  $249,48 \pm 153,8664$  mg/g de cystes avec une quantité maximale de 461,2mg/g de cystes et elle est inférieure à celle d'*Artemia franciscana* (4250 mg/g de cystes) pour les cystes non traités (fig.29).

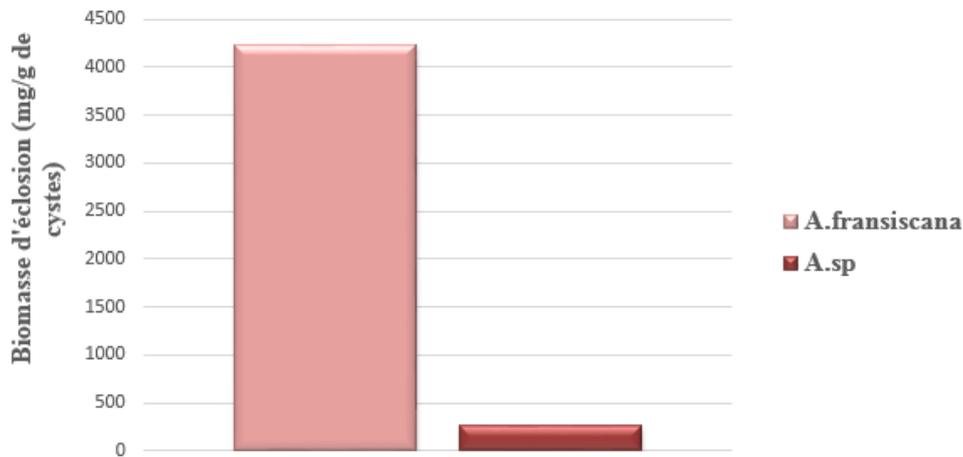


Figure 29. Biomasse d'éclosion de l'*Artemia franciscana* et *Artemia sp.* de la saline de Bethioua.

Les résultats obtenus au cours de cette étude, montrent un taux d'éclosion des cystes plus ou moins faible. Il semblerait être lié au stade de latence. Alors que la forte diapause des cystes naturels est induite par le processus des cycles répétés d'hydratation et déshydratation de ces derniers. Ces processus font qu'une partie des réserves énergétiques des cystes sont perdues lors des tentatives d'éclosions échouées, ce qui réduit la capacité d'éclosion de ces

cystes. D'autre part, la période d'échantillonnage, les conditions de collecte, de traitement et de conservation et les facteurs climatiques de l'environnement sous lesquels les cystes sont produits (VANHAECKE et SORGELOOS, 1980 ; SORGELOOS *et al.*, 1986 ; TORRENTERA-BLANCO, 1993), en particulier les excès de chaleur et les fortes salinités influencent les caractéristiques de l'éclosion des cystes. En général, Il est établi que le taux d'éclosion des cystes produits par une femelle qui vit dans un environnement prévisible et stable, est élevé par rapport aux femelles des milieux imprévisibles et instables. Enfin autres paramètres qui seraient à l'origine aussi de ce problème d'éclosion, les différences génétiques et les différences d'âges entre les populations (RODRIGUEZ *et al.*, 2002 et SATO *et al.*, 2004) .

De plus, LAVENS et SORGELOOS (2000) ont signalé que les différences en terme de qualité d'éclosion, peuvent être attribuées principalement aux conditions environnementales, vue que les changements des conditions du milieu influent sur l'état du chorion du cyste et affecte par conséquent la capacité d'éclosion des ceux-ci. De toute manière, Il est établi que l'efficacité d'éclosion de cystes inférieure à 100.000 nauplii/gramme de cystes et un taux d'éclosion de 50% ou encore moins, sont très communs à l'échelle commerciale (AMAT, 1980).

Selon VANHAECKE et SORGELOOS (1982), les meilleurs cystes produisent jusqu'à 600 mg de nauplii/gramme de cystes. La biomasse naupliiiaire maximale de la souche d'artémia d'Arzew enregistrée est de 461,2 mg /g de cystes.

Les cystes de la saline de Bethioua sont considérés de qualité d'éclosion acceptable et peuvent être commercialisés sur le marché international.

### III-4-Taux de croissance

Peu d'études ont été faites sur la croissance d'artémia. Selon plusieurs auteurs (MARTIN et WILBUR (1921 in GILCHRIST, 1960) ; ELIASSEN (1952 in GILCHRIST, 1960) ; HEATH, 1924 ; BOND, 1933 ; WARREN, 1938), le taux de croissance d'artémia varie inversement avec la salinité du milieu externe et la différenciation sexuelle des animaux élevés en laboratoire est atteinte trois à quatre semaines après l'éclosion.

Le taux de croissance pour la souche d'Ezzamoul (0,33 mm/j) (AMAROUAYACHE *et al.*, 2007) est plus élevé que celui des populations mexicaines (0,15 mm/j) et celles de San

Francisco Bay appartenant à l'espèce *A. franciscana* (0,18 mm/j), (CORREA-SANDOVAL *et al.*, 1994).

Le taux de croissance le plus élevé (tableau 13, annexe II) de notre espèce d'artémia de la saline de Bethioua est de 0,40 mm/j ( $T^{\circ}=25^{\circ}\text{C}$ ,  $S=35 \text{ gl}^{-1}$ ) et il se trouve plus proche aux résultats d'AMAROUAYACHE *et al.*, (2007) avec une évolution de taille estimée par 0,33mm/j ( $T^{\circ}=25^{\circ}\text{C}$ ,  $S=37 \text{ g/L}$ ) (fig.30) .

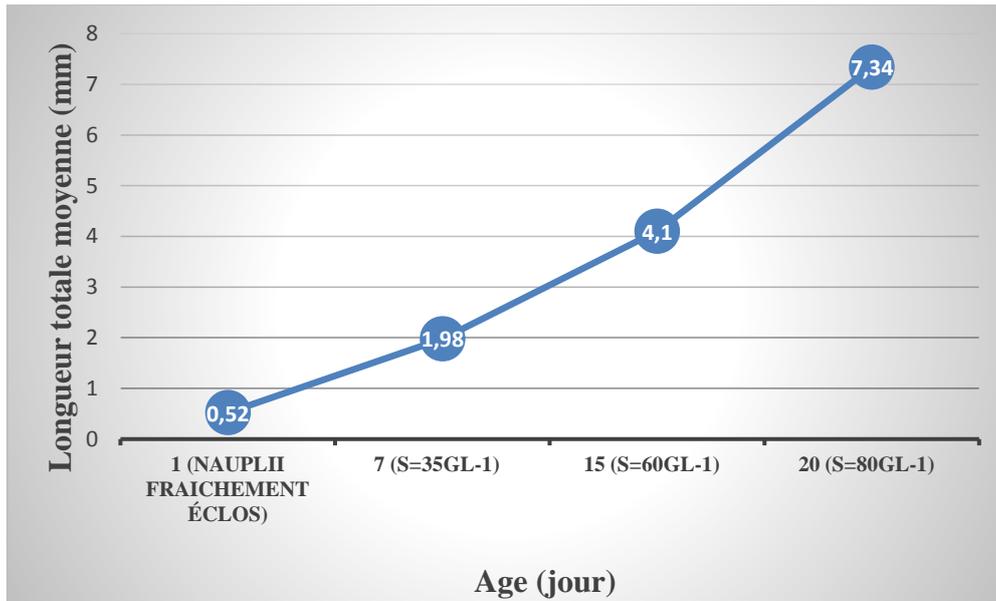


Figure 30. Evolution de la croissance en fonction du temps de la population d'artémia de la saline de Bethioua.

