

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE.  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE.

UNIVERSITE DE SAAD DAHLEB -BLIDA 1



Faculté des Science De La Nature Et De La Vie.

Département de Biologie.

**Mémoire de fin d'études**

En vue d'obtention du diplôme de Master dans le domaine SNV.

Filière Science Biologiques.

**Option : Ecosystème Aquatique.**

**Thème :**

**Etude des Caractérisations bioécologiques de la  
population d'Artémia provenant de lac El-Bahira Sétif.**

Présenté par :

- ARAB Sabrina
- ZEHHAR Oum Elkheir
- ZERNINI Aicha

Date de soutenance : 11/07/2022

Devant le jury :

- |                    |             |               |
|--------------------|-------------|---------------|
| ➤ MM. FAIDI H      | MAA/USDB1   | Présidente    |
| ➤ MM. EDDAIKRA A   | MCB/USDB1   | Examinatrice  |
| ➤ MM. CHABET DIS C | PHD /CNRDPA | Promotrice    |
| ➤ MM. BELMESKIN H  | MCB/USDB1   | Co-promotrice |

**Année universitaire : 2021/2022**

# REMERCIEMENTS

## *Remerciements*

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

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

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

*A MM FAIDI de nous d'avoir fait l'honneur de présider ce jury.*

*A MM EDDAIKRA d'avoir accepté d'examiner et discuter ce travail.*

*Nous tenons également à remercier profondément MM CHABET DIS C d'avoir encadré notre mémoire. Nous l'exprimons notre gratitude pour son soutien, son encouragement, ses conseils, la correction du manuscrit, pour sa patience, et son œil critique qui nous a été très précieux pour structuré le travail et pour améliorer la qualité des différentes sections de notre mémoire merci pour tout.*

*Nos remerciements s'adressent sincèrement à notre Co-promotrice MM BELMESKINE H. Nous gardons un très bon souvenir de vous. Nous avons pu, au cours de notre cursus universitaire apprécier vos qualités humaines « vous êtes plus qu'un professeur ! », votre savoir-faire et vos compétence scientifiques.*

*Enfin à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de modeste travail.*

*Aicha, Sabrin Et Ferial.*

# DEDICACES

## *Dédicaces*

*Au nom d'Allah clément et miséricordieux*

*Je dédie ce travail :*

*À moi !*

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

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

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

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

*Merci maman.*

*A mes adorables sœurs « Khadîja et Kaouthar », vous êtes l'étoile qui a éclairé  
ma vie juste en regardant vos beaux sourires innocents. Merci infiniment pour  
vos soutiens moraux et les belles surprises sucrées.*

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

*A mes amies avec lesquels j'ai partagé mes moments de joie et de bonheur :  
Sabrine, Ferial, Najete et Asma, merci pour leur tendresse et soutien.*

*A toute la promotion d'écosystème aquatique « 2021/2022 ».*

*Aicha.*

*Dédicaces*

*Avec l'expérience de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrasés, je n'arriverais jamais à leurs exprimer mon amour sincère.*

*À l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : mon cher papa **Rachid***

*À la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : mon adorable mère **Karima**.*

*À mes chers sœurs **Nessrine, Maroua et Safâa**, qui m'avez toujours soutenu et encouragé durant mes années d'études.*

*À mon adorable petit frère **Ahmed** qui sait toujours comment procurer la joie et le bonheur pour toute la famille.*

*À toi ma grande mère. **Halima**, ceci est ma profonde gratitude pour ton éternel amour, que ce rapport soit le meilleur cadeau que je puisse t'offrir.*

*À l'homme de ma vie, mon mari **Abdel Waheb** qui n'a pas cessé de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études. Que dieu le protéger et leur offre la chance et le bonheur.*

*Sans oublier mon trinôme **Aicha et Feriel** pour son soutien moral, ses patiences et ses compréhensions tout au long de ce projet*

*Sabrina.*

*Dédicace*

*J'ai le grand honneur de dédier ce travail à celui qui m'a fait de moi une Femme.*

*À mon père...*

*Ma mère, mon pilier, mon premier supporteur et ma plus grande force, vous n'avez pas baissé les bras et vous avez continué de croire en moi ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation,  
Merci pour votre présence.*

*Mes frères **KAMEL** et **RAOUF**.*

*Ma sœur **ABLA** merci pour vos soutiens moraux, vos confiances et vos conseils précieux, qui m'ont aidé dans les moments difficiles.*

*Mes deux tantes.*

*À mon mari merci pour le soutien continu dont tu as toujours fait preuve.*

*À Mes Amies...*

*Toutes les lettres ne sauront trouver les mots qu'il faut... Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, L'amour, le respect, la reconnaissance.*

*Ce travail est La réponse à vos prières, de vos encouragements, de votre patience, de votre détermination, de votre éducation, et de votre soutien inflexible.*

*Tout ce que j'espère, c'est que vous soyez fiers de moi aujourd'hui...*

**Feriel.**

# RESUME

Résumé

L'Artémia est un crustacés d'eau salée et saumâtre. Il est considéré comme une nourriture pour les larves de poissons et de crustacés suite à sa petite taille et son contenu en éléments essentiels. Compte tenu de son importance dans le domaine de l'élevage larvaire, nous avons étudié et caractérisé la population d'Artémia lac EL-Bahira Wilaya de Sétif.

Les résultats ont permis de caractériser les cystes d'Artémia ou le diamètre des cystes hydratés non décapsulés est de  $247 \pm 0.02 \mu\text{m}$  et le diamètre moyen des cystes décapsulés est de  $225 \pm 0.01 \mu\text{m}$  et l'épaisseur moyenne de chorion de  $11 \mu\text{m}$ . Pour les nauplii à stade avancé la longueur moyenne est de  $665 \pm 0.05 \mu\text{m}$ . Concernant l'étude de la qualité des cystes, les résultats ont relevés une efficacité d'éclosion de 10890 nauplii/gramme de cystes et un pourcentage d'éclosion de 34% ce qui représente une qualité acceptable comparée à d'autres cystes déjà étudiés en Algérie.

Au plus, nous somme intéressées à établir un test de toxicité des insecticides sur les nauplii d'Artémia montre que la taille des nauplii à stade avancée est affectée par les insecticides quelques soit la concentration ou la taille des nauplii à stade avancée élevés dans des conditions standards ( $1.16 \pm 0.08 \text{ mm}$ ) est plus grande à celui des nauplii élevés sous la présence des insecticides dans le milieu ( $0.87 \pm 0.08 \text{ mm}$ ,  $0.87 \pm 0.04 \text{ mm}$ ). Aussi que la survie des individus de groupe témoin est plus importante que les individus élevés sous l'effet des insecticides.

**Mot clé :** Artémia, cystes, nauplii, éclosion, El-Bahira, toxicité

**Summary**

Artemia is a crustacean that lives in salty, brackish water. It is considered as a food for fish and crustacean larvae due to its small size and its content of essential elements. Given its importance in the larval aquaculture, we studied and characterized the Artemia population of EL-Bahira Lake (Setif province).

For the results, we characterize Artemia cysts where the diameter of non-decapsulated hydrated cysts is  $247 \pm 0.02 \mu\text{m}$ , the average diameter of decapsulated cysts is  $225 \pm 0.01 \mu\text{m}$  and the average thickness of chorion is  $11 \mu\text{m}$ . For advanced stage nauplii the average length is  $665 \pm 0.05 \mu\text{m}$ . Concerning the study of the quality of the cysts, the results revealed a hatching efficiency of 10890 nauplii/gram of cysts and a hatching percentage of 34%, which represents an acceptable quality compared to other cysts already studied in Algeria.

At most, we are interested in establishing a toxicity test on Artemia nauplii shows that the size of late-stage nauplii is affected by insecticides regardless of the concentration or size of late-stage nauplii reared under standard conditions ( $1.16 \pm 0.08 \text{ mm}$ ) is larger than that of nauplii reared under the presence of insecticides in the medium ( $0.87 \pm 0.08 \text{ mm}$ ,  $0.87 \pm 0.04 \text{ mm}$ ). Also the survival of control group individuals is greater than individuals reared under the effect of insecticides.

**Key word:** Artemia, cysts, nauplii, hatching, El-Bahira, toxicity

## ملخص

الأرتيميا هي نوع من القشريات تعيش في المياه المالحة قليلة الملوحة. يعتبر كغذاء ليرقات الأسماك صغيرة الحجم وتحتوي على العناصر الأساسية التي تساعد على النمو الجيد. نظرًا لأهميتها في مجال تربية البرقات، قمنا بإجراء هذه الدراسة لمعرفة خصائص وديناميكيات تجمعات الأرتيميا، الأكياس التي تم جمعها على مستوى بحيرة البحيرة في سطيف.

أتاحت النتائج الكشف عن وجود نوع من الأرتيميا في موقع سبخة البحيرة (سطيف) مع أكياس رطبة غير منزوعة الكبسولة بمتوسط قطر  $0.02 \pm 247$  ميكرون أكبر من تلك الموجودة في الأكياس منزوعة الكبسولة ( $0.01 \pm 225$  ميكرومتر)، بمتوسط سمك مشيم يبلغ 11 ميكرومتر يستخدم في تربية الدواجن.

فيما يتعلق بدراسة جودة الأكياس، أظهرت نتائجنا كفاءة تفقيس 10890 نوبلي / جرام من الأكياس، ونسبة فقس 34٪، وهو ما يمثل جودة مقبولة مقارنة بالكيسات الأخرى التي تم فحصها بالفعل. جزائر.

أخيرًا، أظهر اختبار سمية المبيدات الحشرية على نبات الأرتيميا أن حجم النوبلي في المرحلة المتقدمة هو  $0.08 \pm 1.16$  مم أكبر من حجم النوبلي الذي تم اختباره بالمبيدات الحشرية ( $0.08 \pm 0.87$  مم،  $0.04 \pm 0.87$  مم). الأفراد في المجموعة الضابطة أكبر من أولئك الذين نشأوا تحت تأثير المبيدات الحشرية.

الكلمة الرئيسية: ارتيميا ، كيسات ، نوبلي ، تفشي ، البحيرة ، سمية.

# **LISTE DES FIGURES**

## Liste des figures

Figure	Page
Figure 01 : Male d' <i>Artémia salina</i> .	03
Figure 02 : Artémia adulte.	05
Figure 03 : Tête d'un mâle d'Artémia adulte.	06
Figure 04 : Tête d'une femelle d'Artémia adulte	07
Figure 05 : Femelle adulte vue latérale.	07
Figure 06 : Cycle de vie de l'Artémia.	09
Figure 07 : Cyste d'Artémia	09
Figure 08 : Structure du cyste d'Artémia	10
Figure 09 : Eclosion d'Artémia.	11
Figure 10 : Nauplius d'artémia après éclosion	12
Figure 11 : Larve d'instar V.	13
Figure 12 : Couple d'artémia en position d'accouplement	14
Figure13 : Modes de reproduction d'artémia.	14
Figure 14 : Processus de l'ovogenèse jusqu'à la femelle d'Artémia.	15
Figure 15 : Répartition des espèces de crevettes de saumure dans le monde.	18
Figure 16 : Image satellite de lac El-Bahira à Sétif ( Google Earth).	25
Figure 17 : Récolte des échantillons d'Artémia.	26
Figure 18 : Echantillons de l'eau	27
Figure 19: Schéma de la méthodologie adopté pour le processus de la purification des cystes d'artémia.	28

Figure 20 : Montage expérimentale d'incubation des cystes utilisé au niveau du CNRDPA.	29
Figure 21 : Séparation des cystes éclos de ceux non éclos par siphonage (la présente étude).	31
Figure 22 : Montage expérimentale d'élevage de l'artémia (la présente d'étude).	32
Figure 23 : Pesticides utilisés dans le test de toxicité. (A) Rustilan ; (B) Aceplan 20 sp	34
Figure 24 : Mode expérimentale de test de toxicité.	35
Figure 25 : Cystes d'Artémia hydratés et décapsulés.	36
Figure 26 : Diamètres des cystes hydratés et décapsulés des différentes populations d'Artémia.	37
Figure 27 : Epaisseurs du chorion des différentes populations d'Artémia.	38
Figure 28 : Nauplii d'Artémia de lac El-Bahira sous la loupe binoculaire (Gx4)	39
Figure 29 : Artémia adulte sous le microscope optique (Gx4)	40
Figure 30 : Taux d'éclosion des déférentes populations d'Artémia.	41
Figure 31 : Différents déversements des matériaux utilisés pour l'agriculture dans le site El-Bahira Wilaya de Sétif.	42
Figure 32 : Taux de survie des individus d'Artémia au cours d'élevage.	44
Figure 33 : Taux de survie de l'Artémia au cours d'élevage sous l'effet de l'Aceplan.	44
Figure 34 : Taux de survie de l'Artémia au cours d'élevage sous l'effet de Rustilan.	45
Figure 35 : Echantillonnage des cystes et prélèvement de l'eau	Annexe
Figure 36 : Prélèvement et filtration de l'eau de mer	Annexe
Figure 37 : Tamis de traitement des cystes	Annexe
Figure 38 : Aérateur	Annexe
Figure 39 : Traitement des échantillons des cystes au laboratoire CNRDPA	Annexe
Figure 40 : Purification et séchage des cystes	Annexe
Figure 41 ; Mis en incubation des cystes	Annexe
Figure 42 : Comptage des nauplii (efficacité d'éclosion)	Annexe
Figure 43 : Analyses physico-chimiques de l'eau d'élevage	Annexe

Figure 42 : Morphométrie des cystes et des individus d'Artémia sous la loupe binoculaire.	Annexe
Figure 43 : Loupe binoculaire de type obtika	Annexe
Figure 44 : Mesure biométrique des nauplii d'Artémia avec de logiciel « Optika Vision Lite 2.1 ».	Annexe
Figure 45 : Préparation de solution toxique.	Annexe
Figure 46 : Mode expérimentale de test de toxicité	Annexe

# LISTE DES TABLEAUX

### Liste des tableaux

Tableau	Page
Tableau I : Pays hôte d'Artémia dans le monde.	18
Tableau II : Caractéristiques du prélèvement physico-chimique.	27
Tableau III: Résultats des diamètres des cystes.	36
Tableau IV : Résultats de longueur des nauplii.	39
Tableau V : Résultats de la qualité d'éclosion des cystes de lac El-Bahira.	40
Tableau VI : Résultats de la tailles des nauplii à stade avancée pour le groupe témoin, Rustilan et Acéplan.	43

# **LISTE DES ABREVIATIONS**

### **Liste des abréviations**

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

**DGRSDT** : Direction Générale de la Recherche Scientifique et du Développement Technologique.

**E** : Est.

**EE** : efficacité d'éclosion.

**Lux** : unité de mesure de l'éclairement lumineux.

**N** : Nord.

**PE** : pourcentage d'éclosion.

**PSU** : unité de salinité.

# **GLOSSAIRE**

## Glossaire

**Athalassohalins** : Les eaux athalassohalins proviennent de la dissolution d'évaporite par l'eau, cas de la plupart des sebkhas situées en zones semi-arides et arides. Ces environnements ont une composition ionique saline différente de celle de l'eau de mer (Leitchfield et Gillevet, 2002 ; Oren,2002 ; Roussel et al.,2008).

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

**Euroxybiant** : Qui supporte une grande variation de la concentration en oxygène dissous dans l'eau (pour un organisme aquatique).

**Méta-nauplius** : Stade nauplius tardif de crustacé, ayant plus de trois paires de membres présents, mais pas de membres thoraciques fonctionnels (FAO, 2008).

**Métaphase** : Deuxième phase de la mitose, caractérisée par la disposition des chromosomes, qui forment la plaque équatoriale.

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

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

**Saumure** : Est une solution aqueuse d'un sel, généralement de chlorure de sodium (sel de cuisine) Na Cl, saturée ou de forte concentration (FAO,2008).

**Siphonage :** C'est une technique qui permet d'extraire par le haut un liquide pour le faire passer d'une réception supérieure à une réception inférieure grâce à un siphon (FAO,2008).

**Système osmo régulateur :** Est l'ensemble des processus homéostatiques qui maintiennent l'osmolarité d'un être vivant à son niveau normal, c'est-à-dire qui interviennent dans la régulation de la concentration en sels dissous dans les fluides internes de cet être vivant.

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

**Thoracopode :** De « thorax et podo », littéralement « pied sur le thorax ». C'est l'organe ambulateur des crustacés (FAO, 2008).

