

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Universite Abdelhamid Ibn Badis -

Mostaganem

Faculte Des Sciences De

La Nature Et De La Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس

مستغانم

كلية العلوم الطبيعية و الحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET D'AQUACULTURE

Mémoire De Fin D'études

Pour l'obtention du Diplôme de

Master II

En Hydrobiologie Marine et Continentale

Présenté Par:

AKKOUDA Larbi

Spécialité : Exploitation et Protection des Ressources Marines Vivantes

Et

NADER Khalid

Spécialité : Ressources Halieutique et Exploitation durable.

Thème

Etude comparative de certains paramètres
d'éclosion des cystes de l'espèce *Artémia*
« *Artémia salina* et *Artémia franciscana* »

Soutenue publiquement le : 18/09/2017

Devant le jury composé de:

Président : Mr Belbachir Noureddine M.A.A. . . .U. Mostaganem

Promoteur : Dr. Ghomari S.Med M.C.A..... .U. Mostaganem

Examineur : Mme Benzidane Dehiba M.A.A. . . .U. Mostaganem

Année universitaire : 2016 – 2017

Sommaire

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Résumé	
INTRODUCTION.....	1
Chapitre I : Généralités sur l'Artemia	
I.1 Présentation de l'espèce.....	4
I.1.1 La répartition géographique de l'Artemia	4
I.1.1.1 Artemia dans le monde.....	4
I.1.1.2 Artemia en Algérie.....	5
I.1.2 Systématique, biologie et écologie de l'Artemia.....	6
I.1.2.1. Classification systématique.....	6
I.1.2.2 Type d'Artémia.....	8
I. 1.2.2.1 Artémia franciscana	8
I. 1.2.2.2 Artemia salina	9
I.1.2.3 Biologie de l'Artemia	10
I.1.2.3.1 Description morphologique.....	10
I.1.2.4 Le cyste	15
I.1.2.4.1 La structure de cyste d'Artemia.....	15
I.2.4.2 Les conditions de formation des cystes.....	16
I.1.4.3 Le nauplius	16
I.1.3. Reproduction et Cycle de vie d'Artemia.....	17
I.1.4. Conservation et éclosion des cystes	19
I.1.4.1. Conservation	19
I.1.4.2. Eclosion	19
I.1.4.3. La charge en-cystes	23
I.1.5. Développement larvaire et morphologie de la larve.....	23
I.1.6. Régime alimentaire	24
I.1.7. Modes de nutrition et rôle trophique.....	25
I.1.8 Utilisation de l'Artemia en aquaculture	25
I.2. les paramètres de la qualité de l'Artemia.....	26
I.2.1 La qualité d'éclosion des cystes d'Artemia.....	26
I.2.1.1 Le pourcentage d'éclosion ou taux d'éclosion (H %).....	26
I.2.1.2 L'efficacité d'éclosion (EE)	27

Chapitre II : Matériels et Méthodes

II.1 Zone d'étude	29
II.1.1 Qu'est-ce qu'une sabkha.....	29
II.1.2 Les salines.....	29
II.1.3 Les salines de Bethioua « Arzew »	30
II.1.3.1 Cadre physique.....	31
II.1.3.1 Climatologie	32
II.2 Choix et intérêt de l'espèce.....	32
II.3 Collecte, traitement et conservation des échantillons de cystes.....	33
II.4 La qualité biologique des cystes.....	36
II.4.1 Le matériel biologique.....	36
II.4.2 Le protocole d'incubation des cystes d'Artemia.....	36
II. 4.2.1 L'incubation proprement dite.....	36
II. 4.2.2 La séparation des cystes éclos des coquilles et des cystes non éclos.....	37
II.5. Paramètres de la qualité de l'Artemia.....	37
II.5.1 La qualité d'éclosion des cystes d'Artemia.....	37
II.5.1.1 Le pourcentage ou le taux d'éclosion (PE)	37
II.5.1.2 L'efficacité d'éclosion (EE) nombre de nauplii/ g de cystes	38

Chapitre III : Résultats et discussions

III.1 Etude de la qualité d'éclosion	41
III.2 Conclusion.....	44

Références bibliographiques

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les sites potentiels d' <i>Artemia</i> connus en Algérie	6
Tableau 2 : Résultats des paramètres d'éclosion (taux et efficacité) des cystes de la souche <i>Artémia salina</i> de Bethioua et la souche <i>artémia franciscana</i> de Utah (usa)	41
Tableau 3 : Résultats des paramètres d'éclosion (taux et efficacité) d'autres travaux réalisés en Algérie pour différentes salines Algériennes	43

Liste des Figures

Figure 1 : Répartition de l' <i>Artemia</i> dans le monde.....	5
Figure 2 : <i>Artémia franciscana</i>	9
Figure 3 : <i>Artemia salina</i>	9
Figure 4 : Mâle et femelle d' <i>Artemia</i>	11
Figure 5 : femelle adulte, vue ventrale	11
Figure 6 : La tête d'un mâle d' <i>Artemia</i> adulte	12
Figure 7 : La tête d'une femelle d' <i>Artemia</i> adulte... ..	12
Figure 8 : Femelle adulte vue latérale	13
Figure 9 : Appareil reproducteur de la femelle, vue ventrale	14
Figure 10 : Cyste d' <i>Artemia</i>	15
Figure 11 : Structure du cyste d' <i>Artemia</i>	16
Figure 12 : Nauplii d' <i>Artemia</i>	16
Figure13 : Cycle de vie de l' <i>Artemia</i>	17
Figure 14 : Processus de l'ovogenèse jusqu'à la femelle d' <i>Artemia</i>	19
Figure 15 : Déroulement de l'éclosion... ..	20
Figure 17 : Diagramme de l'effet de la température de – 20 °c à 40 °c sur le métabolisme du cyste.....	21
Figure 18 : Relations entre la concentration en glycérol du cyste du taux de glycérol dans le milieu, le pourcentage de cystes en éclosion et le temps d'incubation à 3 concentrations de NaCl	22
Figure.19 : Influence du PH du milieu d'incubation sur l'activité enzymatique des embryons d' <i>artémia</i>	22
Figure 20 : Situation de la saline de Bethioua (Arzew)	31
Figure 21 : Prélèvement des échantillons des cystes	33

Figure 22. Schéma de la méthodologie adoptée pour le processus de purification des cystes <i>d'Artemia</i>	33
Figure 23 : Les étapes de purification des cystes	34
Figure 24 : Dispositif d'incubation des cystes d'Artemia.....	36
Figure 25 : Mode expérimental pour déterminer le Pourcentage d'éclosion	38
Figure 26 : Mode expérimental pour déterminer l'efficacité d'éclosion	39
Figure 27 : le Taux d'éclosion des cystes de la souche <i>Artémia salina</i> de Bethioua et la souche <i>Artémia franciscana</i>	41
Figure 28 : Efficacité d'éclosion des cystes de la souche <i>Artémia salinade</i> Bethioua et la souche <i>artémia franciscana</i>	42

Abstract

Artemia is a type of crustacean that lives in salty, brackish water. It is considered as a food for fish larvae being small in size and contains the essential elements that help to have good growth. Given its importance in the field of larval rearing, we have undertaken this study to find out the nutritional value of *Artemia salina*, collected at the Betioua salts in Oran, and to compare it with the commercial strain *Artemia franciscana*, Lake Utah (USA), in terms of hatching quality (hatching rate and efficiency). thanks to our experience we have found that the use of the népplii of *Artémia salina* for the larval rearing can be viable provided to go through a phase of treatment by decapsulation of the cysts to obtain good yields in aquaculture farming

Key words : *Artemia*, *Salina*, *Franciscana*, hatching quality characteristics, larval , népplii.

Résumé

L'Artémia est un type de crustacés qui vie en eau salée, saumâtre. Il est considéré comme une nourriture pour les larves de poissons étant de petite taille et contient les éléments essentiels qui aident à avoir une bonne croissance. Compte tenu de son importance dans le domaine de l'élevage larvaire, nous avons entrepris la présente étude pour connaître la valeur nutritive de *l'Artémia salina*, collecté au niveau des salines Betioua à Oran, et de la comparer avec la souche commerciale *Artémia franciscana*, du lac d'Utah (USA), en termes de qualité d'éclosion (le taux et l'efficacité d'éclosion). grâce à notre expérience nous avons trouvé que l'utilisation des nauplii *d'Artémia salina* pour l'élevage larvaire peut être viable à condition de passer par une phase de traitement par décapsulation des cystes pour obtenir de bons rendements en élevage aquacoles.

Mots clé : *Artemia, salina, franciscana*, qualité d'éclosion, larve, nauplii

المخلص:

تعتبر الارتميا التي هي نوع من القشريات التي تعيش في الأوساط المالحة و شديدة الملوحة ، بأنها من بين الأغذية المناسبة ليرقات الأسماك لكونها صغيرة الحجم وتحتوي على عناصر أساسية تساعد على نموها . فنظرا لأهميتها في مجال تربية اليرقات أردنا أن نتطرق في دراستنا إلى معرفة جودة الارتميا المحلية (ارتميا ساليينا) المتواجدة في سبخة وهران ، ومقارنتها بالارتميا الأجنبية ، المسوقة (فرانسييس كانا) (لبحيرة اوتاها الامركية) من حيث جودة التفريخ (نسبة و فعالية التفريخ)، فمن خلال التجارب التي قمنا بها وجدنا انه يمكننا أن نقوم بتغذية اليرقات بواسطة دعموص ارتميا ساليينا وذلك بعد القيام بازالة الغلاف و تقديمها للأسماك من اجل الحصول على مردود جيد.

الكلمات المفتاحية : الارتميا , القشريات، ساليينا، فرانسييس كانا، جودة التفريخ،

اليرقات, دعموص.

Remerciements

Nous tenons en premier à remercier dieu 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.

Nous tenons à remercier à notre promoteur monsieur Dr. GHOMARI Sidi Mohamed Pour son aide, ses orientations judicieuses et ses qualités d'ordre et d'efficacité pour l'élaboration de ce travail.

*Nous exprimons nos sincères remerciements à monsieur Dr. BELBACHIR Noureddine d'avoir accepté de présider le Jury de ce travail.
Nos vifs remerciements vont également à Madame Dr. BEN ZIDANE Dehiba d'avoir acceptée d'examiner ce travail.*

Nous exprimons notre reconnaissance envers la direction l'unité ENSEL de la saline de Bétioua, particulièrement Monsieur Le directeur de l'unité et les responsables du laboratoire, pour ses aides et faciliter l'accès à la saline.

Nous remercions également Mr Toufik BOUKHATMI pour l'aide et le plus qu'elle a apporté dans la partie pratique de notre travail. Nous tenons à le remercier aussi pour sa disponibilité et sa gentillesse.

Nous tenons à remercier également le responsable des laboratoires pédagogique de la faculté des Séances de la Nature et de la Vie et l'ensemble des ingénieurs et techniciens des laboratoires en particulièrement laboratoire des Ressources Halieutiques pour ses aides déployée pour faciliter notre travail.

Dédicaces

Je dédie ce travail à mes chers parents, merci pour votre soutien moral et financier et vos encouragements tout au long de mes études. Pour vos précieux conseils et l'éducation que vous m'avez apportée. Pour votre aide précieuse dans les moments difficiles. Merci infiniment.

J'ai une pensée toute particulière pour toi maman, tu es la personne qui me donne tous les jours la force et le courage de prendre la vie du bon côté, d'être le plus cool possible et de toujours voir la réalité de façon positive. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner.

A ma chère femme à qui j'exprime mon amour éternel. Ses encouragements et sa patience m'ont été précieux pour continuer mes études et aussi de terminer ce travail.

A mes chères anges rayane et yasmine qui ont tant supportés mon absence. Vous êtes l'étoile qui a éclairé ma vie, vous m'avez donné la force de continuer et d'avancer juste en regardant tes beaux sourires innocents.

A mon frère, mes sœurs, mes beaux frères, mes belles sœurs, mes nièces, mes neveux à toute ma famille, merci.

A mon cher binôme Khalid et A tous mes amis merci pour tous les moments de bonheur partagés, pour m'avoir encouragé et réconforté dans les moments de doute.

Dédicaces

J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste mémoire à mes très chers parents qui m'ont continuellement soutenu dans mes études et qui m'ont submergé d'affection et d'amour je tiens à leur exprimer toute ma gratitude.

Ainsi qu'à mes très chères sœur et frères m'ont souhaités tout le bonheur .

Je dédié à tous mes amis et à toute la promotion de Master 2 Ressources Halieutiques et Exploitation Durable de l'année 2016/2017.

NADER Khalid

INTRODUCTION

Les premières étapes de l'aquaculture moderne ont eu lieu dans le XIXème siècle, quand il a été possible de maîtriser au laboratoire le cycle de vie de certaines espèces de poissons et de crustacés. Le premier problème qui s'est présenté à l'aquaculteur depuis, était le choix de l'aliment à fournir aux animaux d'élevage. Ce problème est aggravé dans les stades larvaires pour leurs besoins nutritionnels stricts (**Ruiz Perez O, 2008**).

Les nauplii d'*Artemia* représentent un maillon trophique indispensable pour nourrir plus de 80% des alevins des poissons et des larves de crustacés. Cette importance est due à la disponibilité, à la simplicité et à la valeur nutritionnelle par rapport à d'autres aliments (**Ben Naceur H. et al, 2008**). D'autre part, les Nauplie d'*Artemia* sont considérés comme un aliment convenable qui peut être facilement stocké et aisément manipulé et obtenu seulement après 24h d'incubation à partir des cystes (**Lavens et Sorgeloos, 2000**).

Les cystes d'*Artemia* 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'*Artemia* 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.

La demande mondiale en cystes d'*Artemia* est en augmentation constante, quelques estimations ont signalé une augmentation annuelle de 15% due à la croissance au développement biotechnique et de production en aquaculture dans divers régions de la planète. Il est estimé que la demande mondiale de cystes d'*Artemia* dépasse les 2000 tonnes par an, des quelles 85% sont utilisées dans l'élevage larvaire des pénéidés marins; 10% en pisciculture et le reste les 5% en aquariophilie, ce qui donne comme résultat une grande activité d'extraction à partir des populations naturelles provenant des salines (**Lavens et Sorgeloos, 2000**).

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

L'Algérie a encouragé la réalisation de projets de pisciculture, mais certains produits comme les aliments larvaires, de pré-grossissement et de grossissement sont importés. Pour cela, nous avons jugé utile de développer les recherches sur l'*Artemia*, dont un axe qui traite l'exploitation des cystes dans les écosystèmes à *Artemia* et leur utilisation dans les élevages larvaires de poissons, afin de valoriser une ressource naturelle délaissée dans les salines, surtout que les analyses chimiques ont

INTRODUCTION

montré que la souche de Sfax (du pays voisin) ne présente aucun risque pour être utilisée en alimentation larvaire. C'est dans ce contexte que nous nous sommes proposés dans le présent travail, de faire des tests d'élevage des cystes d'*Artemia* récoltés dans la saline de Bethioua.

L'avenir des élevages d'*Artemia* peut être envisagé de deux façons. D'une part, à court terme et moyen terme, il est probable que se développent des essais de productions "d'oeufs" qui fourniront des produits de haute qualité aux écloseries. D'autre part, à long terme on peut penser que seront réalisées des inoculations dans des milieux non productifs comme les lacs et lagunes hypersalés pour le compte d'organismes humanitaires. Les animaux récoltés, riches en protéines (60 % du poids sec) pourraient être fournis vivants ou après transformation aux élevages terrestres et aquatiques de ces régions, et pourquoi pas aux hommes dans certains territoires des hérités.

L'augmentation de la demande de cyste d'*Artemia* fait que, toutes les populations présentent un intérêt, et peuvent contribuer à l'approvisionnement local ou l'exportation. Dans ce contexte, et vue que l'Algérie dispose d'un grand nombre de biotopes pouvant abriter la ressource naturelle *Artemia*, spécialement au niveau des zones humides, vient appuyer notre étude, qui a comme objectifs : La comparaison des paramètres d'éclosion de l'*Artémia salina* de la saline de Béthioua et avec la souche commerciale « *artémia fransiscana* » du lac de Utah à (USA).