### III-5-Reproduction

Les résultats de reproduction (tableau 14, annexe II) ont montré que les couples mâles-femelles donnent des progénitures ainsi que les femelles peuvent se reproduisent parthénogénétiquement en donnant que des nauplii.

Pour la fécondité, le nombre des progénitures observé produit par femelle varie de 03 à 54 nauplii et le nombre moyen est de 14,16 nauplii par femelle. Les résultats obtenus sont proches à ceux déclarés par AMAROUAYACHE *et al.*, (2009) pour 17,5 nauplii/femelle.

WUTSBAUGH et GLIWICZ (2001) ont trouvé que les femelles d'artémia ont produit une quantité de cystes (30 à 35 cystes /femelle en moyenne) qui est égale à la valeur moyenne reportée aux populations d'artémia 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).

## RESULTATS ET DISCUSSION

Aussi, la population d'artémia se reproduit selon une modalité d'ovoviviparité (obtention des nauplii) et elle est moins fertile par rapport aux femelles de modalité ovipare (Cystes).

En effet, l'ovoviviparité des femelles confirme que les conditions environnementales de l'eau d'élevage (température, salinité, oxygène dissous, potentiel hydrogène et aliment) sont optimales (KHEMAKHEM ,1988 ; ALOUI ,1995).

Selon GHOMARI (2013), il s'avère que les formes sexuées et parthénogénétiques cohabitent fréquemment dans le même biotope, ce qui exclut le concept de continentalité et mono-spécificité des formes parthénogénétiques.

En définitif, les populations d'artémia de la saline de Bethioua (Oran) appartenant à l'espèce sexué *Artemia salina* et à l'espèce parthénogénétique *Artemia parthenogenetica* .

# Conclusion

## Conclusion

La présente étude sur les performances d'élevage de l'artémia, nous a permis de constater que le traitement des échantillons des cystes est facile et maîtrisable avec des moyens et un matériel simple.

L'élevage a été réalisé en contrôlant les paramètres physico-chimiques du milieu, où ces derniers étaient appropriés et ne dépassent pas les limites recommandées pour une bonne croissance d'artémia.

L'étude biométrique nous a permis de calculer le diamètre des cystes non décapsulés ( $248,84 \pm 19,57 \mu\text{m}$ ), le diamètre des cystes décapsulés ( $226,06 \pm 27,02\mu\text{m}$ ) ainsi que l'épaisseur de chorion ( $11,4\mu\text{m}$ ), et la longueur totale des nauplii fraîchement éclos ( $522,23 \pm 68,65 \mu\text{m}$ ), dont on peut conclure que les cystes d'artémia d'Arzew peuvent faire l'objet d'une exploitation aquacole. Cela est confirmé aussi par la qualité d'éclosion des cystes qui est représentée par le taux d'éclosion, l'efficacité d'éclosion et la biomasse d'éclosion ( $22,46 \pm 15,56\%$ ;  $40000 \pm 8485,28$  nauplii/g de cystes et  $249,48 \pm 153,8664$  mg/g de cystes respectivement).

La souche d'artémia de la saline de Bethioua appartenant à l'espèce sexuée *Artemia salina* et à l'espèce parthénogénétique *Artemia parthénogenetica* et elle se reproduit par ovoviviparité et le nombre moyen des progénitures est de 14,16 nauplii par femelle.

Au terme de cette étude il apparaît possible d'adapter l'artémia 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 nécessaire d'approfondir les travaux dans ce domaine pour mieux gérer les ressources et créer ainsi des établissements d'élevage de larves de poissons d'eau douce et marine indépendant en Algérie.

**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

## *Références bibliographiques*

- ABATZOPOULOS T.J., BEARDMORE J., CIEGG J., SORGELOOS P., 2010.** Artemia. Basic and applied biology. *Kluw. Acad. Publ.*, **1**: 286.
- AGHAKHANIAN F., ZAREI A., LOTFOLLAHIAN H., et EILA N., 2009.** Apparent and true amino acid digestibility of artemia meal in broiler chicks. *South African journal of animal science*, South African society for animal science. **39**(2).
- ALLOUI N., 1995.** Recherches biologiques et écologiques sur l'Artémia dans un milieu salin : la saline de Mégrine. *Bull. Inst. Natl. Sci. Tech. Oceanogr. Pêche Salammbô.*, **22**: 59-80.
- ALLOUI N., 1998.** Les salines, sebkhas, chotts et l'Artémia en Tunisie : étude de cas de l'artémia dans la saline de Mégrine. *Mar. Mari. Aquacult. Act. Coll. IFREMER France.*, **19**: 61-69.
- ALLOUI N., 2003.** Bio-écologie de l'artémia : *Artemia salina* (Branchiopodes, Anostracés) et optimisation des conditions de sa production en Tunisie. *Ph.D. Thesis. Univ. Tunis Manar. Fac. Sci. Tunis.*, 1-300.
- ALVAREZ Z., et SANCHEZ R., 1994.** Evaluacion de la calidad de la cepa de Artemia las Cumaraguas, Paraguana, Venezuela. *Cienc Mar* **20**(3):287-299.
- AMAROUAYACHE M., DERBAL F., et KARA MH., 2007.** Croissance et reproduction d'*Artemia sp.* de la Sebka Ez-Zemoul (Algérie Nord-Est) dans les conditions d'élevage. *Revue de Mer Médit.* Vol.38,n°,pp.29-38.
- AMAROUAYACHE M., DERBAL F., et KARA MH., 2009.** Biological data on *Artemia sauna* (Branchiopoda, Anostraca) from Chott Marouane (northeastAlgeria). *Crustaceana*, **82**: 997-1005.
- AMAROUAYACHE M., DERBAL F., et KARA MH., 2012.** Note on the carcinological fauna associated with *Artemia sauna* (Branchiopoda: Anostraca) from Sebka Ez-Zemoul (northeastAlgeria). *Crustaceana*, **85**: 129-137.
- AMAROUAYACHE M., et KARA MH., 2010.** Qualité et biomasse exploitable d'*Artemia sauna* du Chott Marouane. *Synthèse*, **21**: 39-48.
- AMAT F., 1980.** Differentiation of Artemia strain for Spain. *Brine Shrimp Artemia Appl: Morphol, General, Radiobiol, Toxicol.* In: Sorgeloos. P., D.A. Bengtson., W. Decler.,E. Jaspers (eds). Univ. Press. Wett. Belgium., **1**: 19-39.
- AMAT F., 1982.** Diferenciacion y distribucion de las poblaciones de Artemia (Crustaceo Branquiopodo) de Espafia. IV. Biometria de quistes y nauplios. *Inv. Pesq.*,**46**(1): 55-62.

