



**Mémoire de Fin d'Étude en vue de l'obtention du Diplôme  
d'Ingénieur, de Master et de Start-up**

**Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie**

**Filière : Hydrobiologie Marine et Continentale**

**Option : Aquaculture**

**Thème :**

**CULTURE DES PROIES VIVANTES :  
VALORISATION D'UNE SOUCHE D'ARTEMIA**

Présenté par :

- Belhouchet Ismail
- Redjemi Mohamed Aimen

Soutenu 12/07/2023 devant le jury suivant :

Mme Alouache. S	Maître conférences «A»	ENSSMAL	Présidente
Mme Amrouche. L	Maître assistante «A»	ENSSMAL	Examinatrice
Mme Chabet dis. C	Ingénieur-chercheur	CNRDPA	Promotrice
Mme Meslem. N	Maître de conférences «B»	ENSSMAL	Co-Promotrice
Mme Maouel. D	Enseignant-chercheur	ENSSMAL	Représentant de l'incubateur
Mr Mihoubi. B	Maître formateur	ANADE	Représentant du partenaire
Mr Dali-Bey. R	Chef Dept	ANVDEDET	économique

**Promotion : 2022/2023**

# **REMERCIEMENTS**

## Remerciements

Nous souhaitons exprimer notre profonde gratitude à Madame **Chabet Dis Chalabia**, pour sa précieuse contribution à la conception de notre mémoire de fin d'études. Son expertise, son soutien et ses conseils avisés ont grandement enrichi notre travail. Votre dévouement à notre réussite et votre disponibilité constante ont été d'une valeur inestimable pour nous tout au long de ce projet. Nous sommes extrêmement reconnaissants de vous avoir eu comme promotrice et d'avoir pu bénéficier de vos connaissances approfondies dans le domaine.

Nous tenons également à adresser nos sincères remerciements à notre Co-promotrice, **Madame Meslem Haoui Nabila**. Votre enseignement de qualité durant ces dernières années de spécialité a été une source d'inspiration et de motivation pour nous. Votre expertise et votre engagement ont grandement contribué à notre formation académique et professionnelle. Nous vous sommes reconnaissants d'avoir partagé votre savoir et d'avoir été un soutien précieux tout au long de notre parcours.

C'est avec un grand plaisir que nous adressons nos sincères remerciements aux membres du jury **Mme Alouache Souhila** (présidente) et **Mme Amrouche Linda** (examinatrice) de nous avoir fait l'honneur de juger notre travail et de consacrer de leur précieux temps.

Un grand remerciement pour l'équipe du laboratoire et de la bibliothèque de l'ENSSMAL.

Nous souhaitons également exprimer notre gratitude envers l'équipe du **CNRDPA**. Vos conseils avisés et votre gentillesse ont grandement facilité notre travail. Nous avons eu la chance de travailler dans des conditions favorables grâce à votre appui constant. Votre contribution a été essentielle à la réussite de notre projet et nous vous en sommes extrêmement reconnaissants.

Enfin, nous tenons à remercier chaleureusement notre Directrice de l'École Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral, **Madame Boutekrabt Lynda**. Votre leadership inspirant et votre soutien indéfectible ont été des moteurs qui nous ont poussés vers l'excellence. Votre passion pour l'éducation et votre dévouement envers notre réussite sont une source d'inspiration pour nous.

Nous n'oublions pas de remercier notre chef de département, **Monsieur Kassar Abderrahmane**, pour sa gentillesse et son soutien tout au long de notre parcours académique.

# **DEDICACES**

## Dédicace

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

« Loué soit dieu, pour qu'il n'y a de dieu que lui »

Avec l'expression de ma profonde reconnaissance, je dédie humblement ce modeste travail à ceux qui, peu importe les mots utilisés, je ne pourrais jamais exprimer suffisamment mon amour sincère.

À l'homme qui est le précieux don de Dieu, celui à qui je dois ma vie, ma réussite et tout mon respect : mon cher père **Amar**.

À la femme qui a enduré sans me laisser souffrir, qui n'a jamais refusé mes exigences et qui n'a ménagé aucun effort pour me rendre heureux : mon adorable mère **Fatiha**.

À mes chers frères : **Kamer Eddine** et **Zinedine**, qui n'ont jamais cessé de me conseiller, d'encourager et de soutenir tout au long de mes études.

À mes chères sœurs : **Hania** et **Sabrina**, vous avez toujours été présentes pour prodiguer de précieux conseils.

À tous les cousins, voisins et collègues de la promotion **2018** en spécialité **Aquaculture**.

À mes amis que j'ai eu la chance de connaître jusqu'à maintenant : **Ahmed**, **Abderrahmane**, **Rafik**, **Nadir** et **Mohamed**.

A ma Chère **Yassmine** à qui je dois ma gratitude et ma reconnaissance.

À ceux qui ont contribué à m'apporter leur aide : **Nawel** et **Nesrine**, je vous suis reconnaissant pour vos encouragements.

Et enfin, je n'oublie pas mon binôme **Ismail**, qui a été un soutien moral infaillible, faisant preuve de patience et de compréhension tout au long de ce projet.

Votre soutien indéfectible et votre présence ont été des cadeaux inestimables pour moi. Cette dédicace vous est adressée avec une gratitude sincère et un amour profond.

**Redjemi Mohamed Aimen**

## Dédicace

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

### "Louange à Allah par le bienfait duquel les bonnes choses se concrétisent"

Je souhaite consacrer ce modeste travail à des personnes qui ont joué un rôle exceptionnel dans mon parcours académique et personnel. Leur soutien, leurs encouragements et leur amour inconditionnel ont été des sources de motivation et de force tout au long de ma vie.

Tout d'abord, à mes précieux parents, **Abdelhafid** et **Zahia**, je suis profondément reconnaissant pour leur amour, leur dévouement et leurs prières incessantes. Ils ont été mes guides et mes piliers, m'encourageant à poursuivre mes rêves et à surmonter les obstacles.

Je tiens également à exprimer ma gratitude envers mes frères, **Ridha** et **Houcine**, qui ont toujours été présents pour moi. Leur réussite personnelle m'a motivé à atteindre mes propres objectifs et à donner le meilleur de moi-même.

À mes chères sœurs, **Siham**, **Yasmina** et **Samira**. Elles ont toujours été là pour moi, offrant une épaule sur laquelle je pouvais m'appuyer et des conseils précieux dans les moments difficiles.

Mes amis proches, **Nadir**, **Nacereddine**, **Mohamed** et **Ilyes**, méritent également une mention spéciale. Nous avons traversé ensemble les hauts et les bas de notre parcours académique, en nous encourageant mutuellement et en partageant des moments précieux.

Je tiens également à remercier mes collègues de spécialité en aquaculture, avec qui j'ai partagé des moments de collaboration, d'apprentissage et d'entraide.

Enfin, je souhaite exprimer ma gratitude envers **Yakout Nawel** et **Nesrine**, qui ont apporté leur contribution précieuse à la réalisation de ce travail

En terminant, je n'oublie pas de remercier chaleureusement mon binôme **Aymen** pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet. Ta présence à mes côtés a été une force motrice et une source de soutien inestimable.

**Belhouchet Ismail**

## Liste des figures

Figure I.1. Schéma de l'Artémia adulte.	07
Figure I.2. Tête d'une femelle d'Artémia adulte.	09
Figure I.3. Tête d'un mâle d'Artémia adulte.	09
Figure I.4. Femelle adulte vue latérale.	10
Figure I.5. <i>Artemia</i> : Morphologie des organes reproducteurs chez les mâles et les femelles et la forme de la fourche.	11
Figure I.6. Nauplius d'Artémia.	12
Figure I.7. Forme de cyste.	13
Figure I. 8. Structure du cyste d'Artémia.	13
Figure I.9. Processus de l'ovogenèse chez la femelle d'Artémia.	15
Figure I.10. Cycle biologique de l'Artémia	17
Figure I.11. Répartition géographique de l'Artémia dans le monde	23
Figure II.1. Situation géographique du lac El Bahira	28
Figure II.2. Lieu d'échantillonnage des cystes sur la couche superficielle des berges	30
Figure II.3. Échantillon conservé dans des sacs en plastiques de couleur noir	31
Figure II.4. Tri des cystes à travers une série de tamis	32
Figure II.5. A : homogénéisation de cystes ; B : séparation final des cystes	32
Figure II.6. Récupération des cystes après le séchage (Présent d'étude)	33
Figure II.7. Dispositif d'incubation des cystes d'Artémia	35
Figure II.8. Pesée des cystes à l'aide d'une balance (Présent d'étude)	35
Figure II. 9. Cyste sphérique (agrandissement 10x10) (Présent d'étude)	35