# SOMMAIRE

## Sommaire

Remerciements	
Dédicaces	
Résumé	
Glossaire	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale.....	1
<b>Chapitre I : Partie bibliographique</b>	
1 Présentation de l'espèce.....	03
2 Classification.....	04
3 Biologie de l'artémia.....	05
Morphologie.....	05
Cycle de vie.....	08
Cyste.....	09
4 Processus d'éclosion .....	10
5 Morphologie de nauplius.....	11
6 Développement et morphologie de la larve .....	12

7	Reproduction.....	13
4	Répartition géographique de l'artémia.....	16
	Artémia en Algérie.....	17
	Artémia en Afrique.....	17
	Artémia dans le monde.....	18
5	Ecologie de l'artémia.....	19
	Composition ionique et salinité.....	19
	Potentiel hydrogène.....	19
	Température .....	20
	Eclairage .....	20
	Aération.....	20
	Dispersion.....	20
6-	Alimentation et respiration.....	21
7-	Régimes alimentaire.....	21
8-	Valeur nutritionnelle.....	21
9	Importance aquacole et intérêt économique de l'artémia.....	22
10-	Artémia en éco-toxicologie.....	23

## **Chapitre II ; Matériel et méthodes**

1	Objectif de travail.....	25
2-	Zone d'étude.....	25
	Cadre physique.....	25
	Cadre climatologique.....	26
3	Echantillonnage.....	26
4	Paramètre physicochimique de lac El-Bahira.....	27
5	Traitement des cystes.....	29
6	Incubation des cystes.....	29
7	Qualité d'éclosion.....	29
	Pourcentage d'éclosion (PE).....	30
	Efficacité d'éclosion (EE).....	30
8	Elevage.....	31

9	Biométrie des cystes et des nauplies.....	32
	Hydratation des cystes .....	32
	Décapsulation des cystes.....	32
	Epaisseur de chorion.....	33
10	Etude éco-toxicologique.....	33
	L'eau de mer de référence.....	33
	Préparation des contaminants.....	33
	Bio-essais sur les nauplies d'artémia.....	34

### **Chapitre III : Résultats et discussions**

1-	Caractérisation de cyste.....	36
2-	Caractérisation de nauplii.....	39
3-	Morphologies des adultes.....	39
4-	Qualité d'éclosion.....	40
5-	Tests de toxicité.....	42

<b>Conclusion.....</b>	<b>47</b>
------------------------	-----------

### **Références bibliographiques**

### **Annexes**

# INTRODUCTION

## Introduction

L'Artémia est un crustacé largement réparti dans les salines et les lacs hyper salés du monde entier (Triantaphyllidis et al., 1994 ; Van stappen, 2001). Vu sa place privilégiée dans la chaîne alimentaire des larves de poissons et les post-larves de crevettes, ce matériel biologique a attiré l'attention des scientifiques et a fait l'objet d'abondants travaux de recherches (plus de 300 publications). Ces études scientifiques ont abouti à des résultats encourageants liés surtout à la valeur nutritionnelle élevée des nauplii d'Artémia (Ben naceur et al., 2008 ; Aloui, 2003, 2013).

En aquaculture, compter sur un aliment en quantité et en qualité pour les larves des différentes espèces d'intérêt commercial est un aspect de grande importance. Car la larve, après la résorption du sac vitellin qui lui proportionne les besoins protéiques pour son développement durant les premières 24 heures de sa vie, elle commencera une alimentation exogène (Rodriguez et al., 2006). Le développement déficient du système digestif des phases larvaires, empêche l'assimilation de l'aliment artificiel (Holt et Sun, 1991), pour lequel il devient vital l'approvisionnement en aliment vivant. Parmi les aliments vivants utilisés en larviculture de poissons et de crustacés, les nauplius d'*Artemia sp.* Constituant l'aliment le plus amplement utilisé dans le monde (Bengtson et al., 1991).

En Algérie, il existe divers écosystèmes hypersalins dans différentes régions du pays, où la présence d'Artémia a été signalée (Haddag, 1991 ; Kara et al., 2004 ; Amarouayache et al., 2009a, b, 2010 ; Amarouayache et Kara, 2010 ; Bennabi et al., 2015, Chabet dis et al., 2021, Chabet dis, 2022). Ces écosystèmes sont constitués des marais salants de qui pourrait être exploité commercialement pour produire Artémia et ainsi diminuer l'importation de ce précieux produit pour sa facilité d'élevage et l'existence, dans son cycle de vie, d'une forme de conservation (cystes ou œuf de durée), qui permet une grande souplesse d'utilisation et explique le fait que le nauplius de l'Artémia est la proie la plus utilisée en élevage larvaire (Tirgui, 2017). La demande des cystes de l'Artémia est en augmentation et atteint 40% de la demande totale des aliments aquacoles (Sorgeloos et al., 2001 ; Kolkovski et al., 2004). C'est ainsi que de nombreuses recherches ont été effectuées sur la nutrition des larves de poissons marin et d'eau douce en élevage (Girin et Person-le-Ruet, 1977 ; Sorgeloos, 1978, 1980, 1981 a, b ; Barnabé, 1984 ; Divanach et Kentouri, 1984 ; Gatesoupe et al., 1984 ; Lizawa, 1984 ; Mami-ponset et al., 1994 ; Schlumberger et Proteau, 1996 ; Zakes et Demska-Zakes, 1996 ; Mhetli, 2001 ; Kestemont et al., 2007 ; Szkudlarek et Zakes, 2007).

Vue que l'Algérie dispose d'un grand nombre de biotope pouvant abriter la ressource naturelle Artémia, vient s'insérer notre étude, qui a comme objectifs ;

- Caractérisation biométrique des cystes et des individus d'Artémia élevés dans des conditions standards de la saline El-Bahira (Wilaya de Sétif).
- Caractérisation de la qualité d'éclosion des cystes.
- Effets des insecticides sur le comportement de cette espèce.

Afin de vérifier les hypothèses émises, le présent travail comporte trois chapitres organisés comme suit :

- Le premier chapitre est consacré à la recherche bibliographique en présentant la biologie et l'écologie de l'Artémia.
- Le deuxième chapitre est réservé à la présentation du site étudié (saline El-Bahira) et les expérimentations réalisées, en détaillant la méthodologie suivie d'un élevage des individus d'Artémia, afin de réaliser le test de toxicité.
- Le troisième chapitre, nous présentons les résultats ainsi que leurs discussions.

# **GENERALITES**

## 1- Présentation de l'espèce

La systématique de l'Artémia a évolué progressivement au cours du temps. Au début, les chercheurs se sont basés sur la morphologie de l'animal, mais ce critère a été abandonné car il est influencé par la salinité du milieu (Barigozzi, 1980).

Ensuite, ils se sont intéressés à l'étude simultanée des chromosomes et du mode de reproduction, ce qui a permis la détermination des deux souches d'Artémia : une souche bisexuée (composée de mâles et de femelles) et une souche parthénogénétique (composée uniquement de femelles).

Les populations parthénogénétiques sont appelées : *Artemia parthenogenetica* suivis par le nom de la localité d'origine (Barigozzi, 1980). Ces souches présentent différents degrés de ploïdie; il existe des espèces tétraploïdes à 84 chromosomes (souches en provenance de la Mer Adriatique) et des espèces diploïdes à 42 chromosomes (en provenance de Cagliari (Artom, 1931).

La diversité touche surtout les souches bisexuées, c'est pour cette raison que les systématiciens ont réalisé des expériences de croisement entre ces populations, ce qui a révélé l'absence d'interfécondité entre elles (Barigozzi, 1974 ; Clark et Bowen, 1976 ; Heip et al., 1977). En se basant sur ce critère d'isolement sexuel, les chercheurs ont pu identifier 8 espèces bisexuées dites « espèces sœurs » et ont conclu que les populations non identifiées par ce test seront appelées : *Artemia sp* (Bowen et al., 1980).



Figure 1 : Mâle d'*Artemia salina* (alamyimage.fr).

## 2- Classification

Le genre *Artémia* 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 de l'artémia jusqu'au niveau du genre est donnée par (Flossner,1972).

- Règne : Animalia
- Embranchement : Arthropoda
- Sous-Embranchement : Crustacea
- Classe : Branchiopoda
- Sous-Classe : Sarsostraca
- Ordre : Anostraca
- Sous-Ordre : Artemiina
- Famille : Artemiidae
- Genre : *Artemia* (Leach, 1819).

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

- *Artemia franciscana* (Kellog, 1906).
- *Artemia monca* (Virrill, 1869).
- *Artemia persimilis* (Piccinelli et prosdocimi, 1968).
- *Artemia salina* (Bowen et Sterling, 1978).

- *Artemia urmiana* (Gunther, 1890).
- *Artemia sinica* (Cai, 1989).
- *Artemia sp.* Kazakhstan (Pilla et Beardmore, 1994).
- *Artemia tibetiana* (Abatzopoulos, Zhang et Sorgeloos, 1998).
- *Artemia parthenogenetica* (Bowen et Sterling, 1978).

### 3- Biologie de l'Artémia

#### 3-1- Morphologique

L'Artémia 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 phyllopodes (pattes), lesquels battent à un rythme Régulier (Abatzopolulos et al., 2010).

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 (Abatzopolulos 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, 2013).

La femelle adulte a un sac ovigère, en forme de cœur 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 (Ghomari, 2013) (Figure 2).

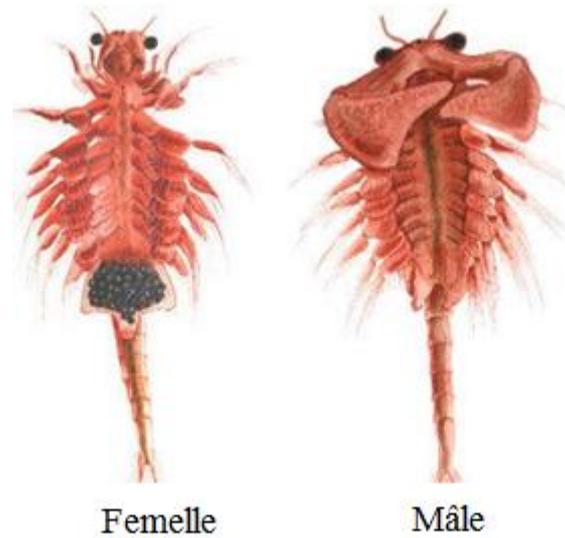


Figure 02 : Artémia adulte (Mioara, 2011).

L'anatomie externe permet de distinguer trois parties bien différenciées :

- **Tête**

Elle porte un œil nauplius médian et un pair d'yeux latéraux, dans sa partie Antérieure on remarque une paire d'antennes courbées portant la forme d'une grosse pince (Figure 3), Qui sert à saisir la femelle lors de l'accouplement chez cette dernière paire d'antennes est Beaucoup plus petite, on trouve sur la tête 3 appendices, (une paire de mandibules, une Paires de maxillules) (Figure 4). L'ensemble recouvert par une sorte de masque est appelé par « le Chaperon » (Joly, 1940).

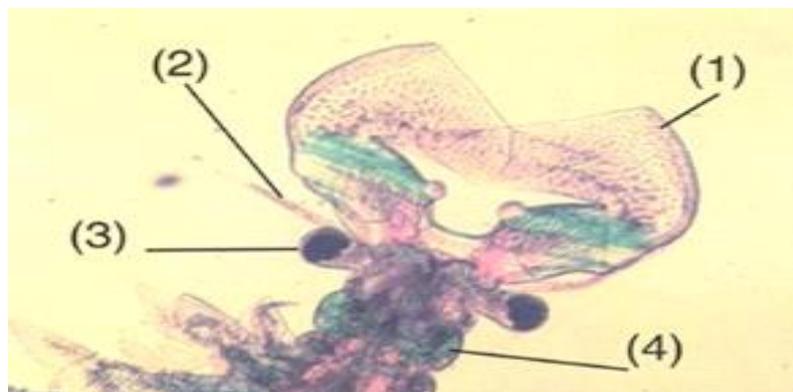


Figure 03 : La tête d'un mâle d'Artémia adulte. (1) Antenne ; (2) antennule ;

(3) L'œil complexe ; (4) mandibule. (Lavens et al., 1996)

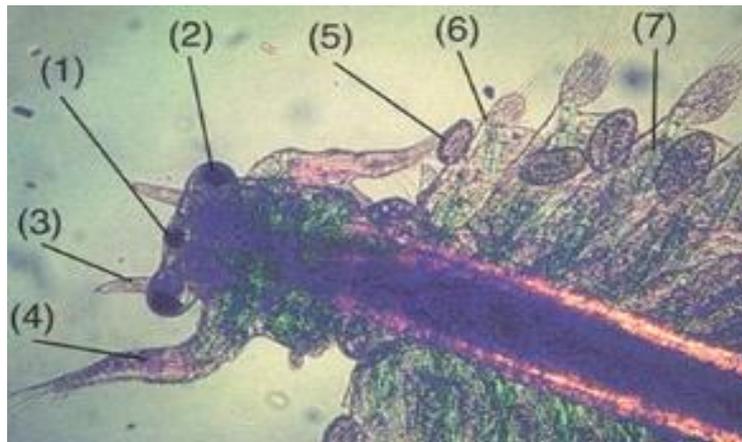


Figure 04 : La tête d'une femelle d'Artemia adulte. (1) nauplien ; (2) œil complexe ; (3) antennule ; (4) antenne ; (5) exopodite ; (6) telopodite (7) endopodite (Lavens et al., 1996).

- **Thorax**

Est composé de 11 segments (Figure 5) chaque segment porte une paire d'appendices natatoires foliacés (Haddage, 1991).

- **L'abdomen**

Est composé de huit segments (Figure 5) : les 2 premières segments dit génitiaux (deux pénis chez le male/ la poche incubatrice des femelles) ; le dernier segment abdominal porte deux appendices portant de longues soies entre ces appendices se trouve l'anus (Dhont et Van Stappen, 2003).

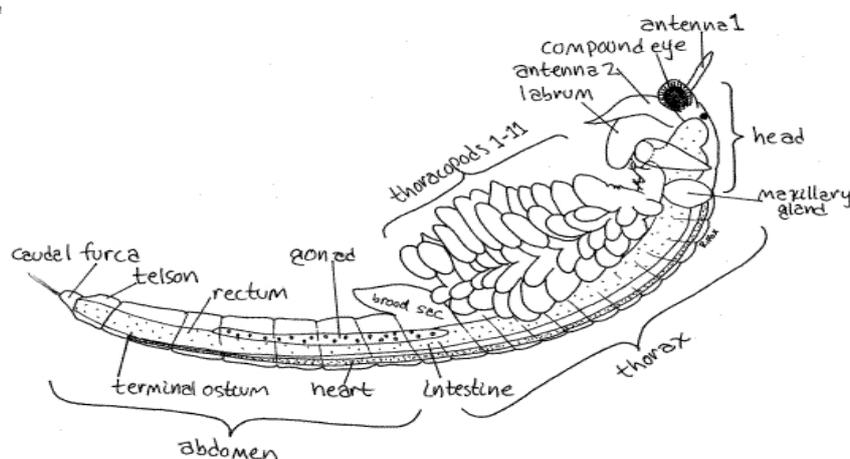


Figure 05 : Femelle adulte vue latérale (Ghomari, 2013).

### **3-2- Cycle de vie**

Les femelles peuvent se reproduire en donnant directement des nauplii ou bien des cystes. Les cystes produits peuvent rester en diapause (métabolisme embryonnaire bloqué en Métaphase) pendant plusieurs années consécutives sans perdre leur faculté germinative à Condition qu'ils restent secs dans des conditions anaérobiques ou si la salinité du milieu est Supérieure à 85 g/l qui est le seuil d'éclosion (Persoone et Sorgeloos, 1980 ; Whitaker, 1940). Exceptionnellement certains cystes éclosent immédiatement après être Emis par la femelle, appelés cystes spontanés (Dutrieu, 1960), peuvent être le résultat d'un Problème dans l'induction de la diapause ou lorsque la femelle change de type de reproduction (Lavens et Sorgeloos, 1987). La capacité de l'Artémia d'alterner les modes de reproduction rappelle le cas des daphnies et des rotifères.

Ces cystes flottent à la surface de l'eau et sont transportés par l'action du vent vers les berges où ils se mélangent avec le sable. En hiver, ces cystes sont emportés par les eaux de pluies à l'intérieur des bassins de la saline. La présence de la pellicule d'eau favorise leur eclosion pour donner des nauplii (au bout de 24 à 36 heures). Ces derniers passent par plusieurs stades de développement (15 mues) pour arriver au dernier stade qui est le stade adulte après une quarantaine de jours en moyenne. La durée de développement du nauplii à l'adulte a été décrite comme suit : nauplii instar I → nauplii instar II (8 heures) ; nauplii instar II → juvénile → pré-adulte (1 à 3 semaines) ; pré-adulte → adulte (1 à 2 semaines) (lavens et sorgeloos, 1996). Sous des conditions optimales, les nauplii de l'Artémia peuvent devenir adulte au bout de 8 jours seulement. Ces adultes vont se reproduire et émettre plus de 300 cystes ou nauplii tous les 4 jours (Lavens et Sorgeloos, 1996).