Afin de vérifier les hypothèses émises, nous vous proposons, dans la première partie, une étude bibliographique, pour présenter l'artémia son cycle et ses caractéristiques, dans la deuxième partie, l'étude expérimentale de décrit le matériel et la méthode de travail, et dans la troisième partie une synthèse des résultats avec une discussion de ces derniers.

Nos résultats seront résumés dans une conclusion générale à la fin du mémoire.

Chapitre I :
Généralités sur l'Artemia

I.1 Présentation de l'espèce

I.1.1 La répartition géographique de l'Artemia

I.1.1.1 Artemia dans le monde

Artemia sp. est un groupe cosmopolite qui peut survivre à des conditions environnementales stressantes : salinités extrêmes, faibles ou fortes températures et anoxie (**Torrentera et Dodson, 2004**). Grâce à cette flexibilité, les habitats de ces organismes sont distribués partout dans le monde à l'exception de l'Antarctique (**Browne et Mac-Donald, 1982**). Ils vivent dans les lacs salés et hypersalés (**Thiéry et Puente, 2002**), les lagunes côtières et dans les étangs (**Triantaphyllidis et al, 1996**). L'absence de compétiteurs favorise le développement de ce branchiopode dans les bassins sursalés.

Cette caractéristique d'être euryhaline leur permettant de vivre dans des intervalles de salinité compris entre 10-20 $g\ l^{-1}$ et plus de 300 $g\ l^{-1}$, est due à sa grande capacité d'osmo-régulation. Son hémolymphe est maintenue hypotonique par rapport au milieu environnant (**Croghan, 1985a**) 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**).

La température vitale optimale de *l'Artemia* 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 liés aux caractéristiques de chaque population et espèce (**Amat, 1985a**).

Par ailleurs l'artémia parvient à des concentrations d'oxygène allant au-dessous de 1 ppm jusqu'à plus de 150% de saturation. Pour ce qui est du pH, l'artémia préfère des milieux alcalins (**Sato, 1967**).

Puisque l'Artémia ne possède aucun moyen de dispersion active, les vents et les oiseaux aquatiques (surtout flamants roses) constituent les vecteurs les plus importants de la dispersion des cystes à travers la nature (**Lavens et Sorgeloos, 2000**) de manière que ces derniers lorsqu'ils flottent sur la surface de l'eau s'adhèrent aux pieds et aux plumages des oiseaux aquatiques. Même quand ils sont ingérés, les cystes restent intacts pour au moins 2 jours dans leur système digestif. En conséquence, l'absence des oiseaux est probablement la raison pour laquelle certaines régions convenables pour la présence de l'Artémia (par exemple les salines de la côte nord-est du Brésil) ne sont pas naturellement habitées par ce petit crustacé (**Lavens et Sorgeloos, 2000**).

De ce fait, les différentes populations d'*Artemia* 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 (Fig.1).

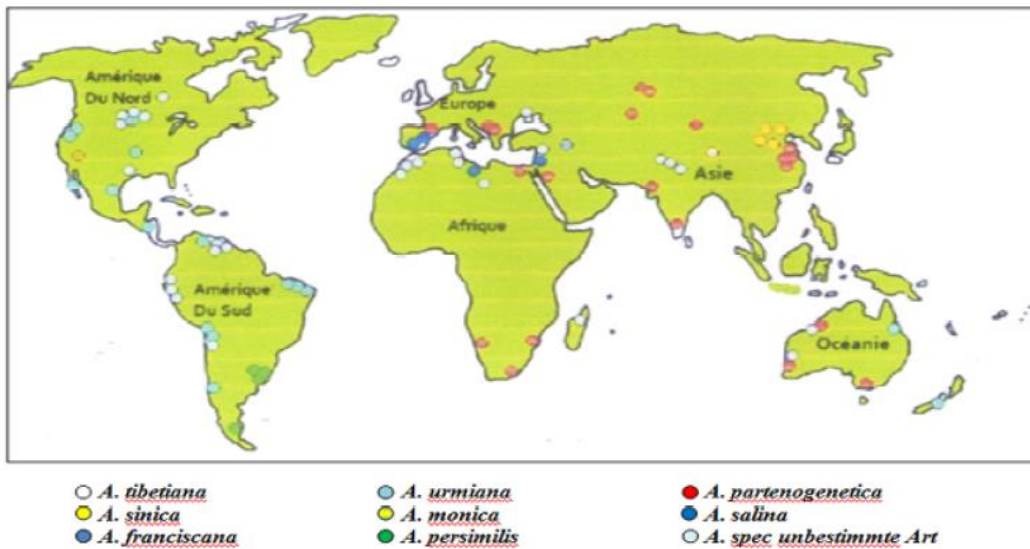


Figure 1 : Répartition de l'*Artemia* dans le monde (Lavens et Sorgeloos, 2000)

I.1.1.2 *Artemia* en Algérie

D'après **Haddag, 1991** et **Kara, 1994**, les travaux réalisés sur l'*Artemia*, 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 Amrouyache, 2012** ont recensé 11 sites potentiels de présence d'*Artemia* en Algérie (**Tableau 1**). (**Kara et Amarouyache, 2012**).

Tableau 1 : Les sites potentiels d'*Artemia* connus en Algérie.

Région	Superficie (ha)	Coordonnées géographiques	Espèce	Références
Sebkhat Oran	43,000	35°43'N 00°08'W	Inconnue	Sorgeloos et al,1986 ; Ghomari et al, 2011
Chott Ouargla	6,853	31°57'N 05°20'E	Inconnue	Sorgeloos et al, 1986
Chott Marouane (El Oued)	36,000	34°03'N 06°20'E	<i>A. Salina</i>	(Sorgeloos et al, 1986 ; Zemmouri, 1991 ; Kara et al, 2004 ; Samraoui et al, 2006 ; Amarouayache et al, 2009 ; Amarouayache et Kara, 2010
Sebkhat Ez- Zemoul (Oum El Bouagui)	6,100	35°53'N- 06°33'E	<i>A. Salina</i>	Sorgeloos et al, 1986 ; Zemmouri, 1991 ; Kara, 1998 ; Samraoui et al, 2006 ; Amarouayache et Kara, 2010 ; Amarouayache et al, 2010 ; Amarouayache et al, 2012
Arzew Saltern (Bethioua, Oran)	2,900	35°41'N- 00°17'W	<i>A. tunisiana</i>	Zemmouri, 1991 ; Haddag, 1991 ; Samraoui et al, 2006, Ghomari et al, 2011
Garaet El Tarf (Oum El Bouagui)	33,460	35°42'N 07°07'E	<i>A. Salina</i>	Kara, 1998;Haddag, 1991; Gagneur et Kara, 2001; Ghomari et al,2011
Chott Melghir (Biskra)	48,000	34°10'N 06°17'E	<i>A. Salina</i>	Samraoui et al, 2006 ; Ghomari et al, 2011
Sebkhat Sidi Bouziane (Relizane)	1,740	35°50'N 00°39'W	<i>A. Salina</i>	Zemmouri, 1991 ; Ghomari et al, 2011
Lac El-Bahira (Setif)	10	35°50'N 05°15'E	Inconnue	Sorgeloos et al, 1986 ; Derbal et al, 2010, Ghomari et al, 2011
Lac salé de Goléa (Ghardaia)	18,947	30°28'N 02°55'E	Inconnue	Ghomari et al, 2011
Dayet Morseli (Oran)	150	35°30'N 00°46'W	Inconnue	Sorgeloos et al, 1986

I.1.2 Systématique, biologie et écologie de l'*Artemia*

I.1.2.1 Classification systématique

Le genre *Artemia* est inclut dans le groupe des crustacés branchiopodes Anostracés. De nos jours, ces crustacés sont considérés comme les plus primitifs. Ils se caractérisent par la possession d'appendices thoraciques en forme de feuilles, exerçant une triple fonction locomotion, respiration et filtration (Classe Branchiopodes). Ils se distinguent aussi par l'absence de carapace (Ordre

Anostraca), la présence d'une fourche caudale avec deux rames et par un régime alimentaire filtreur planctonophage. La classification systématique du genre est comme suit :

- Règne : *Animalia*
- Embranchement : *Arthropoda*
- Sous-Embranchement : *Crustacea*
- Classe : *Branchiopoda*
- Sous-Classe : *Sarsostraca*
- Ordre : *Anostraca*
- Sous-Ordre : *Artemiina*
- Famille : *Artemiidae*
- Genre : *Artemia*

(Ghomari, 2012)

Récemment, on applique les méthodes de biologie moléculaire (**Gajardo et al, 2004**), utilisant des marqueurs moléculaires tels que la RFLPs (Restriction Fragment Length Polymorphisms ou mitochondrial or molecular DNA sequences and microsatellite DNA markers). Les différentes espèces et populations d'*Artemia* sont différenciées par la comparaison de leurs séquences génétiques.

Ces résultats confirment ceux obtenus par les méthodes classiques de comparaison des aspects morphologiques :

Les observations d'un grand nombre de populations nouvellement découvertes, ont donné un nombre de noms spécifiques très important. Dès le début du 20^{ème} siècle, des études cytologiques et génétiques ont complété les méthodes traditionnelles de classification basées classiquement sur les aspects morphologiques. Et comme résultat neuf souches d'*Artemia* bisexuées ont été identifiées :

- *A. franciscana* (Kellog, 1906)
- *A. monca* (Virrill, 1869)
- *A. persimilis* (Piccinelli et prosdocimi, 1968)
- *A. salina* (Bowen et sterling, 1978)
- *A. urmina* (Gunther, 1890)

- *A. sinica* (Cai, 1989)
- *Artemia* sp. Kazakhstan (Pilla et Beardmore, 1994)
- *A. tibetiana* (Abatzopoulos, Zhang et Sorgeloos, 1998)
- *A. parthenogenetica* (Bowen et Sterling, 1978)

I.1.2.2 Types d'*Artemia*

I. 1.2.2.1 *Artemia franciscana*

Est la préférée parmi toutes les espèces en aquarium, en aquariophile et en aquaculture de poissons ornementaux. C'est même la seule souche qui sont exploitable en remplacement d'autres nourritures planctonique en élevage de poissons marins comme le poisson-clown. La caractéristique première d'*Artemia franciscana* est sa taille, tant sa longueur que son envergure générale: elle est d'environ 20% plus petit que d'autre espèce particulièrement bien connue, *Artemia salina*. ce sont deux super-espèces.

Parmi les espèces d'*Artemia*, seules 3 sont considérées en super-espèce: *A. franciscana* sur tout le super-continent américain, *A. salina* pour la zone Europe et bassin méditerranéen, et *A. sinica* pour l'Asie centrale et orientale.

Comme son épithète d'espèce le suggère, *A. franciscana* vient de la baie de San Francisco aux Etats-Unis : cette provenance réelle est considérée comme le "top", la "rolls", des souches d'*Artemia* en aquaculture.

Son avantage principal réside dans une moindre taille des nauplii (0,428 mm vs. 0,515 mm) mais aussi d'une meilleure valeur nutritive à poids égal avec l'artémia européenne.

L'aquaculture commerciale des entreprises ontensemencé les marais-salant. avec des cystes importés à de nombreuses reprises, et *A. franciscana* a été introduite dans toute l'Asie, l'Australie et l'Amérique du Sud au cours des 20 dernières années.(aquaportail.com)



Figure 2 : *Artemia franciscana*.(aquaportail.com)

I. 1.2.2.2 *Artemia salina*

Fait partie de l'ordre des branchiopodes, il a le corps allongé, presque filiforme, d'une mollesse extrême et dépourvu de tête. Sa couleur varie du blanc-jaunâtre au rouge ferrugineux. (JOLY, 1840).



Figure 3: *Artemia salina*.(aquaportail.com)

Elle se trouve dans les grandes masses d'eau salée intérieures comme le Grand lac Salé dans le nord de l'Utah, sur la côte rocheuse du sud de San Francisco, et dans la mer Caspienne, et globalement dans les lacs salés.

Elles se rencontrent également dans de nombreux autres biotopes aquatique avec une forte teneur en sel, la région désertique inter montagnarde de l'ouest des Etats-Unis, des marais-salant près d'une côte, et de nombreux marais salants artificiels à travers le monde.

En France, son élevage est effectué sur le salin d'Aigues-Mortes et du grau du Roi où il existe des activités aquacoles pour lesquelles quelques mareyeurs professionnels exercent, en plus d'une activité de pêche (anguilles) sur certains étangs et mais récoltent aussi des *Artemia sp*, destinés à l'aquariophilie et commercialisés vivantes par les Salins du Midi.

Effectivement, les lagunes salicoles permanentes ou temporaires et de forte salinité (> 70g/L) accueillent des quantités importantes d'artémies, ressource alimentaire de nombreux oiseaux d'eau (y compris le Flamant Rose, l'Avocette élégante, ...). Les artémias contribuent à la richesse avifaunistique des salins.

L'Artemia salina a une remarquable résistance à changer et est capable de vivre dans une grande variété de salinité d'eau. Les habitats des artémies contiennent une certaine teneur en sel allant de l'eau de mer (29 à 35‰), et ils peuvent tolérer jusqu'à une concentration en sel de 50‰, ce qui est presque le seuil de saturation.

Certains se trouvent dans les marais de type salants juste à l'intérieur des dunes en bord de mer, mais jamais dans l'océan lui-même, parce qu'il y a trop de prédateurs. En plus des marais salants, ils habitent également des bassins d'évaporation artificiels, utilisés pour obtenir le sel de l'océan. Leurs branchies les aident à faire face à la forte teneur en sel en absorbant et en excréant des ions dans une urine concentrée par les glandes maxillaires. (aquaportail.com)

I.1.2.3 Biologie de l'Artemia

I.1.2.3.1 Description morphologique

L'Artemia est un petit crustacé aquatique de forme allongée et dépourvu de carapace, il connaît 14 mues, son corps se compose d'au moins 20 segments et de 10 paires d'appendices plats attachées à son tronc, semblables à des feuilles appelés phyllopoies (pattes), lesquels battent à un rythme régulier.

Sa coloration va du blanc laiteux au bleu vert jusqu'au rouge brique et au vermillon selon sa nourriture et le milieu, en particulier selon la teneur en oxygène dissout (**Abatzo et Polulos et al, 2010**), il est clairement segmenté.

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. (**Ghomari, 2012**).

La femelle adulte a un sac ovigère, en forme de coeur à l'arrière de ses derniers appendices. Le mâle, possède deux appendices symétriques en forme de châte à hauteur de la tête, Il est généralement plus petit que la femelle, nage plus rapidement et moins coloré (Fig.4).

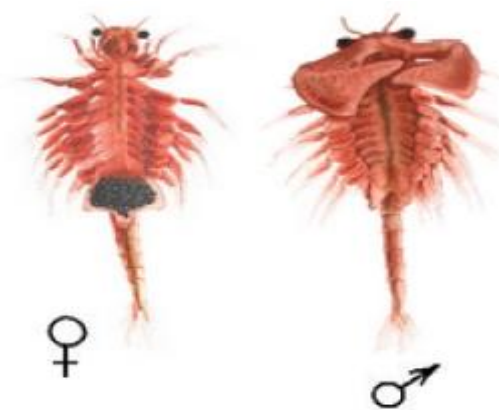


Figure 4 : Mâle et femelle d'*Artemia* (Abatzolulos et al, 2009)

L'anatomie externe permet de distinguer trois parties bien différenciées la tête, thorax et abdomen (Fig. 5) :

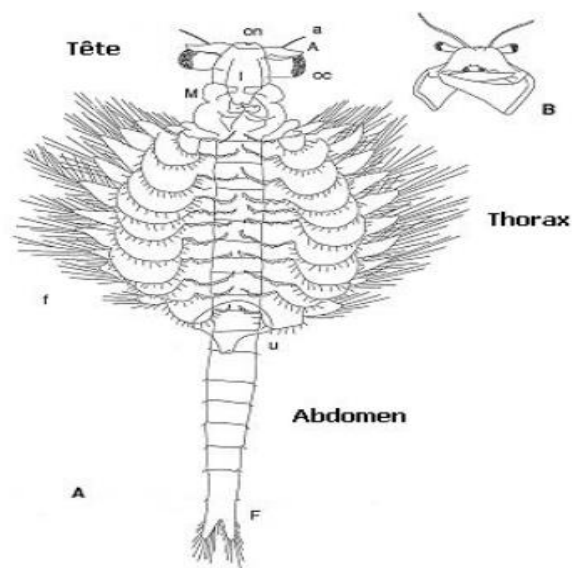


Figure.5. A. femelle adulte, vue ventrale.