- AMAT F., 1985.** Biología de Artemia. *Inf. Técn. Inst. Invest. Pesq.* In Spanish., **126–127**: 3-53.
- AMAT F., HONTORIA F., NAVARRO JC., GOZALBO AE., et VARO IV.,1991.** Bioecología de la Artemia (Crustacea, Branchiopoda) en la laguna de la Mata, Torrevieja, Alicante. Instituto de Torre de la Sal (CSIC), Castellon, España.
- AMAT F., BARATA C., HONTORIA F., NAVARRO JC., et VARO L.,1995.** Biogeography of the genus Artemia (Crustacea, Branchiopoda, Anostraca) in Spain. *International Journal of Salt Lake Research* 3: 175-190.
- AMINOT A., et CHAUSSEPIED M., 1983.** Manuel des analyses chimiques en milieu marin. CNEXO, Editions JOUVE, Paris, France, 395p.
- BARATELLI L., VARATTO V., BADARACCO G., MURA G., BATTAGLIA B., et BARIGOZZI C., 1990.** Biological data on the brine shrimp Artemia living in the Italian saltworks. *Atti Accademia Nazionale dei Lincei. Memorie.* 1:45-53.
- BARNABE G., 1989.** Aquaculture (2e éd.). Paris : Lavoisier, l'utilisation de l'artemia. p. 241.
- BEN NACEUR H., BEN REJEB JENHANI A., ROMDHANE MS., 2009.** Ecological survey of the brine shrimp Artemia salina from Sabkhet El Adhibet (south-east Tunisia). *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 89. 6:1109-1116.
- BEN SAID R., 1994.** Culture du phytoplancton en petits volumes. *Bull. Inst. Natl. Sci. Tech. Oceanogr. Pêche Salammbô.*, **21** : 30-40.
- BENGTSON DA., LEGER P., et SORGELOOS P., 1991.** Use of Artemia as a food source for aquaculture, In R.A. Browne, P. Sorgeloos & C.N.A. Trotman (Eds.). *Artemia Biology*. CRC, Boca Raton, Florida, EEUU. p. 255-285.
- BEZZI F., HOUHECH A., 2015.** Etude comparative de la valeur nutritionnelle des cystes d'Artemia salina de la saline Betioua (Oran). Faculté : Sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre. Département : Sciences Agronomique. Spécialité : Hydrobiologie et aquaculture. p.53.
- BOND RM., 1933.** Observation on *Artemia franciscana* Kellogg, especially on the relation of environment to morphology. *International Review of Hydrobiology*. Vol.28, n°1-2, pp.117-125.
- BOWEN ST., et STERLING G., 1978.** Esterase and malate dehydrogenase isozym polymorphisms in 15 *Artemia* populations. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 61B: 593-595.

- BOWEN ST., FOGARINO EA., HITCHNER KN., DANA GL., CHOW VHS., BUONCRISTIANI MR., et Carl JR., 1985.** Ecological isolation in *Artemia*: Population differences in tolerance of anion concentrations. *J. Crust. Biol.* 5:106-129.
- BRISSET P., 1981.** Technique d'élevage en masse d'un crustacé branchiopode (*Artemia*) sur nourriture inerte dans un système à renouvellement continu en eau. D.E.A. de Biologie appliquée. Univ. de Lille I., 78 p.
- BRISSET P., 1984.** Elevage et utilisation en aquaculture de l'Artémia. *Ph.D. Thesis.* Univ. Lille I. 137.
- BROWNE RA., MACDONALD GH., 1982.** Biogeography of the brine shrimp, *Artemia*: distribution of parthenogenetic and sexual populations. *Journal of Biogeography.* JSTOR. Vol. 9, n°4, pp. 331-338.
- BRUGGEMAN E., SORGELOOS P., VANHAECKE P., 1980.** Improvements in the decapsulation technique of *Artemia* cysts. In: *The Brine shrimp Artemia, Ecology, Culturing, Use in Aquaculture* (Ed, by G. Perssone., P.Sorgeloos., O, Roelset E, Jzspers), Universa Press, Wetteren. Vol.3, pp. 261-269.
- BUTCHER RW., 1959.** Un compte d'introduction de la plus petite des algues du littoral de la Colombie-1 Eaux partie. *Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, de la pêche enquêtes, série IV. Stationery Office de Sa Majesté.*
- CAMARGO WN., ELY JS., SORGELOOS P., 2003.** Morphometric characterization of thalassohaline *Artemia* fransiscana populations from the Colombian Caribbean. *Journal of biogeography*, 30,697-702.
- CASTRO BT., CASTRO MG., CASTRO MJ., MALPICA SA., et De LARA AR., 1997.** Características morfométricas y calidad de los quistes de *Artemia* sp, (Crustacea:anostraca), habitante de aguas sulfatadas de Coahuila, Mexico. *Ciencias Marinas* :491-503.
- CHAIR M., ROMDHANE M., DEHASQUE M., NELIS H., DELEENHEER A., et SORGELOOS P., 1991.** Live food mediated drug delivery as a tool for disease treatment in larviculture.l. A case study with European Sea bass. *European Aquaculture Society, Special Publication No. 15, Ghent, Belgium.* P: 412-41.
- CHEMLAL D., BOUKHATEM F., KHELIL F., SAHNOUNI A., MAATALAH A., BOUTIBA Z., 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 sur : <http://www.innspub.net/ijb/determination-of-biological-characteristics-of-artemia-salina-crustacea-anostraca-population-from-saline-bethioua-oran-algeria/>.

- CHEN JC., CHEN KJ., LIAO JM.,1989.** Joint action of ammonia and nitrite on *Artemia* nauplii. *Aquaculture*. Vol 77, n°4, pp.329-336.
- COLE GA., et BROWN RJ., 1967.** The chemistry of *Artemia* habitats. *Ecol.*, **48**. **5**: 858-861.
- CORREA FS., et BUCKLE LFR., 1993.** Morfología y biometría de cinco poblaciones de *Artemia franciscana* (Anostraca:Artemiidae). *Rev.Biol. Trop.* 41(1): 103-110.
- CORREA-SANDOVAL F., VOLTOLINA-LOBINA D., BUCKLE-RAMIREZ LF., 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.
- CROGHAN C., 1985.** The osmotic and ionic regulation of *Artemia salina*(L.).*Department of Zoology,University of Cambridge.*
- DERBAL F., AMAROUAYACHE M., et KARA MH., 2010.** Preliminary data on a new *Artemia* strain from El-Bahiralake (Northeast of Algeria), *Rapp. Coin. Int.MerMéditer*, 39.
- DHONT J., et VAN STAPPEN G., 2003.** Biology, Tank production and Nutritional Value of *Artemia*. *Liv. Fed. Mar. Aquacult.* In: Støttrup, J.G and L. A. Mc Evoy (eds). Blackwell. Sci. Ltd. Oxford. UK. 65-121.
- DOBBEILEIR J., ADAM N., BOSSUYT E., BRUGGRMAN E., SORGELOOS P., 1980.** New aspects of the use of inert diets for high culturing of brine shrimp: *Brine Shrimp Artemia: Ecol, Cult,Use Aquacult.* In: Persoone, G., P. Sorgeloos., O.A. Roels., E. Jaspers (eds). Univ. Press. Wett. Belgium., **3**: 165-174.
- DRINKWATER LE., et CLEGG JS., 1991.** *In: Artemia biology* (Browne, R.A., Sorgeloos. P., and Trotman, C.N.A., eds). CRC Press, Boca Raton: 93-118
- DUTRIEU J., 1960.** Observations biochimiques et physiologiques sur le développement d'*Artemia salina* Leach.*Archs. Zool. exp. gén.* 99 : 1-134.
- 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.
- ENASEL, 2018.** Rapport de la direction de l'entreprise nationale de sel sur la Saline de Bethioua (Arzew, Oran) et de Sidi Bouziane (Saline de oued Djemaa), 50 p ; Algérie.
- FAO, 2008.** Glossary of aquaculture, FAO Web site  
(<http://www.fao.org/fi/glossary/aquaculture/>).
- FLÖSSNER D., 1972.** Branchiopoda, Branchiura. *Die Tierwelt Deutschlands* 60, 1–501.