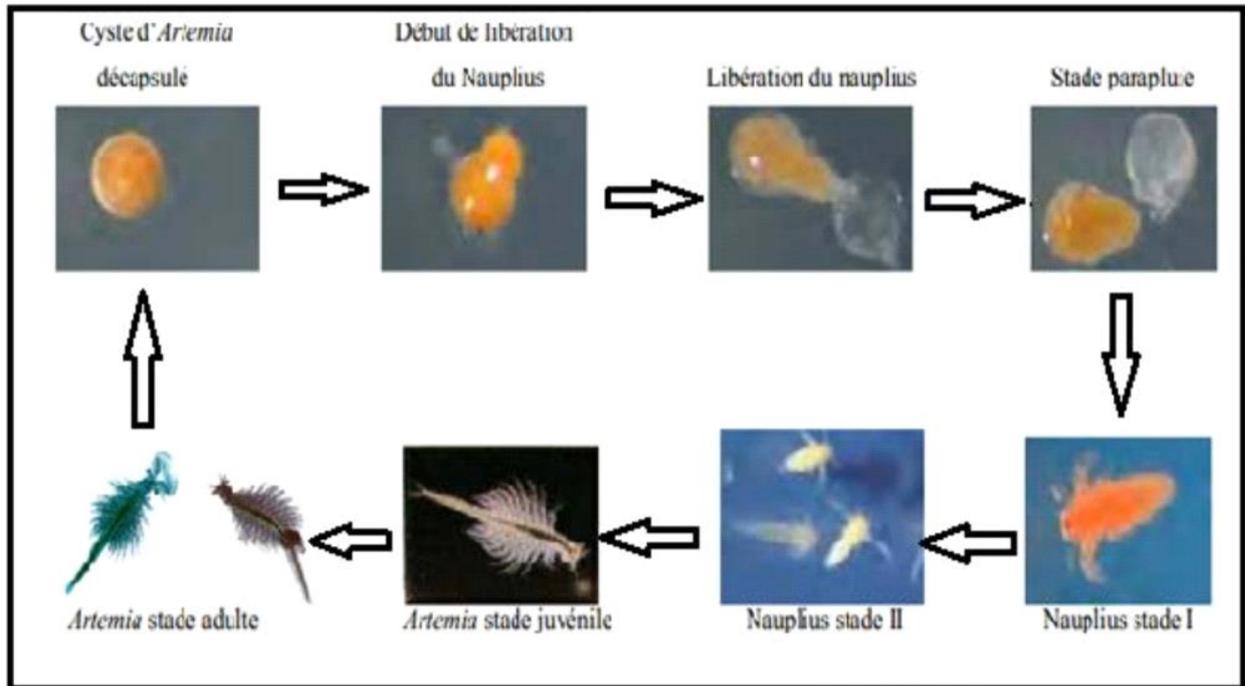


Figure 6 : le cycle de vie de l'Artémia (Abatzopoulos et al., 2010).

### 3-3- 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 et Treece, 2000) (Figure 7).



Figure 07 : Cyste d'Artémia (Chabet dis, 2022).

L'enveloppe du cyste est constituée de 03 structures :

- Le chorion : il est constitué essentiellement de lipoprotéines, sa fonction est la protection de L'embryon.
- La cuticule membranaire : elle protège l'embryon contre l'agression grosses molécules (CO<sub>2</sub>) Il sert en fait de filtre de perméabilité.
- La cuticule embryonnaire : c'est une membrane très élastique et transparente qui sépare L'embryon de la cuticule membraneuse (Dhont et Vanstappen, 2003) (Figure 8).

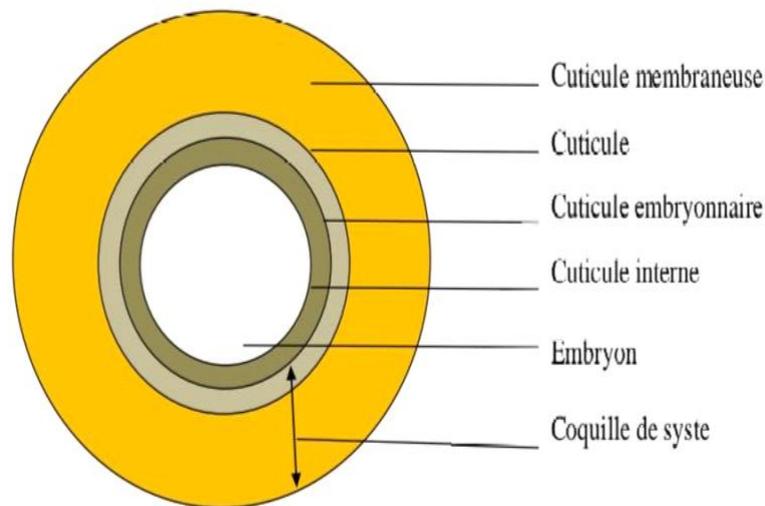


Figure 08 : Structure du cyste d'Artémia (Dhont et Vanstappen, 2003).

### 3-4- Processus d'éclosion

Lorsque le cyste incubé dans l'eau de mer, il gonfle et devient sphérique en 1 à 2 h. Après 12 à 20h d'hydratation, la coquille du cyste (y compris la membrane cuticulaire externe) éclate (stade de rupture) et l'embryon entouré par la membrane d'éclosion devient visible. L'embryon quitte alors complètement la coquille et pend sous la coquille vide (la membrane d'éclosion peut encore être attachée à la coquille). À travers la membrane d'éclosion transparente, on peut suivre la différenciation du pré-nauplius en le stade I nauplius qui commence à déplacer ses appendices. Peu de temps après, la membrane d'éclosion s'ouvre (éclosion) et la larve nageant librement (la tête la première) est née (Lavens et Sorgeloos, 1996) (Figure 09).

Après la rupture, l'embryon est en contact direct avec le milieu extérieur à travers la membrane d'éclosion (Lavens et Sorgeloos, 1996).

Un système osmorégulateur ionique efficace est maintenant en place, qui peut faire face à une large gamme de salinités, et l'embryon se différencie en une larve de nauplius en mouvement. Une enzyme d'éclosion, sécrétée dans la région de la tête du nauplius, fragilise la membrane d'éclosion et permet au nauplius de se libérer dans le milieu d'éclosion (Mousseux, 1995).

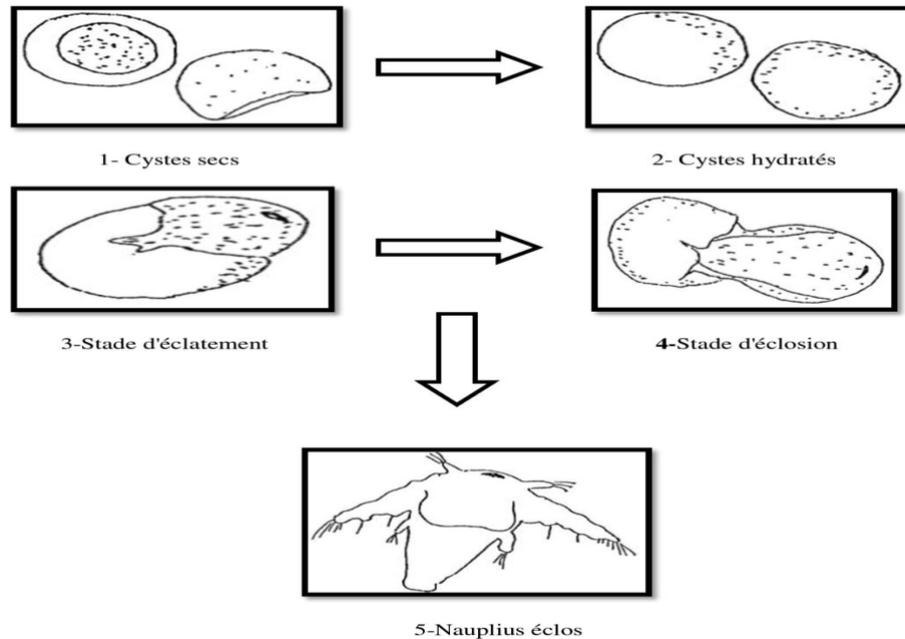


Figure 09 : Eclosion d'Artémia (Mousseux, 1995).

### 3-5- Morphologie de nauplius

Les nauplius d'Artémia 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.

La taille des nauplius d'Artémia n'excède pas Les treize millimètres, elles sont largement utilisées comme première nourriture pour les Alevins et sont aussi utilisées comme supplément pour nourrir les adultes et les « inciter » à se Reproduire (Curto, 2006).

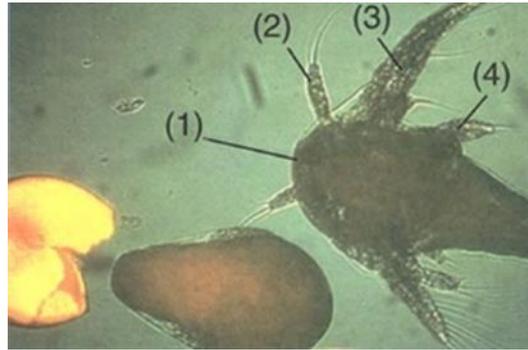


Figure 10 : Nauplius d'Artémia après éclosion : (1) œil nauplien ; (2) antennule ; (3) antenne ; (4) mandibule (Sorgeloos, 1996).

### Composition biochimique des nauplius

Elle varie considérablement et évolue entre 37 à 71% pour les protéines, 12 à 30% pour les lipides, 11 à 23% pour les glucides et 4 à 21% pour les cendres. Chez les adultes ces valeurs varient entre 50 à 69% pour les protéines, 2 à 19% pour les lipides, 9 à 17% pour les glucides, 9 à 29% pour la cendre (Bengtson et al., 1991).

### 3-6- Développement larvaire et morphologie de la larve

Au premier stade larvaire, la larve mesurant environ 400 à 500  $\mu\text{m}$  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. (Henstschel, 1968 ; Schrehardt, 1987).

Après 8 heures environ, le nauplius subit une première mue pour se transformer en larve « méta-nauplius », à ce moment-là, le tube digestif devient fonctionnel, la bouche et l'anus sont également ouverts. (Figure 11). Ensuite la larve se développe et se différencie suivant une série de mues, cependant, il y a eu un désaccord au sujet du nombre exact de mues (Henstschel, 1968 ; Schrehardt, 1987).

A partir du dixième stade, d'importantes transformations morphologiques et fonctionnelles se mettent en place. A ce moment, les yeux complexes se pigmentent et la larve atteint environ une taille de 1.4 mm.

Le développement des thoracopodes se poursuit et d'autres paires de anthracopodes continuent à se développer, en même temps apparaissent les premiers segments abdominaux, On distingue : Les Tele-podites et les endo-podites (locomotion et filtration de la nourriture), ainsi que les exo-podites (ouïes et respiration) À la quinzième et dernière mue la segmentation abdominale a, les 11 paires de thoracopodes sont complètement formées, la larve est devenue adulte, et la maturité sexuelle est atteinte.

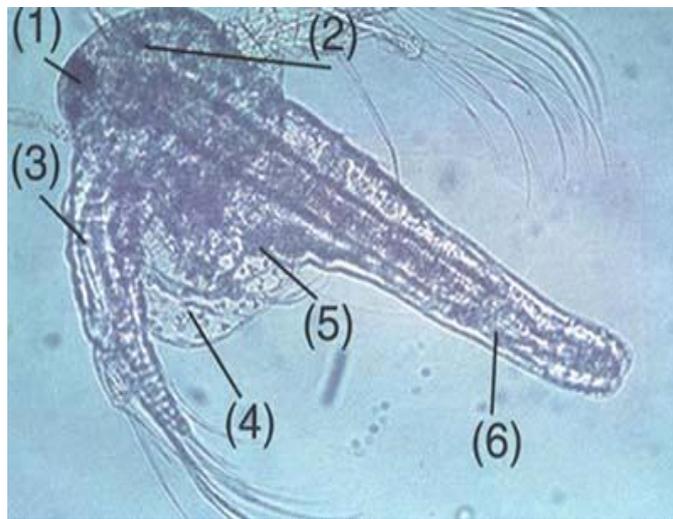


Figure 11 : Larve d'instar V. (1) œil de nauplius ; (2) œil complexe latéral ;  
(3) antenne ; (4) labrum ; (5) bourgeonnement des thoracopods ; (6) région digestive.  
(Sorgeloos, 1978 ;1980)

### 3-7- Reproduction

Lors de la reproduction, le mâle va s'aider de ses pattes pour tenir la femelle, il se positionne sous elle au niveau du sac ovaire (Figure 12). Ils vont nager ainsi l'un accroché à l'autre pendant plusieurs minutes. Ensuite, ils se séparent d'un coup d'abdomen. La maturité sexuelle après éclosion est de 10 jours environ, selon les conditions de milieu (Lavens et al., 1996).

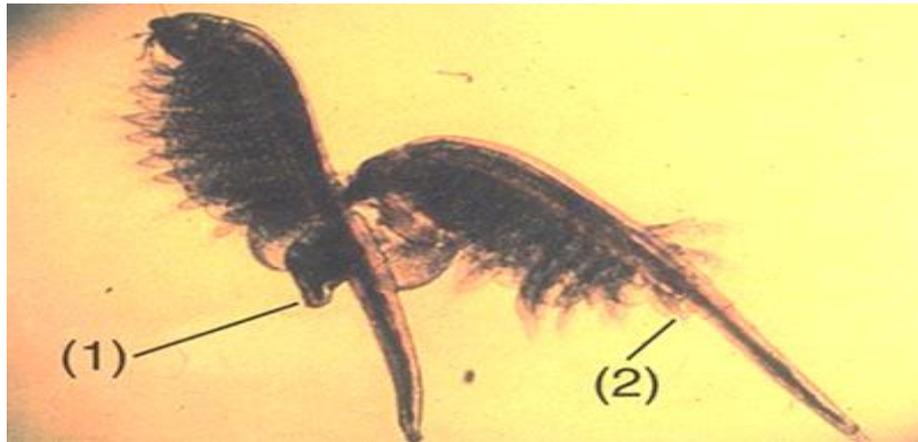


Figure 12 : Couple d'Artémia en position d'accouplement (Lavens et al., 1996).

(1) Utérus ; (2) pénis.

D'après Fauttrez et Furleffean, (1967), l'Artémia dispose de deux méthodes de reproduction (figure13) :

- Reproduction sexuée : il y a des mâles et des femelles qui s'accouplent.
- Reproduction par parthénogénèse ou asexuée : il n'y a pas de mâles et seules les femelles assurent la reproduction. Dans ce dernier cas, les individus disposent d'un double jeu de gènes (diploïdie).

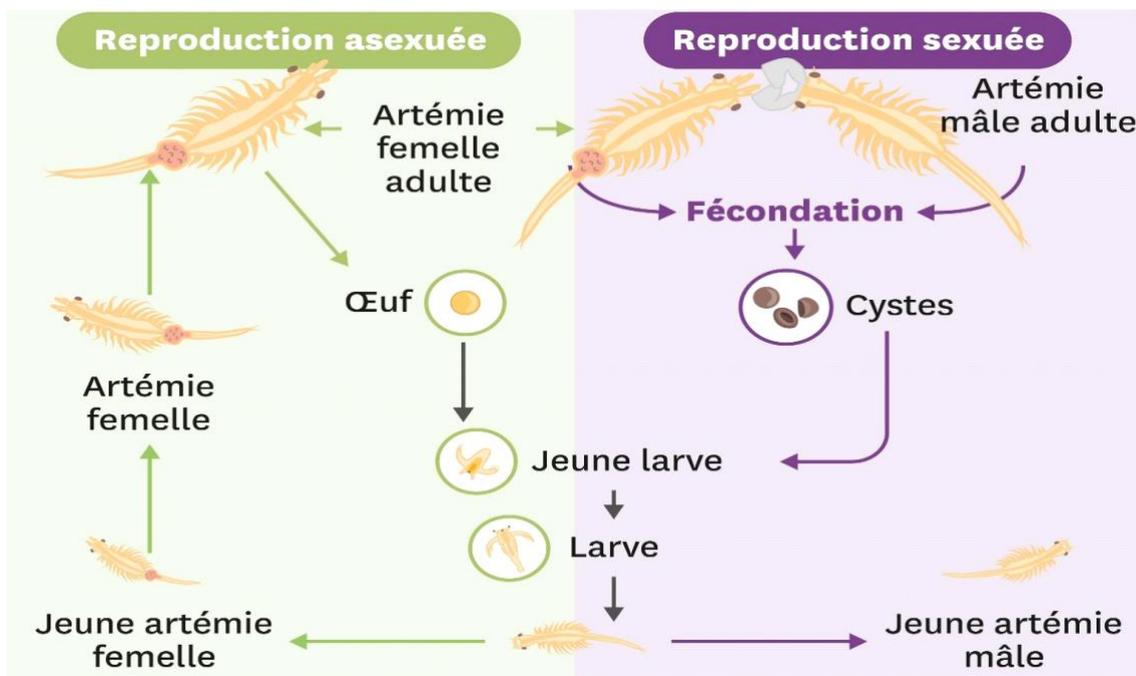


Figure13 : Les modes de reproduction d'Artémia (lelivrescolaire.fr).

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 (Amat, 1985a). 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 éco physiologiques. Dans les conditions les plus favorables une femelle peut dépasser 400 nauplii par pont.

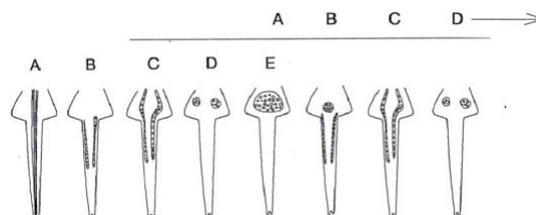


Figure 14 : Processus de l'ovogenèse jusqu'à la femelle d'Artémia.

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)

Une autre stratégie physiologique d'adaptation de l'Artémia est bien l'existence de populations bisexuelles et d'autres qui se reproduisent parthénogénétiquement (Van Stappen, 1997), sans toutefois présenter la capacité d'alterner leur mode de reproduction comme cela se passe chez la daphnie et les rotifères (Goldsmith, 1952).