Figure II.10. Biométrie des nauplii à l'aide d'une loupe binoculaire équipée d'un micromètre (Présent d'étude).	36 39
Figure II.11. Minéralisation (présente étude)	40
Figure II.12. L'appareil distillatoire de la présente étude (behr Labor-Technik)	41
Figure II.13. Titrage par l'acide sulfurique	42
Figure II.14. Extraction des lipides par la méthode de Soxhlet (appareille behr Labor-Technik)	44
Figure II.15. Dosage des glucides par spectrophotométrie (spectrophotomètre UV Shimadzu UV-1800) à 490 nm	
Figure III.1. diamètre des cystes d'Artémia du lac El Bahira.	47
Figure III.2. Diamètres des cystes des différentes populations algériennes.	48
Figure III.3. Epaisseur du chorion des différentes populations algériennes.	49
Figure III.4. Longueur totale des nauplii d'Artémia du lac El Bahira.	52
Figure III.5. Longueur totale du nauplius des différentes populations algériennes.	53

## Liste des tableaux

Tableau I.1. Sites potentiels d'Artémia connus en Algérie	24
Tableau II.1. Températures atmosphériques mensuelles (T°C) pendant les périodes 2022 et 2023	29
Tableau II.2 : Dilutions de glucose.	43
Tableau III.1. Comparaison entre le diamètre moyen des cystes du lac El Bahira et du lac Utah.	50
Tableau III.2. Différentes valeurs statistiques mesurées de la longueur totale des nauplii d'Artémia fraîchement éclos de lac El Bahira.	51
Tableau III.3. Résultats de l'analyse de paramètre de la qualité d'éclosion des cystes du lac El Bahira.	54

## Abréviations

**°C** : Degré Celsius

**FAO** : Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

**h** : Heure.

**L** : Litre.

**g** : gramme

**LT** : Longueur totale.

**mg** : Milli gramme

**nm** : Nanomètre

**ml** : millilitre

**r** : Coefficient de corrélation.

**R** : Réactif

**S** : Salinité

**T** : Température

**U.S.A** : États-Unis d'Amérique (United States of America)

**µm** : micro mètre, unité de mesure.

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

**ENSSMAL** : École Nationale des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral.

**Ha** : hectare

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

**min** : minute.

**KHZ** : kilohertz.

**pH** : potentiel d'hydrogène, paramètre mesurable de l'acidité.

**PSU** : unité de la salinité pratique (1PSU=1g de sel/1kg de l'eau).

**t/an** : tonnes par an.

**ONM** : l'Office National de la Météorologie.

**P** : la probabilité.

**ANOVA** : Analyse de la variance.

## ملخص

تتطلب تربية الأحياء المائية في مراحلها المبكرة للأسماك والقشريات تغذيةً بالفريسة الحية، ومن بين هذه الفرائس نجد أن الأرتيميا (البيوض أو اليرقات) هي الغذاء الأكثر استخدامًا على نطاق واسع في العالم.

تم تكريس هذا العمل لدراسة تجمعات الأرتيميا في بحيرة البحيرة (صالح باي، ولاية سطيف)، من أجل تقييم مواردها وإمكانية استخدامها في مجال تربية الأحياء المائية، حيث شملت هذه الدراسة بشكل رئيسي قياسات البيوض، خصائص التفقيس، قياسات اليرقات، وتقييم التركيب الكيميائي للبيوض من حيث البروتين والدهون والكربوهيدرات.

أثبتت نتائج قياس قطر البيوض أن مجموعة الأرتيميا في بحيرة البحيرة تتميز بإنتاج بيوض ذات أحجام كبيرة (8.94 ± 259.17 ميكرومتر) مع غشاء جداري سميك (15.84 ميكرومتر) وبعد إزالتها من البيوض، لوحظ تحسن في جودة التفقيس، مع تسجيل أعلى معدل تفقيس للبيوض منزوعة القشرة 86.91 %.

أظهرت نتائج تحليل التركيب الكيميائي للبيوض للأرتيميا في هذه الدراسة أيضًا أنها تحتوي على نسبة بروتين تبلغ 14.98 %، ونسبة دهون تبلغ 13.80 %، ونسبة كربوهيدرات تبلغ 32.20 %.

بفضل هذه الدراسة، يمكننا القول إن الأرتيميا في بحيرة البحيرة تتمتع بخصائص تؤهلها للاستخدام في الاستزراع المائي وتقدم قيمة مضافة للاقتصاد الوطني.

**الكلمات الرئيسية:** الأرتيميا، البيوض، التفقيس، بحيرة البحيرة

## Résumé

L'élevage aquacole dans les premiers stades larvaire des poissons et des crustacés nécessite une alimentation par des proies vivantes, parmi ces proies on trouve l'Artémia (cystes ou nauplii) comme un aliment le plus utilisé dans le monde.

Ce travail a été consacré à l'étude de la population d'Artémia du lac Elbahira (Salah bey, la wilaya de Sétif), afin d'évaluer ces ressources et la possibilité de l'utiliser dans le domaine de l'aquaculture. Cette étude comprenait principalement les mesures des cystes, caractéristiques d'éclosion, mesures des nauplii et l'évaluation de la composition biochimique des cystes en termes de protéines, de matière grasse et de glucides.

Les résultats de la mesure du diamètre des cystes ont prouvé que le groupe d'Artémia du lac Elbahira se caractérise par une production de cyste de grande taille ( $8.94 \pm 259.17 \mu\text{m}$ ) avec une épaisseur de chorion épaisse ( $15.84 \mu\text{m}$ ).

Une amélioration de la qualité de l'éclosion a été observée après décapsulation, en enregistrant un taux d'éclosion élevé de 86.91 %.

Les résultats de l'analyse de la composition biochimique des cystes d'Artémia de la présente étude ont également montré qu'ils contiennent un taux de protéines de 14.98 %, de la matière grasse de 13.80% et de glucides de 32.20 %.

Grâce à cette étude, l'Artémia du lac El Bahira a des caractéristiques importantes pour une utilisation aquacole, donnant une valeur ajoutée à l'économie nationale.

**Mots clés :** Artémia, cystes, éclosion, lac El Bahira

## Abstract

The early larval stages fish and crustaceans farming requires feeding with live prey, and among these prey we find *Artemia* (cysts or nauplii) as the most widely used feed in the world. This study was carried out to investigate the *Artemia* population of Elbahira Lake (Salah bey, Sétif province), to assess these resources and their use possibility in aquaculture farming. The study primarily involved cysts measurements, hatching characteristics, nauplii measurements, and the biochemical composition evaluation of cysts regarding proteins, fat, and carbohydrates.

The results of cyst diameter showed that *Artemia* population of EL Bahira Lake is characterized by a large diameter production ( $8.94 \pm 259.17 \mu\text{m}$ ) and chorion thickness of  $15.84 \mu\text{m}$ .

An improvement in hatching quality was observed, with the highest hatching rate recorded after cyst decapsulation at 86.91%.

The results of the biochemical analysis of *Artemia* cysts in this study showed that they contain approximately 14.98% for protein, 13.80% for fat, and 32.20% for carbohydrates.

Based on this study, The *Artemia* population of Elbahira Lake has important characteristics for aquaculture use and provides added value to the national economy.

**Keywords:** *Artemia*, cysts, hatching, El Bahira Lake.

# **SOMMAIRE**

## Sommaire

Introduction	01
Chapitre 1 : Généralités	03
1. Généralités sur l'Artémia	04
2. Systématique	04
3. Biologie	06
3. 1. Morphologie d'Artémia	06
3. 1.1. Adulte	06
3. 1.1.1. Tête	08
3. 1.1.2. Thorax	09
3. 1.1.3. Abdomen	10
3. 1.2. Nauplius	12
3. 1.3. Cyste	12
3. 2. Reproduction	14
3. 3. Cycle de vie	16
4. Ecologie	17
4. 1. Oxygène	17
4. 2. Température	17
4. 3. pH	18
4. 4. Dispersion	18
4. 5. Salinité	18
4. 6. Prédation, compétition et parasitisme	20
5. Alimentation	20
6. Répartition géographique	21

6.	1. Répartition géographique dans le monde	21
6.	2. Répartition géographique en Algérie	23
6.	3. Valeur nutritionnelle	26
	Chapitre II : Matériel et méthodes	27
1.	Présentation du site d'étude	28
1.	1. Situation géographique	28
1.	2. Climat	29
2.	Echantillonnage et conservation des cystes	29
3.	Traitement des cystes	30
4.	Incubation	33
5.	Qualité d'éclosion	34
6.	Biométrie des cystes	35
7.	Biométrie du nauplius fraîchement éclos	36
8.	Qualité nutritionnelle des cystes	37
8.	1. Protéines	37
8.	2. Lipides	41
8.	3. Glucides	42
	Chapitre III : Résultats et discussion	46
1.	Biométrie des cystes d'Artémia	47
2.	Biométrie des nauplii	51
3.	Qualité d'éclosion	53
4.	Qualité nutritionnelle	55
4.	1. Protéines	55

4.	2. Lipides	55
4.	3. Glucides	56
	Conclusion	57
	Références bibliographiques	60
	Annexe 1 : Figures	75
	Annexe 2 : Tests Statistiques	78
	Annexe 3 : BMC	80

# **INTRODUCTION**

## **Introduction**

L'Algérie abrite un nombre considérable de sabkhas et de lacs notamment salés, qui sont exploités comme source de production de matières minérales telles que le sel ou comme réserves naturelles uniquement (Amarouayache et al., 2012). Cependant, ces lieux à nature rude recèlent une diversité biologique particulière, car il existe de nombreux organismes qui se sont installés et adaptés à ces conditions extrêmes. Parmi les organismes les plus fréquents de ces environnements, nous trouvons un crustacé appelé Artémia.