A, antennes ; **a**, antennules ; **on**, œil nauplien ; **oc**, oeil composé, **F**, fourche caudale ; **f**, phyllopodes ; **I**, labrum ; **M**, mandibule ; **u**, utérus. **B.** tête de mâle adulte, vue Antérieure (Hontoria, 1990).

a. La tête

Elle est formée par cinq segments soudés entre eux et indifférenciés, reconnus par le type d'appendices et les organes qu'ils portent. Au sommet de la zone frontale apparaissent les restes de

Généralités sur l'*Artemia*

l'œil moyen ou œil nauplien formé de trois ocelles de couleur obscure chez l'adulte et rouge durant le premier stade nauplien. Du côté de la base des pédoncules oculaires, en position dorsale, apparaissent les antennules et en position ventrale les antennes pourvues de cils caractérisant le dimorphisme sexuel chez *Artemia*. Les antennes présentent deux proportions plus ou moins différenciés : protopodite et exopodite. Chez les femelles les antennes adoptent une forme foliacée

Simple, présentant sur les bords antérieurs du protopodite deux taches sensorielles. Chez les mâles ces antennes sont hypertrophiées principalement au niveau de l'exopodite, prenant la forme de pinces appropriées pour maintenir la femelle par la partie antérieure de l'utérus au moment de la copulation et la fertilisation (fig6 et7)

Sur les trois segments restants s'insèrent les pièces buccales, une paire de mandibules, couvertes par un labrum ou lèvre supérieure et deux paires de maxilles

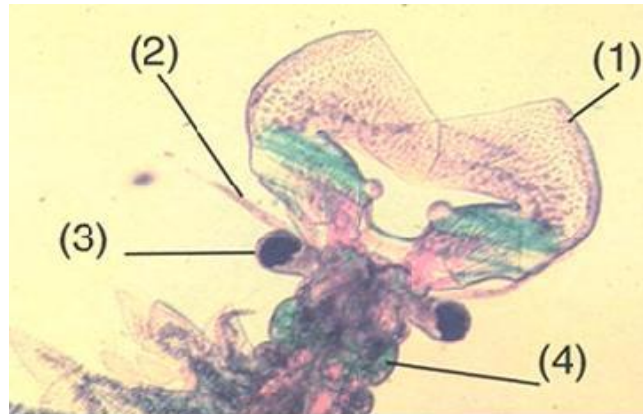


Figure 6. La tête d'un mâle d'*Artemia* adulte.

(1) antenne ; (2) antennule ; (3) L'oeil complexe ; (4) mandibule.

(Lavens et al. 1996)

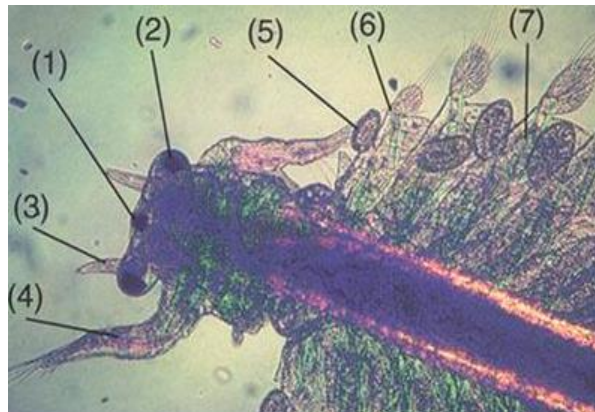


Figure7. La tête d'une femelle d'*Artemia*adulte.

(1) œil nauplien ; (2) œil complexe ; (3) antennule ; (4) antenne; (5) exopodite; (6) telopodite ; (7) endopodite. (Lavens et al, 1996)

b. Le thorax

Il est formé de 11 segments bien délimités, dotés chacun d'une paire d'appendices foliacés, les phyllopodes ou thoracopodes. Ce sont des structures morphologiques identiques mais de dimensions variables grandes au niveau de la partie centrale et réduites au niveau des extrêmes (Fig 8).

Ces thoracopodes ont un rôle dans la natation, la respiration et la filtration des particules alimentaires (Fig.8). Ils sont dotés d'un mouvement constant battant à un rythme régulier métachronique avec une fréquence de 150 à 200 coups par minute (Lochhead, 1914 in Hontoria, 1990), présentant deux types de formation les exopodites et les endopodites. Les exopodites sont des sacs formés par un tégument fin agissant en mode de branchies, les endopodites en nombre de cinq de forme foliacée pourvus de longues et fines cils ayant un rôle natatoire. L'endopodite le plus proche de l'insertion du thoracopode s'appelle le telopodite chargé de filtrer les particules alimentaires du milieu et les transférer vers le canal ventral qui s'étend le long du corps.

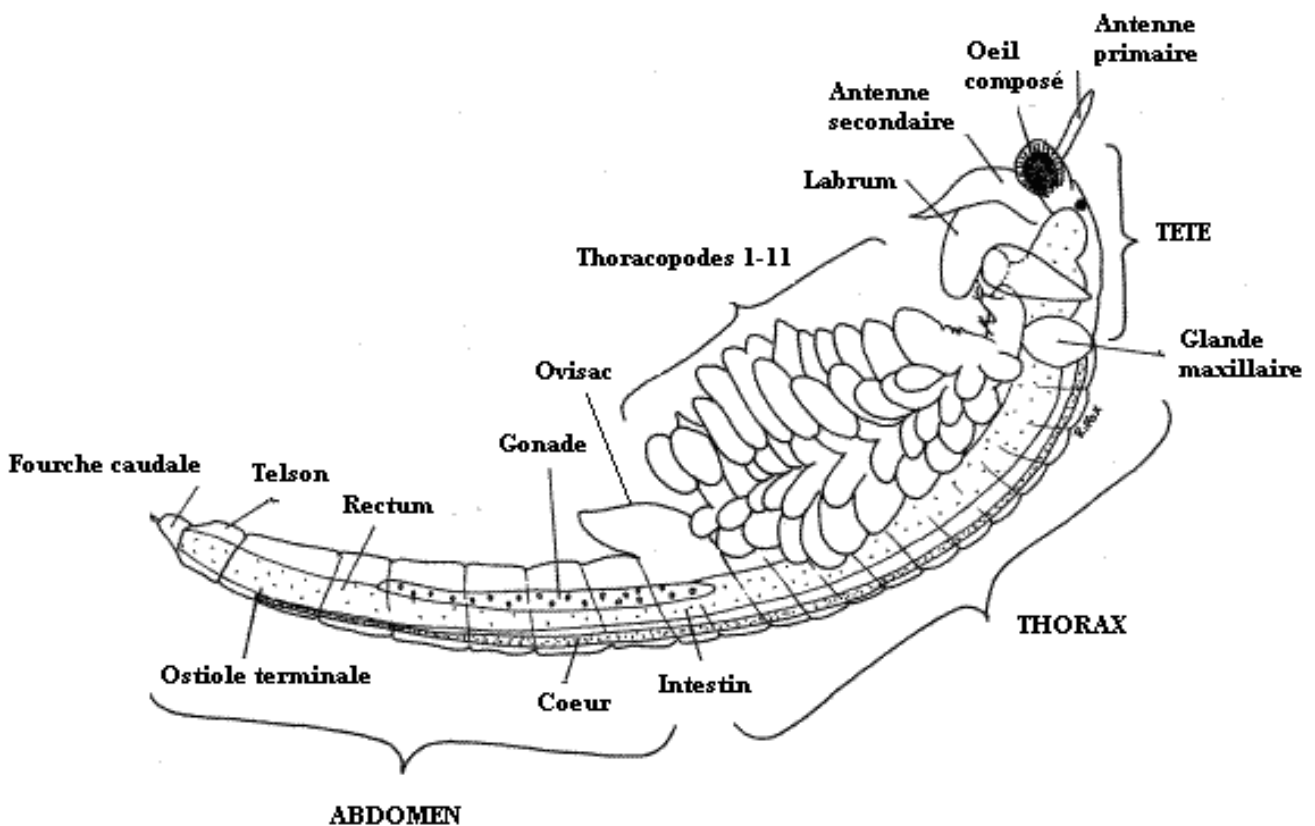


Figure8 . Femelle adulte vue latérale.

c. L'abdomen

Il est formé de 08 segments apodes. Les plus proches du thorax sont les segments génitaux, les autres proprement abdominaux et se terminent par le telson pourvu d'une fourche caudale. Les segments génitaux sont plus volumineux que les autres thoraciques et abdominaux, hypertrophiés au niveau ventral donnant lieu à l'appareil génital : sac ovigère ou utérus chez la femelle et la vésicule séminale et pénis chez le mâle.

Chez les femelles de chaque ovaire sort un oviducte qui conduit les ovocytes à un utérus moyen unique. Dans l'utérus les œufs commencent leur division après la fécondation et terminent leur développement comme embryon jusqu'à la formation du nauplius ovovivipare où au moment de la phase embryonnaire gastrula, Chez le mâle les produits séminaux provenant des testicules parcourent les vésicules séminales en forme de U de chaque côté et sortent à l'extérieur par les vaisseaux efférents. Le pénis possède une capacité rétractile. (Fig.9)

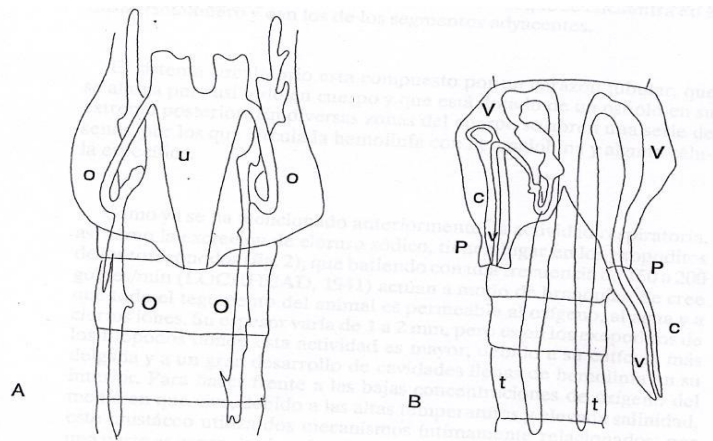


Figure . 9. A. Appareil reproducteur de la femelle, vue ventrale

(Hontoria, 1990) : O, ovaires; o, oviductes; u, utérus.

B. appareil reproducteur du male, vue ventrale ;

(Hontoria, 1990): c, cirre; P, pénis ; t, testicules ; V, vésicules séminales ; v, vaisseaux efférents

A partir de l'insertion postérieure de l'utérus et des testicules succèdent les autres segments (06) abdominaux parfaitement délimités et de diamètres décroissants. Le dernier correspond au telson et présente deux structures allongées en forme de lobes en disposition latérale appelé fourche caudale présentant au bord de longs cils, et entre ces lobes s'ouvre l'orifice anal.

La fourche caudale est la structure anatomique la plus variable chez *Artémia*, son aspect peut changer notablement d'une race à l'autre ou parfois pour la même race en fonction des conditions du milieu particulièrement la salinité. A de fortes salinités, la fourche peut disparaître ou ne présente pas

de soies, par contre dans des salinités voisines à l'eau de mer, la fourche est bien développée avec jusqu'à plus de 20 soies par lobe.

En conditions normales, on peut observer différentes formes de la fourche pour les différentes espèces ou variétés.

I.1.2.4 Le cyste

Le cyste à une forme biconcave, après hydratation il devient sphérique, le cyste sec résiste également aux fortes radiations, une variété de solvants organiques (même à des pesticides), le manque d'oxygène et peut être entreposé pendant des mois ou des années sans toutefois perdre sa capacité d'éclosion. (**Granvill, Treece, 2000**). (Fig.10)

Il est enveloppé par l'espace sous cuticulaire et la membrane cuticulaire ou embryonnaire interne (mci), fine membrane perméable uniquement aux molécules ayant une taille réduite tels que l'O₂, CO₂, NH₄. Cette dernière est entourée par le chorion composé :

- la cuticule embryonnaire ou couche fibreuse et une fine membrane cuticulaire extérieure .
- L'enveloppe tertiaire composée de la couche alvéolaire et la couche corticale , les deux couches sont composées de canaux qui piègent l'air et permet la flottabilité du cyste



Figure 10 : Cystes d'Artemia (Dahloum, 2007).

I.1.2.4.1 La structure de cyste d'Artemia

L'enveloppe du cyste est constituée de 03 structures:

- 1. le chorion:** il est constitué essentiellement de lipoprotéines, sa fonction est la protection de l'embryon.
- 2. la cuticule membranaire:** elle protège l'embryon contre l'agression grosses molécules (CO₂) il sert en fait de filtre de perméabilité.

3. La cuticule embryonnaire: c'est une membrane très élastique et transparente qui sépare l'embryon de la cuticule membraneuse. (Dhont et Vanstappen, 2003) (Fig.11).

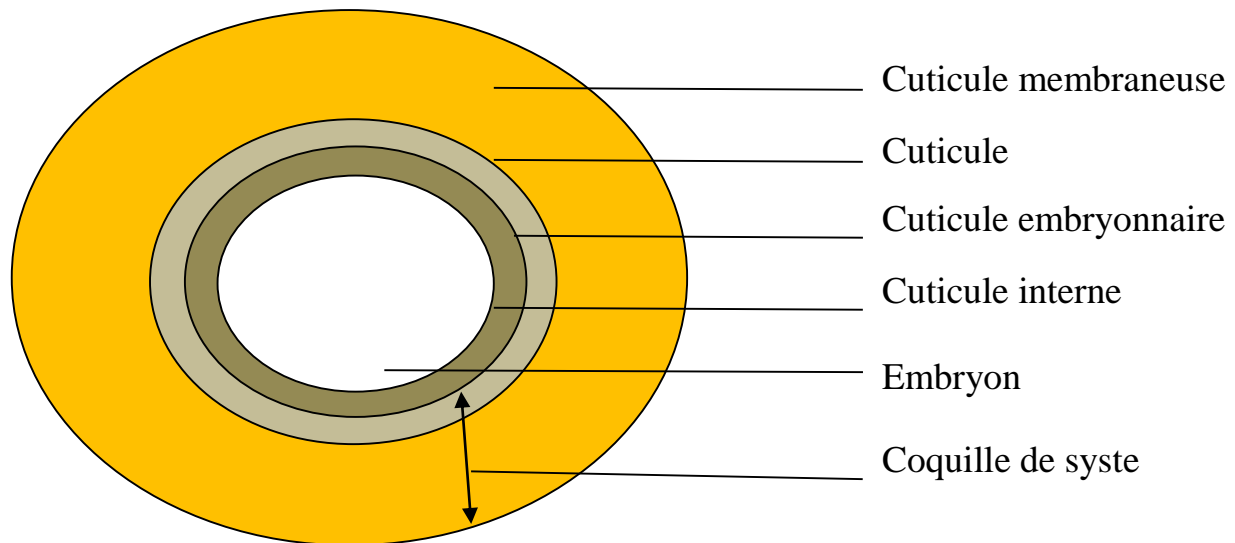


Figure 11 : Structure du cyste d'*Artemia* (Dhont et Vanstappen, 2003).

I.2.4.2 Les conditions de formation des cystes

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

I.1.2.4.3 Le nauplius

Les nauplii d'*Artemia* sont de petites 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 350g/l) qui interdisent le développement de tout autre organisme animal (Fig.12) .la taille des nauplii d'*Artemia* n'excède pas les treize millimètres, elle 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.



Figure.12 : Nauplii d'*Artemia*

I.1.3 Reproduction et Cycle de vie d'*Artemia*

Les populations d'*Artemia* présentent deux types de reproduction : sexuelle avec la présence de mâles et femelles chez l'espèce sexuée et asexuée ou parthénogénétique avec la présence exclusive de femelles chez la souche asexuée (clones parthénogénétiques).