Le comportement reproducteur des différentes souches de l'Artémia dépend également des Conditions du milieu (Mac Donald, 1980 ; Persoone et Sorgeloos, 1980 ; Aloui, 1998) :

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

En principe, l'oviparité et l'ovoviviparité se retrouvent dans toutes les souches d'artémias, et les femelles peuvent basculer entre deux cycles de reproduction d'un mode de reproduction à l'autre.

#### **4- Répartition géographique de l'Artémia**

Description des milieux salins Basées sur le fait que l'Artémia prolifère dans des milieux saumâtres ou hyper salés tant que la prédation est faible voire nulle, les productions extensives sont jusqu'à maintenant réalisées dans quatre types de biotopes (Brisset et al., 2005) :

- Les lacs salés
- Les lagunes côtières
- Les marais salants
- Les Sebkhass

Si les deux premières présentent l'avantage d'être des zones vierges que l'on peut transformer dans le seul but de produire des Artémia et des cystes, l'utilisation des marais salants nécessite l'adaptation des élevages aux activités paludières souvent ancestrales. Précisons les caractéristiques de ces différents biotopes (Brisset et al., 2005).

La distribution d'Artémia est discontinue : tous les biotopes hautement salins n'en sont pas peuplés. Bien que les micros-crevettes prospèrent très bien dans l'eau de mer naturelle, elles ne peuvent pas migrer d'un biotope salin à un autre via les mers, car elles dépendent de

leurs adaptations physiologiques à une salinité élevée pour éviter la prédation et la concurrence avec d'autres filtreurs.

Ses adaptations physiologiques à une salinité élevée offrent une défense écologique très efficace contre la prédation, car les crevettes de saumure possèdent :

- Un système osmo-régulateur très efficace ;
- La capacité de synthétiser des pigments respiratoires très efficaces pour faire face aux faibles niveaux d'O<sub>2</sub> à des salinités élevées;
- La capacité de produire des cystes dormants lorsque les conditions environnementales mettent en danger la survie de l'espèce.
- L'animal est rencontré abondamment dans les milieux thalassohalins (riche en chlorure de sodium) et athalassohalins (riches en sulfates, encarbonates et/ou potassium). (Haddag, 1991).

La diversité écologique de ces biotopes isolés, et la flexibilité génétique de l'espèce ont mené à l'évolution de plus de 350 populations (Van Stappen et al., 1993).

### **4-1- Artémia en Algérie**

En Algérie, la présence d'Artémia a été signalée au moins dans 26 sites. Seize d'entre elles ont été bien étudiées et caractérisées par morphométrie (Ghomari et al., 2011, Ghomari, 2012 Kara et Amarouayache ; 2012, Chabet dis et al., 2021, Chabet dis, 2022).

### **4-2- Artémia en Afrique**

37.7 % de la superficie totale du continent, soit 11,3 millions de km sont des régions arides ou semi arides dans lesquelles les lacs salés ont tendance à s'y former (Williams, 1996). Dans ce continent, l'Artémia est assez bien répandue, le nombre relativement faible des populations enregistrées en Afrique ne traduit pas la richesse de toutes les populations existantes dans le continent. La majorité de ces populations se trouvent dans les pays méditerranéens, car le climat de cette région convient idéalement pour le développement de l'Artémia (Vanhaecke et al., 1987). Au Maghreb, on appelle les sites : chott, sebkha ou encore Mellah.

### 4-3 Artémia dans le monde

On compte actuellement plus de 300 biotopes distribués dans les cinq continents (Figure 15); à l'exception de l'antarctique (Persoone et Sorgeloos, 1980 ; Brown et MacDonald, 1982). L'Artémia est presque ubiquiste (à large répartition mondiale).

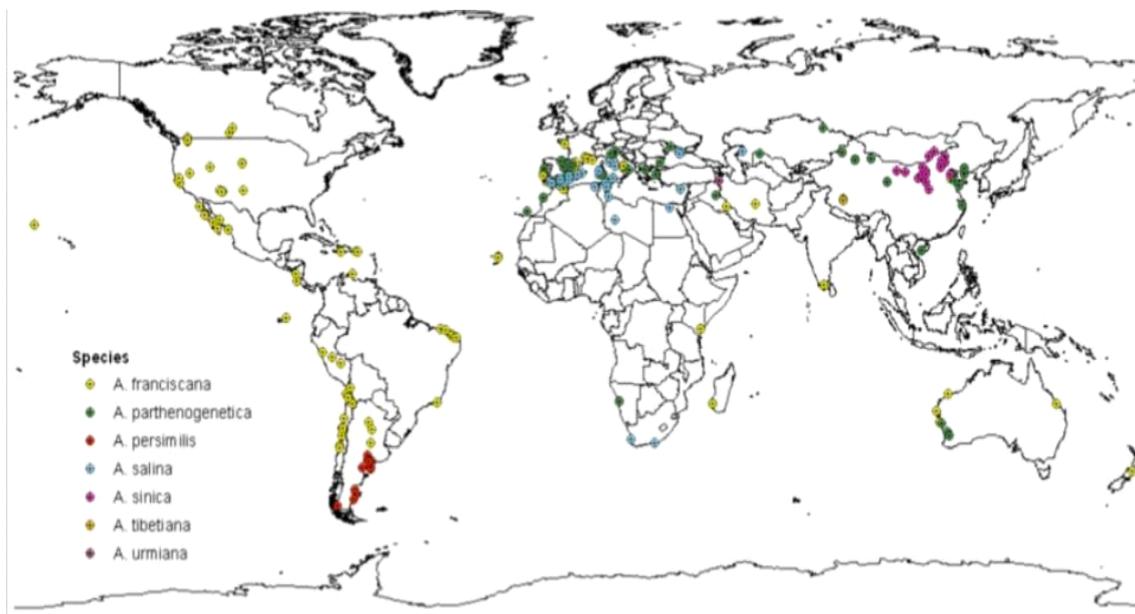


Figure 15 : la répartition des espèces d'Artémia dans le monde.

Les différents pays dans le monde qui hébergent cette ressource naturelle sont résumés dans le tableau 1.

Tableau 1 : Pays hôte d'Artémia dans le monde (Sorgeloos et al., 1986).

Continent	Pays
<b>Afrique</b>	Algérie, Egypte, Kenya, Libye, Madagascar, Maroc Mozambique, Niger, Sénégal, Tunisie, Afrique du sud.
<b>Amérique du Nord</b>	Canada, USA,(Arizona, Californie, Nevada, Hawaii, Nebraska, Nouveau Mexique, Texas, Dakota du Nord, Utah, Washington).
<b>Amérique centrale</b>	Bahamas, Mexique, Martinique, Antilles, Portorico, Santo Domingo, Saint-Martin.
<b>Océanie</b>	Australie Est Et Sud, Nouvelle Zélande.
<b>Amérique du Sud</b>	Bolivie, Brésil, Chili, Colombie, Aquateur, Pérou, Venezuela
<b>Asie</b>	Chine, Inde, Irak, Iran, Palestine, Japon, Turquie

## 5- Écologie de l'Artémia

### 5-1- Composition ionique et salinité

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

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

La majorité des eaux hyper salines contient 8 à 10 fois plus de sels dissous totaux que l'eau de mer (Caumette, 1998). Les eaux sont considérées salées lorsque la salinité dépasse 0,3% (p/v) et on définit les eaux hyper salées comme celles présentant des concentrations en sels minéraux supérieures à celle de l'eau de mer (3,3%(p/v)). Cependant, cette définition n'est pas spécifique, on doit également tenir compte de l'origine et des types de sels et de leur proportion (Edgerton et Brimblecome, 1981). 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 nauplius à plus haute valeur énergétique (Vanhaecke et al., 1980).

L'Artémie ne se trouve donc qu'aux salinités où ses prédateurs ne peuvent survivre (70 g/l). En raison du stress physiologique extrême et de la toxicité de l'eau, l'Artémia meurt à des salinités proches de la saturation en NaCl, c'est-à-dire à 250 g/l et plus.

### 5-2- Potentiel hydrogène

Le pH de l'eau de mer est un facteur très important pour l'éclosion des cystes d'Artémia. Si nécessaire, le pH doit être ajusté en utilisant NaOH ou Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, pour éviter la létalité des larves d'Artémia causée par la diminution du pH pendant l'incubation (Vanhaecke et al., 1981 ; Parra et al., 2001).

### 5-3- Température

L'Artémia est une espèce eurytherme pouvant vivre dans des milieux à température comprise entre 6°C et 37°C et survivre pendant quelques jours à une température de 40°C (Vos et Transutapanit, 1979),

- Les cystes peuvent tolérer des températures élevées.
- Les larves peuvent tolérer des températures comprises entre 6°C et 40°C (Skoultchi et Morowitz, 1964 ; Hinton, 1964).

La température optimale de reproduction étant à environ 25 °C ou à température ambiante. Un avantage de leur habitat hyperhalin signifie qu'ils ont très peu de prédateurs, mais l'inconvénient est que leur régime alimentaire est limité.

Donc la température c'est un facteur écologique important du milieu, en effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, la détermination de pH. (Rodier, 1996).

### **5-4- L'éclairage**

Une lumière artificielle continue favorise un meilleur rendement. 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 Artémias les jours de plein soleil (100 000 lux).

### **5-5- Aération**

La saturation des eaux due à l'évaporation réduit encore le pH et la solubilité de l'oxygène. Mais l'agitation des eaux de surfaces par le vent permet l'aération et donc la disponibilité de l'oxygène pour les microorganismes aérobies et les larves des couches superficielles (Litchfield et al., 1998).

### **5-6- Dispersion**

Les principaux facteurs qui sont à l'origine de la dispersion des cystes sont : le vent et les oiseaux (Loffer, 1964 ; Mac Donald, 1980) également l'homme joue un rôle important dans la dispersion de cette espèce.

## **6- Alimentation et respiration**

Ces deux processus physiologiques furent étudiés par Provasoli et Shiraichi, (1959). Pour vivre dans ces environnements hyper salins, les Artémia possèdent des adaptations physiologiques exceptionnelles.

L'Artémia est capable de synthétiser des pigments respiratoires très efficaces qui lui permettent de survivre à des niveaux d'oxygène très bas, rencontrés dans les hautes salinités (Van Stappen, 1997). Concernant l'alimentation, Masters (1975) et Sorgeloos (1977) rapportent que l'Artémia est un animal filtreur obligatoire non sélectif, qui à l'aide de ces antennes et thoracopodes captent les particules alimentaires en suspension. Grâce aux battements des thoracopodes, des courants d'air se créent le long de la surface ventrale de l'animal. Les télépodites concentrent les particules alimentaires qui sont transférés ensuite vers le labarum, où une sécrétion visqueuse les entoure avant que les maxillaires et les mandibules les expédient dans l'œsophage. L'Artémia est en mesure d'ingérer toute particule dont la taille est inférieure à 60µm. (Reeve, 1963 ; Dobbeileir et al., 1980). D'autre part, le règlement ionique est maintenu à travers les branchies, et l'Artémia est capable d'excréter l'urine avec une forte pression osmotique (Rupert et Barnes, 1994).

### **7- Régime alimentaire**

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

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

Si le milieu est pauvre en nourriture la croissance de l'Artémia sera lente et une forte mortalité sera observée (Kellog ,1906).

### **8- Valeur nutritionnelle**

Nutritionnellement, l'Artémia est hautement digeste et il apparaît, qu'il remplit le plus de conditions macro et micro nutritionnelles pour les poissons marins, d'eau douce et les larves de crustacés. Depuis la disponibilité commerciale des différentes souches d'Artémia, une large variation dans la suffisance nutritionnelle a été expérimentée. En effet, selon les éclosions biologiques et de nombreux articles, les succès de la culture peuvent varier considérablement en fonction des souches d'Artémia et des différentes espèces cultivées. Dans le but de vérifier

et d'expliquer cette variation dans la qualité nutritionnelle entre les différentes souches d'Artémia, un bureau interdisciplinaire et international sur l'Artémia (ISA) a été initié en 1978 visant à caractériser les souches commerciales (Sorgeloos et al., 1986).

Jusqu'à présent, neuf souches (San Francisco Bay, USA ; Macan, Brazil; Shark Bay, Australie; Lavalduc, France; Tientsin, People's Republic of China; Chaplin Lake, Canada) et une souche référence (Sorgeloos, 1980) ont été évaluées comme source de nourriture pour de nombreux prédateurs (Crustacés: *Rhithpanopeus harrissi*, *Cancer irroratus*, *Mysidopsis bahia*; Poissons: *Menidia menidia*, *pseudopleuronectes americanus*, *Cyprinodon varigatus*, *Cyprinus carpio*). Des différences considérables dans la valeur nutritionnelle entre les différentes souches et pour les différents prédateurs ont été confirmées (Sorgeloos et al., 1986).

### 9- Importance aquacole et intérêt économique de l'Artémia

Réside dans sa valeur nutritive, écologique et économique. Grâce à sa valeur nutritive en protéines et en acides gras, L'Artémia 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).

A l'échelle mondiale, la demande de cystes (œufs de durée) d'Artémia nécessaires aux élevages larvaires de poissons et de crevettes est de plus en plus importante à l'échelle mondiale, la demande de cystes (œufs de durée) d'Artémia nécessaires aux élevages larvaires de poissons et de crevettes est de plus en plus importante Depuis la découverte de la valeur nutritionnelle des larves de l'Artémia pour les élevages larvaires de Poissons et de crustacés par Seale (1933) et ensuite par Rolle sen (1939), ses espèces ont fait l'objet de nombreux travaux de recherches en vue d'exploiter les cystes. L'exploitation et la Commercialisation ont commencé en 1948 aux Etats-Unis (San Franciesco-Bay et Utah : Great SaltLake), car les espèces sont indispensable au niveau des écloseries pour les raisons suivantes :

- La facilité d'utilisation : récolte des cystes du milieu naturel, ensuite leur traitement et enfin leur stockage ;
- Les nauplius fraîchement éclos constituent une bonne nourriture aussi bien sur le plan sanitaire ;
- Qu'énergétique ;
- La dimension des nauplius est adaptée à la dimension de la bouche des larves ;
- La facilité de conservation des cystes pendant plusieurs années ;

- La facilité de l'obtention des nauplius : l'incubation des cystes dans l'eau de mer pendant 24 heures permet la libération des nauplius. Toutefois, la demande de cystes d'Artémia a augmenté de façon exponentielle en réponse au développement de la pisciculture dans tous les pays du monde.

Actuellement, 2000 tonnes environ de cystes d'Artémia sont commercialisés annuellement dans le monde, à raison de 200 à 500 €/Kg de cystes en Europe (Sorgeloos et al., 2001).

Les pays producteurs de cystes d'Artémia peu nombreux, sont les suivants : USA (Souche de Great Salte Lake et SanFrancisco : 4400 Km<sup>2</sup>), Argentine (Souche Argentine), Brésil (Souche Macau), Chine (Souche Chinoise), France (Souche Lavalduc) et Espagne (Souche Espagnole) (Aloui, 2003). Par conséquent, le développement des projets aquacoles dans de nombreux pays du monde a mis en valeur les cystes d'Artémia dont leur coût d'importation devient de plus en plus important.

A l'échelle mondiale, la demande de cystes (œufs de durée) d'Artémia nécessaires aux élevages larvaires de poissons et de crevettes est de plus en plus importante (environ 2000 tonnes). Ceci entraîne une montée rapide du prix des cystes (Benkhelifa et Larbi., 2016).

L'Artémia est aussi très résistante aux changements environnementaux dus à la pollution. Pour cette raison, dans de nombreux cas, après une contamination au sulphide d'hydrogène, la seule espèce capable de survivre est l'Artémia. Bien que l'espèce ne dispose pas de moyens de défenses (anatomiques, ou comportementaux), sa survie est assurée par son environnement impropre pour d'autres espèces, concurrentes ou prédatrices.

Grâce à cette adaptabilité, et capacité de survie, l'Artémia a même réussi à atteindre les couches extérieures de l'atmosphère terrestre. En 1982, une équipe franco-soviétique a en effet choisi l'Artémia pour les accompagner dans l'espace et conduire des expériences relatives à l'impact des radiations spatiales sur les cystes et les graines de plantes.

### **10- Artémia en éco-toxicologie**

Le choix du modèle animal en éco-toxicologie devrait prendre en compte les aspects de sa biologie, une large distribution géographique avec une haute adaptabilité aux conditions environnementales défavorables, une culture de laboratoire relativement simple et entretien facile, une résistance à la manipulation, un cycle de vie court avec une grande production de

progéniture et surtout l'existence d'une base d'informations sur l'espèce cible. De ce fait, l'utilisation d'Artémia en éco-toxicologie satisfait toutes ces exigences en rendant réalisables un développement durable des essais biologiques à base d'Artémia (Blaise, 1998). Les Caractéristiques intrinsèques de ce genre le transforment en un organisme approprié. Pour une utilisation en éco-toxicologie, garantissant la fiabilité, la faisabilité et la rentabilité dans l'éco – toxicité de routine et / ou de recherche les pratiques, il présente alors : (Fartes et Abdou, 2019)

- cycle de vie court,
- forte fécondité, bisexuel avec une stratégie de reproduction parthénogénétique (avec naupliis ou cystes Production),
- petite taille du corps et adaptabilité à un nutriment varié, car il s'agit d'un alimentateur de filtre non sélectif.