- GAGNEUR J., et KARA HM., 2001.** Limnology in Algeria. In: Wtzel, R.G., Gopal B.,(Eds).Limnology in Developing Countries 3, 1-34.
- GARDOLINSKI PCFC., WORSFOLD PJ., MCKELVIE ID., 2004.** Seawater induced release and transformation of organic and inorganic phosphorus from river sediments, Water Res.Vol.38, pp.688-692.
- GHOMARI MS., SELSELET GS., HONTORIA F., et AMAT F., 2011.** Artemia Biodiversity in Algerian Sebkhass.Crustaceana., 84: 1025-1039,
- GHOMARI SIDI MOHAMMED, 2013.** Localisation et caractérisation de la ressource naturelle *Artemia* dans les milieux salins algériens. (Zones Humides de l'Ouest, de l'Est et Sahariennes) THESE DE DOCTORAT EN SCIENCES .UNIV. MOSTAGANEM ABDELHAMID IBN BADIS.
- GILCHRIST BM., 1960.** Growth and form of the brine shrimp *Artemia salina* L. Proc.Zool. Soc.Lond., 134(2): 221-235.
- GRANVILLI D., TREECE, 2000.** *Artemia* Production for Marine Larva! Fish Cu!ture.Southern Aquaculture Regional Center.SRAC publication No.702.
- GUILLARD RRI., et RYTHER JH., 1962.** Studies on marine planktonic diatoms. I. *Cyclotella nana* Hustedt and *Detonula confervacea* Cleve. *Can. J. Microbiol.* 8, 229-239.
- GUNTHER RT., 1890.** Crustacea. In : Günther, R.T. (Ed.) Contributions to the natural history of Lake Urmia, N.W. Persia and its neighbourhood. *Journal of the Linnean Society (Zoology)* 27: 394-398.
- HADDAG M., 1991.** Contribution à l'étude d'une souche d'artemia (*Artemia Tunisiana*) endémique aux eaux de la saline d'Arzew, Algérie. Thèse Magister. Ins. Sciences de la mer et del'aménagement du littoral, ALGER.
- 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.
- HEDGPETH JW., 1959.** Some preliminary considerations of the biology of inland mineral waters. *Archivio Oceanogr. Limnol.*, 11: 111-141.
- HINTON HE., 1964.** Resistance of the dry eggs of *Artemia salina* (L) to high temperatures. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 7: 664.
- HOLT GU., et SUN F., 1991.** Lipase activity and total lipid content during early development of red drum *Sciaenops acellatus*, p. 30-33. In P. Lavens, P. Lavens, P.

- HONTORIA F., et AMAT F., 1992.** Morphological characterization of adult *Artemia* (Crustacea, Branchiopoda) from different geographical origin: American populations. J. Plank. Res. 14(10), 1461-1471.
- 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.
- JOLY, 1940.** Histoire d'une petite crustacée académie de montpellier 1840.thèse de M.alain thiéry faculté des sciences avignon.P. sorgerloos artemia, centre université de Grand.Bel (internet artemia.fr).
- KARA MH., BENGRAINE KA., DERBAL F., 1994.** Evaluation de la qualité de deux nouvelles souches d'*Ariemia* du Nor-est de l'Algérie.
- KARA MH., 1998.** Bases biologiques et écologiques del'élevage du loup *Dicentrarchus labrax* dans la région d'Annaba. Thèse de Doctorat d'Etat, Alger,Algérie 172 p.
- KARA MH., BENGRAINE KA., DERBAL F., CHAOUI L., et AMAROUAYACHE M., 2004.** Quality evaluation of a new strain of *Artemia* from Chott Merouane. *Aquaculture*, 235: 361-369.
- KARA MH., AMAROUAYACHE M., 2012.** Review of the biogeography of *Artemia* Leach, 1819 (Crustacea:Anostraca) in Algeria. International Journal of *Artemia* Biology. ISSN:2228-754X. 2012, Vol 2, No 1: 40-50.
- KELLOGG VL., 1906.** A new *Artemia* and its life conditions. *Science*, 24: 594-596.
- KHEMAKHEM M., 1988.** *Artemia* dans les salines de Sfax : Etude biologique et écologique, possibilité d'exploitation à des fins aquacoles.Mem.Cyc. Ing. Sec. Hali. Spec. Aquacult. INAT.114.
- LAGUERRE H.,2007.** La culture de Phytoplancton Fiche n°2,4 , P26-27 disponible sur : (<https://tice.agrocampusouest.fr>).
- LAVENS P., et SORGELOOS P., 1987.** The cryptobiotic state of *Artemia* cysts its diapause deactivation and hatching: a review : 27-63. En: *Artemia* Research and its Applications. Vol. 3. P. Sorgeloos, D.A. Bengtson, W. Declerck y E. Jaspers (Eds.), Universa Press. Wetteren (Belgium). 556 pp.
- LAVENS P., et SORGELOOS P., 1996.** Manual on the production and use of live food for aquaculture. *FAO Fisheries Technical Paper* 361:175-180.
- LAVENS P., et SORGELOOS P., 2000.** The history, présent status and prospects and the availability of *Artemia* cysts for aquaculture. *Aquaculture*, 181 (3-4), 397-403.
- LEACH WE., 1819.** Entomostraca. In: Dictionnaire des sciences naturelles 4:524-543.

- LEGER P., BENGTSON DA., SIMPSON KL., et SORGELOOS P., 1986.** The use and nutritional value of *Artemia* as a food source. *Marine Biology and Oceanography: an annual review*. M. Barries (Ed.). Aberdeen University Press. (UK), 24: 521-623.
- LINNAEUS C., 1758.** *Syst. Nat. Hafnia.*, **1**: 634.
- LITCHFIELD CD., GILLEVET PM., 2002.** Microbial diversity and complexity in hypersaline environments: A preliminary assessment. *J Ind Microbiol & Biotechnol* 28 (1): 48-55.
- LIYING S., QIANG Z., JING W., HUA H., SORGELOOS P., GILBERT V., 2012.** High-temperature adapted *Artemia franciscana* (Kellogg, 1906) from Vietnam is a suitable strain for inoculation in temperature conditions of Bohai bay saltworks, China. *Crustaceana.*, 85.14:1709-1723.
- LOFFER H., 1964.** Vogelzug and Crustaceenverbreitung. *Zool. Anz.*, **27**: 311-316.
- MAC DONALD G., 1980.** The use of *Artemia* cysts as food by flamingo (*phoenicoptenus rubber roseurs*) and the shelduck (*Tadopna tadorna*). *Brine Shrimp Artemia: Ecol, Cult, Use Aquacult.* In: Persoone, G., P. Sorgeloos., O.A. Roels., E. Jaspers (eds). Univ. Press. Wett.Belgium., **3** : 97-104.
- MARTIN EG., AND WILBUR BC., 1921.** Salt antagonism in *Artemia*. *Am. Jour. Physiol.*, 55 :290-291.
- Mc GENITY TJ., GEMMELL RT., GRANT WD., STAN-LOTTER H., 2000.** Origins of halophilic microorganisms in ancient salt deposits. *Environ Microbiol* 2: 243-250.
- MURA G., 1990.** *Artemia salina* (Linnaeus, 1758) from Lymington, England: frontal Knob Morphology by scanning electron microscopy. *Journal of Crustacean Biology*, 10: 364-368.
- OREN A., 2002.** Diversity of halophilic microorganisms: environments, phylogeny, physiology, and applications. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 28: 56-63.
- OREN A., 2006.** The order *Halobacteriales*. In *The Prokaryotes. A Handbook on the Biology of Bacteria Volume 3*. 3rd edition. Edited by: Dworkin M., Falkow S., Rosenberg E., Schleifer K.-H., Stackebrandt E. New York: *Springer*. 113-164.
- PERSONNE G., SORGELOOS P., ROELS O., et al., 1979.** The Brine Shrimp, *Anemia*, Universa Press, Wetteren, Belgium. Vol.3, pp.57-65.
- PERSOONE G., et SORGELOOS P., 1980.** General aspects of the ecology and biogeography of *Artemia*.: 3-24. En: *The Brine Shrimp Artemia*. Vol. 3. G. Persoone, P. Sorgeloos, O. Roels y E. Jaspers (Eds.). Universa Press. Wetteren (Belgium). 456 pp.