Les deux types de femelles (sexuées ou asexuées), peuvent donner deux classes de descendance, selon les conditions environnementales (dans les conditions optimales de disponibilité d'aliment, salinité et oxygène), et selon l'espèce: un embryon qui achève son développement embryonnaire à l'intérieur de l'utérus de la femelle, et naît comme nauplii parfaitement formé, aussi connues sous le nom « d'œufs d'été » (reproduction ovovivipare), ou bien et en face des conditions adverses (salinité élevée, ou niveaux faibles d'oxygène), ils sont produits des formes d'œufs de résistances connues sous le nom de cystes, ou aussi appelés « des œufs d'hiver. (Curto, 2006).

Ces embryons qui une fois, atteignent le stade blastula avancé ou début du gastrula, entrent en stade de diapause, se recouvrent de l'enveloppe tertiaire résistante secrétée par une glande au niveau de l'utérus (glande coquillière). Ils sont ensuite émis dans le milieu comme cystes ou œufs de durée (ovipare). Après déshydratation, le cyste présente une forme semi-sphérique avec un hémisphère totalement invaginé dans l'autre. Une fois réhydratée, il récupère sa forme totalement sphérique. L'embryon en diapause est enfermé dans le cyste. (Fig.13)

Exceptionnellement certains cystes éclosent immédiatement après être émis par la femelle, appelés cystes spontanés (Dutrieu, 1960),

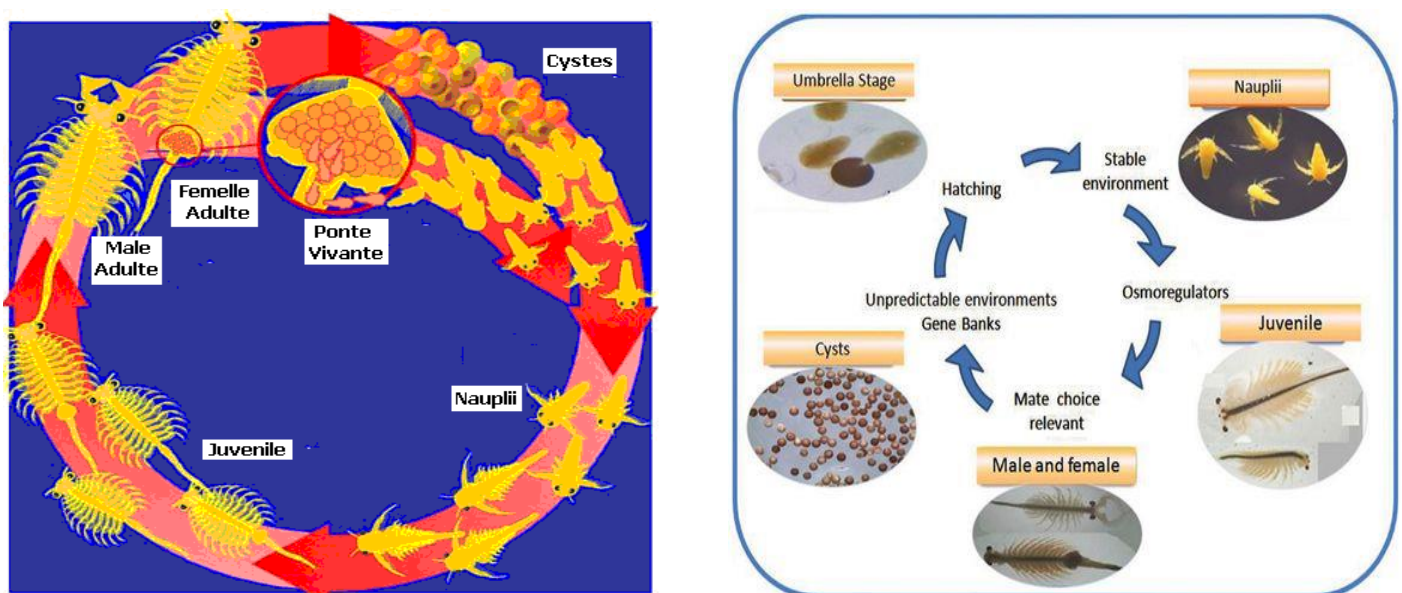


Figure.13 : Cycle de vie de l'*Artemia* (Lavens et al, 1996)

La majorité des cystes restent dans l'état de cryptobiose ou de diapause avec un métabolisme suspendu jusqu'à ce que les conditions du milieu soient favorables pour amorcer la désactivation de la diapause.

Chez les espèces sexuées, lorsque les individus atteignent la maturité sexuelle, chaque mâle par son réflexe d'accouplement s'unit à une femelle par le biais de ses appendices céphaliques (antennes). Il la maintient par dessus l'utérus, 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. Le processus de l'ovogenèse chez la femelle est présenté dans la figure.14 :

- Avant le processus de l'ovogenèse au niveau de l'abdomen des femelles, on observe uniquement l'allure du tube digestif (stade A).
- La formation des oocytes débute dans les ovaires et montre l'apparition de petites tâches opaques de couleur rosâtre le long des ovaires de chaque côté du tube digestif (stade B), où vont se développer en accumulant le vitellus dans leur cytoplasme. Durant les phases B et C croissent des oocytes, la phase C est très courte.
- Par la suite ils migrent vers les sacs latéraux des oviductes (Stade D), puis vers l'utérus en forme d'ovules.
- Durant cette phase les ovules se rencontrent dans la première métaphase méiotique ou en phase équivalente pour les souches parthénogénétiques. La fécondation des ovules a lieu durant cette phase.

Une fois les oocytes fécondés, passent à l'utérus, où s'effectuera le reste du développement embryonnaire (phase E). Quand la ponte atteint le stade D, se déclenche une nouvelle activité des ovaires, on assiste à une superposition des générations mais jamais de mélange entre pontes. Suite à cette fréquence a lieu des pontes de nauplii ou cystes en nombre variable selon la population, l'âge de l'animal et autres conditions écophysiologiques. Dans les conditions les plus favorables une femelle peut dépasser 400 nauplii par ponte.

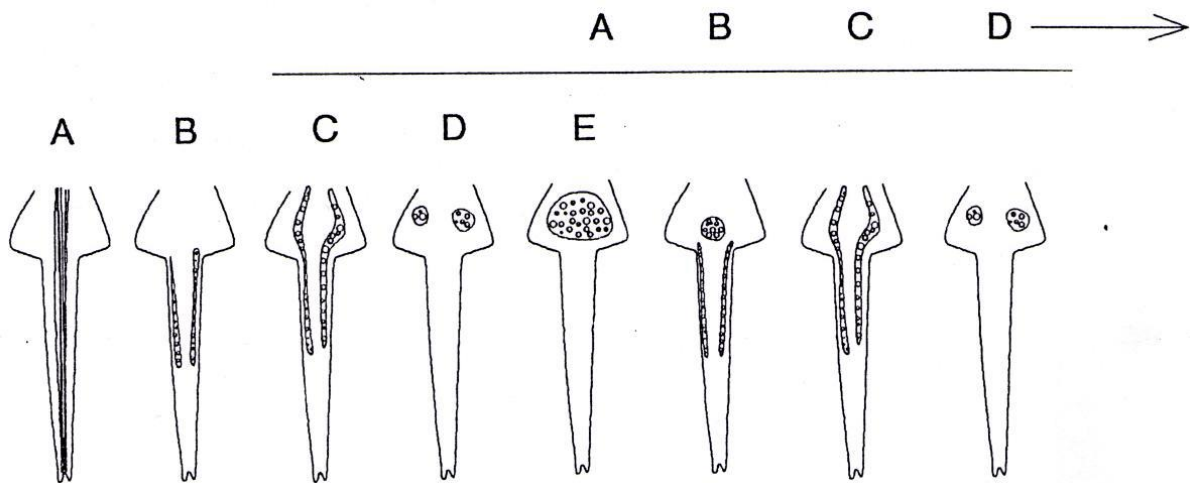


Figure.14 : Processus de l'ovogenèse jusqu'à la femelle d'*Artemia*.

A, état de repos ; **B**, activité des ovaires ; **C**, migration des oocytes ; **D**, accumulation des oocytes dans les oviductes ; **E**, accumulation des oocytes dans l'utérus pour leur fécondation. (**Amat, 1985a**)

I.1.4. Conservation et éclosion des cystes

I.1.4.1 Conservation

Bien que déshydratés les cystes présentent un faible métabolisme qu'il sera nécessaire de diminuer voire éliminer pour assurer une conservation de plusieurs années sans chute du taux d'éclosion.

Les cystes devront être maintenus déshydratés, à basse température et surtout à l'abri de l'oxygène (**Bowen, 1963 ; Clegg et Cant, 1980**).

Suivant la durée de conservation désirée on peut utiliser diverses méthodes. Pour quelques mois, les cystes peuvent être placés directement dans la saumure saturée. Si le stockage doit se prolonger ils doivent être déshydratés dans une étuve puis placés sous vide ou en atmosphère inerte (azote).

I.1.4.2 Eclosion

Au niveau des écloséries, étant donné le prix actuel des cystes, l'impératif sera de réaliser des éclosions où le rapport poids de naüplii obtenus sur poids de cystes soit le plus haut possible.

Pour une éclosion optimale certains critères de base devront être observés en les adaptant à la souche utilisée.

Résumons en premier lieu, par les schémas proposés par **Morris en 1971** et modifiés par **Benijts et Vandeputte en 1977**, le déroulement de l'éclosion (Fig.15).

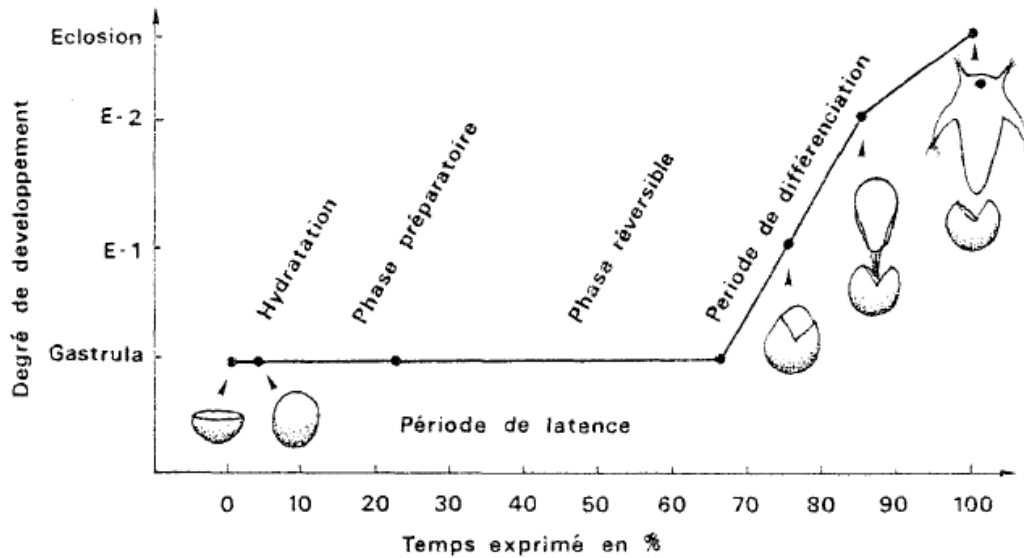


Figure.15 : Déroulement de l'éclosion (**Morris,1971** et **Benijts et Vandeputte, 1977**)

Première étape de l'éclosion l'hydratation, ne dure que une à deux heures suivant la salinité du milieu. L'incubation peut être divisée en deux périodes: une de latence et une de différenciation. La première peut être divisée en deux phases : une de préparation et une de réversibilité. Durant la première, si le cyste subit une déshydratation, replacé dans de bonnes conditions il reprendra son développement à partir du stade auquel il était arrivé avant la déshydratation. Par contre dans la phase de réversibilité le cyste déshydraté reprendra son développement au début de la période de réversibilité même s'il était en fin de celle-ci, Les précipitations en périodes de dessiccation dans le milieu naturel pouvant se succéder rapidement, ce phénomène peut être considéré comme un moyen de protection de l'espèce.

Il nécessite toutefois des dépenses énergétiques qui provoqueront des baisses du rendement de l'éclosion d'où l'intérêt de récolter les cystes le plus rapidement possible. Passé la période de latence qui représente 70 % du temps de l'éclosion, le chorion se fend très rapidement et le nauplius apparaît enveloppé dans la membrane d'éclosion, pendu au chorion plus léger que lui d'où le nom de ce stade "parapluie". Le nauplius d'*Artemia* finit par rompre la membrane et devient un être libre.

Six facteurs interviennent directement dans le processus de l'éclosion : la température, la salinité, le pH, l'oxygène, la lumière et la charge en cystes par litre.

a. Température

La figure.16 dressée pour **Sorgeloos** en **1980** d'après ses propres travaux, ceux de **Benijts** en **1977**, fait apparaître que l'optimum se situe à 30°C et qu'il est possible que les cystes, encore en phase de latence, éclosent même après avoir subi des températures comprises entre 12°C et 40°C si on les replace dans de bonnes conditions.

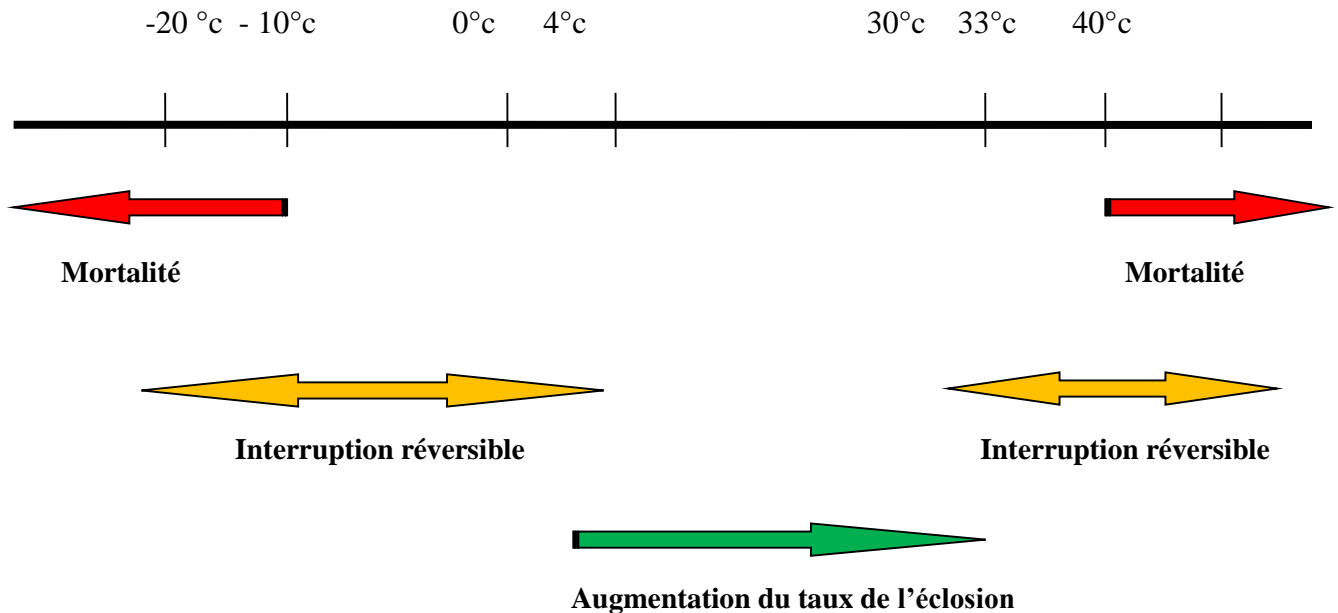


Figure.17 : Diagramme de l'effet de la température de - 20 °c à 40 °c sur le métabolisme du cyste (**Sorgeloos, 1980**)

Nous verrons par la suite, lors de l'étude expérimentale que l'optimum ne doit pas être forcément pris en compte. Le temps nécessaire à l'éclosion sera directement lié à la température (**Sorgeloos, 1975**).