# **MATERIELS ET METHODES**

### 1- Objectif de travail

L'objectif de ce travail est de caractériser les populations d'Artémia dans la saline El-Bahira (Wilaya de Sétif), en utilisant la morphologie et la morphométrie. Aussi la caractérisation de la qualité d'éclosion en termes de taux et d'efficacité d'éclosion des cystes d'Artémia. D'autre part, l'évaluation de l'effet des insecticides sur les individus d'Artémia a été réalisée dans cette étude. Un travail réalisé avec l'équipe technique du CNRDPA dans le cadre du projet de recherche « Cartographie des gisements d'Artémia en Algérie » inscrit au niveau du CNRDPA et la DGRSDT.

### 2- Zone d'étude

L'étude a été réalisée sur la population d'Artémia du lac El-Bahira (également appelé Bahr Lehmamide), ce dernier est un petit lac salé de 10 ha et situé à la wilaya de Sétif entre Salah-bey et Rafsa (Amarouyache et Belakri,2015).

#### 2-1- Cadre physique

Les coordonnées géographiques du lac El Bahira sont (35°50'15' N) et (5°15'2' E) (Figure 16).



Figure 16 : image satellite de lac El-Bahira (google earth).

### 2-2- Cadre climatologique

Le climat semi-aride de cette région se caractérise par un hiver froid avec 14 jours de neige, une pluviométrie annuelle moyenne de 414,5 mm/an et un été sec et chaud. La colonne d'eau est représentée par une fine couche près des berges et une profondeur maximale de 2 m au centre. Ainsi, la température de l'eau suit la température atmosphérique (Amarouayache et Belakri, 2015).

Les précipitations annuelles ont été de 403 mm/an en 2009 et de 492,6 mm/an en 2013. Hormis quelques helminthes parasitant *Artémia*, ce crustacé est le seul représentant de la faune aquatique. (Amarouayache et Belakri, 2015).

### 3- Echantillonnage

L'échantillonnage de l'*Artémia* dans la saline El-Bahira (Wilaya de Sétif), a été effectué le 8 Avril 2022 avec l'équipe technique du CNRDPA. Les cystes ont été ramassés directement à différents points sur le rivage du bassin à l'aide d'une petite pelle et à la surface de l'eau en utilisant un tamis d'un maillage de 80 $\mu$ m. Immédiatement après la récolte, les cystes sont enveloppés dans des sacs noirs en plastique et conservés à l'abri de la lumière et de l'humidité (Figure 17).



Figure 17 : La récolte des échantillons d'*Artémia*.

Les différents points de prélèvements sont représentés dans le tableau 2.

Tableau 2 : les caractéristiques des points de prélèvements.

Point de prélèvement	Heure de prélèvement	Caractéristiques
Le premier point	10 :23 :36	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 35° 50.080 N</li> <li>• 005°15.169 E</li> <li>• Altitude : 3374</li> <li>• Précision :11.9</li> </ul>
Le deuxième point	10 :51 :29	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 35°50.183N</li> <li>• E005°15.152 E</li> <li>• Altitude :3349</li> <li>• Précision :16.3</li> </ul>
Le troisième point	11 :19 :50	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 35°50.170 N</li> <li>• 005°15.143 E</li> <li>• Altitude :335</li> <li>• Précision :13.3</li> </ul>



Figure 18 : les échantillons de l'eau prélevés.

### 5- Traitement des cystes

Les cystes collectés ont été traités selon la méthode d'Amat (1980). Les étapes de traitement sont les suivantes (Figure 19) :

- Séparation par densité dans la saumure saturée.
- Tamisage
- Lavage et séparation à l'aide de l'eau douce.
- Séchage dans l'étuve à une température de 35 C°.
- Stockage et conservation dans l'obscurité et à température froide.

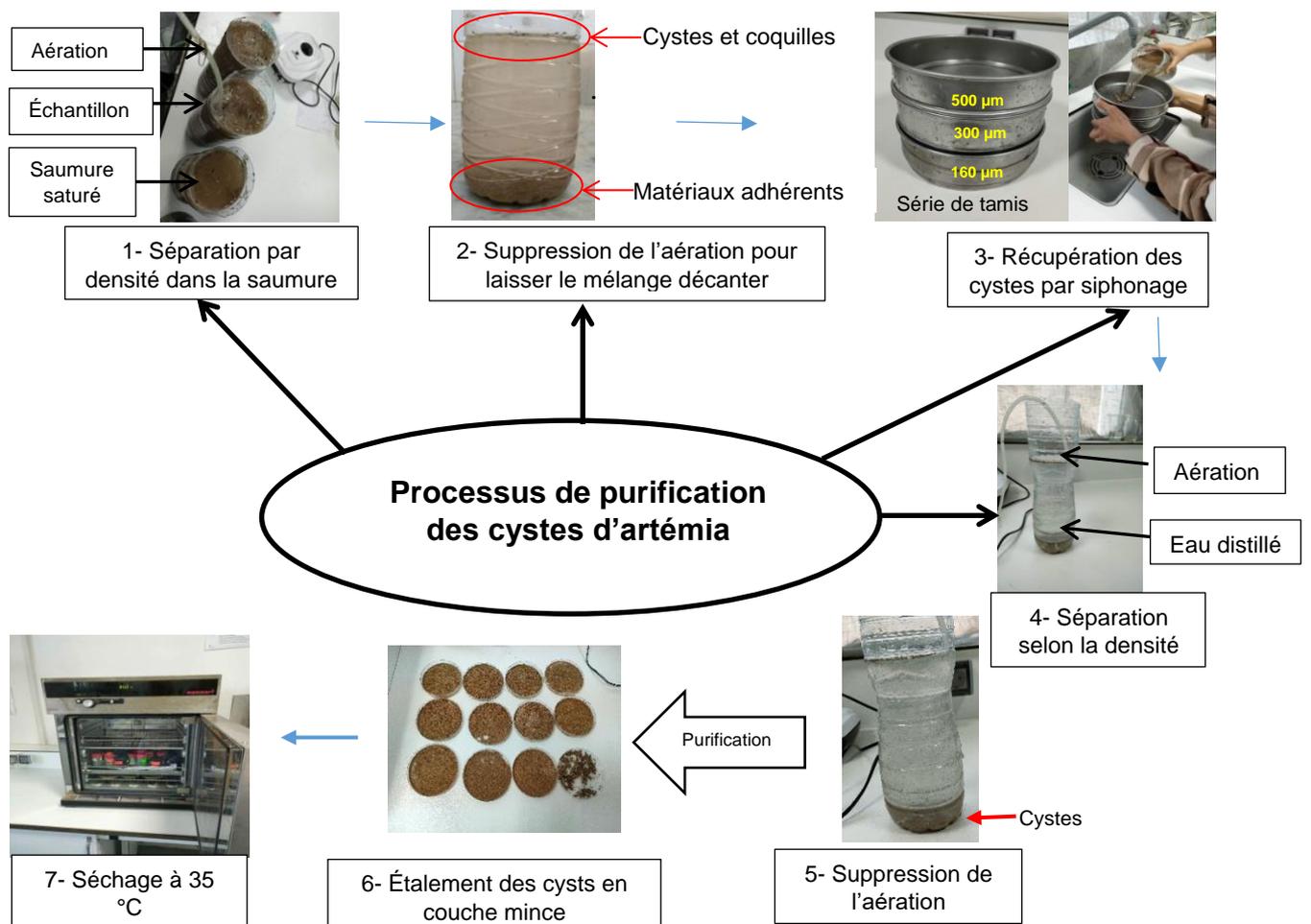


Figure 19 : Schéma de la méthodologie adopté pour le processus de la purification des cystes d'Artémia.

### 6- Incubation des cystes

La procédure standard employée est celle de Sorgeloos et al., (1986). Elle consiste à incuber une quantité des cystes dans des bouteilles contenant de l'eau de mer naturelle filtrée. Les bouteilles sont placées à l'intérieure d'un aquarium rempli de l'eau douce.

L'incubation est effectuée pendant 24 heures sous les conditions standards : eau de mer saturée en oxygène dissous avec l'utilisation d'un aérateur muni d'un tuyau d'oxygène. La température est fixée à 28C° grâce à un thermostat, la salinité est fixée à 35gl-1 avec un salinomètre, et sous un éclairage à l'aide d'un néon (Figure 20).



Figure 20 : Montage expérimentale d'incubation des cystes utilisé au niveau du CNRDPA

### 7- Qualité d'éclosion

Des méthodes standard ont été mises au point pour calculer les paramètres déterminant la qualité d'éclosion à savoir :

- Le taux d'éclosion (Bruggeman et al., 1980).

- L'efficacité d'éclosion (Sorgeloos et al., 1978).

Une méthode décrite par Van Steppen 1996 a été appliquée lors de nos expériences de d'éclosion des cystes. Cette méthode permet de déterminer à la fois les deux paramètres cités ci-dessus.

### 7-1- Pourcentage d'éclosion (PE)

Il représente le nombre de nauplii obtenu de 100 cystes. Si on l'utilise tel que défini par Bruggeman et al., (1980). Ce paramètre ne tient pas compte du degré de pureté du produit, C'est-à-dire ne considère pas la nature des autres matériaux qui adhèrent aux cystes entiers. D'autre part dans plusieurs cas il est d'une importance vitale de savoir le nombre de Nauplii obtenu d'un poids déterminé de cystes.

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 Nauplii

C : nombre de cystes

### 7-2- L'efficacité d'éclosion (EE)

C'est le nombre de nauplii produit par gramme de cystes (les meilleurs cystes produisent près de 300.000 nauplii / g de cystes). Ce critère décèle la pureté et la viabilité des cystes. Néanmoins il ne prend pas en compte la taille (poids) des nauplii. Ce paramètre représente une grande utilité surtout quand il s'agit de quantifier la qualité de l'éclosion d'un produit par rapport à son utilisation pratique comme source d'aliment pour un élevage larvaire.

L'efficacité d'éclosion est déterminée en prélevant avec une micropipette 0.25 ml du flacon d'incubation qu'on introduit dans une boîte de pétrie et on procède au comptage des nauplii à l'aide d'un microscope optique.

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

$$EE = (N \times V) / (v \times C)$$

Avec :

N : nombre de nauplii observé

V : volume d'incubation (1000ml)

v : Volume de l'échantillons prélevé pour le comptage ( 0.25 ml)

C : quantité de cystes incubés (1g).

### 8- Élevage

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. La récolte a été faite par siphonage (Figure 21).



Figure 21 : Séparation des cystes éclos de ceux non éclos par siphonage (la présente étude).

Les nauplius recueillis sont mis en élevage selon le protocole de Chabet dis (2022) adapté du protocole de Hontoria et Amat (1992) dans des contenants d'une capacité de 2 à 3 Litres à une densité de 100 individus par litre et sous aération continue. Les Récipients sont placés dans une chambre régulée à une température de 24°C.

Ces nauplius sont alimentés avec la micro-algue *Dunaliella Salina*, micro-algue isolée et cultivée par Monsieur Guenachi Belkacem (Figure 22).



Figure 22 : Mode expérimentale de l'incubation des cystes.

### 9- Biométrie des cystes et des nauplii

La biométrie des cystes et des nauplii a été réalisée au niveau de l'atelier traitement ichtyologique du CNRDPA à l'aide d'une loupe de type Optika équipée d'une caméra de type Eurotek.

#### 9-1 Hydratation des cystes

Un échantillon de cyste sec traité a été mis dans une petite boîte de pétri dans l'eau douce pendant deux heures. Généralement ces cystes sont entièrement hydratés après incubation à température ambiante pendant 2h (Lavens et Sorgeloos, 1987).

#### 9-2 Décapsulation des cystes

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

#### 9.3 Epaisseur de chorion

La différence entre les deux diamètres moyens des cystes hydratés non décapsulés et les cystes décapsulés divisée par deux, permet de déterminer l'épaisseur du chorion (Vanhaecke et Sorgeloos, 1980).

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

Avec :

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

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

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

### 10 Étude éco toxicologique

Les tests de toxicité des produits chimiques sur des animaux bio indicateurs ont été utilisés pendant longtemps pour détecter les dangers potentiels posés par les produits chimiques pour l'environnement et l'homme ; les effets secondaires indésirables ont été mis en évidence.

Ces effets sont de deux types : les effets écotoxiques directs et les effets écologiques indirects, qui perturbent les écosystèmes

#### 10-1 L'eau d'élevage (Témoins)

L'eau de mer sert à la réalisation des témoins et à la préparation des dilutions des milieux à tester.

#### 10-2 Préparation des contaminants

##### Produits chimiques

Deux insecticide chimique ont été testés : Acéplan 20 sp 10g, Rustilan 10g (Figur 24). On mélange chaque pesticide dans 5 litres de l'eau de mer et on l'agite bien.



Figure 23 : Pesticides utilisés dans le test de toxicité. (A) Rustilan ; (B) Acéplan

#### 10-3 Bio-essais sur les nauplii d'Artémia

Au bout de 24 heures d'incubation, les nauplii d'Artémia sont collectées pour un test de toxicité.

## MATERIEL ET METHODE

Sur la base des tests de recherche de gamme, quatre concentrations différentes de chaque pesticide (1/10, 1/50, 1/5 ml/L) et aussi dans un 1L de solution toxique, la solution d'extrait à tester est ajoutée dans une bouteille contenant des nauplii. A l'aide d'une micropipette 200 nauplii sont transférées dans chaque bouteille. Une série de bouteilles témoins est réalisée contenant 200 nauplii dans un litre de l'eau de mer dans chaque bouteille.

Les tests sont ensuite laissés sous éclairage avec une faible aération et température de 24°C (Figure 25).

Après trois jours, le nombre des nauplii est compté dans chaque tube et la mortalité est calculée à chaque concentration.



Figure 24 : Mode expérimentale de test de toxicité.

# **RESULTATS ET DESCUSSIO**

1- Caractérisation de cystes

L'analyse biométrique des cystes d'Artémia salina de la saline El-Bahira révèle que le diamètre moyen des cystes hydratés non décapsulés est de  $247 \pm 0.02 \mu\text{m}$  avec une valeur maximale de  $285 \mu\text{m}$  et de  $210.5 \mu\text{m}$  pour la valeur minimale. Tandis que pour les cystes décapsulés, le diamètre moyen est de  $225 \pm 0.01 \mu\text{m}$  avec une valeur maximale de  $243 \mu\text{m}$  et  $204 \mu\text{m}$  pour la valeur minimale. Aussi, l'épaisseur de chorion est de  $11 \mu\text{m}$  (Tableau 3).

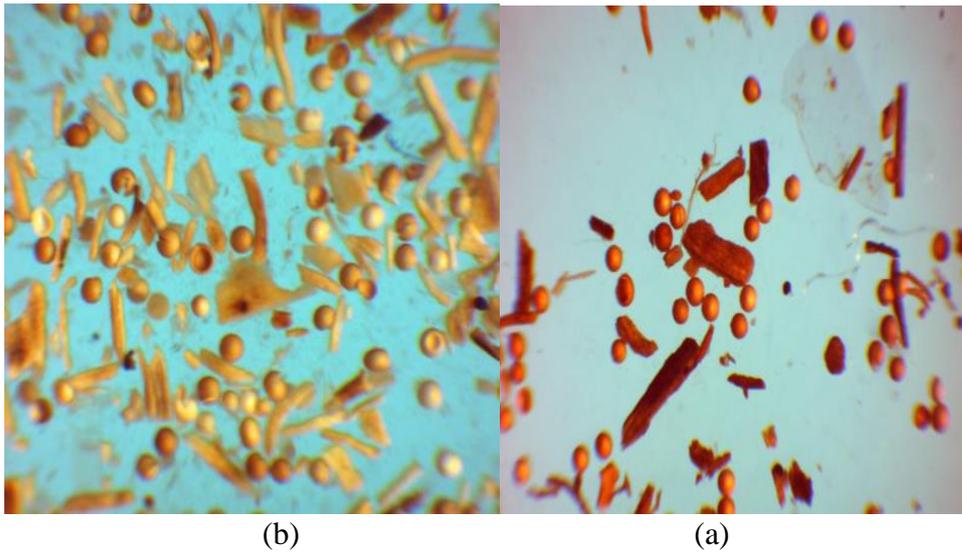
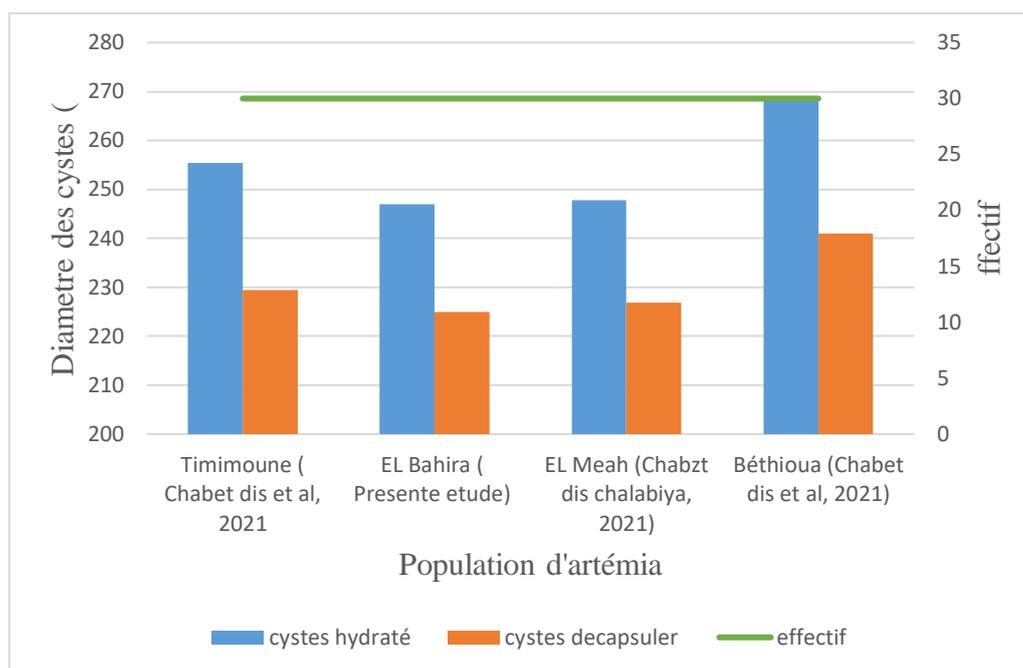


Figure 25 : les cystes d'Artémia hydratés et les cystes décapsulés (Gx1.6)

(a) : cystes hydratés ; (b) : cystes décapsulés

Tableau 3 : Résultats des diamètres des cystes.