La crevette de saumure a été très populaire dans différentes parties du monde depuis 1980. Elle a constitué l'épine dorsale de nombreux domaines à travers diverses études (Persoone & Sorgeloos, 1980), dont les plus importantes sont les sciences de la nature (Amarouayache et al., 2010), la toxicologie (Wang et al., 2019) ainsi que l'aquaculture (Prabhu et al., 2020) comme l'élevage des poissons et les crustacés de grande consommation et d'intérêt commerciale.

Le choix d'Artémia comme pilier principal dans le domaine de l'élevage de diverses espèces de poissons et de crustacés est dû à de nombreuses raisons notamment : sa valeur nutritionnelle très élevée, sa capacité à résister à des conditions climatiques difficiles, sa facilité d'éclosion et surtout la possibilité de stocker les cystes pendant des périodes pouvant parfois atteindre plusieurs années en conditions anaérobies sans compromettre sa capacité d'éclosion.

L'implication d'Artémia dans l'alimentation des larves des poissons d'élevage en tant qu'aliments vivants est une idée principalement inspirée de la nature, car elle repose sur sa position dans la chaîne alimentaire, dans laquelle le zooplancton est le deuxième maillon après le phytoplancton (Bengston et al., 1991). C'est un aliment vivant qui se caractérise par une taille proportionnée au diamètre de la bouche des larves et qui ne constitue aucun problème chez certaines larves lors du processus d'ingestion. En outre, l'Artemia présente la propriété de nager

## ***Introduction***

dans la colonne d'eau car le poisson distingue facilement sa nourriture vivante, contrairement à la nourriture inerte qui flotte à la surface ou s'accumule au fond. L'alimentation des larves de poisson passe d'abord par la vision naturelle, puis la chasse et la prédation, c'est-à-dire qu'elle relève de l'instinct d'attraction des objets en mouvement (Brisset, 1984).

Le site d'étude a fait objet de quelques travaux dont on peut citer Derbal et al. (2010) qui a travaillé sur la caractérisation de la souche d'Artémia par l'étude de la fécondité, le taux d'éclosion et la biométrie des cystes. Ghomari (2013) a étudié la caractérisation morphologique des adultes. Amarouayache & Belakri (2015) ont caractérisé la population sauvage d'Artémia. Cependant aucun travail n'a été fait sur la qualité nutritionnelle des cystes d'El Bahira en matière de protéines, des glucides et de lipides. Ces macronutriments jouent un rôle important en élevage aquacole (stade larvaire). Les protéines jouent un rôle dans la croissance et la morphogénèse des larves (Cahu et al., 2005), les lipides jouent un rôle essentiel dans la croissance, la survie et la morphogénèse des larves (Cahu et al., 2005) et les glucides contribuent à fournir l'énergie nécessaire au développement des larves (Ali, 2001) .

Le présent travail valorise une souche d'Artémia du lac El Bahira (Wilaya de Sétif) en étudiant la biométrie, la qualité d'éclosion et la qualité nutritionnelle des cystes.

Trois grands chapitres ont été abordés :

- Le premier est consacré à l'étude bibliographique sur l'Artémia,
- le second traite le matériel et les méthodes d'échantillonnage, de purification, d'incubation et d'étude qualitative.
- Le dernier chapitre présente les différents résultats obtenus et leurs interprétations.

# **GENERALITES**

## **1. Généralités sur l'Artémia**

L'élevage des poissons, mollusques et crustacés implique plusieurs étapes, commençant par un stade larvaire qui nécessite une attention particulière en matière d'alimentation. Au début, ils sont nourris avec des proies vivantes avant de pouvoir consommer des aliments inertes ou artificiels (Colman et al., 1992).

Parmi les proies vivantes les plus demandées au monde, on trouve l'Artémia qui est définie comme un crustacé primitif occupant les eaux fortement salines (de 100 à plus de 150 g/L), les lacs salés et hyper salés (Thiéry & Puente, 2002). L'Artémia habite les zones tropicales, subtropicales et tempérées dans les cinq continents à l'exception de l'Antarctique (Lavens & Sorgeloos, 2000).

L'Artémia est utilisé comme une excellente source de nutrition en élevage larvaire (Van Stappen, 1996). La demande de cette source n'a cessé d'augmenter avec le temps grâce au développement de l'aquaculture et suite à plusieurs éléments à l'instar de la simplicité de manipulation, la résistance aux facteurs environnementaux stressants : une salinité extrême jusqu'à 300g/L , une large gamme de température (5 à 35°C) et l'anoxie (1 mg/L) (Torrentera & Dodson, 2004).

## **2. Systématique**

De nombreux chercheurs se sont passionnés pour l'étude de l'Artémia en raison de son importance dans l'aquaculture larvaire ainsi que de la demande croissante pour cet organisme sur les marchés mondiaux, afin de déterminer sa position dans la classification systématique.

Le genre Artémia est inclut dans le groupe des crustacés branchiopodes anostracés (Akkouda & Nader, 2017). Il est caractérisé par des appendices thoraciques foliacés (forme de feuille) portant des soies qui jouent un triple rôle : locomotion, respiration et nutrition par

## ***Chapitre I : Généralités***

filtration. L'ordre Anostraca (Sars, 1867) englobe huit familles différenciées entre eux ; Steptopholidae, Branchiopoda, Linderiellidae, Thamnocephalidae, Chirocephalidae, Branchiopodadae, Polyartemiidae et Artemiidae (Nourisson & Thiery, 1988).

Le genre *Artemia* appartenant à la famille d'Artemiidae et la classification systématique de ce genre est comme suit :

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

La systématique de l'Artémia a été basée sur l'aspect morphologique et après avoir découvert que ce critère est affecté par les facteurs environnementaux essentiellement la salinité (Barigozzi, 1980), les chercheurs sont passé à l'étude du mode de reproduction ce qui donne deux souches, la première est la souche sexuée (mâle et femelle) et la deuxième est la souche parthénogénétique (Ghomari, 2013).

La souche sexuée se caractérise par une grande diversité d'espèces dont on trouve :

- *Artemia salina* ou *Artemia tunisiana* (Leach, 1819) localisé dans la région méditerranéenne et l'Afrique du sud.
- *Artemia urmiana* (Gunther, 1890) localisé dans le lac Urmia en Iran.

## **Chapitre I : Généralités**

- *Artemia senica* (Cai, 1989) endémique de Chine.
- *Artemia tibetiana* (Abatzopoulos et al., 1998) se trouve dans les lacs salés du plateau tibétain.
- Deux espèces sexuées en Amérique ; *Artemia persimilis* (Piccinelli & Prosdicini, 1968) et *Artemia franciscana* (Kellog, 1906).
- En 2017, Naganawa et Mura ont décrits deux nouvelles espèces *Artemia frameshifta* et *Artemia murae*, en utilisant l'ADN mitochondrial sans confirmation par une analyse morphométrique (Eimanifar et al., 2020).

Cependant, il existe des populations endémiques d'Europe, d'Asie et d'Afrique qui se reproduisent en parthénogenèse nommée sous le terme *Artemia parthenogenetica* (Artom, 1931). Ces souches présentent des différents niveaux de ploïdies, di, tri, tétra et penta ploïdies (Abatzopoulos et al., 1986).

### **3. Biologie**

#### **3.1. Morphologie d'Artémia**

##### **3.1.1. Adulte**

L'Artémia est caractérisé par un corps étroit, allongé et segmenté (Provasoli & D'agostino, 1969), qui se compose de 20 segments et de 11 paires d'appendices plats foliacés connus sous le nom de phyllopoies.