b. Salinité

Le temps d'hydratation est directement fonction de la salinité. Si pour des raisons de facilité, on utilise couramment de l'eau de mer, il a été démontré qu'une éclosion en eau de mer diluée jusqu'à 5 ‰ est plus rapide et permet d'obtenir des nauplii à plus haute valeur énergétique (**Vanhaecke, 1980**). Les nauplii utilisent moins de glycérol pour leur éclosion et sont donc plus riches pour les auteurs qui les consommeront.(Fig.18)

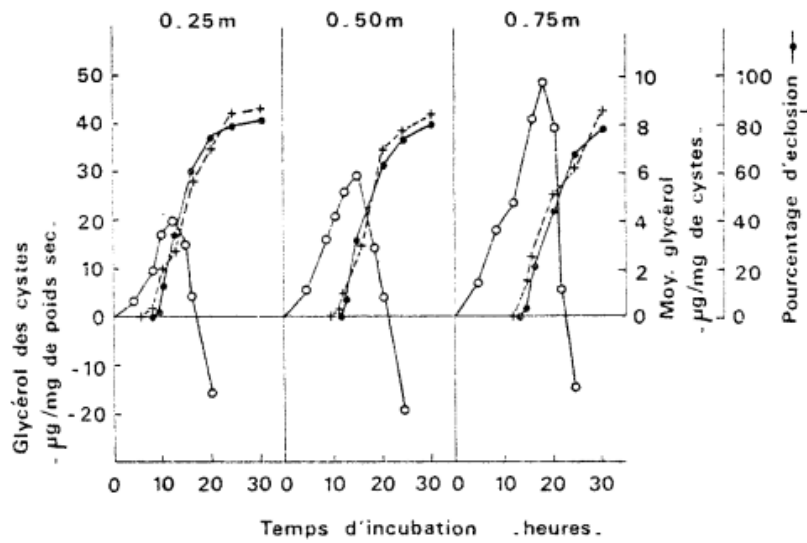


Figure.18: Relations entre la concentration en glycérol du cyste (—○—) du taux de glycérol dans le milieu (—+—), le pourcentage de cystes en éclosion (—●—) et le temps d'incubation à 3 concentrations de NaCl (0,25m NaCl=14,6 %, salinité) (Cleeg, 1967)

c. PH

L'éclosion est optimale à des PH de 8-9, niveau auquel une enzyme active durant l'émergence de l'embryon présente une activité maximale (Sato,1967) (Fig.19)

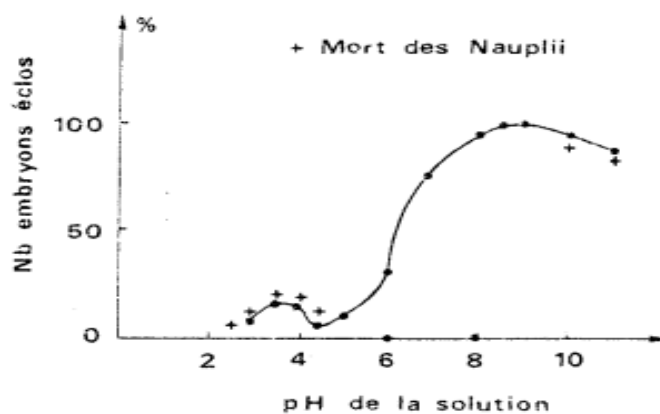


Figure.I9 : Influence du PH du milieu d'incubation sur l'activité enzymatique des embryons d'artémia (Sato, 1967).

En milieu marin et à faible charge en cystes le pouvoir tampon de l'eau de mer suffit à maintenir un pH supérieur à 8. Toutefois pour des éclosions en milieu synthétique ou

marin dilué et à forte charge il faut tamponner le milieu avec du Na_2CO_3 comme le préconise **Jones** en **1972** (1 ml d'une solution à 0,5 M par litre de milieu)

d. Oxygène

Les cystes peuvent éclore jusqu'à des concentrations en oxygène de 1 mg/l (**Sorgeloos et Persoone, 1978**). Pratiquement, en écloserie on obtient les nauplii en plaçant les cystes dans un milieu vigoureusement agité par un bullage par le fond.

Tout arrêt accidentel durant la phase de différenciation sera fatale pour les embryons qui sédimenteront et périront d'anoxie.

e. Lumière

Constatée par **Sorgeloos** en **1973** et étudiée par **Vanhaecke** en **1980**, l'éclosion est optimale quand elle est effectuée sous une source lumineuse qui assure au minimum 1 000 lux ce qui représente un éclairage bien plus faible que celui qui peut être observé dans les milieux où prolifèrent les *Artemia* les jours de plein soleil (160 000 lux). Techniquement, on obtient cette valeur en plaçant deux tubes fluorescents à 20 cm des récipients transparents contenant les cystes en éclosion.

I.1.4.3 La charge en cystes

Le rendement de l'éclosion n'est pas directement affecté par la charge en cystes comme l'approuvè (**Kurata, 1967**) en obtenant de bons résultats pour des charges maximales de 17 g/l ce qui représente 2,5 à 5 millions de nauplii par litre suivant la souche utilisée.

Toutefois pour de grandes quantités en raison des difficultés pour maintenir un niveau d'oxygène acceptable et pour éviter la prolifération d'écume provoquée par le glycérol et ses dérivés libérés dans le milieu lors de l'éclosion, il est souhaitable de travailler avec des charges de 5 à 7 grammes par litre de milieu.

I.1.5 Développement larvaire et morphologie de la larve

Au premier stade larvaire, la larve mesurant environ 400 à 500 μm est caractérisée par une couleur orange brunâtre, un œil nauplien bien visible de couleur rouge dans la partie de la tête, et trois paires d'appendices qui comprennent.

- Les antennes : fonction sensorielle.
- Les antennules : double fonction,, filtration de la nourriture et locomotion.
- Les mandibules : servent pour attraper la nourriture (**Dhont ; Van Stappen, 2003**).

Après 8 heures environ, le nauplius subit une première mue pour se transformer en larve « méta nauplius » à ce moment, le tube digestif devient fonctionnel, la bouche et l'anus sont également ouverts. A l'aide de ces antennules, l'animal peut ainsi ingérer des petites particules alimentaires d'une taille ne dépassant pas 50µm. Ensuite la larve se développe et se différencie suivant une série de dix-sept mues : un stade « nauplius » quatre « méta- nauplius », sept « post-méta-nauplius » et cinq stades « post-larvaire » (**Henstschel, 1968 ; Schehardt, 1987**)

A partir du dixième stade, d'importantes transformations morphologiques et fonctionnelles se mettent en place. On assiste à l'élancement et à une segmentation prononcée du corps de la larve, ainsi les huit première paires de pattes thoraciques (thoracopodes) se forment en entraînant une progression plus soutenue de celle-ci à ce moment, les yeux complexes se pigmentent et la larve atteint environ une taille de 1.4 mm.

Par ailleurs, les antennes perdent leur fonction de locomotion et subissent une différenciation sexuelle (**Dhont ; Van Stappen, 2003**).

Chez le mâle, elles se développent en grappes, tandis que chez la femelle, elles se dégènerent en appendices sensorielles.

Le développement des thoracopodes se poursuit et d'autres paires de thoracopodes continuent à se développer, en même temps apparaissent les premiers segments abdominaux, on distingue :

Les télopodites et les endopodites (locomotion et filtration de la nourriture), ainsi que les exopodites (ouïes et respiration).

I.1.6 Régime alimentaire

L'Artémia est typiquement un "filter-feeder" phagotrophe obligé (**Provasoli et Shiraishi, 1959**). Elle se nourrit par filtration et cela durant toute sa vie. En perpétuels mouvements de nage l'Artémia assure son alimentation par sa locomotion.

On l'alimente avec sa nourriture naturelle la plus adaptée, c'est-à-dire le phytoplancton vivant, constitué d'algues microscopiques. *Dunaliella Salina* est la souche de phytoplancton la plus utilisée car cette espèce est relativement facile à cultiver et est de plus, une nourriture considérée comme bonne qualité. Si le milieu est pauvre en nourriture, la croissance de l'Artémia sera lente et une forte mortalité sera observée (**Kellog,1906**).

I.1.7 Modes de nutrition et rôle trophique

Grâce à ses antennes, *Artemia* est capable de filtrer les particules alimentaires (phytoplancton, bactéries et détritux) dont la taille se situe entre 1 et 30 microns (**Dobbeleir et al, 1980**). Le phytoplancton, surtout les chlorophycées *Dunaliella salina* et *Chlamydomonas* sp. (**Ayadi et al, 2004**).

La deuxième paire d'antennes qui assure l'alimentation chez le nauplii (**Tobiascoll, 1979**) est ensuite remplacée avantageusement au fil des mues par onze paires d'appendices thoraciques chez l'adulte. Par des battements rythmiques et coordonnés, l'Artémia capture à ce aux soies garnissant l'exopodite et l'endopodite de ses thoracopodes, toutes particules inertes ou vivantes en suspension (**Volmer, 1952**).

Lorsque le phytoplancton devient rare, *Artemia*. Se positionne sur les fonds vaseux et agite les micro-particules 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**). Dans les marais salants *Artemia* constitue, en outre, la proie préférentielle des oiseaux vivants dans les sites hyper salins (**Thiery et Puente, 2002**), tels que les flamants roses (**Torrentera et Dodson, 2004**).

L'importance de ce crustacé réside dans sa valeur nutritive, écologique et économique. Grâce à sa valeur nutritive en protéines et en acides gras, *Artemia* est une nourriture potentielle pour les larves d'écloserie et les espèces d'aquariophilie (**Guermazi et al, 2008 ; Vieira et Bio, 2011**). En plus de leur qualité nutritive, la petite taille des nauplius convient parfaitement aux jeunes stades larvaires de poissons et de crustacés (**De Los Santos et al, 1980**).

Artemia contribue également à la boucle microbienne. En effet, ses excréments fournissent des substances nutritives essentielles pour le développement de la flore bactérienne comme *Halobacterium* sp.

I.1.8 Utilisation de l'Artemia en aquaculture

La principale espèce exploitée en Europe, par son origine géographique et son aire de répartition géographique, est *Artemia salina*, mais en élevage d'aquarium amateur ou professionnel, c'est l'espèce *Artemia franciscana* qui est la plus appréciée par sa meilleure valeur nutritive et sa plus petite taille en mer.

L'emploi des nauplii, comme aliment, en écloserie est courant, les adultes au contraire sont peu utilisés. L'*Artemia* constitue une nourriture disponible, grâce aux cystes facilement stockés et

transportés, nécessitant des techniques de production simples. Elle constitue une proie exempte de germes, grâce à une désinfection ou une décapsulation, bien acceptée et facilement perceptible grâce à leur couleur et à leur mouvement. Les nauplii sont comprises entre 428 μm et 517 μm de taille. Si les larves de poisson sont trop petites, on peut utiliser des cystes décapsulés dont la taille varie entre 208 μm et 266 μm .

Cependant certains animaux n'ingèrent pas ces aliments inertes. On utilisera alors d'autres espèces du zooplancton. Les nauplii sont données vivantes, la récolte s'effectue dès l'éclosion à l'aide d'un filet de maille 125 μm , la valeur des *Artemia* se déprécie rapidement à température ambiante. Dans les heures qui suivent l'éclosion la valeur nutritionnelle diminue, la taille augmente. **(Gaëlle et al, 1998).**

I.2. Les paramètres de la qualité de l'Artemia

La caractérisation de la qualité de l'*Artemia* est déterminée par l'étude de plusieurs paramètres qui se résument sous trois volets : la qualité d'éclosion des cystes *d'Artemia*, la biométrie des cystes et nauplii et la valeur nutritionnelle. Notre travail est basé sur la détermination la qualité d'éclosion des cystes non décapsuler.

Chapitre II
Matériels et Méthodes

II.1 Zone d'étude

II.1.1 Qu'est-ce qu'une sabkha

Une « sabkha » désigne un bassin occupant le fond d'une dépression à forte salinité et plus au moins séparé d'un milieu marin, dans des régions arides. Néanmoins, il peut être toujours en contact avec le milieu marin par un très faible filet d'eau (bassin d'eau profonde) ou au contraire par des infiltrations (bassin d'eau peu profonde). Dans ce dernier cas, il peut se produire des débordements périodiques d'eau vers le bassin

Elle se distingue d'une « Daïa » d'une part qui admet un drainage par le fond et un « chott » d'autre part qui à l'inverse bénéficierait d'une alimentation par voie artésienne.

II.1.2 Les salines

Les salines sont considérées comme des écosystèmes particuliers et intéressants à cause de leur importance écologique et économique, ces milieux appartiennent aux zones humides. Elles constituent un refuge pour certains organismes comme les oiseaux migrateurs et contribuent à la production de la biomasse (**Smith et al, 2011 ; O'Connell et al, 2012**).

Ces milieux qualifiés d'extrêmes sont des écosystèmes de transition naturels, ils sont situés entre le milieu continental et le milieu marin. Les salines se divisent en plusieurs bassins peu profonds interconnectés où la salinité augmente depuis la prise d'eau (eau de mer) jusqu'aux bassins cristallisoirs. C'est dans ces derniers que le sel est produit. Les bassins de faible salinité (38 à 100 psu) présentent des caractéristiques biotiques et abiotiques similaires à celles des lagunes côtières (**Evagelopoulos et al, 2007**). Ces bassins, en contact avec la mer, effectuent des échanges continus avec celle-ci (**Dolapsakis et al, 2005**).

Ces zones humides présentent des opportunités exceptionnelles pour étudier la biodiversité associée à des conditions environnementales généralement considérées comme stressantes.

Les variations de la salinité ont une influence sur la dynamique, la composition biochimique et la structure génétique des peuplements en plus de la richesse biotique du milieu, les salines constituent des patrimoines culturels, paysagers et des héritages industriels.

Parmi les organismes qui contribuent au bon fonctionnement de la saline, les communautés phyto et zoo planctoniques jouent un rôle crucial.

Ces organismes ont une position clé dans le réseau trophique puisque le zooplancton est considéré comme une charnière entre les producteurs primaires (phytoplancton) dont il se nourrit et les niveaux trophiques supérieurs (macrofaune benthique, poissons, oiseaux...). Dans les salines, l'extraction du sel n'est pas seulement un processus physique d'évaporation liée à l'énergie solaire mais elle est aussi favorisée par les processus biologiques et les organismes caractéristiques de ces milieux de saumure (Davis, 2000). La quantité et la qualité du sel dépendent des différentes communautés planctoniques entre autres celles qui colorent l'eau. Certaines sont pigmentées ce qui augmentent l'accumulation d'énergie solaire, et donc augmentation de la température du milieu. Ainsi, des bactéries halophiles libèrent de l'énergie et chauffent l'eau. Ces deux processus favorisent l'évaporation. Enfin les communautés benthiques minimisent l'accumulation des substances organiques (Segal et al, 2009) et contribuent, ainsi, à augmenter la qualité du sel.

Selon les organismes considérés, les processus biologiques impliqués dans la production de sel varient. Ainsi, les *Artemia* sp. et les bactéries halophiles interviennent dans la production du sel. A des taux limités d'oxygène, les *Halobacterium*, qui se prolifèrent en se nourrissant des *Artemia* mortes, produisent un pigment protéique (bactério rhodopsine) qui convertit l'énergie lumineuse en énergie chimique et augmente la température, par conséquent, l'évaporation et la production du sel croissent. Les protistes microscopiques, comme *Dunaliella* qui est une alimentation majeure des *Artemia*, augmentent l'absorption de l'énergie solaire. Par contre, d'autres organismes ont un effet néfaste, parmi ces organismes qui nuisent à la production du sel, le cyanobactérium *Coccochloris* sp, produit un mucus qui augmente la viscosité des saumures, et diminue ainsi l'évaporation. La présence de ces organismes est favorisée par les concentrations élevées en phosphore (Vieira et Bio, 2011).

II.1.3 Les salines de Bethioua « Arzew »

Le salin de Bethioua a été exploité de puis 1884 par la société française Nobel Bozel est sa filiale Bozel- Maetra. Il fut nationalisé en Février 1970, et est actuellement régie sous la direction de l'ENASEL. Ce salin est établi sur la rive sud de la dépression appelée « lac salé d'Arzew » d'une superficie de 2700 hectares. Les pluies d'hiver remplissent le lac et dissolvent la couche de sel qui en tapisse le sol. (ENASEL, 2013).