	Cystes hydratés	Cystes décapsulés
Diamètre ( $\mu\text{m}$ )	Moyenne	Moyenne
	$247 \pm 0.02$	$225 \pm 0.01$
Effectif	30 cystes	30 cystes



**Figure 26** : Histogrammes des diamètres des cystes hydratés et décapsulés des différentes populations d'Artémia.

Leger et al., (1986) ont signalé que le diamètre des cystes varie largement de 224.7 à 284.9  $\mu\text{m}$  pour les cystes hydratés non décapsulés et de 207.3 à 266.3  $\mu\text{m}$  pour les cystes décapsulés. On observe que les diamètres des cystes étudiés hydratés non décapsulé et décapsulés se retrouvent bien dans ces intervalles (Ghomari, 2012).

Une étude comparative a été réalisée entre les populations étudiées et d'autres populations d'Artémia algériennes dans le but d'examiner et de comparer les valeurs trouvées avec les autres valeurs des différentes populations algériennes (Figure 26).

Le diamètre des cystes décapsules ou des cystes hydratés de la population d'Artémia du lac El Bahira se trouve proche à celui des autres populations algériennes. De plus, ces données montrent que le diamètre moyen des cystes varie considérablement d'une population à l'autre.

Concernant l'épaisseur du chorion, celle-ci est variable d'une population à l'autre (Figure 27).

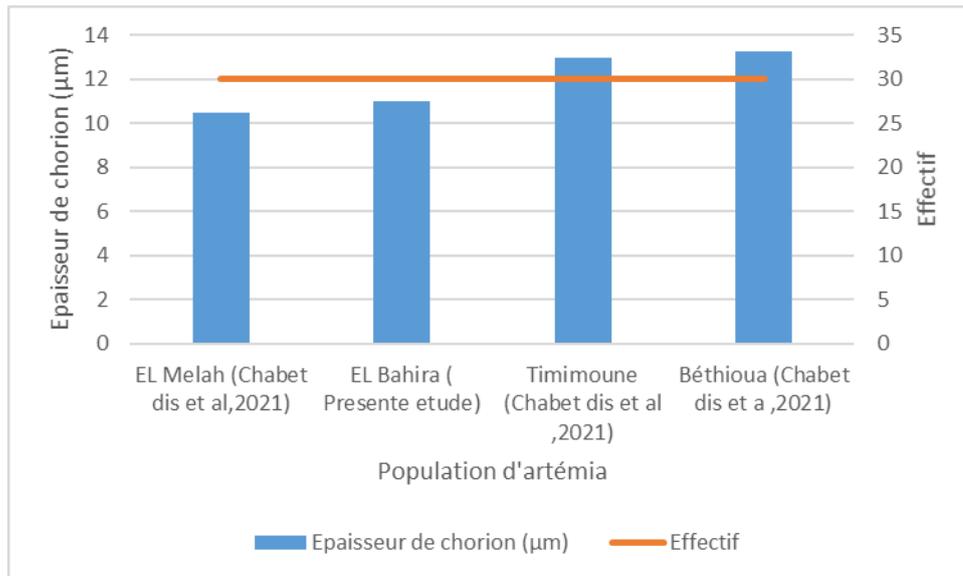


Figure 27 : Histogrammes des épaisseurs du chorion des différentes populations d'Artémia.

L'épaisseur du chorion de la population d'Artémia du lac El Bahira se trouve proche à celle des autres populations algériennes. Correa et Buckle, (1993) mentionnent que les différences de l'épaisseur de chorion de différentes populations peuvent être causées par les conditions environnementales de l'habitat des populations, conférant à celles-ci des stratégies adaptatives pour survivre. Les cystes de grand diamètre disposent de beaucoup de vitellus, ce qui permettra au nauplii d'avoir une énergie suffisante pour rompre le chorion, et en plus ces organismes auront plus d'avantages quand il y a un manque d'aliment dans le milieu.

D'après Vanhaecke et Soorgelos (1980), l'épaisseur du chorion n'est en aucun cas fonction du diamètre des cystes. Autrement dit, de gros cystes peuvent avoir un chorion mince et inversement.

Amat (1982b) et Sorgeloos et al., (1986) mentionnent que le chorion épais se présente comme une réponse pour compenser l'action de la salinité élevée et les fortes températures. Gelabert et al., (1993) mentionnent que le chorion a pour fonction principale de protéger l'embryon contre les radiations solaires.

En effet, les paramètres biométriques, et plus particulièrement les caractéristiques du cyste peuvent constituer un outil pour la caractérisation et la différenciation des populations

d'Artémia, et même déterminer l'origine inconnue d'un échantillon de cystes (Romaissa et Abir., 2016).

### 2- Caractérisation des nauplii

La longueur des nauplii à stade avancée est de  $665 \pm 0.05 \mu\text{m}$ , avec une valeur maximale de  $786 \mu\text{m}$  et  $542 \mu\text{m}$  pour la valeur minimale (Figure 28).



Figure 28 : Nauplii d'Artémia de lac El-Bahira sous la loupe binoculaire (Gx4).

Tableau 4 : Résultats de longueur des nauplii.

	Nauplius à stade avancée
Longueur Moyenne ( $\mu\text{m}$ )	$665 \pm 0.05$
Effectif	30 nauplii

Le diamètre du nauplii est d'une grande importance pratique pour l'alimentation des larves de poissons et crustacés. Les nauplii de grande taille offre plus d'énergie pour un même effort de capture développé par le prédateur, quand la taille de la bouche le permet (Ghomari,2013).

### 3- Morphologie des adultes

## RESULTATS ET DISCUSSION

La longueur totale moyenne des adultes des populations d'Artémia de lac El-Bahira élevés dans des conditions standards au laboratoire est de  $2.89 \pm 0.5$  mm avec une longueur totale (Figure 29).



Figure 29 : l'Artémia adulte sous la loupe binoculaire (Gx1.6).

Ces résultats sont comparés avec les résultats des variables morphologique mesurés par Amarouyache et al., (2007) et Chemlal et al., (2017), sur les adultes femelles des populations algériennes.

Les valeurs mentionnées par Amarouyache et al., (2007) pour la longueur totale moyenne est de 7.98 mm pour les femelles. Les valeurs obtenus dans la présente étude sont très loin que celles trouvées par Chemlal et al., (2017) dont la taille moyenne maximale des adultes des populations d'*Artémia salina* est de  $11.5 \pm 1.02$  mm. En effet Sorgeloos et al., (1986) ont signalé que la taille maximale des adultes bisexués est d'environ 10 mm et celle des parthénogénétique est égale à 20 mm.

#### 4- Qualité d'éclosion

Les résultats concernant la détermination des paramètres d'éclosion des cystes provenant de lac El-Bahira, à savoir le pourcentage d'éclosion, l'efficacité d'éclosion sont représentés dans le tableau 5.

Tableau 5 ; Résultats de la qualité d'éclosion des cystes de lac El-Bahira.

Paramètre	Taux d'éclosion (%)	Efficacité d'éclosion (nauplii / g de cystes)
-----------	---------------------	--

## RESULTATS ET DISCUSSION

Résultat	34	10890
----------	----	-------

Les résultats de la qualité d'éclosion obtenus pour la souche El-Bahira montrent que le taux d'éclosion est de 34% pour les cystes normaux sans traitement. Ces résultats sont supérieurs aux résultats de la saline sahline (Tunisie) avec une taux d'éclosion de 38.2% (Romdhane, 2008) et la souche d'*Artemia franciscana*, la souche plus commercialisée au monde avec un taux de  $49.74 \pm 5.02$  (Figure 30).

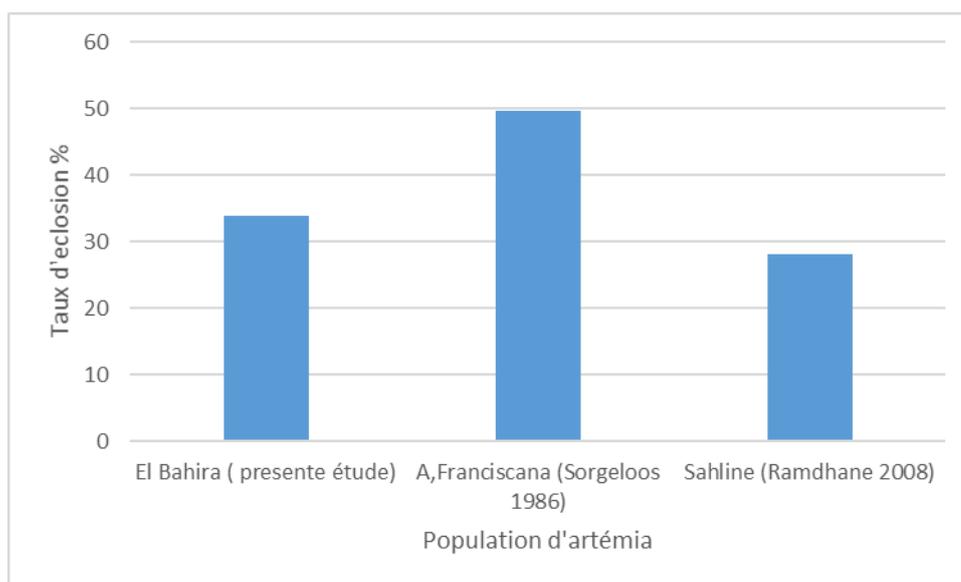


Figure 30 : Histogramme de taux d'éclosion des différentes populations d'Artémia.

Le tableau indique l'efficacité d'éclosion de la souche El-Bahira avec une valeur de 10890 nauplii/g de cystes. Cette valeur est inférieure à celle de la souche de la saline sahline qui présente une efficacité d'éclosion de  $81750 \pm 13242$  nauplii/g de cystes (Romdhane, 2008), et la souche commerciale du Great Salt Lake et San Francisco Bay *Artemia franciscana*, qui représente une efficacité d'éclosion de  $429600 \pm 71535$  nauplii/gramme de cystes (Sorgeloos, 1986).

Toutefois, l'efficacité d'éclosion de la population d'Artémia du lac El Bahira est supérieure à celle rapportée par Amarouayache et Kara (2010) pour la population du Chott Merouane pour différentes périodes de l'année (143223 ; 34040 et 7493 nauplii/g de cystes).

Selon Vanhaecke et Sorgeloos (1982), les meilleures cystes produisent jusqu'à 600mg de nauplies par gramme de cystes.

## RESULTATS ET DISCUSSION

De plus, Lavens et Sorgeloos (2000) ont signalé que les différences en terme de 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. De toute manière, Il est établi que l'efficacité d'éclosion de cystes inférieure à 100.000 nauplii/gramme de cystes et un taux d'éclosion de 50% ou encore moins, sont très communs à l'échelle commerciale (Amat, 1980).

Les faibles valeurs obtenues dans la présente étude peuvent être le résultat de la sensibilité des Nauplii d'Artémia envers la pollution et les différents déversements où le jour d'échantillonnage aucun individu d'Artémia n'a été trouvé, bien qu'on a fait un balayage de toute la zone d'étude ou on a remarqué la présence des déversements agricoles dans le lac El Bahira (Figure 31).

Pour cela une étude éco toxicologique pour détecter les impacts de ces déversements sur le développement et la morphologie des individus d'Artémia a été faite.



Figure 31 : Les différents déversements des matériaux utilisés pour l'agriculture dans le site d'El Bahira (Wilaya de Sétif ; Présente étude).

### 4- Test de toxicité

Les résultats de test de toxicité sur la taille des Naupliide stade avancée pour le groupe témoins, ainsi pour les deux pesticides Acéplan et Rutilan sont regroupés dans le tableau 6.

Concernant le choix des pesticides, on a posé une question sur un agriculteur pour savoir les pesticides les trop utilisés.

## RESULTATS ET DISCUSSION

Tableau 6 : Résultats de la taille des nauplii à stade avancée pour le groupe témoin, Rustilan et Acéplan.

	Témoin	Pesticide	
		Rustilan	Acéplan
La longueur moyenne des nauplius d'Artémia (mm)	1.16 ± 0.08	0.87 ± 0.08	0.87 ± 0.04
La taille maximale des nauplius d'Artémia (mm)	1.32	1.023	0.96
La taille minimale des nauplius d'Artémia (mm)	1.00	0.75	0.86

La taille moyenne des nauplii à stade avancée de groupe témoins avec une valeur de  $1.16 \pm 0.08$  mm est plus important que la taille des nauplii à stade avancée qui sont testés à déférent concentration de pesticide avec une valeur moyenne de  $0.87 \pm 0.08$ mm pour Rustilan et de  $0.87 \pm 0.04$  mm pour l'Acéplan.

En ce qui concerne le taux de survie des individus d'Artémia élevés dans des conditions standards ou dans des conditions toxiques, les différentes valeurs sont représentées dans les figures 32, 33 et 34

## RESULTATS ET DISCUSSION

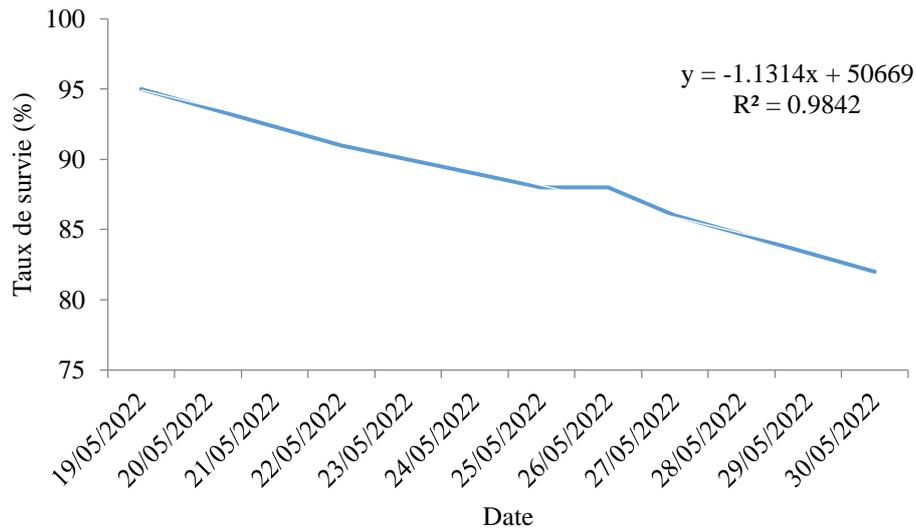


Figure 32 : Taux de survie des individus d'Artémia au cours d'élevage.

Pour le groupe témoins, le taux de survie diminue au cours d'élevage et une très forte corrélation est observée entre le temps d'élevage et le taux de survie ( $R > 0.9$ ).