- PICCINELLI M., et PROSDOCIMI T., 1968.** Descrizione tassonomica delle due specie *Artemia salina* L. *Artemia persimilis*. Rend. Inst. Lomb. *Sci Lett classe Sci* 102(B):113-118.
- POST F.J., et YOUSSEF NN., 1977.** A prokaryotic intracellular symbiont of the GSL brine shrimp *Artemia salina* (L). *Can. J. Microbiol.*, **23**: 1232-1236.
- POUVREAU B., 1977.** L'huitre plate : *Ostrea edulis* L. Maturité sexuelle contrôlée, élevage larvaire, croissance et mortalité, variabilité génétique. Thèse de 3ème cycle. Univ. CAEN. France.
- PROVASOLI L., et SHIRAISHI K., 1959.** Axenic cultivation of the brine shrimp *Artemia salina*. *Biol. Bull.*, **117**: 347-355.
- RODRÍGUEZ D, C CORREA, J DE LA ROSA-VÉLEZ, R ESCOBAR, B CORDERO, Z ALVAREZ & R SÁNCHEZ. 2002.** Variación alozimática en el crustáceo *Artemia franciscana* (Anostraca: Artemiidae) del Gran Lago Salado en varias condiciones experimentales. *Revista de Biología Tropical* 50(1): 87-95.
- REEVE MR., 1963.** The filter-feeding of *Artemia*. II. suspension of various particles. *J. Exp. Biol.*, **40**: 207-214.
- ROMDHANE MS., 2008.** Valorisation de l' *Artemia* (crustacea ;branchiopoda) de la saline de sahlne (sahel tunisien). In : *Bull.Soc.Zool.Fr.* Vol.133,n° 1-3,p.185-192.
- ROUSSEL EG., CAMBON BONAVITA M-A., QUERELLOU J., CRAGG BA., WEBSTER G., PRIEU D., PARKES RG., 2008.** Extending the subsea-floor biosphere. *Science* 320 (5879): 1046.
- SAMRAOUI B., CHAKRI K., et SAMRAOUI F., 2006.** Largebranchiopods (Branchiopoda: Anostraca, Notostraca and Spinicaudata) from the salt lakes of Algeria. *J. Limnol.*, **65**: 83-88.
- SATO NL., NATALIA E., JUAN C., MALLOY JORGE L., FENUCCI , 2004.** Calidad de los quistes de *Artemia persimilis* (Piccinelli & Prosdocimi) (Crustacea: Branchiopoda) de
- SATO NL., 1967.** Enzymatic contribution to the excystment of *Artemia salina*. *Sci. Rep. Tohoku. Univ.*, **33**: 319-327.
- SEKI H., 1966.** Studies on microbial participation to food cycle in the sea. III. Trial cultivation of brine shrimp to adult in a chemostat. *J. oceanogr. Soc. Japan.*, **22**, **3**: 105-110.
- diferentes zonas de Argentina, como alimento en acuicultura. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 39(2): 79–92.
- SELLNER K.G ; DOUCETTE G.J ; KIRKPATRICK G.J. (2003).** "Harmful Algal blooms: causes, impacts and detection". *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology* 30 (7): 383–406.
- SKOULTCHI AL., et MOROWITZ HJ., 1964.** Information storage and survival of biological systems et temperature near absolute zero. *Yale. J. Biol. Med.*, **37**: 158-163.

- SORGELOOS P., G.PERSOONE M., BAEZA-MESA E., BOSSUYT et BRUGGEMAN E., 1978.** The use of *Artemia* cysts in aquaculture: - the concept "Hatching efficiency" – description of a new method for cyst processing.: 715-721. In: *Proc. 9th. Annual Meeting World Mariculture Society*. J.Y. Avault (Ed.). Louisiana State University. Baton Rouge (Florida, USA). 807 pp.
- SORGELOOS P., 1980.** The use of brine shrimp *Artemia* in aquaculture. *Brine. Shrimp Artemia: Ecol, Cult, Use Aquacult.* In: Persoone, G., P. Sorgeloos., O.A. Roels., E. Jaspers (eds). Univ. Press.Wett. Belgium., **3**: 1-456.
- SORGELOOS P., 1986.** Manual for the culture and use of brine shrimp *Artemia* in aquaculture. In :[en ligne].1986.[Consulté le 21 mars 2017]. Disponible sur le web: <http://agris.fao.org/agris-dearch/search.do?recordID=US201300628840>.
- SORGELOOS P., LAVENS P., LEGER P., TACKAERT W., et VERSICHELE D., 1986.** Manual for the culture and use of brine shrimp *Artemia* in aquaculture. *Artemia. Ref. Center.* Fac. Agri.State University of Ghent. (Belgium). 91-95 ,319 pp.
- SPITCHAK MK., 1980.** *Artemia* in the USSR. *Brine Shrimp Artemia: Ecol, Cult, Use Aquacult.* In: Persoone, G., P. Sorgeloos., O.A. Roels., E. Jaspers (eds). Univ. Press.Wett.Belgium., **3**: 127-128.
- TAKANO H., 1967.** Rearing experiments of brine shrimp on diatom diet. *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.*, **52**: 1-1 1.
- TOBIAS WJ., SORGELOOS P., ROELS O., SHRFSTEIN BA., 1980.** International study on *Artemia* XIII. A comparison of production data of 17 geographical strains of *Artemia* in the St. Croix Artificial Up-welling Mariculture System. *Brine Shrimp Artemia: Ecol, Cult, Use Aquacult.* In: Persoone, G., P. Sorgeloos., O.A. Roels., E. Jaspers (eds). Univ. Press.Wett.Belgium., **3**: 383-392.
- TORRENTERA-BLANCO L., 1993.** Ecology and evolution of Yucatan Peninsula. *Artemia.* Doctor Thesis, University of Wisconsin, Wisconsin, EEUU. p104.
- TRIANTAPHYLLIDIS GV., CRIEL GRJ., ABATZOPOULOS TJ., THOMAS KM., PELWEMAN J., BEARDMOR JA., et SORGELOOS P., 1997.** International Study on *Artemia*. LVII. Morphological and molecular characters suggest conspecificity of all bisexual European and North African *Artemia* populations. *Marine Biology* **129**:477-487.
- TRIGUI K., 2016.** Recherche sur l'éco-biologie de l'Artémia (*Artemia salina*) de la saline de Sahline et effet des principaux facteurs externes sur sa survie en vue de maîtriser son élevage. Univer. Carthage. Fac.Sciences de Bizerte. p.83-86.