Sa surface est de l'ordre de 2680 ha, la profondeur d'eau maximale est de l'ordre de 1m.20. La production des sels de la saline oscille entre 65.000 et 85.300 tonnes. La saumure nécessaire à la formation de sel provient essentiellement de :

- Des sources d'eau salées alimentés par les pluies ;
- Le lessivage des terrains salés du miocène ;

- La remontée de l'eau salée pierrée dans le sous-sol ;

La production du sel brut varie en fonction des saisons. (Bennabi et al, 2014)



Figure 20 : Situation de la saline de Bethioua (Arzew)(Goole earth)

Quand, vers la fin d'Avril, les eaux ont atteint la concentration voulue, elles sont envoyées par pompage sur des tables salantes (6tables) d'une superficie d'environ 60 hectares chacune, ou elles déposent leur sel ; la récolte se fait à l'automne. Depuis quelque année, à cause notamment de la faible pluviométrie, la production- extraction du salin de Bethioua ne dépasse plus 44500t/an.

Depuis 2002, une attention accrue fut accordée à la gestion et aux installations l'acquisition de certains équipements) afin d'améliorer la production et surtout la qualité du sel pour l'exportation. (Dahloum, 2007)

II.1.3.1 Cadre physique

La saline de Bethioua est éloignée de 15 Km de la cote méditerranéenne elle se situe à 20 Km au sud de la ville d'Arzew et à 50 Km du chef- lieu de la wilaya d'oran.

La saline de Bethioua se à une altitude de 58,6 m de la mer à une latitude de 35°43' Nord et à une longitude de 00°08' Ouest. Elle est alimentée par les eaux de pluies et les eaux de ruissellement, et atteint une profondeur moyenne maximale d'environ 1,2 m. (Dahloum, 2007).

Dans ces dépressions s'accumulent des dépôts continentaux transportés par l'eau, avec notamment d'importantes accumulation de sel gemme, par lessivage des terrains salifères superficiels souterrains du miocène et du trias.

Selon **M.Scholler, 1963** , cette dernière renferme dans les régions proches de la cote une certaine quantité de chlorure qui va en diminuant au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la mer . La production du sel à partir de cette eau salée se réalise grâce à des conditions climatologiques favorables. (**Dahloum, 2007**).

II.1.3.2 Climatologie

La région se caractérise par un climat méditerranéen classique par une sécheresse estivale, des hivers doux, un ciel lumineux et dégagé. Pendant les mois d'été, des précipitations rares voire inexistant, l'anticyclone subtropical recouvre la région oranaise pendant près de quatre mois. En revanche la région est bien arrosée pendant l'hiver. Les faibles précipitations (240 mm) et leur fréquence (72.9 jours/ans) sont aussi caractéristiques de ce climat (**Belayachi et Belhadj-Amara, 2013**)

II.2 Choix et intérêt de l'espèce

L'aquaculture est devenue l'un des secteurs majeurs de la production alimentaire pour répondre aux besoins des individus et son développement permet, aujourd'hui, d'assurer la moitié de la production du poisson consommé dans le monde.

L'utilisation *d'Artemia* représente un maillon trophique indispensable pour nourrir plus de 80% des alevins des poissons et des larves de crustacés.

Cette importance est due à la disponibilité, à la simplicité et à la valeur nutritionnelle par rapport à d'autres aliments.

II.3 Collecte, traitement et conservation des échantillons de cystes

Durant certaines époques de l'année, sur les berges des salines s'accumulent des quantités de cystes, souvent transportés à ces endroits par les vents dominants, lorsqu'ils sont libérés par les femelles *d'Artemia* et abandonnés à la surface des saumures.

Ces accumulations peuvent se présenter en couches d'épaisseurs variables ou éparpillées en films alternés. Elles forment ainsi des bandes d'accumulation de couleur sombre composées *d'Artemia* morte ou en décomposition, de cystes et de brindilles et débris traduisant le cycle de disparition de *l'Artemia* et de régénération de la saline.

La collecte des échantillons s'effectue sur la couche superficielle pour éviter de ramasser le moins possible les matériaux associés aux cystes comme le sable, le pollen, les débris, les plumes etc.



Figure 21. Prélèvement des échantillons des cystes

Les échantillons sont prélevés dans des sacs en plastique et acheminé au laboratoire pour un processus complet de purification (Fig. 22).

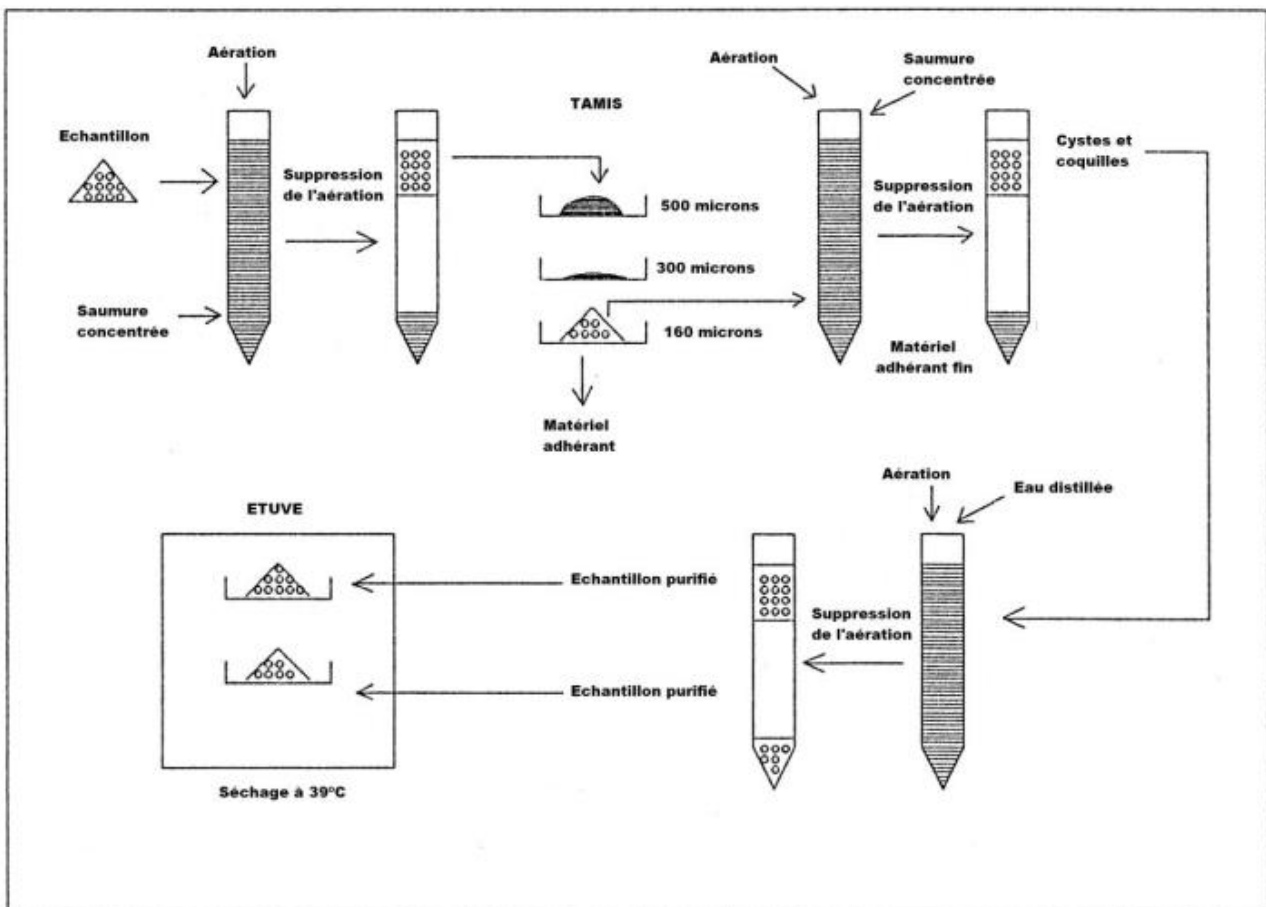


Figure 22. Schéma de la méthodologie adoptée pour le processus de purification des cystes *d'Artemia*. (Hontoria, 1990)



Figure 23.Les étapes de purification 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 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 autres particules légères ont tendance à flotter en saumure formant une couche compacte à la surface, par contre les matériaux adhérents denses se déposent au fond du récipient. Pour séparer les deux fractions, les matériaux décantés sont éliminés par siphonage.

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

Ces cystes sont transférés à travers une série de tamis d'un maillage décroissant, les premiers sont de 500 et 300 micromètres respectivement, retiennent tout le matériel d'un diamètre supérieur au cyste (débris de bois, plastic etc.) et enfin à travers un maillage de 160micromètres de diamètre, qui permet de retenir les cystes et favorise le passage du matériel plus fin (pollen, limons, fragment de mue des arthropodes etc.)

Après ces étapes, les cystes sont pratiquement purifiés. Toujours est-il qu'il reste un certain pourcentage de matériel de taille similaire ou inférieure. Pour séparer cette phase, les cystes sont soumis au processus de flottaison différentielle en eau distillée.

Les cystes sont mélangés à l'eau distillée dans un récipient avec une 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 et les débris de coquilles de cystes et les matériaux légers flottent en surface de l'eau. Cette étape est généralement réalisée en condition de basse température, en utilisant de la glace qui permet de ralentir le mécanisme métabolique de l'embryon. Selon **Sorgeloos 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. Cette étape doit se faire le plus rapidement possible, en premier il y a lieu d'éliminer l'eau interstitielle à l'aide du papier absorbant, puis ils sont soumis postérieurement à l'action de la chaleur dans une étuve de séchage à 39°C.

Le niveau de déshydratation de l'échantillon offre plus de garantie de conservation quand son poids se stabilise à des niveaux d'humidité inférieures à 9% (**Amat, 1985b ; Varo, 1988**).

Quelque soit le degré de purification des cystes, il reste toujours une certaine quantité d'impuretés composées de matériel détritique et de fibres animales et végétales. Après séchage, les

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

II.4 La qualité biologique des cystes

II.4.1 Le matériel biologique

Les deux souches d'*Artemia* à comparer et sur les quelles sont réalisées nos expériences sont *Artemia salina* et *Artemia franciscana*. La souche d'*Artemia Salina* est issue de la saline de Bethioua à Oran. Par contre la souche d'*Artemia franciscana* (premium Artémia cystes (csl), est un produit issue de l'importation.

La qualité des cystes est déterminée dans les laboratoires pédagogiques et le laboratoire de recherche de département des sciences de la mer de l'université Abdel Hamid BEN BADIS de Mostaganem. Les conditions de l'incubation sont les suivants : une illumination par lampe de 60 w, une aération continue et une température s'étalant entre 25 et 27°C et une salinité de 35 ‰, ces paramètres sont mesurés et contrôlés avec une sonde thermomètre et Salinomètre.

II.4.2 Le protocole d'incubation des cystes d'*Artemia*

II. 4.2.1 L'incubation proprement dite

Pour leurs incubation, les cystes des deux souches d'*Artemia* testés au cours de cette expérimentation (*Artemia Salina* et *Artemia franciscana*) sont introduits dans deux flacons cylindro- coniques de 2000 ml, à raison d'1g de cystes par litre d'eau de mer. L'incubation est effectuée pendant 24 heures sous des conditions standards : eau de mer saturée en oxygène dissous avec l'utilisation d'un aérateur qui permet le brassage du contenu de la bouteille, la température est fixée à 27°C grâce à un thermostat, la salinité fixée à 35 ‰ et sous un éclairage de 1000 lux.

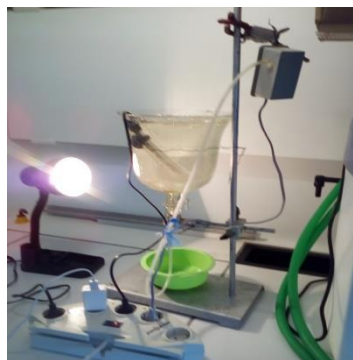


Figure 24 : Dispositif d'incubation des cystes d'*Artemia*

II. 4.2.2 La séparation des cystes éclos des coquilles et des cystes non éclos

Pour la récolte, il suffit de couper l'arrivée d'air, et de laisser reposer 15 à 30 minute environ, une fois reposé vous aurez 03 couches: au dessus les cystes non éclos, au fond les coquilles vides et les nauplii mortes, au milieu les nauplii à récolter. Pour les récolter, il suffit d'un bout de pipette et de siphonner les nauplii.

II.5 Paramètres de la qualité de l'*Artemia*

La caractérisation de la qualité de l'*Artemia* est déterminée par l'étude de plusieurs paramètres qui se résument sous trois volets : la qualité d'éclosion des cystes d'*Artemia*. Dans notre travail on va déterminées la qualité d'éclosion des cystes d'*Artemia* de la saline de Bethioua en comparaison avec celle de la souche *Artemia franciscana*.

II.5.1 La qualité d'éclosion des cystes d'*Artemia*

II.5.1.1 Le pourcentage ou le taux d'éclosion (PE)

Deux heures après l'incubation des cystes, nous passons aux étapes suivantes :

- 10 échantillons de cystes (250 µl x 10) sont prélevés à l'aide d'une micropipette.
- Le nombre exact de cystes est compté sur chaque échantillon à l'aide d'une loupe binoculaire.
- La moyenne des cystes est calculée.
- Les cystes de chaque échantillon sont ensuite placés dans une boîte de pétri contenant de l'eau de mer naturelle filtrée (35‰).
- Les cystes sont incubés pendant 48 heures.
- Après cette période d'incubation, les nauplius sont fixés en ajoutant quelques gouttes d'une solution d'iode.
- Sous la loupe binoculaire, le nombre des nauplius est compté.
- La moyenne des nauplius (N) est calculée.
- Le pourcentage d'éclosion est déterminé par la formule suivante :

$$\text{Pourcentage d'éclosion PE} = N \times 100/C$$

PE : Pourcentage D'éclosion

N : La Moyenne Des Nauplius

C : Nombre De Cyste

Ce paramètre exprime le nombre de nauplii éclos à partir de 100 cystes, mais ne donne pas une idée complète sur la qualité d'éclosion, car le degré d'impureté de l'échantillon de cystes

n'est pas pris en considération, les cystes peuvent être de bonne qualité d'éclosion mais inutilisables vu la multitude de débris auxquels ils pourraient être mélangés.

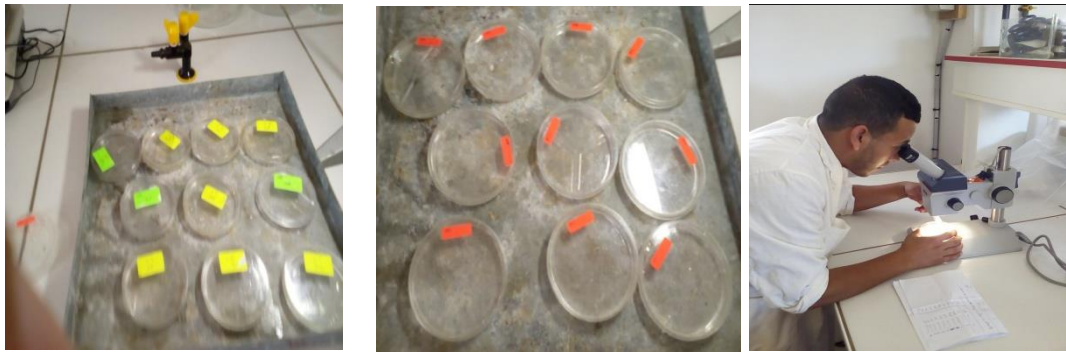


Figure 25: Mode expérimental pour déterminer le Pourcentage d'éclosion

II.5.1.2 L'efficacité d'éclosion (EE) nombre de nauplii/ g de cystes

Les cystes sont incubés dans un récipient cylindro-conique en verre.