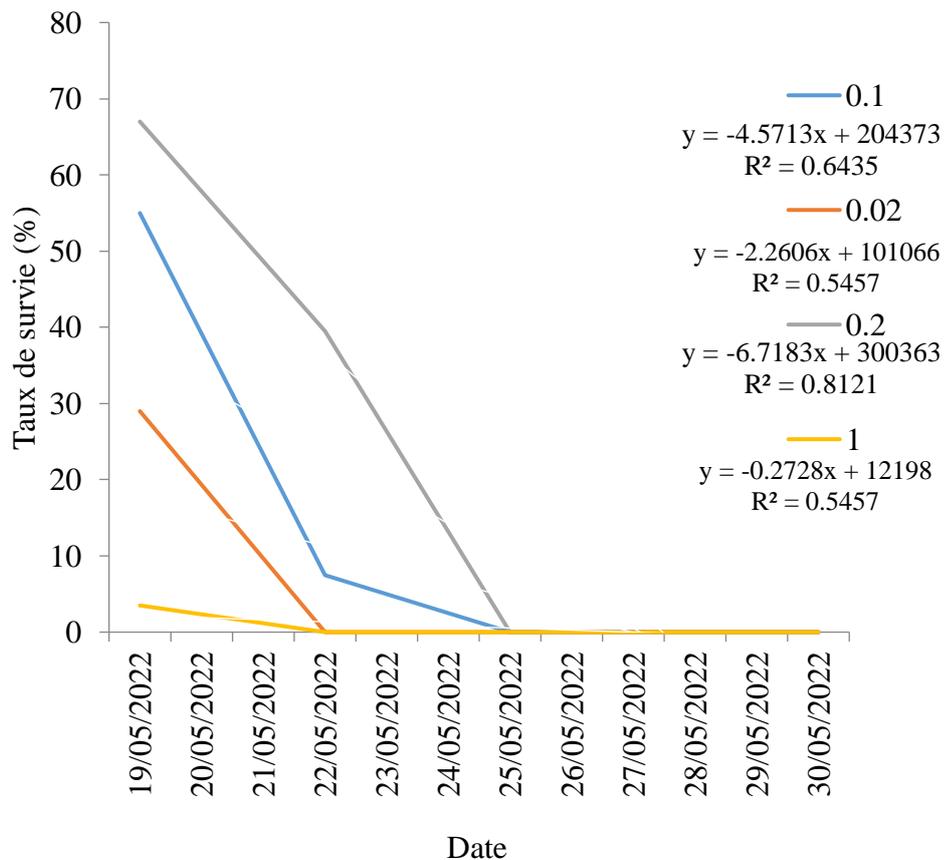


Figure 33 : Taux de survie de l'Artémia au cours d'élevage sous l'effet de l'Acéplan.

## RESULTATS ET DISCUSSION

Pour le groupe d'individus élevés sous l'effet de l'Acéplan, le taux de survie diminue au cours d'élevage et une très forte corrélation est observée entre le temps d'élevage et le taux de survie pour les différentes concentrations ( $R > 0.7$ ).

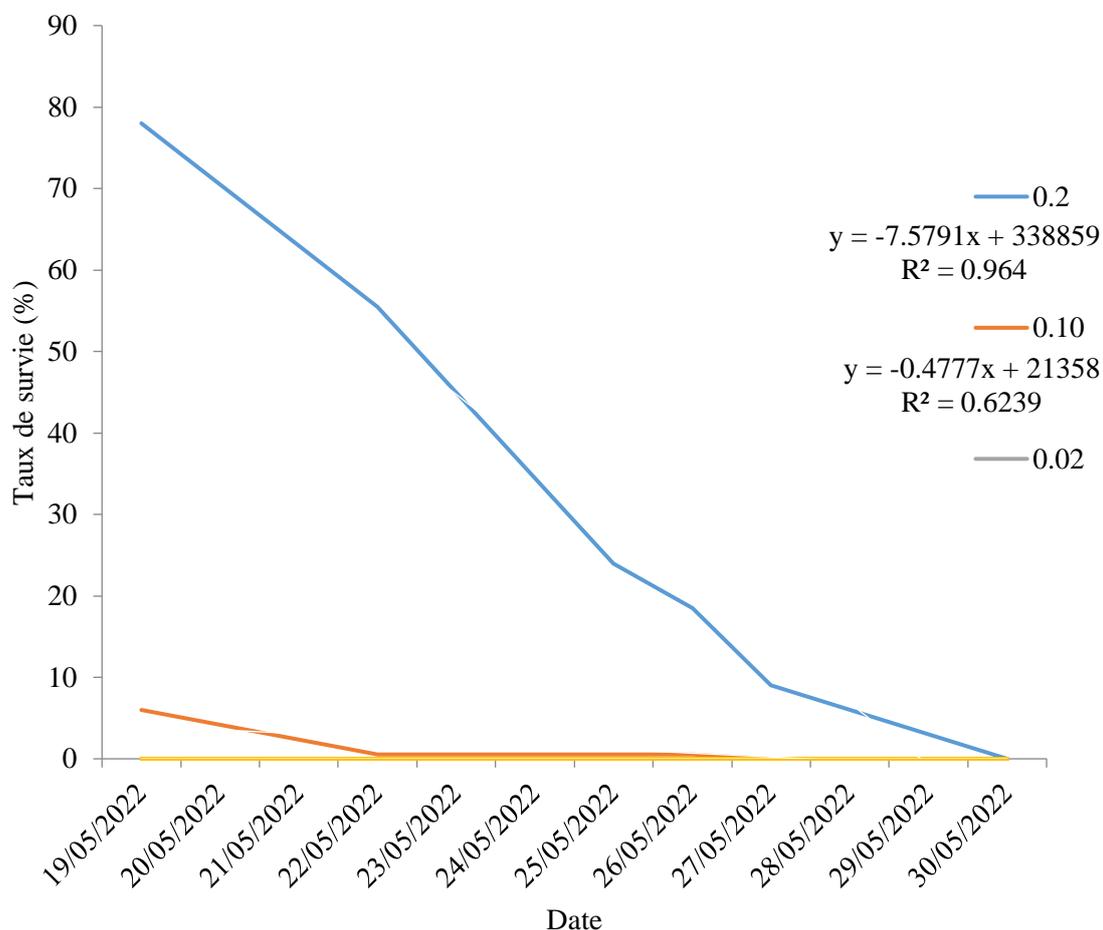


Figure 34 : Taux de survie de l'Artémia au cours d'élevage sous l'effet du Rustilan.

Pour le groupe d'individus élevés sous l'effet de rustilant, le taux de survie diminue au cours d'élevage et une très forte corrélation est observée entre le temps d'élevage et le taux de survie pour les différentes concentrations ( $R > 0.8$ ).

Les valeurs des longueurs ou du taux de survie sont plus importantes chez le lot témoins élevé dans des conditions standards que les lots élevé sous l'effet des insecticides. De plus, quelques soit la concentration ou l'insecticide les individus d'Artémia ont été affecté.

## RESULTATS ET DISCUSSION

Le travail présent permet de classer les insecticides testés parmi la gamme des agents du stress chimique environnemental qui agissent indépendamment sur la diminution de la survie des individus d'Artémia, et laisse prévoir une influence sur la taille de la population.

En effet, une concentration seuil d'Acéplan et Rustilan sera le point auquel les nauplii d'Artémia ne résistent plus.

Les individus testés au laboratoire montrent des différentes tailles présentent un retard de croissance. Il se traduit par un allongement du stade nauplien, dont l'importance coïncide avec les fortes concentrations en insecticides. Forget et al. (2002) ont signalé qu'aucun individu d'Artémia exposé aux plus fortes contaminations du produit (Acéplan et Rustilan) ne passe au stade suivant, ils meurent tous au stade nauplien.

# CONCLUSION

## Conclusion

La présente étude la population d'Artémia du lac El bahira a été caractérisée en termes de biométrie et de qualité d'éclosion.

En effets, les mesures biométrique ont donné un diamètre moyen des cystes hydratés de  $247 \pm 0.02 \mu\text{m}$ , un diamètre moyen des cystes décapsulés de  $225 \pm 0.01 \mu\text{m}$ . Ainsi que l'épaisseur de chorion est de  $11 \mu\text{m}$ . De plus, la longueur des nauplii à stade avancé est de  $665 \pm 0.05 \mu\text{m}$ .

En ce qui concerne la qualité d'éclosion des cystes, elle est représentée par le taux d'éclosion qui est de 34% et une efficacité d'éclosion de 10980 nauplii par gramme de cystes.

Les résultats obtenus dans la présente étude sont proches ou similaires aux différents résultats obtenus par différents chercheurs sur les populations d'Artémia en Algérie ou en Méditerranée.

Les tests de toxicités sont effectués pour évaluer la sécurité ou les dangers présentés par des perturbateurs telles que les insecticides qui pouvant causer des dommages ou interférer dans l'ensemble du processus biologique. Selon les résultats obtenus, la taille des nauplii de groupe témoin ( $1.16 \pm 0.08\text{mm}$ ) est plus important que la taille des nauplii testés à déférent concentrations de Rustilan et Acéplan ( $0.87 \pm 0.08$  ;  $0.87 \pm 0.04$ ), et concernant le taux de survie, il est plus grand pour le groupe témoin par rapport les deux groupes testés (Acéplan et Rustilan).

La présence des produits chimiques bouleverse l'équilibre naturel des populations naturelles en effet, ces insecticides produit une réduction de l'évaluation des nauplii d'Artémia.

Notre travail vient d'apporter une contribution aux études antérieures réalisées sur l'Artémia de la saline El-Bahira. Cependant, des études complémentaires restent à entreprendre comme la détermination du profil d'acide gras des cystes d'Artémia de lac El-Bahira pour une utilisation aquacole.

# REFERENCES

## REFERENCES

- Abatzopoulos, T.J., Beardmore, J., Clegg, J., & Sorgeloos, P. (2010). *Artemia*. Basic and applied biology. Kluw. Acad. Publ., 1 : 286
- Abatzopoulos, T.J., Zhang, B. & Sorgeloos, P. (1998) *Artemia tibetiana*: Preliminary ... International Journal of Salt Lake Research 7, 41–44.
- Aloui, N. (2013). Etude comparative de la valeur nutritionnelle des cystes de deux souches d'Artémia sur des larves de Sander lucioperca (Linnaeus, 1758) en élevage : performances de croissance et survie. *Crustaceana.*, 86: 56-66.
- Aloui, N. (2003). Bio-écologie de l'artémia : artemia salina (branchiopodes, anostracés) et optimisation des conditions de sa production en tunisie. ph.d. thesis. univ. tunis manar.fac. sci. tunis., 1-300.
- Aloui, N. (1998). Les salines, sebkhas, chotts et l'Artémia en Tunisie : étude de cas de l'artémia dans la saline de Mégrine. Mar. Mari. Aquacult. Act. Coll. IFREMER France., 19 : 61 69
- Amarouayache, M. (2009). L'artémia dans les Chotts et les Sebkhas du nord-est de l'Algérie : recherches sur les populations du Chott Marouane et de la Sebkhia Ez-Zemoul. Thèse de Doctorat en Sciences de la mer, Uni-versité Badji Mokhtar, Annaba, Algérie.
- Amarouayache, M., & Kara, M.H. (2010). Qualité et biomasse exploitable d'Artemia sauna du Chott Marouane. Synthèse, 21: 39-48
- Amarouayache, M., Derbal, F., & Kara, M.H. (2012). Note on the carcinological fauna associated with Artemia sauna (Branchiopoda: Anostraca) from Sebkhia Ez-Zemoul (northeast Algeria). *Crustaceana*, 85: 129-137.
- Amarouayache, M., & Kara, M.H. (2009). Biological data on Artemia sauna (Branchiopoda, Anostraca) from Chott Marouane (northeast Algeria). *Crustaceana*, 82: 997-1005.
- Amat, F. (1980). Differentiation of Artemia strain for Spain. Brine Shrimp Artemia Appl: Morphol, General, Radiobiol, Toxicol. In: Sorgeloos, P., D.A. Bengtson., W. Decler., E. Jaspers (eds). Univ. Press. Wett. Belgium., 1: 19-39.
- Amat, F. (1985). Biología de Artemia. Inf. Técn. Inst. Invest. Pesq. In Spanish., 126–127: 3-53.
- Artom, C. (1931). L'origine e l'evoluzione della partenogenesi attraverso i differenti biotipi di una specie collettiva (*Artemia salina* L.) con speciale riferimento al biotipo diploide partenogenetico di Sète, Mem. Reale Accad. Ital. Cl. Sci. Fis. Mat. Nat. 2:1–57.
- Barigozzi, C. (1974). Artemia : une étude de son importance dans les problèmes génétiques. Dans: T. Dobzansky (ed.) Evolutionary Biology, 7. Plenum Press, New York.
- Barigozzi, C. (1980). Genus Artemia: problems of systematic. Brine Shrimp Artemia Appl: Morphol, General, Radiobiol, Toxicol. In: Persoone, G., P. Sorgeloos., O.A. Roels., E. Jaspers (eds). Univ. Press. Wett. Belgium., 1 : 147-154.
- Ben Naceur, H., Ben Rejeb Jenhani, A., & Romdhane, M.S. (2008). Valorisation de l'Artemia (Crustacea; Branchiopoda) de la saline de Sahline (sahel Tunisien). Bull. Soc. Zool. Fr., 133: 181-188.
- Bengtson, DA., Leger, P., & Sorgeloos, P. (1991). Use of Artemia as a food source for aquaculture, In R.A. Browne, P. Sorgeloos & C.N.A. Trotman (Eds.). Artemia Biology. CRC, Boca Raton, Florida, EEUU. p. 255-285.

## REFERENCES

- Bennabi, F., Ben meddah, M., Toumi, F., Hamel, A., Koudache, F., & Chomari, S. (2015). Etude éco-biologique d'Artemia salina des zones humides de l'ouest Algérien. Faculté des Sciences, Laboratoire "Eco dév. Esp », Univ. Djil. Lia., BP 89 Sidi Bel-Abbés 22000, Algérie. *Afrique science*.11(2),97-106.
- Blaise, C. (1998). Microbiotesting: an expanding field in aquatic toxicology. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 40: 115-119.
- Bowen, S.T., Davis.MI., Fenster S.R., & Lindwall, G.A. (1980). sibling species of artemia. brine shrimp artemia appl: morphol, general, radiobiol, toxicol. in: persoone, g., p.
- Bowen, ST., & Sterling, G. (1978). Esterase and malate dehydrogenase isozym polymorphisms in 15 Artemia populations. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 61B : 593-595.
- Brisset Gilles Rosière. Ginkgo éditeur, 2005. L'élection de Jean-Pierre Brisset au titre de Prince des Penseurs.page 6
- Browne, R.A., Macdonald, G.H. (1982). Biogeography of the brine shrimp, Artemia: distribution of parthenogenetic and sexual populations. *Journal of Biogeography*. Jstor. Vol. 9, n4, pp. 331-338.
- Bruggeman, E., Sorgeloos, P., & Vanhaecke, P. (1980). Improvements in the decapsulation technique of Artemia cysts. In: *The Brine shrimp Artemia, Ecology, Culturing, Use in Aquaculture* (Ed, by G. Perssone., P.Sorgeloos., O, Roelset E, Jzspers), Universa Press, Wetteren. Vol.3, pp. 261-269.
- Chabet dis, C., Refes, W., Varo, I., Hontoria, F., Amat, F., & Navarro, J. C. (2021). Quality evaluation of Artemia cysts from three Algerian populations. *African Journal of Aquatic Science*, 46(4), 464-472.
- Chabet dis, C. (2022). Evaluation des ressources d'artémie (Branchiopodes) dans la partie ouest et sud-ouest de l'Algérie, une ressource alimentaire pour les poissons d'élevage. Thèse de doctorat en Aquaculture et Biotechnologie marine. Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral. 250P
- Clark & Bowen. (1976). The genetic of Artemia salina VII. Reproductive isolation. *J. Heredity.*, 67. 6: 385-388.
- Curto, E.D. (2006). Lifeat low water activity. *Philos Trans R Soc Lond B BiolSci*359 :1249-1267.
- Dahloun, L. (2007). Contribution à l'étude de trois populations d'artemia endémiques aux eaux des salinesdeBethiou, de Sidi Bouziane et le lac salé d'El Meniâ. Mémoire de Magister en Sciences Agronomiques, Université Abd El Hamid ibn Badis -Mostaganem. Algérie.
- Dhont, J., & Van Stappen,G.(2003). Biology, Tank production and Nutritional Value of Artemia. *Liv. Fed. Mar. Aquacult*. In: Støttrup, J.G and L. A. Mc Evoy (eds). Blackwell. Sci. Ltd. Oxford. UK. 65-121.
- Dobbeileir, J., Adam, N., Bossuyt, E., Bruggrman, E., & Sorgeloos, P. (1980). New aspects of the use of inert diets for high culturing of brine shrimp: Brine Shrimp Artemia: Ecol, Cult,Use Aquacult. In: Persoone, G., P. Sorgeloos., O.A. Roels., E. Jaspers (eds). Univ. Press. Wett. Belgium., 3 : 165-174.
- Dolapsakis, N., Tafas, T., Abatzopoulos, T.J., Ziller, S., & Economou-Amilli, A. (2005). abundance and growth response of microalgae at megalon embolon solar saltworks in northen greece. *j. appl. phycol.*, 17: 39-49.