- TRIGUI K., SAID RB., AKROUT F., et al. 2017.** Etude éco-biologique d'*Artemia salina* (Branchiopoda, Anostraca) de la saline de Sahline(Tunisie). *Crustaceana*.Vol.89,n°8,pp.949-974.
- VAN STAPPEN, et SORGELLOOS, 1993.** The compolitan brine shrimp.Aquaculture, INFOFIB S. International 493.
- VAN STAPPEN G., et SORGELLOOS P., 1996.** Guppy laps e, Bulletin. April 2004 issue.
- VAN STAPPEN G., 2002.** Zoogeography. *Artemia: Basic.Appl. Biol.* In: Abatzopoulos.T.J., J.A. Beardmore., J.S. Clegg., P. Sorgeloos (eds).Kluw. Aca. Publ. Dordrecht. Netherlands. 171-215.
- VANHAECKE P., et SORGELLOOS p.,1980.** ISA IV. The biometrics of *Artemia* strains from different geographical origin.: 393-405. In: *the Brine Shrimp Artemia*. Vol 3. G. Persoone, P. Sorgeloos, O. Roels y E. Jaspers (Eds.). Universa Press. Wetteren (Belgium). 456 pp.
- VANHAECKE P., et SORGELLOOS P., 1982.** 1SA. XVIII. The hatching rate of *Artemia* cysts. A comparative study. *Aquacultural Engineering*. 1(4):263-273.
- VANHAECKE P., SIDDAL SE., et SORGELLOOS P., 1984.** ISA. XXXII. Combined Effects of temperature and salinity on the survival of *Artemia* of various Geographical origin. *J. Exp.Mar. Biol. Ecol.*, 80(3): 259-275.
- VERRILL AE., 1869.** Contribution to zoology from the museum of Yale College. III. Descriptions of some new American phyllopod Crustacea. *Amer J Science Arts Ser* 2(43):244-254.
- VOLMER C., 1952.** Kiemenfüß, Üpferling und Muschelkrebs. *N B B*. Band 57.
- VOS J., et TRANSUTAPANIT A., 1979.** Detailed report on *Artemia* cysts inoculation inBangpakong. Chachoengsao Province. *FAO/UNDP Field Doc*. 54.
- VOS J., LEGER P., VANHAECKE P., et SORGELLOOS P.,1984.** Quality evaluation of brine shrimp *Artemia* cysts produced in Asian saltponds. *Hydrobiologia*, 108: 17-23.
- WARREN HS.,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.
- WHITAKER DM., 1940.** The tolerance of *Artemia* cysts for cold and high vacuum. *J. Exp. Zool.*, **83**: 391-399.
- WUTSBAUGH WA., et GLIWICZ ZM.,2001.** Limnological control of brine shrimp population dynamics and cyst production in the Great Salt Lake, Utah. *Hydrobiologia*.,466: 119–132.
- YANEG C., 1986.** Observations on parthenogenetic and bisexual brine shrimp (*Artemia*). Primary consultation on sibling species. *Journal of Shandong College of Oceanology*, 16:59.

**YASEMIN BS., et Demirklap FY.,2002.** Effects of temperature on survival and growth of Artemia from Tuz lake, Turkey.Israel. J. Aquacult. Bamidgeh.,54.3:125-133.

**ZAREI A., SHIVAZAD M., et MIRHALI A., 2006.** Use of Artmia Meal as a protein supplement in Broiler Diet. International journal of poultry science 5(2): 142-148; 2006.IssN 1682-8356-ASian Network for scientific Information.

**ZEMMOURI A., 1991.** A note on the genus Artemiain Algeria.Hydrobiologia., 212: 231-2.



# ANNEXE I



(a)



(b)



(c)

Figure 31. Echantillonnage des cystes (Bethioua, Oran).



Figure 32. Traitement des échantillons de cystes sur site (Bethioua, Oran).



Figure 33. Traitement des échantillons de cystes au laboratoire (CNRDPA, 2018).



Figure 34. Purification et séchage des cystes.



Figure 35. Tamis de traitement des cystes.



Figure 36. Mise en incubation des cystes.



Figure 37. Processus de siphonage.



Figure 38. Récupération des nauplius sur le tamis (Biomasse d'éclosion).



Figure 39. Comptage des nauplii (Efficacité d'éclosion).



Figure 40. Récipients d'élevage des individus de l'artémia.



Figure 41. Pesage des nauplii. Figure 42. Stérilisation du matériel d'élevage du phytoplancton.



Figure 43. Ajustement du milieu de culture aux microalgues.

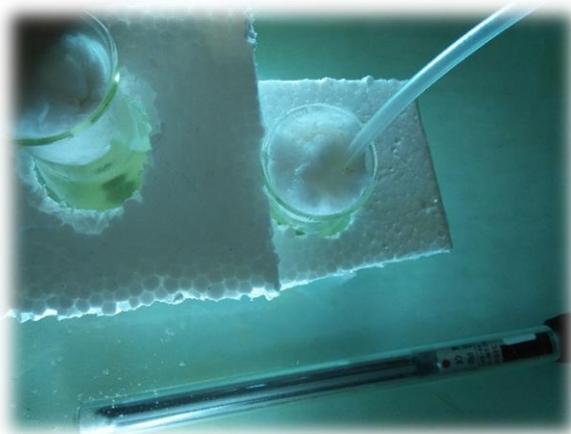


Figure 44. Mise en élevage du *Tetraselmis suecica*.



Figure 45. Comptabilisation des tubes de reproduction.

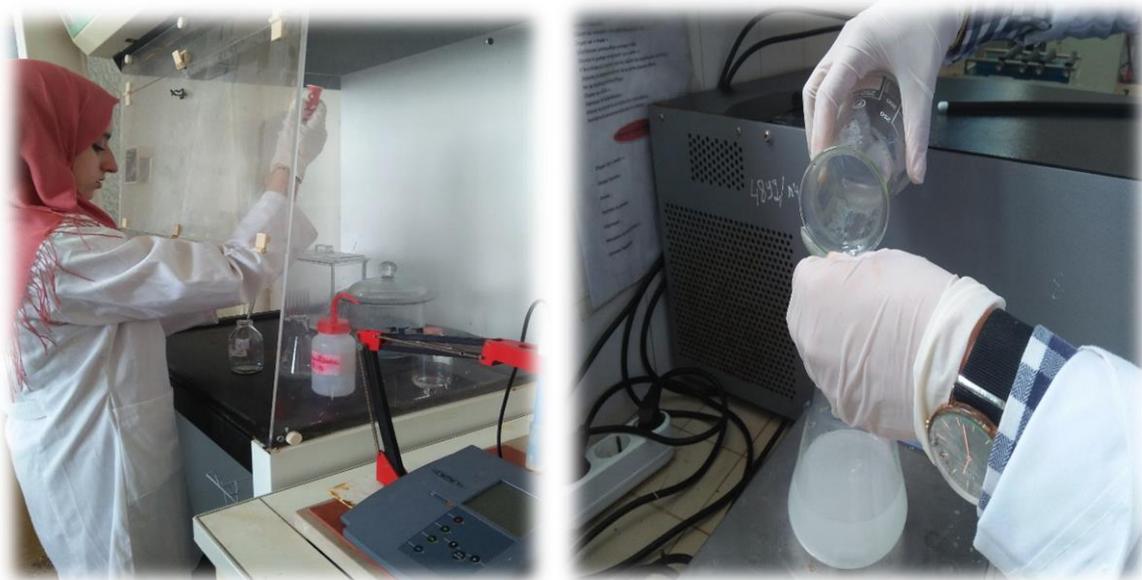


Figure 46. Dodsage des sels nutritifs du milieu d'élevage de l'artémia.



Figure 47. Reactifs du dosage des sels nutritifs.



Figure 48. Résultats du dosage des sels nutritifs.



Figure 49. Salinomètre.



Figure 50. Multiparamètre.



Figure 51. Morphométrie des adultes sous loupe binoculaire.