La couleur de l'Artémia varie entre le blanc laiteux au bleu vert jusqu'au rouge brique (rouge carmin), et au vermillon (carmin) selon les conditions de milieu notamment l'alimentation et la teneur en oxygène dissous (Amat, 1979).

Selon Amat (1979), la taille de l'adulte de l'Artémia varie selon les souches sexuées et parthénogénétiques sans oublier les caractéristiques physiques et chimiques du milieu en

## Chapitre I : Généralités

particulier la salinité. L'Artémia adulte a une longueur d'environ 8 à 10 mm pour le mâle et de 10 à 12 mm pour la femelle avec une largeur de 4 mm pour les deux sexes (Ghomari, 2013). Il faut aussi signaler que la longueur totale chez les souches parthénogénétiques peut dépasser 20 mm (Sorgeloos et al., 1986). Son corps comprend trois parties: une tête, un thorax et un abdomen (Figure 1).

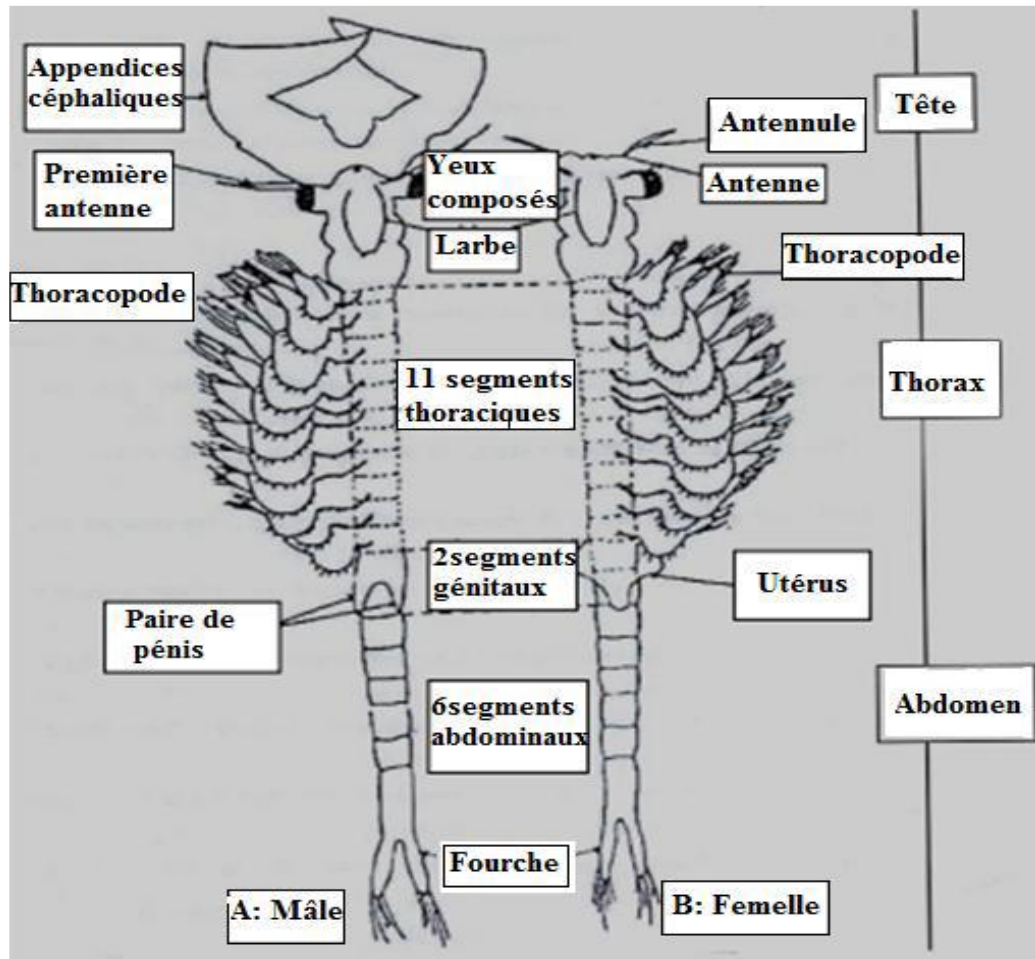


Figure I.1. Schéma de l'Artémia adulte. A: mâle; B: femelle (Khemakhem, 1988).

### 3.1.1.1. Tête

Divisé en cinq segments indifférenciés, on peut identifier les types d'organes et appendices (Lavens & Sorgeloos, 1996). Sur le front, on trouve trois types d'appendices : deux paires de maxilles ou maxillules et une paire de mandibules localisées entre les trois derniers segments (Figure 2 et 3) (Lavens & Sorgeloos, 1996). Chaque appendice est articulé en trois

## Chapitre I : Généralités

parties : l'endopodite (fonction locomotrice), le télépodite situé à la base de l'appendice portant des soies (qui ont pour but de capturer les éléments nutritifs et les débris organiques) et enfin, l'exopodite qui représente une couche membraneuse permettant les échanges gazeux (respiration) (Lavens & Sorgeloos, 1996).

Un œil nauplien (moyen ou médian) formé de trois ocelles de couleur rouge durant les premiers stades naupliens avant d'être obscurci chez les adultes. Il se positionne entre deux pédoncules oculaires qui diffèrent selon les souches et le sexe portant une paire d'yeux latéraux avec un diamètre plus important chez le mâle que chez la femelle (Lavens & Sorgeloos, 1996).

Les antennes présentent deux proportions différenciées : protopodites et l'exopodites (Ghomari., 2013). Ils adoptent une forme foliacée simple chez la femelle et présentent sur les extrémités antérieures des protopodites deux tâches sensorielles, tandis que chez le mâle ils sont hypertrophiés au niveau de l'exopodites (plus grand que celles des femelles) sous la forme d'une grosse pince utilisée pour s'accrocher à la femelle pendant la période d'accouplement (Cassel, 1937).

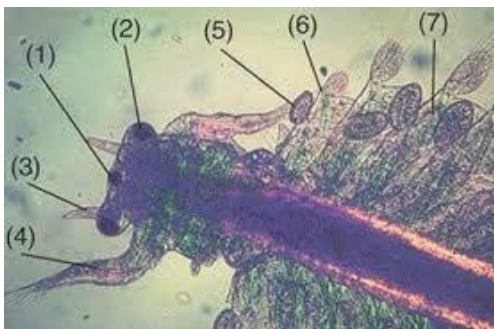


Figure I.2. Tête d'une femelle d'Artémia adulte.  
(1) œil nauplien ; (2) œil complexe ; (3) Antennule ; (4) antenne ; (5) exopodite ; (6) telopodite ; (7) endopodite  
(Lavens & Sorgeloos, 1996).

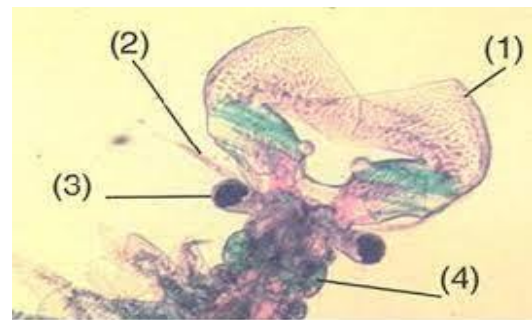


Figure I.3. Tête d'un mâle d'Artémia adulte.  
(1) antenne ; (2) antennule ; (3) œil complexe ;  
(4) mandibule (Lavens & Sorgeloos, 1996).

### 3.1.1.2. Thorax

Le thorax est formé de onze segments bien délimités (Figure 4), dotés chacun d'une paire d'appendices foliacés appelé phyllopodes ou thoracopodes. La longueur de cette structure morphologique identique se diminue à mesure que l'on va du centre vers les extrémités. Ces thoracopodes ont un triple rôle notamment la respiration, la natation et la filtration des particules alimentaires (Ghomari., 2013). Ils battent d'un rythme régulier métachronique avec une fréquence de 150 à 200 coups par minute (Hontoria, 1990).