## REFERENCES

- Dutrieu J. (1960). Observations biochimiques et physiologiques sur le développement d'*Artemia salina* Leach. *Archs. Zool. exp. gén.* 99 : 1-134.
- Edgerton & brimblecombe. (1981). The ionic composition of growth media enabling optimal growth was plotted into the “environmental space”.
- FAO. 2008. Glossary of aquaculture, FAO web site.
- Gagneur., & Kara, H.M. (2001). Limnology in Algeria. In: Wtzel, R.G., Gopal B., (Eds). *Limnology in Developing Countries* 3, 1-34.
- Gatesoupe, F. J., Robin, J. H., lemilinaire, C., & lebeuge, E. (1984). – Amélioration de la valeur nutritive des filtreurs-proies par leur alimentation composée; In: G. Barnabé et R. Billard, *l’aquaculture du bar et des sparidés*, pp. 209-222. Inra Publ., Paris, 542pp.
- Gholamreza, F., & Sorgeloos, P. (2001). International study on *Artemia* LXIII. Field study of *Artemia urmiana* (Günter, 1890) population in lake Urmiah, Iran. *Hydrobiologia*, 466: 133-143.
- Ghomari, MS., SELSELET, G.S., HONTORIA, F., & Amat, F. (2011). *Artemia* Biodiversity in Algerian Sebkhass. *Crustaceana.*, 84: 1025-1039,
- Ghomari, S.M. (2013). Localisation et caractérisation de la ressource naturelle *Artemia* dans les milieux salins algériens. (Zones Humides de l’Ouest, de l’Est et Sahariennes) These De Doctorat En Sciences. Univ. Mostaganem Abdelhamid Ibn Badis.
- Girini., Person., & le Ruet. (1977). Techniques d’élevage en masse d’un rotifère (*Brachionus plicatilis* Müller) et d’un crustacé Branchiopode (*Artémia salina* L.). Ostend, Belgium, Vol. 1 :331-343.
- Goldsmith. (1952). Fluctuation in chromosome number in *Artemia salina*. *J. Morph.* 91 (1): 111-131.
- Granvilli, D., & Treece. (2000). *Artemia* Production for Marine Larva Fish Cu!ture. Southern Aquaculture Regional Center. SRAC publication No.702.
- Haddag, M. (1991). Contribution à l’étude d’une souche d’*Artemia* (*Artemia tunisiana*) endémique aux eaux de la saline d’Arzew, Algérie. Th. Magis. Sci Biol. *Aquacult. Inst. Sci. Mer. Aménag. Litto. Alger. Algérie.* 68.
- Hedgpeth, J.W. (1959). Some preliminary considerations of the biology of inland mineral waters. *Archivio Oceanogr. Limnol.*, 11 : 111-141
- Heip, C., Willems, K.A., & Goossens, A. (1977). Vertical distribution of meiofauna and the efficiency of the Van Veen grab on sandy bottoms in lake Grevelingen. Reprinted from *Hydrobiol. Bull. Dep. Zool. State University of Ghent. Belgium.* Delta Inst voor Hydrobiol. Onderzoek. Yerseke. “De Nieuwe Schouw” Press. Zeist. Amsterdam. The Netherlands., 11 :35-45.
- Hentschel. (1968). Successful inoculation of *Artémia* and production of cystes in man-made salterns in the Philippines :195-163 .
- Hinton, H.E. (1964). Resistance of the dry eggs of *Artemia salina* (L) to high temperatures. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 7: 664.
- Holt, GU., & Sun, F. (1991). Lipase activity and total lipid content during early development of red drum *Sciaenops ocellatus*. In: Rodríguez-Canché L.G., Maldonado-Montiel TDNJ, Carrillo L.A. 2006. *Calidad biológica y bioquímica de la población de Artemia (Anostraca: Artemiidae) localizada en las salinas de Real de Salinas, Calkiní, Campeche, México.* *Rev Biol Trop.* 54(4):1283-1293.

## REFERENCES

- Izawa, M. (1984). Corrélation entre la densité de proies et la quantité consommée par les larves du loup: *Dicentrarchus labrax* (L). Aquacult. Bard. Sparidé. In: Barnabe, G et R. Billard (eds). INRA. Publ. Paris. 161-173.
- Joly. (1940). Histoire d'une petite crustacée académie de montpellier 1840.thèse de M.alain thiéry faculté des sciences avignon.P. sorgerloos artemia, centre université de Grand.Bel (internet artemia.fr).
- Kara, MH., & Amarouayache, M. (2012). Review of the biogeography of *Artemia* Leach, 1819 (Crustacea:Anostraca) in Algeria. International Journal of Arlemia Biology. ISSN :2228-754X. 2012, Vol 2, No 1: 40-50.
- Kara, MH., Bengraine KA., Derbal, F., Chaoui, L., & Amarouayache, M. (2004). Quality evaluation of a new strain of *Artemia* from Chott Merouane. Aquaculture, 235: 361-369
- Kellog. (1906). A new *Artémia* its life condition. Science, 24,594-596. (Sorgeloos et al. 1986),
- Kolkoviski. (2004). These protein sources are low incost (Amaya et al. ... hasbeen established for various uses such asinthe comparison/evaluation of commercial and experimental enrichment products,andto monitor bacteria
- LAVENS P., et SORGELOOS P., 1987. The cryptobiotic state of *Artemia* cysts its diapause deactivation and hatching: a review : 27-63. En: *Artemia* Research and its Applications. Vol. 3.P. Sorgeloos, D.A. Bengtson, W. Declair y E. Jaspers (Eds.), Universa Press. Wetteren (Belgium). 556 pp
- Lavens, P., & Sorgeloos, P. (1996). Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper 361:175-180.
- Leach, W.E. (1819). Entomostraca. Dict. Sci. Nat., 14: 524.
- Leitchfied,CD., & Gillevet.PM. (2002). Microbial diversity and complexity in hypersaline environment: A preliminary assessment.J ind microbial et biotechnol28(1):48-55
- Litchfield. (1998). Levels in unstressed, non-handled animals. difference Greater in females RODENT Rat: Critchlow et al. ... 2004 (after RODENT Rat: Kitay 1963 (output); JL Dunn et al. ... 1998 (excreted in urine),.
- Loffler, H. (1964). Vogelzug and Crustaceen verbreitung. Zool. Anz., 27: 311-316.
- Mac Donald, G. (1980). The use of *Artemia* cysts as food by flamingo (*phoenicoptenus* rubber roseurs) and the shelduck (*Tadopna tadorna*). Brine Shrimp *Artemia*: Ecol, Cult, Use Aquacult. In: Persoone, G., P. Sorgeloos., O.A. Roels., E. Jaspers (eds). Univ. Press. Wett. Belgium., 3 : 97-104.
- Mani-Ponset, L., Diaz, J.P., Schlumberger, O., & Connes, R. (1994). Development of yolk complex. Liver and anterior intestine in pike-perch larvae *Stizostedion lucioperca* (Percidae), according to the first diet during rearing. Aquat. Living. Ressour.,7: 191-202.
- Masters, (1975) limnology of mono lake, california. u. calif. public. zoology 83: 1110.
- Mhetli, M. (2001). Le sander *Stizostedion Lucioperca* (Linnaeus, 1758) (Téléostéen Percidae) poisson allochtone: Etude biologique et essai d'optimisation des critères de l'élevage. Ph.D. Thesis. Univ. Tunis. Fac. Sci. Tunis. 170
- Mioara, D. (2011). Origins of halophilic microorganisms in ancient salt deposits. Environ Microbiol2: 243-250.

## REFERENCES

- O'Connell, J.L., Johnson, L.A., Smith, L.M., McMurry, S.T., & Haukos, D.A. (2012). Influence of land–use and conservation programs on wetland plant communities of the semiarid United States Great Plains. *Biological Conservation* 146 : 108-115.
- Oren, A. (2006). The order halobacteriales. In *The prokaryotes. A handbook on the biology of bacteria volume 3. end edition.* Edited by: Dworkin M., Falkow S., Rosenberg E., Schleifer K.H., Stackebrandt E. New York: Springer. 113-164.
- Parra, (1981). The concentration of VFAs in the capybara. *Capybara: Biology, Use and Conservation of an Exceptional ...* page 100
- Piccinelli, M., & Prosdocimi, T. (1968). Descrizione tassonomica delle due specie *Artemia salina* L. *Artemia persimilis*. *Rend. Inst. Lomb. Sci Lett classe Sci* 102(B) :113-118.
- Provasoli, L., & Shiraishi, K. (1959). Axenic cultivation of the brine shrimp *Artemia salina*. *biol.bull.*, 117 : 347-355.
- Ramdane, M.S. (2008). Valorization de l'artemia (crustacea; branchipoda) de la saline de sahline (sahel tunisien). In: *Bull.Soc.Zool.Fr.Vol.133,n°1-3*, p.185-192.
- Reeve, M.R. (1963). The filter-feeding of *Artemia*. II. suspension of various particles. *J. Exp. Biol.*, 40: 207-214.
- Rodier. (1996). Alan R. Longhurst Surface water was undersaturated with CO<sub>2</sub> during the Niño event, although under *Ecological Geography of the Sea* - Page 376.
- Rodríguez, A. M., Rivas-Castillo, and N. G. Rojas-Avelizapa Abstract Nowadays, Karen Lizbeth Flores Rodríguez, Raymundo Ramos Alvarado · Masoud Barati (2022). green synthesis has gained ground over ... but also because of the possibility to prevent oxidation and provide stability all in the same process, page 310
- Rodríguez. (2006b). Josep M. Trigo-Rodríguez, Maria Gritsevich Herbert Palme In this chapter we present a new daylight fireball monitoring program that has been ...page 224
- Rupert, (1994). *Invertebrate Zoology. Sixth edition.* Saunders college publishing, p 756
- Sato, N.L., Natalia, E., Malloy Jorge, L., & Fenucci. (2004). Calidad de los quistes de *Artemia persimilis* (Piccinelli et Prosdocimi) (Crustacea : Branchiopoda)
- Schlumberger, O. & Proteau, P. (1996). Reproduction of pike-perch *Stizostedion lucioperca* in captivity. *J. Appl. Ichthyol.*, 12: 149-152.
- Schrehar, D.T. (1987). Evolution developmental biology of crustacea., The abovementioned description can be confirmed and supplemented by SEM.-page 224.
- Shiraishi, (1959). Axenic cultivation of the brine shrimp *Artemia salina*. *Biol. Bull.*, 117: 347-355
- Skoultchi, A.L. & Morowitz, H.J. (1964). Information storage and survival of biological systems et temperature near absolute zero. *Yale. J. Biol. Med.*, 37: 158-163
- Smith. (2011). vegf Cell migration Endothelial cells Guadix et al., Transcription Factors wtl Specification Cell migration Endothelial and myocardial
- Sorgeloos, (1973). The chamber described in this paper is a modification of a design The chamber described in this paper is a modification of a design ,110 page
- Sorgeloos, (1977). Air water pumps as cheap and convenient tools for high density culturing of microscopical algae. *Proc. 8th. Ann. Workshop. World Maric. Soc.*, San José (Costa Rica), January 9-13, 1977 pp.173-183

## REFERENCES

- Sorgeloos, P. (1978). The culture and use of brine shrimp *Artemia salina* as food for hatchery raised larval prawns, shrimp and fish in South East Asia. FAO report THA/75/008/ 76/WE3.50
- Sorgeloos, P. (1980). The use of brine shrimp *Artemia* in aquaculture. Brine Shrimp *Artemia*: Ecol, Cult, Use Aquacult. In: Persoone, G., P. Sorgeloos., O.A. Roels., E. Jaspers (eds). Univ. Press. Wett. Belgium., 3: 1-456
- Sorgeloos, P. (1986). Manual for the culture and use of brine shrimp *Artemia* in Aquaculture. *Artemia*. Ref. Center. Fac. Agri. Sta. Univ. Ghent. Belgium. 91-95.
- Sorgeloos, P. (2001). Use of the brine shrimp *Artemia* spp in marine larviculture. *Aquaculture.*, 200: 147-159.
- Sorgeloos, P., Lavens, P., Leger, P., Tackaert, W., & Versichele, D. (1986). Manual for the culture and use of brine shrimp *Artemia* in aquaculture. *Artemia*. Ref. Center. Fac. Agri. State University of Ghent. (Belgium). 91-95 ,319 pp.
- Spitchak, M.K. (1980). *Artemia* in the USSR. Brine Shrimp *Artemia*: Ecol, Cult, Use Aquacult. In: Persoone, G., P. Sorgeloos., O.A. Roels., E. Jaspers (eds). Univ. Press. Wett. Belgium., 3: 127-128
- Szkudlarek, M. &, Zakes Z. (2007). Effect of stocking density on survival and growth performance of pikeperch. Sander *Lucioperca* (L.) larvae under intensive culture conditions. *Aquacult. Res.*, 27: 841-84
- Tirgui, KH. (2017). Recherches sur l'éco-biologie de l'Artémia (*Artemia salina*) de la saline de Sahline et effet des principaux facteurs externes sur sa survie en vue de maîtriser son élevage. Inst. Natl. Sci. Tech. Mer .Université de Carthage. Tunisie. 112.
- Tobias et al., 1980 Some of the lesions happen to be misrepaired due to errors in the functioning of repair mechanisms (Albright, 1989; Sachs et al., 1990). We do not distinguish between unrecognized and misrepaired lesions but include ...page 500
- Treece. (2000). The plot is deceptively simple'All translations in this essay are mine, 122 page
- Triantaphyllidis, G.V., Pilla, K.M., Thomas, T.J., Abatzopoulos, J.A., Beardmore., & Sorgeloos, P. (1994). International study on *Artemia*. LII. Incubation of *Artemia* cyst samples at high temperature reveals mixed nature with *Artemia franciscana* cyst. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 183: 273-282.
- Van Stappen, (1997). Determination and identification of biological characteristics of *Artémia urmiana* for application in aquaculture. In: *Artémia Lake Cooperation Project contract*. Laboratory of Aquaculture and *Artémia* Reference Center, Gent University, Belgium, pp. 106
- Van Stappen, G., 2001. Zoogeography. *Artemia*: Basic. Appl. Biol. In: Abatzopoulos. T.J., J.A. Beardmore., J.S. Clegg., P. Sorgeloos (eds). Kluw. Aca. Publ. Dordre TTCcht. Netherlands. 171-215
- Van Stappen. (2003). Biology, Tank production and Nutritional Value of *Artemia*. *Liv. Fed. Mar. Aquacult.* In: Støttrup, J.G and L. A. Mc Evoy (eds). Blackwell. Sci. Ltd. Oxford. UK. 65-121.
- Van Stappen. (1993). The compolitan brine shrimp. *Aquaculture*, INFOFIB S. International 493
- Van Steppen. (1996), Determination and identification of biological characteristics of *Artémia urmiana* for application in aquaculture. In: *Artémia Lake Cooperation*

## REFERENCES

- Project contract. Laboratory of Aquaculture and Artémia Reference Center, Gent University, Belgium, pp. 106
- Vanhaecke. (1980). improvement in the decapsulation technique of Artemia cysts. In:the brine shrimp Artemia. Ecology, culturing,use in aquaculture (Ed, by G perssone.,P.sorgeloos.,O,Roelset E, Jzspers ),universa press, wettern. Vol.3,pp.261-269.
  - Vanhaecke. (1987). Characterization of Artemia from different localities in Tunisia with regard to their use in local aquaculture. Artemia Res. Appl: Morphol, General, Straincharac, Toxicol. In: Sorgeloos, P., D.A. Bengtson., W. Declair., E. Jaspers (eds). Univ. Press.Wett. Belgium., 1: 199–209
  - Vanhaeckeetal, (1981). International study on Artémia. IV. The biometrics of Artémia strains from different geographical origin. In: Persoone, G. sorgeloos, P. Roels, O. and Jaspers (eds). Artémia Research and its Application, Vol. 3, Ecology, culture use in aquaculture. Universa Press, Wetteren, Belgium, pp. 393-405.
  - Verril, (1869). Contribution to zoology from the museum of Yale College.III. Description of some new American phyllopod Crustacea. American Journal of Science and the Arts Series, pp. 244-254
  - Vieira. (2013). Portuguese native Artemia parthenogenetica and Artemia franciscana survival under different abiotic conditions. J.Exp.Mar.Biol.Ecol., 440: 81–89.
  - Whitaker, D.M. (1940). The tolerance of Artemia cysts for cold and high vacuum. J. Exp. Zool., 83: 391-399
  - Williams, W.D. (1996). What future saline lakes Environment, 38: 12-20, 38-39. 159.
  - Zakes, Z., & Demska-Zakes, K. (1996). Effects of diet on growth and reproductive development of juvenile pikeperch, Stizostedion Lucioperca (L), reared under intensive culture conditions. Aquacult. Res., 27.11: 841-845
  - Zhang, L. (1993). Life history divergence of symetric diploid and ployploid populations of brine Artemia parthenogenetica. Oecologia., 9: 177-182
  - ( <https://frwiki.fr/Lexique/Sebkha>)
  - "<https://www.aquaportail.com/definition-331-artemia.html>"
  - (Aquaportail.com).
  - (alamyimage.fr).



# ANNEXE



Figure 35 : Echantillonnage des cystes et prélèvement de l'eau.



Figure 36 : Prélèvement et filtration de l'eau de mer.



Figure 37 : Tamis de traitements des cystes



Figure 38 : Aérateur



Figure 39 : Traitement des échantillons de cyste au laboratoire CNRDPA.



Figure 40 : Purification et séchage des cystes



Figure 41 : Mode expérimentale d'incubation des cystes d'Artémia.



Figure 42 : Comptage des nauplii (efficacité d'éclosion).



Figure 43 : Les analyses physico- chimique de l'eau d'élevage.



Figure 44 : Morphométries des cystes et des individus d'artémia sous la loupe binoculaire.



Figure 45 : loupe binoculaire de type Obtika intégré à une caméra de type Oreutek



Figure 46 : Mesure biométrique des nauplii d'artémia avec du logiciel « optika Vision Lite 2.1 » (Gx4).



Figure 47 : mesure biométrique des cystes d'artémia avec de logiciel « Optika Vision Lite 2.1 ». (Gx1.6).



Figure 48 : Préparation de solution toxique.



Figure 49 : Mode expérimentale de test de toxicité.