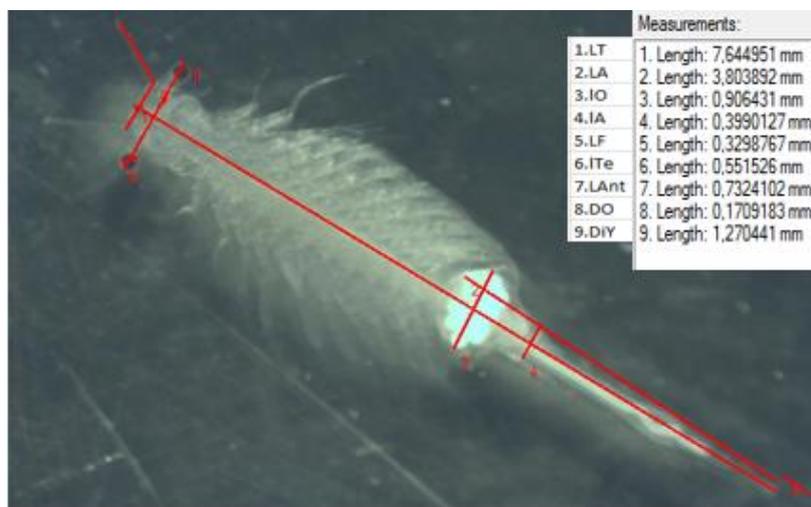


Figure 52. Mesures morphométriques des femelles adultes d'artémia avec du logiciel « Optika Vision Lite 2.1 », (G x 0,9).

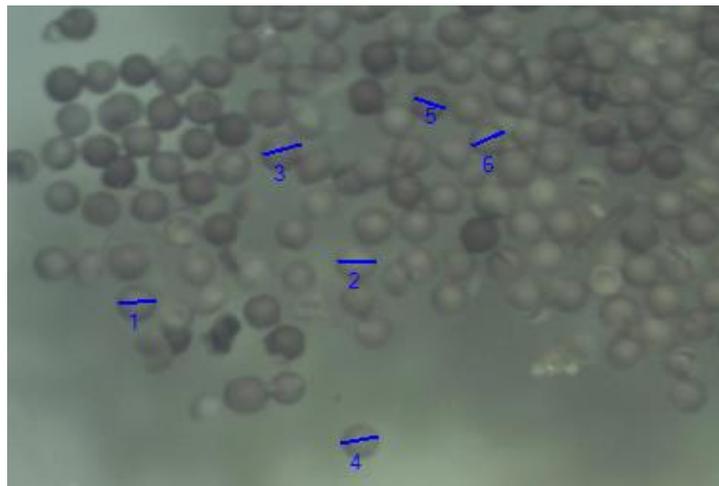


Figure 53. Mesures biométriques des cystes d'artémia avec du logiciel « Optika Vision Lite 2.1 », (G x 0,1).

# ANNEXE II

Tableau 7. Réactifs du dosage des sels nutritifs.

Réactifs	Solution
<b>R1</b>	50ml d'acide chlorhydrique concentré (d= 1,8) dans environ 300ml d'eau distillée + 5g de sulfanilamide et compléter à 500ml.
<b>R2</b>	0,5g de dichlorhydrate de N- Naphtyléthylène diamine + 500ml d'eau distillée.
<b>R3</b>	30g de phénol + 400 mg de Niro-prussiate de sodium+ 1000 ml d'eau distillée.
<b>R4</b>	280g de citrate trisodique + 22g se soude + solution d'hypochlorite de sodium qui correspond à 1,4 g de chlore soit 44 ml d'une solution à 10 degrés de chlore.
<b>R5</b>	15g de molybdate d'ammonium + 500 ml d'eau distillée.
<b>R6</b>	140 ml d'acide sulfurique (densité=1,80) + 900 ml d'eau distillée.
<b>R7</b>	54g d'acide ascorbique + 500 ml d'eau distillée.
<b>R8</b>	0,34g d'oxytartrate de potassium et d'antimoine + 250 ml d'eau distillée.
<b>R9</b>	100 ml de R 5, 250ml de R 6, 100ml de R 7, 50ml de R8).
<b>R10</b>	Solution étalon primaire de phosphate (0,6805 g du Dihydro-géophosphate de potassium anhydre + 11 ml d'eau distillée + 1ml de chloroforme).
<b>R11</b>	Solution étalon secondaire de phosphate (10 ml de de la solution étalon primaire diluée 100 fois et compléter à 1000ml + solutions d'eau de mer de concentrations : 0,1, 0,5, 1,2 $\mu\text{mol/l}$ de $\text{PO}_4^{-3}$ ).

Tableau 8. Qualité physico-chimique de l'eau d'élevage.

	Température (°C)	Salinité ( $\text{gl}^{-1}$ )	Oxygène dissous ( $\text{mg/l}$ )	pH
<b>Moyenne</b>	25,486667	56,926667	5,268	8
<b>E. Type</b>	0,3870524	19,175336	1,17119	0,68243
<b>Maximum</b>	26	80	7,12	9,2
<b>Minimum</b>	25	31,9	3,1	7

Tableau 9. Concentrations des sels nutritifs de l'eau d'élevage ( $\text{mg/l}$ ).

Semaine	Eau d'élevage		
	1 <sup>ère</sup> semaine	2 <sup>ème</sup> semaine	3 <sup>ème</sup> semaine
<b>Salinité</b>	35 $\text{gl}^{-1}$	60 $\text{gl}^{-1}$	80 $\text{gl}^{-1}$
<b>Nitrite (<math>\text{NO}_2^-</math>)</b>	0.4176	0.1049	0.9364
<b>Nitrate (<math>\text{NO}_3^-</math>)</b>	0.2510	0.5838	0.9780
<b>Phosphate (<math>\text{PO}_4^-</math>)</b>	1.2866	0.5430	1.4741
<b>Ammoniac (<math>\text{NH}_4^+</math>)</b>	0.6619	0.4574	0.09027

Tableau 10. Mesures biométriques des cystes et des nauplii d'artémia fraîchement éclos.

	<b>Diamètre des cystes hydratés non décapsulés en « µm »</b>	<b>Diamètre des cystes décapsulés en « µm »</b>	<b>Longueur des nauplii fraîchement éclos en « µm »</b>
<b>Moyenne</b>	248,844	226,057	522,2321
<b>Minimum</b>	200,041	171,672	761,9576
<b>Maximum</b>	297,118	275,792	390,5143
<b>Mode</b>	232,833	221,059	450,4038
<b>E. Type</b>	19,5677	27,0205	68,64609

Tableau 11. Mesures des variables morphométriques des femelles adultes de l'artémia (en mm).

	<b>L<sub>T</sub></b>	<b>LA</b>	<b>IO</b>	<b>IA</b>	<b>LF</b>	<b>ITe</b>	<b>LAnt</b>	<b>DO</b>	<b>DiY</b>
<b>Moyenne</b>	7,33843	3,69821	0,88439	0,37983	0,44775	0,62278	0,80113	0,18629	1,20292
<b>E. Type</b>	0,60519	0,4125	0,25582	0,06724	0,11074	0,07025	0,10333	0,03099	0,09624
<b>Minimum</b>	6,21871	2,92478	0,45942	0,2115	0,30365	0,48944	0,5645	0,13512	1,00945
<b>Maximum</b>	8,404	4,50204	1,46089	0,52158	0,74367	0,81936	1,09741	0,26547	1,41937

Longueur totale (L<sub>T</sub>), Longueur de l'abdomen (LA), Largeur de l'utérus chez la femelle (IO), Largeur du troisième segment de l'abdomen (IA), Longueur de la fourche caudale (LF), Largeur de la tête (ITe), Longueur de l'antennule (LAnt), Diamètre de l'œil (DO), Distance entre les yeux (DiY).

Tableau 12a. Taux d'éclosion des échantillons de cystes non décapsulés de la population d'artémia provenant de Bethioua.