Après une heure d'incubation, les étapes suivantes sont respectées :

- Prélèvement de 10 échantillons de cystes (250 μ l x 10) à l'aide d'une micropipette.
- Les cystes de chaque échantillon sont mis dans des tubes en plastique de 5 ml, et le volume d'eau est ajusté à 4 ml à l'aide de l'eau de mer naturelle (35%) ; les tubes sont ensuite fermés.
- Les cystes sont maintenus en suspension, par la fixation des tubes dans un agitateur pendant 48 heures.
- Après cette période d'incubation, les nauplius sont fixés en ajoutant quelques gouttes d'une solution d'iode.
- Le comptage des nauplius se fait sous une loupe binoculaire pour chaque échantillon.
- La moyenne des nauplius est calculée.
- L'efficacité d'éclosion des cystes est donnée par la formule suivante :

$$\text{Efficacité d'éclosion (E.E)} = N \times 4 \times 100 \times 4$$

N : Moyenne des nauplii.

4 : Pour convertir en g l'échantillon de cystes qui est incubé (250mg).

100 : Pour ramener le volume d'eau qui est utilisé pour l'incubation des cystes à 100 ml.

4 : Pour convertir les microlitres (250 μ l) en millilitres.

Matériels et Méthodes

Ce paramètre traduit le nombre de Nauplii produit à partir d'un gramme de cystes secs. Contrairement au pourcentage d'éclosion, l'efficacité d'éclosion prend en considération le degré de pureté de l'échantillon de cystes, selon **Dhont et al, 1993**.

D'une qualité supérieure ne contenant pas d'impuretés, pourrait ainsi produire entre 250.000 et 300.000 nauplius par gramme de cystes.

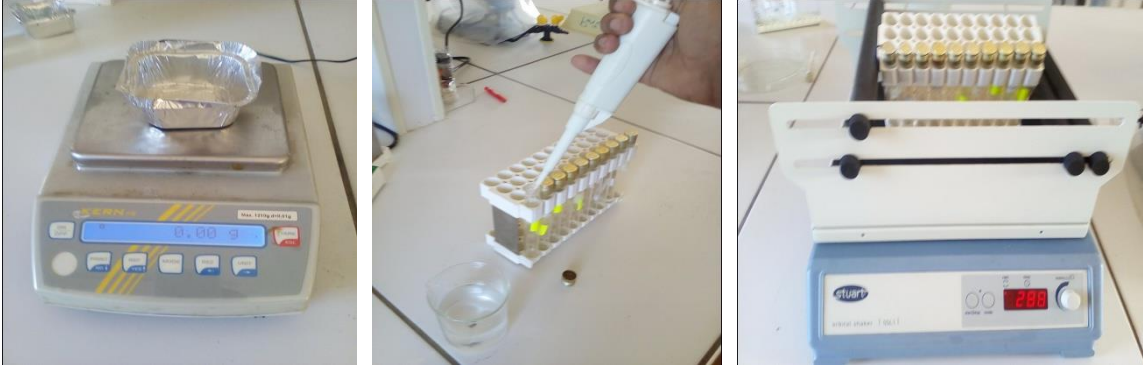


Figure 26 : Mode expérimental pour déterminer l'efficacité d'éclosion

Chapitre III

Résultats et Discussions

III.1 Etude de la qualité d'éclosion :

La qualité d'éclosion de cyste d'*Artemia* repose sur l'efficacité d'éclosion (EE), le Taux d'éclosion (H%). Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau.

Tableau 2 : Résultats des paramètres d'éclosion (taux et efficacité) des cystes de la souche *Artémia salina* de Bethioua et la souche *Artémia franciscana* de Utah (usa).

Souche	Date de prélèvement	Taux d'éclosion	Efficacité d'éclosion
<i>Artémia salina</i> de Bethioua	25/07/2017	38,00% (48 h)	137920 nauplii/gram
<i>Artémia franciscana</i>	01/01/2016	56,08% (48h)	250080 nauplii/gram

Les résultats de la qualité d'éclosion obtenus pour les deux souches montrent un taux d'éclosion d'*Artémia Salina* est de 38%, par contre les cystes de la souche *Artémiafranciscana* présente un taux d'éclosion de 56,08%.

L'efficacité d'éclosion, quant à elle, enregistre sur une quantité de nauplii de 137920 nauplii/gram pour les cystes d'*Artémia salina* et pour *Artémia franciscana* elle est de 250080 nauplii/gram.

Les figures 27 et 28 montrent la différence entre la qualité d'éclosion d'*Artémia Salina* et *Artémia franciscana*.

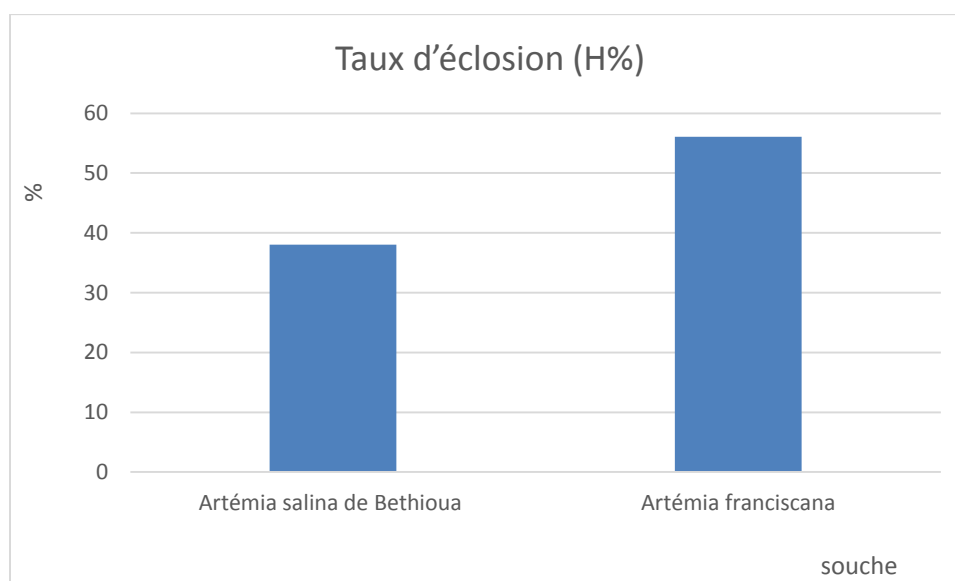


Figure 27 : le Taux d'éclosion des cystes de la souche *Artémia salina* de Bethioua et la souche *Artémia franciscana*

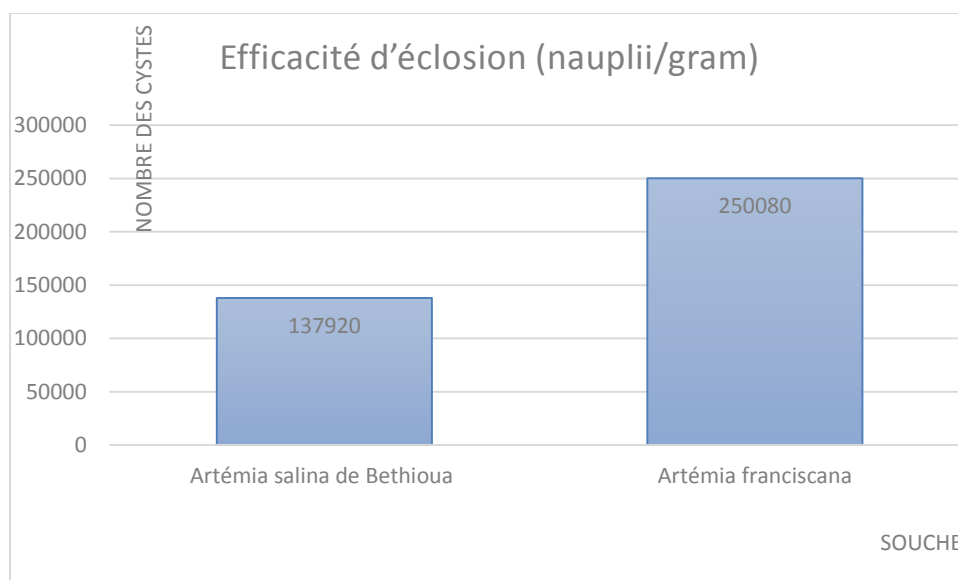


Figure 28 : Efficacité d'éclosion des cystes de la souche *Artémia salina* de Bethioua et la souche *artémia franciscana*

Tableau 3 : Résultats des paramètres d'éclosion (taux et efficacité) d'autres travaux réalisés En Algérie pour différentes salines Algériennes.

Souche	Date de prélèvement	Taux d'éclosion	Efficacité d'éclosion
<i>Artémia salina</i> de Bethioua (Haddag)	1991	9.5% (48 h)	56607 nauplius
<i>Artémia salina</i> de Relizane (Sifi)	2005	16% (48 h)	4532nauplius
<i>Artémia salina</i> de Ghardaïa (Boukhatem)	2008	39.4% (48 h)	22400nauplius
		40% (48 h)	22400 nauplius

L'utilisation des nauplii d'*Artémia* est centrée particulièrement sur leurs emplois en tant qu'aliment pour les larves de poissons et de crustacés. Toutefois, la taille des nauplii représente un facteur limitant lorsqu'on utilise ces derniers comme proies pour plusieurs espèces marine (Sorgeloos et al, 1986).

Résultats et Discussions

L'appréciation de la qualité d'une souche donnée d'*Artemia* se fait par ailleurs par l'évaluation des paramètres d'éclosion qui sont représentés par le taux et l'efficacité d'éclosion (**Sorgeloos et al, 1986**). Dans notre cas la qualité d'éclosion des cystes récoltés au niveau de la saline de Bethioua a été étudiée pour la détermination de l'efficacité d'éclosion (EE) et le pourcentage d'éclosion (PE) pour des cystes non décapsulés. La mise en éclosion des cystes a été effectuée dans l'eau de mer d'une salinité de 35g/l et à une température de 28°C sous une aération et une illumination de 1000 lux.

Les résultats obtenus pour la qualité d'éclosion des cystes d'*Artémia salina* de Bétioua prélevés au mois de juillet est de 38,05% avec une efficacité d'éclosion de 137920 nauplii/g de cystes, ceci après quarante-huit heures d'incubation. Toutefois, ces résultats restent cependant faibles par rapport à celui de la souche commerciale d'*Artémia franciscana* du Utah (USA) qui présentent respectivement un taux d'éclosion de 56,08 et une efficacité d'éclosion de 250080 nauplii/g pour des cystes non décapsulés. Les différences existantes de la qualité d'éclosion, peuvent être attribuées principalement aux conditions environnementales, vu 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. Ainsi que la variation morphologique qui existe entre les différents nauplii produit par les cystes collectés au niveau des différentes zones géographiques peut être expliqué par un contrôle génétique (**Vanhaecke et Sorgeloos, 1980**).

III.2 Conclusion

Le genre *Artémia* est un complexe d'espèces bisexuelles et parthénogénétiques qui vivent dans les milieux hyperhalins, situés généralement dans les zones climatiques tropicales, subtropicales et tempérées, le long des côtes, ainsi qu'à l'intérieur des terres. Au sein de la même espèce, les populations de différentes origines ont des réponses physiologiques différentes en fonction des conditions du milieu qu'elles fréquentent, se traduisant par des phénotypes différents et les nauplii de ce crustacé sont très utilisés en larviculture de poissons marins.

Cette étude est une contribution à une comparaison de la qualité d'éclosion des deux souches d'*Artémia* « *Artémia salina* » de la saline de Bethioua (Oran) et la souche importé « *Artémia franciscana* » du lac d'Utah (USA). L'échantillon prélevé a fait l'objet d'expérimentation aux niveaux du le laboratoire pédagogique et le laboratoire de recherche de département des sciences de la mer de l'université Abdel Hamid BEN BADIS de Mostaganem.

Deux paramètres de la qualité d'éclosion des cystes ont été étudiés, ce qui nous a permis de tirer des conclusions sur : le taux et l'efficacité d'éclosion.

Les nauplii produits par les cystes d'*Artémia* collectés au niveau de la saline de Bethioua peuvent représenter une source nutritionnelle pour le stade larvaire des poissons et des crustacés. En effet, la taille des nauplii, comme premier aliment pour les premiers stades larvaires et la qualité d'éclosion des cystes, nous permettent de confirmer une bonne qualité nutritionnelle de cette souche. Ce qui laisserai supposer une amélioration de la qualité d'éclosion ainsi que la qualité nutritionnelle de ces cystes à travers le traitement de décapsulation et une bonne purification des cystes.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- ✓ **ABATZOPOULOS, T.J., B. ZHANG & P. SORGELOOS. (1998).** International study on *Artemia*. LIX. *Artemia tibetiana*: preliminary characterization of a new *Artemia* species found in Tibet (people`s Republic of China). Int J Salt Lake Res, 7: 41-44.
- ✓ **ABATZOPOULOS, T. J., F. AMAT, A. D. BAXEVANIS, G. BELMONTE, F. HONTORIA, S. MANIATSI, S. MOSCATELLO, G. MURA & N. V. SHADRIN, (2009).** Updating geographic distribution of *Artemia urmiana* Günther, 1890 (Branchiopoda, Anostraca) in Europe: an integrated and interdisciplinary approach. International Review of Hydrobiology, 94 (5): 560-579.
- ✓ **AMAROUAYACHE, M., DERBAL, F., AND KARA, M.H. (2009a)** Biological data on *artemia salina* (Branchiopoda, Anostraca) from chott marouane (north east Algeria). Crustaceana, 82 :995-1005
- ✓ **AMAROUAYACHE, M. AND KARA, M.H. (2010)** qualité et biomasse exploitable d'*artémiasalina* du chott Marouane .synthese, 21 :39-48
- ✓ **AMAROUAYACHE, M., DERBAL, F., AND KARA, M.H. (2012)** noteon the carcinological //fauna associated with *artemia salina* (Branchiopoda, Anostraca) from Sebkha Ez-Zoemoul (north east Algeria). Crustaceana, 85 : 129-137.
- ✓ **AMAT, F. (1985a).** Biologia de *Artemia*. Inf Técn. Inst. Inv. Pesq., 126-127: 1-60.
- ✓ **AMAT, F. (1985b).** Utilizacion de *Artemia* en acuicultura. Inf Técn. Inst. Inv. Pesq., 128-129: 1- 60.
- ✓ **AYADI H., ABID O., ELLOUMI J., BOUAIN A., SIME-NGANDO T. (2004).** Structure of the phytoplankton communities in two lagoons of different salinity in the Sfax Saltern (Tunisia). Journal of Plankton Research 26 : 669-679.
- ✓ **BELAYACHI. D.A & BELHADJ-AMARA. K, (2013),** Etude de l'intérêt de *Dunaliella salina* (micro-algue halophile) sur la culture de *l'Artemie* en Oranie, Mémoire de fin d'études, master en agronomie, Faculté des sciences de la nature et de la vie et sciences de la terre et de l'univers. Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen. Algérie.
- ✓ **BENIJTS F., G. VANDEPUTTE, P. SORGELOOS, (1977) -** Energetic, aspects of the metabolism of hydrated *Artemia* cysts : 79-87. In : Fundamental and applied research on the brine shrimp, *Artemia salina* (L.) in Belgium. EMS Special Publication NO 2. Eds Jaspers E. ; G. Persoone. Institute for Marine Scientific Research, Bredene (Belgium), 1 10 pp.
- ✓ **BEN NACEUR. H, BEN REJEB JENHANI A., ROMDHANE M.S. (2008).** institut national Agronomique de Tunisie, unité de recherche Ecosystèmes et Ressources Aquatique,

Références bibliographiques

- Etude taxonomique de la crevette des marais salants *artemia* (crustacea: Branchiopoda) de tunisie basée sur la caractérisation morphologique, université de carthage.
- ✓ **BENNABI, F. BEN MEDDAH, M. TOUMI, F. HAMEL, L. MEGHARBI, A. KOUDACHE, F et GHOMARI, S. (2014).** Faculté des Sciences, Laboratoire "Eco développement des Espaces", Université Djillali Liabés, Sidi Bel-Abbés, Algérie. éco-biologique d'Artémia salina des zones humides de l'Ouest Algérien
 - ✓ **BEZZI, F. HOUHECH, A . (2015)** Etude comparative de la valeur nutritionnelle des cystes d'*Artemia salina* de la saline Betioua (Oran), Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master, Faculté de Sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre, Université Djillali Bounaama - Khemis Miliana. Algérie
 - ✓ **BOWEN S.T, (1963)** - Genetics of *Artemia salina*. III. Effects of X-irradiation and of freezing upon cysts. Biol. Bull., 125 (3) : 431-440.
 - ✓ **BOWEN, S.T. & G. STERLING. (1978).** Esterase and malate dehydrogenase isozym polymorphisms in 15 *Artemia* populations. Comparative Biochemistry and Physiology. 61B: 593-595.
 - ✓ **BOWEN, S.T., E.A.FOGARINO, K.N. HITCHNER, G.L. DANA, V.H.S. CHOW, M.R. BUONCRISTIANI & J.R.CARL. (1985).** Ecological isolation in *Artemia*: Population differences in tolerance of anion concentrations. J. Crust. Biol. 5:106-129.
 - ✓ **BROWNE RA., MAC DONALD GH. (1982).** Biogeography of the brine shrimp, *Artemia* : distribution of parthenogenetic and sexual populations. Journal of Biogeography 9 : 333-338.
 - ✓ **BRUGGEMAN, E., SORGELOOS, P., VANHAECKE, P. (1980)** Improvements in the decapsulation technique of *Artemia* cysts. In: The Brine shrimp *Artemia*, Vol.3, Ecology, Culturing, Use in Aquaculture (Ed, by G. Perssone, P.Sorgeloos, O, Roelset E, Jzspers), pp. 261-269, Universa Press, Wetteren.
 - ✓ **CAI, Y. (1989).** A redescription of the brine shrimp (*Artemia sinica*). Wasmann Journal of Biology 47: 105-110.
 - ✓ **CLEGG J.S., F.P. CONTE, (1980)** - A review ot the cellular and developmental biology of *Artemia*. In : the brine shrimp *Arternia*. Vol. 2, Physiology, Siochemistry, Molecular Biology, Eds Persoone G. ; P. Sorgeloos ; O.A. Roels ; E. Jaspers ;Universa Press, Wetteren (Belgium), 11-54.
 - ✓ **COLE, G.A. & R.J. BROWN. (1967).** Chemistry of *Artemia* habitats. Ecology, 48(5): 858-861.
 - ✓ **CROGHAN, P.C. (1985a).** The osmotic and ionic regulation of *Artemia salina* (L). *J Exp Biol* 35(1): 219-233.