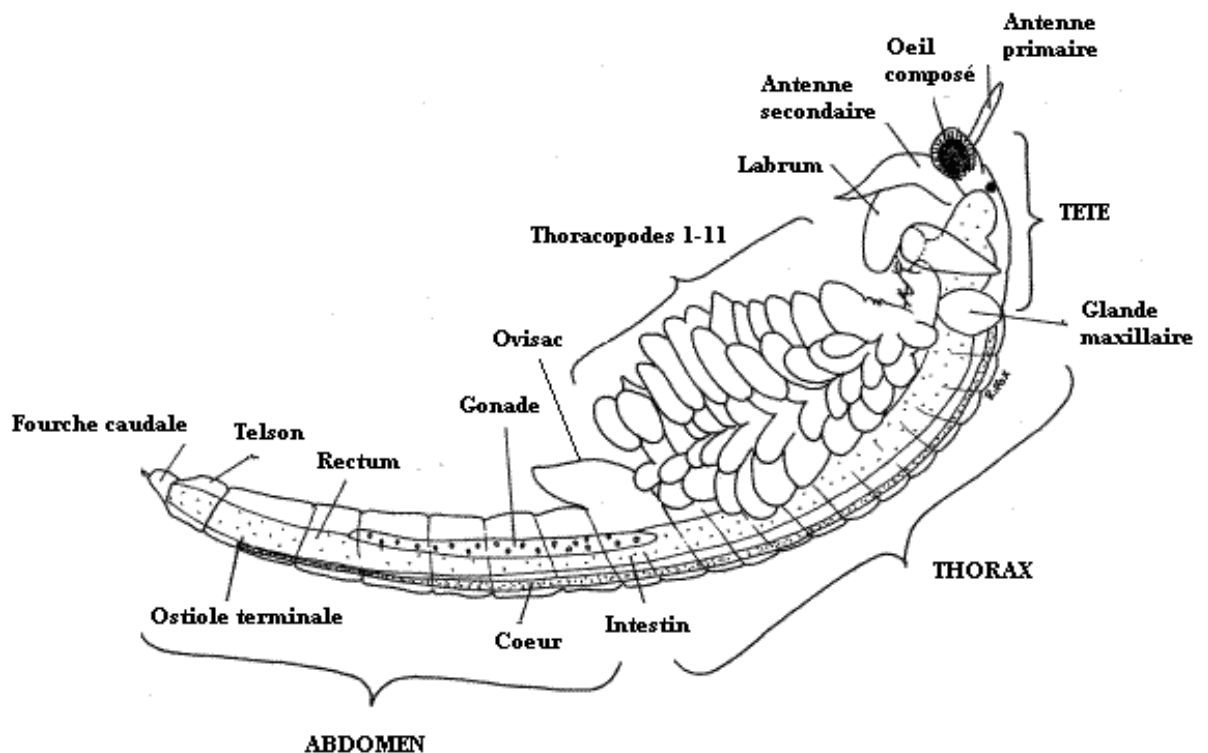


Figure I.4. Femelle adulte vue latérale (Ghomari, 2013).

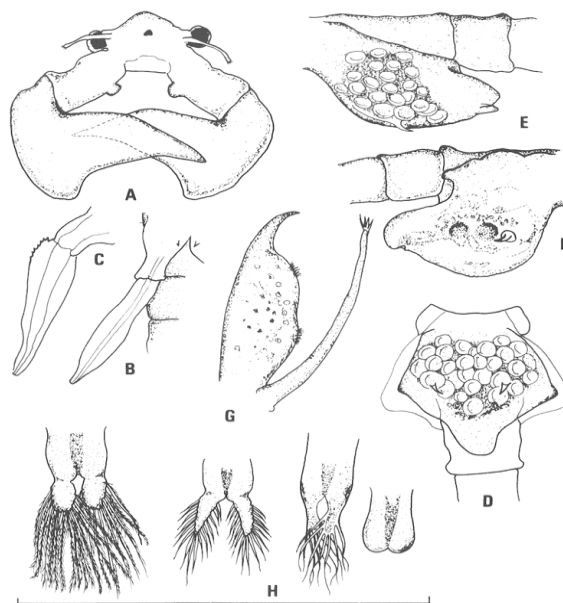
Les exopodites et les endopodites sont deux types de formation caractérisant les phyllopodes. Les exopodites sont des sacs formés par un tégument fin jouant un rôle semblable

## Chapitre I : Généralités

au rôle des branchies. Les endopodites au nombre de cinq avec une forme foliacée pourvues de cils ou soies assurent la natation. On appelle télépodite l'endopodite le plus proche de l'insertion du thoracopode. Il est chargé de filtrer les particules alimentaires du milieu et les transférer vers le canal ventral qui s'étend le long du corps (Ghomari, 2013).

### 3.1.1.3. Abdomen

L'abdomen est composé de huit segments. Les deux segments abdominaux antérieurs sont souvent appelés segments génitaux et parmi ceux-ci, le premier porte les gonopodes, soit le sac d'œufs de la femelle ou les pénis appariés du mâle (Chabet dis, 2022). Le dernier segment abdominal possède les cercopodes, également appelés fourche ou telson pourvus d'une fourche caudale présentant au bord de longs cils, et entre ces lobes s'ouvre l'orifice anal (Cassel, 1937). La fourche caudale est une structure morphologique d'un aspect variable d'une race à l'autre et parfois pour la même race en fonction des conditions du milieu essentiellement la salinité (Figure 5). A de fortes salinités, elle peut disparaître ou ne présente pas de soies et à des salinités proches à l'eau de mer, elle est bien développée avec plus de 20 soies par lobe (Botnariuc & Orghidan, 1953).



## Chapitre I : Généralités

Figure I.5. *Artemia*: Morphologie des organes reproducteurs chez les mâles et les femelles et la forme de la fourche (Botnariuc & Orghidan, 1953).

Le corps entier est recouvert d'un exosquelette mince et flexible de chitine auquel les muscles sont attachés à l'intérieur. L'exosquelette est versé périodiquement. Chez les femelles, une mue précède chaque ovulation, tandis que chez le mâle, une corrélation entre la mue et la reproduction n'a pas été observée (Akkouda & Nader, 2017).

### 3.1.2. Nauplius

Le nauplius est né avec une taille de 400-550  $\mu\text{m}$  (Van stappen, 1996). Il se différencie selon le type de reproduction (sexuée ou parthénogénétique). Selon (Abatzopoulos et al., 2006), le nauplius d'*Artémia* d'une femelle ovovivipare a une taille plus importante que celle d'une femelle ovipare.

En raison de la présence de caroténoïdes et du vitellus, le nauplius est orange. Il possède un œil médian de couleur rouge et porte trois paires d'appendices dont les grandes antennes pour la locomotion, des antennules (pour la fonction sensorielle) et des mandibules (pour la prise alimentaire à partir du deuxième stade larvaire) (Sorgeloos et al., 1986).

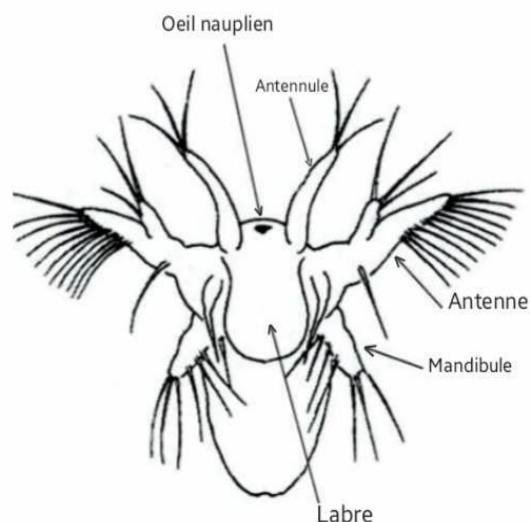


Figure I.6. Nauplius d'*Artémia* (Alonso et al., 1996).

### 3.1.3. Cystes

Le cyste d'Artémia présente une forme biconcave à l'état sec avec un diamètre qui varie de 200 à 300 micromètres. Après une hydratation pendant une ou deux heures, il prend une forme sphérique complète (Lavens & Sorgeloos, 1996) (Figure 6).

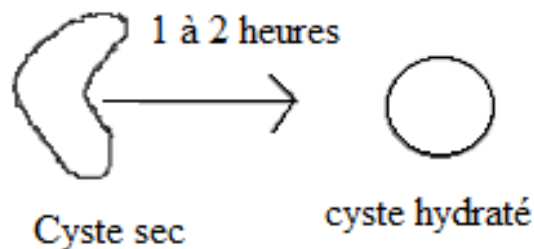


Figure I.7. Forme de cyste (Lavens & Sorgeloos, 1996).

Le cyste d'Artémia montre une grande résistance aux fortes radiations, l'anoxie et l'effet d'une variété de solvants organiques et des pesticides (Ghomari, 2013). Il peut être entreposé et stocké pendant une période allant de plusieurs mois jusqu'à plusieurs années sans perdre sa capacité d'éclosion (Treece, 2000). Il est recouvert par un espace sous cuticulaire et une membrane cuticulaire ou embryonnaire interne perméable uniquement aux molécules de taille réduite telle que l'O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub> (Figure 8). Cette dernière est entourée par le chorion qui se compose de :

- Une cuticule embryonnaire (couche fibreuse) et une cuticule membraneuse extérieure.