	<b>Date</b>	<b>Nombre des cystes non décapsulés</b>	<b>Nombre des nauplii (N)</b>	<b>Nombre des cystes non éclos (C)</b>	<b>Taux d'éclosion (H%)</b>
<b>1</b>	11/04/2018	100	17	83	17
<b>2</b>	11/04/2018	100	5	95	5
<b>3</b>	11/04/2018	100	0	100	0
<b>4</b>	29/05/2018	100	33	67	33
<b>5</b>	29/05/2018	100	24	76	24
<b>6</b>	29/05/2018	100	3	97	3
<b>7</b>	29/05/2018	100	0	100	0
<b>8</b>	30/05/2018	100	11	89	11
<b>9</b>	30/05/2018	100	27	73	27
<b>10</b>	30/05/2018	100	88	12	88
<b>11</b>	30/05/2018	100	39	61	39
<b>Moyenne</b>					<b>22,4545</b>
<b>E. Type</b>					<b>15,5563</b>

Tableau 12b. Efficacité d'éclosion des échantillons de cystes non décapsulés de la population d'artémia provenant de Bethioua.

	Date	Nombre de nauplii (N)	Volume d'incubation (ml), (V)	Volume de l'échantillon prélevé (ml) (v)	Quantité de cystes incubés (g), (C)	Efficacité d'éclosion EE nauplii/g
<b>1</b>	11/04/2018	7	1000	0,25	1	28000
<b>2</b>	29/05/2018	9	1000	0,25	1	36000
<b>3</b>	30/05/2018	9	1000	0,25	1	36000
<b>4</b>	30/05/2018	10	1000	0,25	1	40000
<b>5</b>	30/05/2018	15	1000	0,25	1	60000
<b>6</b>	30/05/2018	10	1000	0,25	1	40000
<b>Moyenne</b>						<b>40000</b>
<b>E. Type</b>						<b>8485,28</b>

Tableau 12c. Biomasse naupliiiaire des échantillons de cystes non décapsulés de la population d'artémia provenant de Bethioua.

	Date	Nombre de nauplii	Quantité de cystes incubés (g)	Biomasse naupliiiaire (b) (mg /g de cystes)
<b>1</b>	29/05/2018	1619	1	12,2
<b>2</b>	30/05/2018	5314	1	218,6
<b>3</b>	30/05/2018	6712	1	325,6
<b>4</b>	30/05/2018	9111	1	461,2
<b>5</b>	30/05/2018	4997	1	229,8
<b>Moyenne</b>				<b>249,48</b>
<b>E.Type</b>				<b>153,8664</b>

Tableau 13. Croissance de la population d'artémia de la saline de Bethioua élevée au laboratoire (en mm).

	25/03/2018	01/04/2018	08/04/2018	15/04/2018
	Nauplii fraîchement éclos 30N	Eau de mer (1 <sup>ère</sup> semaine) 30N	60 gl <sup>-1</sup> (2 <sup>ème</sup> semaine) 30N	80 gl <sup>-1</sup> (3 <sup>ème</sup> semaine) 30N
	<b>L<sub>T</sub></b>	<b>L<sub>T</sub></b>	<b>L<sub>T</sub></b>	<b>L<sub>T</sub></b>
<b>Somme</b>	<b>15,666962</b>	<b>59,485421</b>	<b>123,03214</b>	<b>220,15294</b>
<b>Moyenne</b>	<b>0,5222321</b>	<b>1,9828474</b>	<b>4,1010714</b>	<b>7,3362526</b>
<b>Minimum</b>	<b>0,3905143</b>	<b>0,7510601</b>	<b>2,490669</b>	<b>6,218712</b>
<b>Maximum</b>	<b>0,7619576</b>	<b>3,309457</b>	<b>5,969728</b>	<b>8,403995</b>
<b>E.T</b>	<b>0,0686461</b>	<b>0,5299719</b>	<b>0,843721</b>	<b>0,6051868</b>
<b>Taux de croissance/semaine</b>		<b>2,7968701</b>	<b>1,0682739</b>	<b>0,7888624</b>
<b>Taux de croissance/jour</b>		<b>0,3995529</b>	<b>0,1526106</b>	<b>0,1126946</b>

Tableau 14. Résultats du test de la reproduction.

Sexe	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Jour 4	Jour 5	Jour 6	Jour 7	Jour 8	Jour 9	Jour 11	Jour 12	Jour 13
C	0	0	0	0	0	0	0 N	F morte	/	/	/	/
C	0	0	0	0	0	0	3 N	F morte	/	/	/	/
C	0	0	0	0	0	0	0	C mort	/	/	/	/
C	0	0	0	0	0	0	9 N	F morte	/	/	/	/
C	0	0	0	0	0	0	38 N	0	0	0	F morte	/
F	0	0	0	0	0	0	36 N	0	0	0	F morte	/
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	F morte	/
F	0	0	0	0	0	0	0	5 N	0	0	F morte	/
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	F morte	/
F	0	0	0	0	0	37 N	0	0	0	0	F morte	/
F	0	0	0	0	16 N	0	0	0	0	0	F morte	/
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	F morte	/
F	0	0	0	0	0	50 N	0	F morte	/	/	/	/
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	F morte	/
F	0	0	0	0	F morte	/	/	/	/	/	/	/
C	0	0	0	0	0	C mort	/	/	/	/	/	/
C	0	10 N	20 N	0	C mort	/	/	/	/	/	/	/
F	0	0	0	0	0	0	37 N	0	F morte	/	/	/
F	0	0	0	0	0	0	F morte	/	/	/	/	/
F	0	0	0	0	0	0	F morte	/	/	/	/	/
F	0	0	0	0	0	0	F morte	/	/	/	/	/
F	0	0	0	0	F morte	/	/	/	/	/	/	/
F	0	0	0	0	F morte	/	/	/	/	/	/	/
F	0	0	47 N	F morte	/	/	/	/	/	/	/	/
F	0	0	0	17 N	0	F morte	/	/	/	/	/	/
F	0	0	0	0	0	5 N	F morte	/	/	/	/	/
F	0	0	0	33 N	0	0	0	0	F morte	/	/	/
F	0	0	0	0	0	18 N	F morte					
F	0	0	0	0	0	6 N	0	0	F morte	/	/	/
F	0	0	0	0	44 N	0	F morte	/	/	/	/	/
F	0	0	0	0	0	0	F morte	/	/	/	/	/
F	0	0	0	3 N	0	0	F morte	F morte	/	/	/	/
F	0	0	0	0	0	0	F morte	F morte	/	/	/	/
F	0	0	0	0	0	0	0	26 N	F morte	/	/	/
F	0	0	0	0	0	F morte	/	/	/	/	/	/
F	0	0	0	0	0	51 N	0	3 N	F morte	/	/	/
F	0	0	0	0	0	F morte	/	/	/	/	/	/
F	0	0	0	0	0	F morte	/	/	/	/	/	/
F	0	0	0	17 N	0	0	0	10 N	0	F morte	/	/
F	0	0	0	0	0	F morte	/	/	/	/	/	/
F	0	0	0	0	0	13 N	F morte	/	/	/	/	/
F	0	0	0	0	0	0	F morte	/	/	/	/	/
F	0	0	0	0	0	0	46 N	0	0	F morte		
F	0	0	0	0	0	27 N	F morte	/	/	/	/	/
F	0	0	0	0	0	8 N	2 N	F morte				
F	0	0	0	0	0	F morte	/	/	/	/	/	/
F	0	0	0	0	0	F morte	/	/	/	/	/	/
F	0	0	0	0	0	F morte	/	/	/	/	/	/
F	0	0	0	0	0	0	0	7 N	F morte	/	/	/
F	0	0	0	0	0	0	0	F morte	/	/	/	/
F	0	0	0	17 N	0	0	0	31 N	F morte			
F	0	0	0	0	0	0	F morte	/	/	/	/	/
F	0	0	0	0	0	0	38 N	F morte	/	/	/	/
F	0	0	0	0	23 N	0	0	0	0	26 N	0	F morte

F = Femelle, C = Couple, N = Nauplii, Cs = Cyste.