Références bibliographiques

- ✓ **CURTO E.D. (2006).** *Artemia*, el camarón de la sal. En: Bañados del río Dulce y laguna MarChiquita (Córdoba, Argentina) (ed. Bucher E.H.), pp. 161-171. Academia Nacional de Ciencias (Córdoba, Argentina)
- ✓ **DAHLOUM, L. (2007)** Contribution à l'étude de trois populations *d'artemia* endémiques aux eaux des salines de Bethiou, de Sidi Bouziane et le lac salé d'El Meniâ. Mémoire de Magister en Sciences Agronomiques, Université Abd El Hamid Ibn Badis -Mostaganem. Algérie.
- ✓ **DAVIS, J. S. (2000).** Structure, function, and management of the biological system for seasonal solar saltworks. *Global Nest Journal* 2: 217–226.
- ✓ **DE LOS SANTOS C., SORGELOOS P., LAVINA E., BERNARDINO A. (1980).** Successful inoculation of *Artemia* and production of cysts in manmade salterns in the Philippines : 159-163. In : *The brine shrimp Artemia*. Vol.3. Ecology, culturing, Use in aquaculture. Persoone G., Sorgeloos P., Roels O., Jaspers E.(Eds). Universa Press, Wetteren, Belgium, 456 p.
- ✓ **DERBAL, F., AMAROUAYACHE, M. AND KARA, M.H. (2010),** preliminary data a new *artemia salina* from El Bahira Lake (north east Algeria). *Rapp. Com. Int. Mer Mediter*, 39.
- ✓ **DHONT, J., VAN STAPPEN, G. (2003)** Biology, Tank production and Nutritional Value of *Artemia*
- ✓ **DOBBELEIR J., ADAM N., BOSSUYT E., BRUGGEMAN E., SORGELOOS P. (1980).** New aspects of the use of inert diets for high density culturing of brine shrimp : 165-174. In : *The brine shrimp Artemia*. Vol.3. Ecology, Culturing, Use in aquaculture. Persoone G., Sorgeloos P., Roels O., Jaspers E.(Eds). Universa Press, Wetteren, Belgium, 456p.
- ✓ **DOLAPSAKIS, N. P., TAFAS, T. J. ABATZOPOULOS, S. ZILLER & A. ECONOMOU-AMILLI, (2005).** Abundance and growth response of microalgae at Megalon Embolon solar saltworks in northern Greece: An aquaculture prospect. *Journal of Applied Phycology* 17: 39–49.
- ✓ **DUTRIEU, J. (1960).** Observations biochimiques et physiologiques sur le développement *d'Artemia salina* Leach. *Archs. Zool. exp. gén.* 99: 1-134.
- ✓ **ENSEL, (2013)** Rapport de la direction de l'entreprise nationale de sel sur la Saline de Bathioua (Arzew, Oran) et de Sidi Bouziane (Saline de oued Djemaa), 50 p; Algérie.
- ✓ **EVAGELOPOULOS, A., E. SPYRAKOS & D. KOUTSOUBAS, (2007).** The biological system of the lower salinity ponds in Kalloni Saltworks (NE. Aegean Sea, Greece): phytoplankton and macrobenthic invertebrates. *Transitional Waters Bulletin* 3: 23–25.

Références bibliographiques

- ✓ **GAELE, B. LAURE, B. YANN, D. HERVE, D. THIERRY, P. MICHEL, R. & CHRISTOPHE, V. (1998).** Ecole Nationale d'Ingénieurs des travaux agricole de Bordeaux département productions agricoles, production animales ; éditions synthèse Agricole 1998,p.01-310
- ✓ **GAGNEUR, J. AND KARA .M.H. (2001)** Limnologie in Algeria . In : Wetzel and Gopal (eds). Limnology in developing Countries Vol. 3., Int. Ass. Limn., (SIL) :1-34.
- ✓ **GHOMARI, S.M (2012)** Localisation et caractérisation de la ressource naturelle *Artemia* dans les milieux salins algériens.(Zones Humides de l'Ouest, de l'Est et Sahariennes), thèse de doctorat en sciences. université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem. Algérie. P.01-145
- ✓ **GRANVILL, T. (2000).** Artémia production for marine Larval Fish culture. SouthemAquaculture Regional Center. SRAC publication NO. 702.
- ✓ **GUERMAZI, W., J. ELLOUMI, H. AYADI, A. BOUAIN & L. ALEYA, (2008).** Coupling changes in fatty acid and protein composition of *Artemia salina* with environmental factors in the Sfax solar saltern (Tunisia). *Aquat. Living Resour.*, **21**: 63-73.
- ✓ **GUNTHER, R.T. 1890.** Crustacea. In: Günther, R.T. (Ed.) Contributions to the natural history of Lake Urmi, 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'*Artémia (Artémia tunisiana)* endémique aux eaux de la saline d'Arzew (Algérie), mémoire de Magister en Sciences Biologiques, Université d'Alger.161 p.
- ✓ **HENSTSCHEL, E. (1968).** Die podt embryonal en Entwicklungs satadienvou *Artemia* sauna Leach beiverchieden en Temperatureo (anostraca, Crustacea). *Zoll. Ànz* , 180.372-384.
- ✓ **HONTORIA, F. (1990).** Caracterización de tres poblaciones originarias del área levantina española del crustáceo branquiópodo *Artemia*. Aplicación en acuicultura. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona, España, 326 pp.
- ✓ **HOLT, G.U. & F. SUN. (1991).** Lipase activity and total lipid content during early development of red drum *Sciaenops acellatus*, p. 30-33. In P. Lavens, P. Lavens, P.
- ✓ **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
- ✓ **JONES A.J. (1972)** - An inexpensive apparatus for the large scale hatching of *Artemiasalina* L. *J. Cons. int. Expl. Mer.*, 34 (3) : 351-356.
- ✓ **KARA .M.H. (1998)** Bases biologiques et écologiques d'élevage du loup dicentrarchus labrax dans la région d'Annaba. Thèse doctorat d'Etat, Alger, Algérie 172p.

Références bibliographiques

- ✓ **KARA, M.H., K.A. BENGRINE, F. DERBAL, L. CHAOUI & M. AMAROUAYACHE, (2004).** Quality evaluation of a new strain of *Artemia* from Chott Marouane (Northeast Algeria). *Aquaculture.*, 235: 361-369.
- ✓ **KELLOGG, V.L. (1906).** A new *Artemia* and its life conditions. *Science*, 24: 594-596.
- ✓ **KURATA H. (1967)** - Note on the brine shrimp eggs (in Japanese). *Aquiculture*,- 14(4) : 205-219.
- ✓ **LAVENS, P. & P. SORGELOOS. (1996).** Manual on the production and use of live food for aquaculture. *FAO Fisheries Technical Paper* 361:175-180.
- ✓ **LAVENS, P. & SORGELOOS P. (2000).** The history, present status and prospects and the availability of *Artemia* cysts for aquaculture. *Aquaculture*, 181 (3-4), 397-403. *FAO Fisheries Technical Paper* 361:175-180.
- ✓ **MADANI. (2001).** Ministère de la pêche et des ressources Halieutique pour la pêche et l'aquaculture, Manuel pratique sur l'artémia, CNDPA.
- ✓ **MONT, J., VAN STAPPEN, G. (2003)** Biology, Tank production and Nutritional Value of *Artemia*
- ✓ **MORRIS J.E. (1971)** - Hydration, its reversibility, and the beginning of development in the brine shrimp, *Artemiasalina*. *Comp. Biochem. Physiol.*,- 39A :843-857.
- ✓ **O'CONNELL, J. L., L. A. JOHNSON, L. M. SMITH, S. T. MCMURRY & D. A. HAUKOS, (2012).** Influence of land-use and conservation programs on wetland plant communities of the semiarid United States Great Plains. *Biological Conservation* 146: 108–115.
- ✓ **PICCINELLI, M. & T. PROSDOCIMI. (1968).** Descrizione tassonomica delle due specie *Artemia salina* L. *Artemia persimilis*. *Rend. Inst. Lomb. Sci Lett classe Sci* 102(B):113-118.
- ✓ **PILLA, E.J.S. & J.A. BEARDMORE. (1994).** Genetic and morphometric differentiation in Old World bisexual species of the brine shrimp (*Artemia*). *Heredity* 72:47-56.
- ✓ **PROVASOLI, L., SHIRAICHI, K. (1959)** Axenic cultivation of the brine shrimp *Artemia salina*. *Boil.* 117:347-355
- ✓ **RUIZ PÉREZ O (2008).** Caracterización de diversas poblaciones de *artemia* des de el punto de vista de su composición en ácidos grasos y de sus patrones moleculares. These de Doctorat, Universitat de València Servei de Publicacions 285p.
- ✓ **SAMRAOUI, B., CHAKRI, K. AND SAMRAOUI, F. (2006)** Large branchiopods (Banchiopoda, Anostraca, Notostraca and Spinicaudata) Salt lakes of Algeria. *J. Limnol.*, 65 : 83-88
- ✓ **SATO, N.L. (1967)** Enzymatic contribution to the ecosystem of *Artemia salina*. *Sci. perp.* Tohoku Univ. 33 (3-4): 319-327.

Références bibliographiques

- ✓ **SCHEHARDT, A. (1987)** Scanning electron microscope study of the post-embryonic development of *Artemia*. In : *Artemia* Research and its Applications, Vol.1. (Ed By P, Sorgellos., D.A, Bengston., W, Declair et E, Jaspers), pp.5-32. Universa Press , Wetteren.
- ✓ **SMITH, L. M., D. A. HAUKOS, S. T. MCMURRY, T. LAGRANGE & D. WILLIS, (2011)**. Ecosystem services provided by playas in the High Plains: potential influences of USDA conservation programs. *Ecological Applications* 21: S82–S92.
- ✓ **SORGELOOS, P., (1973)**. First report on the triggering effect of light on the hatching mechanism of *Artemia salina* dry cysts. *Marine Biology*, 22(1): 75-76.
- ✓ **SORGELOOS P., G. PERSOONE, M., E. BOSSUYT et E. BRUGGEMAN (1978)**. The use of *artemia* cysts in aquaculture. The concept « Hatching efficiency » Description of a new method for cyst processing 715-721. In : Proc. 9 th. Ann. Meeting, W M S. Avault, J. W. Jr. (Ed). Louisiana. State University, Baton rouge, Louisiana, USA, 870 pp.
- ✓ **SORGELOOS P. (1980)**. The use of the brineshrimp *Artemia* in aquaculture. The brineshrimp *Artemia*. Vol. 3. Ecology, Culturing, Use in aquaculture pp. 25-46.
- ✓ **SORGELOOS, P., LAVENS, P., LEGER, P., TACKAERT, W AND VERSICHELE, D.(1986)**. Manual for the culture and use of brine shrimp *Ariemiai* aquaculture. *Artemia* Reference Center, State of Univ. Ghent, Belgium: 319 p.
- ✓ **THIERY A., PUENTE L. (2002)**. Crustacean assemblage and environmental characteristics of a man-made solar saltwork in southern France, with emphasis on anostracan (Branchiopoda) population dynamics. *Hydrobiologia* 486 : 191-200.
- ✓ **TOBIAS W.J., P. SORGELOOS E. BOSSWS, O.A. ROELS, (1979)**. The technical feasibility of mass-culturing *Artemia salina* in the St. Croix "Artificial Upwelling" Mariculture System : 203-214. In : Proc. 10th Ann. Meeting WMS. Ed. Avault, J.W. Jr. Louisiana State University, Baton Rouge 0(LA-USA), 899 pp
- ✓ **TORRENTERA L., DODSON SI. (2004)**. Ecology of the brine shrimp *Artemia* in the Yucatan, Mexico, Salterns. *Journal of plankton research* 26 : 617-624.
- ✓ **TRIANTAPHYLLIDIS GV., ABATZOPOULOS TJ., MIASA E., SORGELOOS P. (1996)**. International study on *Artemia*. LVI. Characterization of two *Artemia* populations from Namibia and Madagascar : cytogenetics, biometry, hatching characteristics and fatty acid profiles. *Hydrobiologia* 335 : 97-106.
- ✓ **VANHAECKE P., P. SORGELOOS, (1980)**. International Study on *Artemia*. XIV Growth and survival of *Artemia* larvae of different geographical origin in a standard culture test. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*

Références bibliographiques

- ✓ **VARO, I., (1988).**Caracterizacion de dos poblaciones de *Artemia* partenogenética procedentes del Archipiélago canario. Estudio comparativo. Tesis de Licenciatura. Universidad de La Laguna. La Laguna (España), 152 pp
- ✓ **VERRILL, A.E. (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
- ✓ **VIEIRA, N. & A. BIO, (2011).** Spatial and temporal variability of water quality and zooplankton in an artisanal salina. Journal of Sea Research 65: 293–303.
- ✓ **VOLMER C. (1952).** Kiemenfüßs, Üpferlingund Muschelkrebs. Die Neue Brehm Bucherei, Band 5 7
- ✓ **WATANABE, T., C. KITAJIMA & S.FUJITA, (1983).** Nutricional values of live food organisms used in Japon for the mass propagation of fish: a review. Aquaculture 34, 115-143.
- ✓ **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.IssN1682-8356-ASIAN Network for scientific Information.
- ✓ **ZEMMOURI, A. (1991)** Anote on the genus *artemia* in Algeria. Hydrobiologia, 212 : 231-2.

Sites Web

- ✓ www.aquaportail.com.Auteur: anemone-clown, *Artemia franciscana* : fiche pour maintenance et élevage en aquarium. Publié le 21/05/2012, dernière modification le 21/05/2012.
- ✓ www.aquaportail.com.Auteur: anemone-clown, *Artemia salina* : fiche pour maintenance et élevage en aquarium. Publié le 20/05/2012, dernière modification le 05/01/2016.
- ✓ **Google earth pro 2016.** Sabkha d'Arzew (Oran)