- Une enveloppe tertiaire constituée de deux couches, alvéolaire et corticale qui sont composées de canaux remplis d'air donnant au cyste un aspect flottant.

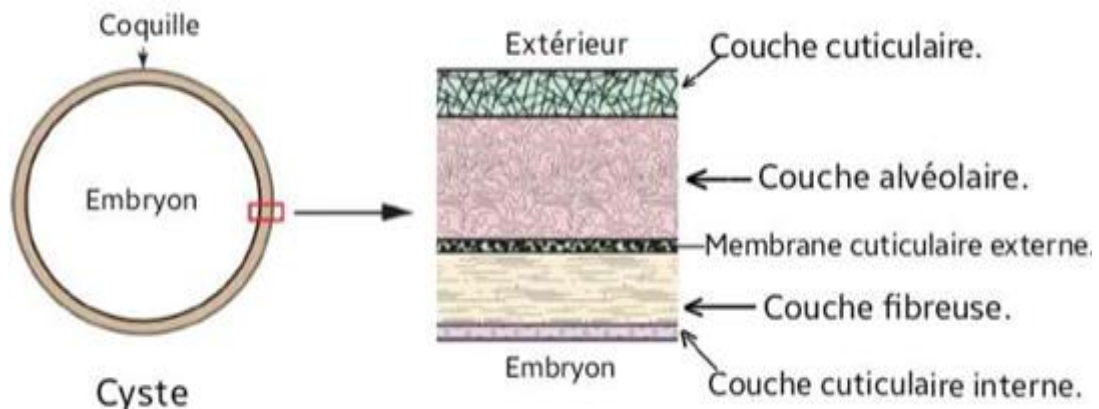


Figure 8. Structure du cyste d'Artémia (Clegg et al., 1996).

### **3.2. Reproduction**

La reproduction de l'Artémia a été étudiée par Goldschmidt (1952), Fautrez-Firlefyn (1971) et Sorgeloos et al., (1986). Les populations naturelles de l'Artémia peuvent être soit bisexuée parthénogénétique (présence exclusive de femelle) ou sexuée avec la présence de mâle et femelle. Cette dernière est capable de se reproduire par deux modes différents selon les conditions du milieu (Ghomari, 2013).

Pour la reproduction ovipare ou après la copulation, les œufs fécondés sont entourés dans la poche à couvain de la femelle d'une coquille brune dure. Ces formes appelées cystes, vont être libérés par la femelle dans l'eau (Lavens & Sorgeloos, 1996). Ils n'éclosent pas tant qu'ils n'auront pas été complètement hydratés (au milieu naturel). Les cystes peuvent rester pendant plusieurs années consécutives sans perdre leur faculté germinative à condition qu'ils restent secs dans des conditions anaérobiques ou à une salinité supérieure à 85 PSU qui sont le seuil d'éclosion (Persoone & Sorgeloos, 1980).

Dans la nature, cela se produit principalement lorsqu'il est renvoyé dans l'eau de l'étang après la pluie. Une fois suffisamment hydraté, l'embryon se développe davantage en larve de

## ***Chapitre I : Généralités***

stade I (nauplius) qui éclosera de la coquille du cyste, ce qui confirme que la présence de l'eau douce facilite leurs éclosions pour produire des nauplii (Van Stappen, 1996).

Chez les souches zygotiques (mâles et femelles), la femelle se reproduit par ovoviviparité. La position d'accouplement ou la position d'équitation est la phase pendant laquelle le mâle s'accroche à la femelle entre l'utérus et la dernière paire de thoracopodes tout en fléchissant l'abdomen et en insérant l'un des deux pénis dans l'organe génital féminin pour libérer le sperme (Ghomari, 2013). Ils peuvent nager en position d'accouplement durant une longue période (Sorgeloos, 1980 ; Akkouda & Nader, 2017).

Il convient de noter que l'ovogenèse chez les femelles est visible en raison de la transparence du corps de la femelle.

Selon Amat (1985), les cinq stades de processus de l'ovogenèse (Figure 9) sont :

- a. Stade A : l'aspect du tube digestif est uniquement observé au niveau de l'abdomen.
- b. Stade B et C : l'observation de l'apparition des petites tâches roses opaques le long des ovaires (où les ovocytes commencent à se former). Ces dernières vont se développer en accumulant dans leur cytoplasme, le vitellus (phase très courte).
- c. Stade D : les oocytes migrent vers les sacs latéraux des oviductes, ensuite vers l'utérus en forme d'ovules.
- d. Stade E : les ovules fécondés se déplacent vers l'utérus où s'effectuera le reste du développement embryonnaire.

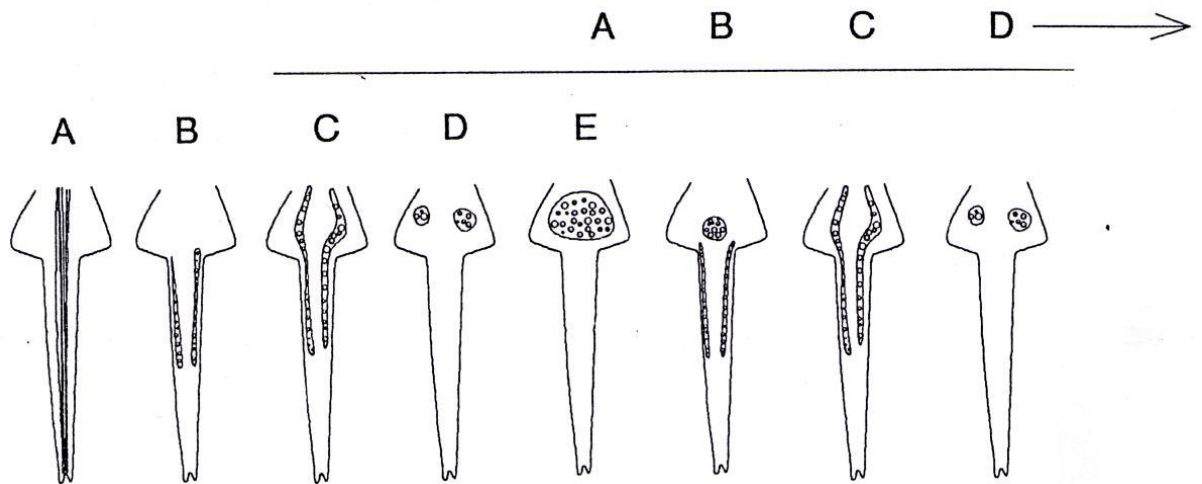


Figure I.9. Processus de l'ovogenèse chez la femelle d'Artémia.

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, 1985).

### 3.3. Cycle de vie

Le cycle biologique de l'Artémia dure environ de 14 à 17 jours, bien qu'il a été décrit des cycles plus courts jusqu'à 9 jours. Chez l'Artémia, la taille de l'individu, le développement rapide et la fréquence des mues etc., varient selon l'espèce et l'influence des facteurs physico-chimiques tels que la salinité, la température, la concentration d'oxygène, le pH, le type et la disponibilité d'aliment ou la densité de la population (Ghomari, 2013).

Les cystes flottant à la surface de l'eau, 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 (Trigui, 2017)

Après l'éclosion et suite à une série de dix-sept mues, la larve croit et se différencie en plusieurs stades : un stade nauplien, quatre stades de méta-nauplien, sept stades de poste-méta-nauplien et cinq stades de poste-larvaire (Hentschel, 1968). La durée de développement du nauplius à l'adulte (Figure 10) a été décrite comme suit : nauplius instar I ; nauplius instar II (8 heures); juvénile ; pré-adulte (1 à 3 semaines) ; adulte (1 à 2 semaines) (Defaye et al., 1998).

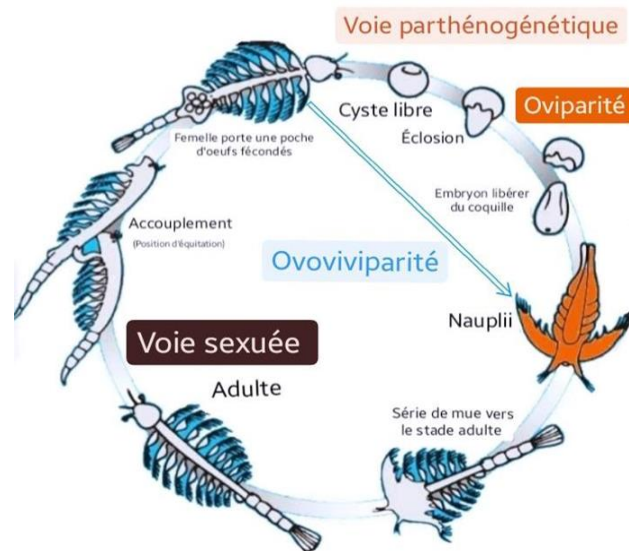


Figure I.10. Cycle biologique de l'Artémia (Defaye et al. ,1998).

## 4. Écologie

### 4.1. Oxygène

L'Artémia est une espèce capable de vivre dans des biotopes avec des valeurs d'oxygène dissous très élevées. Elle peut aussi supporter une faible concentration d'oxygène, en proliférant dans des biotopes avec des taux de saturation d'oxygène de 150% (cas de bloom algal) et des biotopes pauvres en oxygène avec des taux de saturation de 1% (Trigui, 2017). Les cystes présentent la particularité d'être euroxybiontes capables d'éclore même dans des conditions de faible concentration en oxygène, jusqu'à 1 mg/ L (Sorgeloos & Persoone, 1975).

### 4.2. Température

L'Artémia est une espèce eurytherme qui supporte de grands intervalles de température. En général, la gamme minimale et maximale de survie est entre 6 et 37 °C. Elle peut survivre pendant quelques jours à une température de 40°C (Vos & Transutapanit, 1979), cependant chaque souche a une valeur optimale de croissance comprise entre 25 °C et 30 °C (Amat, 1985).

## **Chapitre I : Généralités**

La tolérance à ce paramètre varie selon le stade de développement. Les cystes peuvent tolérer des températures élevées et les larves peuvent tolérer des températures comprises entre 6 °C et 40 °C (Morowitz & Skoultchi , 1964).

### **4.3.pH**

Le pH est un facteur limitant pour l'Artémia, car elle n'est présente que dans des environnements neutres (pH = 7) ou alcalins (pH > 7). En revanche, ce paramètre joue un rôle très important lors de l'éclosion (Sato, 1967) où l'optimum de 8 à 9, provoque la rupture de la membrane du cyste et déclenche l'activité enzymatique qui favorise l'éclosion. En effet, il existe peu d'informations sur les effets du pH sur la croissance des juvéniles et le maintien des adultes. Les valeurs inférieures à 6 sont mortelles pour l'Artémia (Brisset, 1984).

### **4.4. Dispersion**

Selon Loffer (1964) et Mac Donald (1980), la dispersion des cystes se fait essentiellement par le vent et les oiseaux. Cependant, l'intervention humaine contribue à sa propagation et sa dispersion par le processus d'inoculation qui signifie l'introduction de l'espèce dans un milieu aquatique approprié où l'animal est absent pour une raison quelconque (Van Stappen, 1996)

Depuis 1977, l'Artémia a été inoculé avec succès dans des lacs ou des systèmes d'étangs qui n'avaient pas d'Artémia naturel (Santos et al., 1979).

### **4.5. Salinité**

Les milieux naturels hyper salés dont la salinité est de valeur supérieure à 100 PSU sont les préférables pour la prolifération d'Artémia (Hedgpeth, 1959).

Dans la nature, il existe deux catégories de milieux:

## **Chapitre I : Généralités**

- **Milieu athalassohalin** : représenté par les lacs salés intérieurs ou continentaux, les sebkhas et les chotts. Ces biotopes sont alimentés uniquement par les eaux d'oueds et des pluies (Sorgeloos, 1980 ; Spitchak, 1980). Ils sont caractérisés par des eaux dont la composition ionique diffère de celle de l'eau de mer. Cette différence apparaît par la déterminante des ions de Magnésium et de Potassium (Demergasso et al., 2004; ventosa & Arahal, 2009). L'origine de ces ions dominants est dû à la topographie du milieu, la géologie suite à des conditions climatiques (Oren, 2011).
- **Milieu thalassohalin** : comme les salines côtières et les lacs qui sont directement reliés à la mer qui possèdent une composition chimique chlorée (Persoone & Sorgeloos, 1980 ; Spitchak, 1980). Selon (Ventosa & Arahal, 2009). Ces biotopes ont une composition ionique similaire à l'eau de mer avec une prédominance du Na Cl. Ces milieux se localisent dans des régions caractérisées par la dominance des climats tropicaux, subtropicaux et tempérés.

L'Artémia est une espèce euryhaline, très fréquente des eaux dont la composition ionique est totalement différente à celle de l'eau de mer (Cole & Brown, 1967; Bowen et al., 1985). Quand il s'agit de résistance à la salinité, l'Artémia est considéré comme le meilleur individu aquatique en ce terme (Cole & Brown, 1967). Ce crustacé a développé un système d'osmorégulation exceptionnel qui fait l'objet d'un système de défense écologique lui permettant de tolérer et de vivre dans des eaux où les salinités varient entre 9 PSU et 340 PSU (Post & Youssef, 1977).

### **4.6. Prédation, compétition et parasitisme**

Les prédateurs de l'Artémia sont nombreux. Cette espèce constitue en outre, la proie préférentielle des oiseaux vivants (Thiéry & Puente, 2002) dans les milieux hypersalins tels que les flamants roses (Torreterra & Dodson, 2004), mais surtout lorsque la salinité est presque

## **Chapitre I : Généralités**

égale à la salinité de l'eau de mer, car toutes les espèces zooplanctonophages trouveront dans l'Artémia un aliment de choix facile à capturer par sa lenteur de nage en pleine eau en position renversée (Brisset, 1984).

Généralement, l'Artémia rivalise avec les groupes d'invertébrés comme les rotifères, les ciliés et rarement les anostracés et les copépodes dans les eaux où la salinité est inférieure à 70 PSU. Elle n'a aucun compétiteur planctonique dans les milieux hypersalins (Brisset, 1984).

L'Artémia est sujette à des maladies dues à des parasites, cependant peu de littérature existe sur ce point (Sorgeloos, 1980). Le taux d'infection est plus faible chez l'espèce invasive *Artemia franciscana* (Kellog, 1906) que chez l'*Artemia parthenogenetica* (population autochtone) et l'*Artemia salina* (Linnaeus, 1758) ce qui explique en partie le succès compétitif et l'invasion rapide de cette espèce endémique des Amériques (Georgiev et al., 2007).

### **5. Alimentation**

L'Artémia est un filtreur typiquement phagotrophe (Provasoli & Shiraishi, 1959). Grâce à un mouvement perpétuel, l'Artémia capte les particules alimentaires inertes ou vivantes en suspension à l'aide des télopodites (Trigui, 2017). Dans la cavité buccale, les particules alimentaires sont entourées par une sécrétion visqueuse avant d'être transporté par les maxilles et les mandibules vers l'œsophage (Tobias et al. 1979).

Le processus d'alimentation chez l'Artémia diffère selon les stades de développement. En effet, dans les premiers stades larvaires (1et 2), le nauplius possède un sac vitellin plein de réserves nutritives (Heath, 1924). Après l'épuisement des réserves, l'Artemia utilise la deuxième paire d'antennes (Tobias et al., 1979) pour commencer à se nourrir par des particules alimentaires d'une taille variant de 1 à 25 micromètres jusqu'à 30 micromètres (Dobbeleir et al., 1980).

## **Chapitre I : Généralités**

Au stade adulte, l'Artémia est capable d'ingérer des particules dont la taille est généralement inférieure à 60 micromètres (Reeve, 1963). Ces particules alimentaires peuvent être constituées de phytoplancton ou de cellules d'algues microscopiques non filamenteuses particulièrement les chlorophycées *Donaliella salina* et *chlamydomonas sp* (Ayadi et al., 2004 ; Chabet dis, 2022), de protozoaires, de débris organiques et des bactéries (Abat zopoulos et al., 2009)

A défaut de phytoplancton, l'Artémia se positionne sur les fonds vaseux et agite les microparticules organiques sédimentées pour les mettre en suspension afin de les filtrer et les ingurgiter (Ayadi et al., 2004). L'épuisement de nourriture dans le milieu cause un ralentissement de croissance et une forte mortalité observable (Kellog, 1906).

La composition des aliments chez l'Artémia ne présente aucune préférence particulière (non-sélectivité) ce qui donne un avantage très important en augmentant la gamme des aliments nécessaires au développement de l'Artémia. Quelque soit le type d'aliment choisi (vivant ou inerte), il doit présenter deux caractéristiques principales pour être ingéré : l'insolubilité et la petitesse (taille inférieure à 50  $\mu\text{m}$ ) (Brisset ,1984).

## **6. Répartition géographique**

### **6.1. Répartition géographique dans le monde**

L'Artémia est un cosmopolite ubiquiste (large répartition mondiale) occupant les biotopes à climat tropical, subtropical et tempéré (Lavens & Sorgeloos, 2000). La diversité écologique de ces biotopes isolés et la flexibilité génétique de l'espèce ont mené à l'existence de plus de 350 populations (Van Stappen & Sorgeloos, 1993), réparties dans plus de 300 biotopes distribués dans les cinq continents (Figure 11) à l'exception de l'antarctique (Persoone & Sorgeloos,1980; Browne et al., 1982). Les différentes souches d'Artémia colonisent

## Chapitre I : Généralités

essentiellement les salés naturels et anthropiques appelés chotts, sebkha ou saline avec une fréquence qui dépasse 500 lacs (Van Stappen & Sorgeloos, 1993).

En 2010, Muñozl & Pacios, répertoriés 633 sites d'Artémia. Ces sites sont partagés comme suites :

- 172 sites en Europe
- 153 sites en Asie
- 124 dans les caraïbes, Amérique centrale et latine
- 92 en Afrique
- 78 en Amérique du nord
- 14 en Australie et Nouvelle-Zélande.

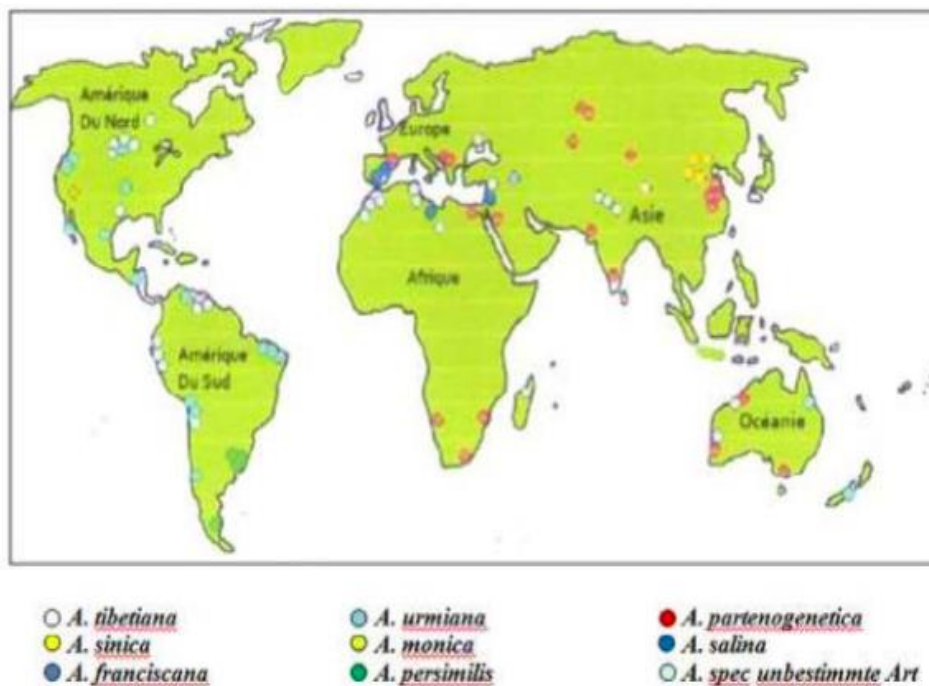


Figure I.11. Répartition géographique de l'Artémia dans le monde (Lavens & Sorgeloos, 2000).

## 6.2. Répartition géographique en Algérie

La climatologie hétérogène de l'Algérie fait ressortir une importante richesse en zones humides qui abritent des écosystèmes très divers. Sous ces marécages se trouve un environnement à haute salinité représenté généralement par les chotts et sebkhas, considérés comme habitat d'Artémia (Haddag,1991)

Ces deux types de zones humides se différencient par le mode d'alimentation. Les sebkhas sont sous la dépendance de l'apport des eaux de crue, alors que les chotts sont alimentés respectivement par les apports de ruissellement et aussi par les nappes artésiennes profondes (Pouget, 1971).

La présence d'Artémia a été enregistrée dans les lacs salés pour la première fois par Blanchard & Richard (1890), puis en 1928 par Gauthier et en 1928 par Seurat.

En 2012, Kara & Amarouyache ont recensé 11 sites potentiels de présence d'Artémia en Algérie. D'autres sites ont été étudiés en 2013 par Ghomari et en 2021 par Chabet dis et al. (Tableau 01).

Tableau I.1. Les sites potentiels d'Artémia connus en Algérie

Région	Superficie (ha)	Coordonnées Géographiques	Mode de reproduction	Espèce	Références
Sebkhat Oran	43000	35°43'N 00°08'W	P (2n)		Sorgeloos et al. , (1986); Ghomari , 2013.
Chott Ouargla	6853	31°57'N 05°20'E			Sorgeloos et al, (1986).
Chott Marouane (Djeloud)	36000	34°03'N 06'20'E	B	A. Salina	Sorgeloos et al, (1986); Zemouri, 1991 ; Kara et al, (2004) ; Samraoui et al, (2006); Amarouyache et al, (2009);

*Chapitre I : Généralités*

					Amarouayache & Kara, 2010 ; Amarouayache & Kara, 2017.
Sebkhat Ez-Zemoul (Oum El Bouagui)	6100	35°53'N-06°33'E	B, P (2n)	A. Salina	Sorgeloos et al., (1986); Zemmouri, 1991; Kara, 1998; Samraoui et al.,(2006); Amarouayache & Kara (2010); Amarouayache et al., (2010); Amarouayache et al., (2012).
Saline d'Arzew (Béthioua, Oran)	2600	35°41N-00°17'W	P (4n), P (2n)		Zemmouri, 1991; Haddag, 1991; Samraoui et al., (2006); Ghomari, 2013; Akkouda & Nader ( 2017); Bezzi & Houhech ( 2015); Maddi & Mahloul (2018); Bensaid & Toubouache (2018) ; Chabet dis et al., 2021.
Garaet El Tarf (Oum El Bouagui)	33460	35°42'N 07°07'E	B	A. Salina	Kara, 1998; Haddag, 1991; Gagneur & Kara (2001); Ghomari, 2013.
Chott Melghir (Biskra)	48000	34°10'N 06°17'E	B, P (2n)	A. Salina	Samraoui et al. (2006); Ghomari, 2013
Sebkha de Sidi Bouziane (Relizane)	1740	35°50'N 00°39'W	P (2n)	–	Zemmouri, 1991; Ghomari, 2013
Lac d'El-Bahira (Sétif)	10	35°50'N 05°15'E	P	–	Sorgeloos et al. (1986); Derbal et al. 2010); Ghomari, 2013

## Chapitre I : Généralités

Lac salé de Goléa (Ghardaia)	18,947	30°28'N 02°55'E	P (4n)	–	Ghomari, 2013
Dayet Morseli (Oran)	150	35°30'N 00°46'W		Inconnue	Sorgeloos et al, (1986)
El Melah (Béchar)				A. Salina	Chabet dis et al., (2021)
Timimoune (Timimoune )				A. Salina	Chabet dis et al., (2021)

### 6.3. Valeur nutritionnelle

Plusieurs recherches ont été menées sur l'exploitation d'Artémia depuis la détermination de sa valeur nutritionnelle élevée (Trigui, 2017). De nombreuses études ont été effectuées sur l'alimentation larvaire (Lizawa, 1984 ; Sorgeloos, 1980) et les résultats obtenus montrent que le nauplius d'Artémia constitue un maillon essentiel dans la nutrition en élevage larvaire des poissons et des post-larves des crevettes (Trigui, 2017).

La composition des nauplii varie considérablement de 37 à 71% de protéines, 12 à 30% de lipides, 11 à 23% de glucides et 4 à 21% de cendres. Les valeurs pour les adultes sont de 50 à 69% de protéines, 2 à 19% de lipides 9 à 17% de glucides et 9 à 29% de cendres (Léger et al., 1986 ; Browne & Bowen, 2018).

# **MATERIEL ET METHODES**

## 1. Présentation du site d'étude

Le lac Bahira est situé dans la wilaya de Sétif, commune de Salah Bey. Ce site est connu par son relief accidenté et son climat exceptionnel. Il est occupé par une population d'Artémia, seul représentant de la faune aquatique (Amarouyache & Belakri ,2015).

### 1.1 Situation géographique

Lac El Bahira (également appelé Bahr Lehmamide, Rasfa) est un petit lac salé d'une superficie de 10 hectare. La colonne d'eau est représentée par une fine couche près des berges et une profondeur maximale de 2 m au centre (Amarouyache & Belakri, 2015). Ce site est situé à Sétif (35°50'N; 05°15'E) dans les Hauts Plateaux de l'Est à 1034 m d'altitude.

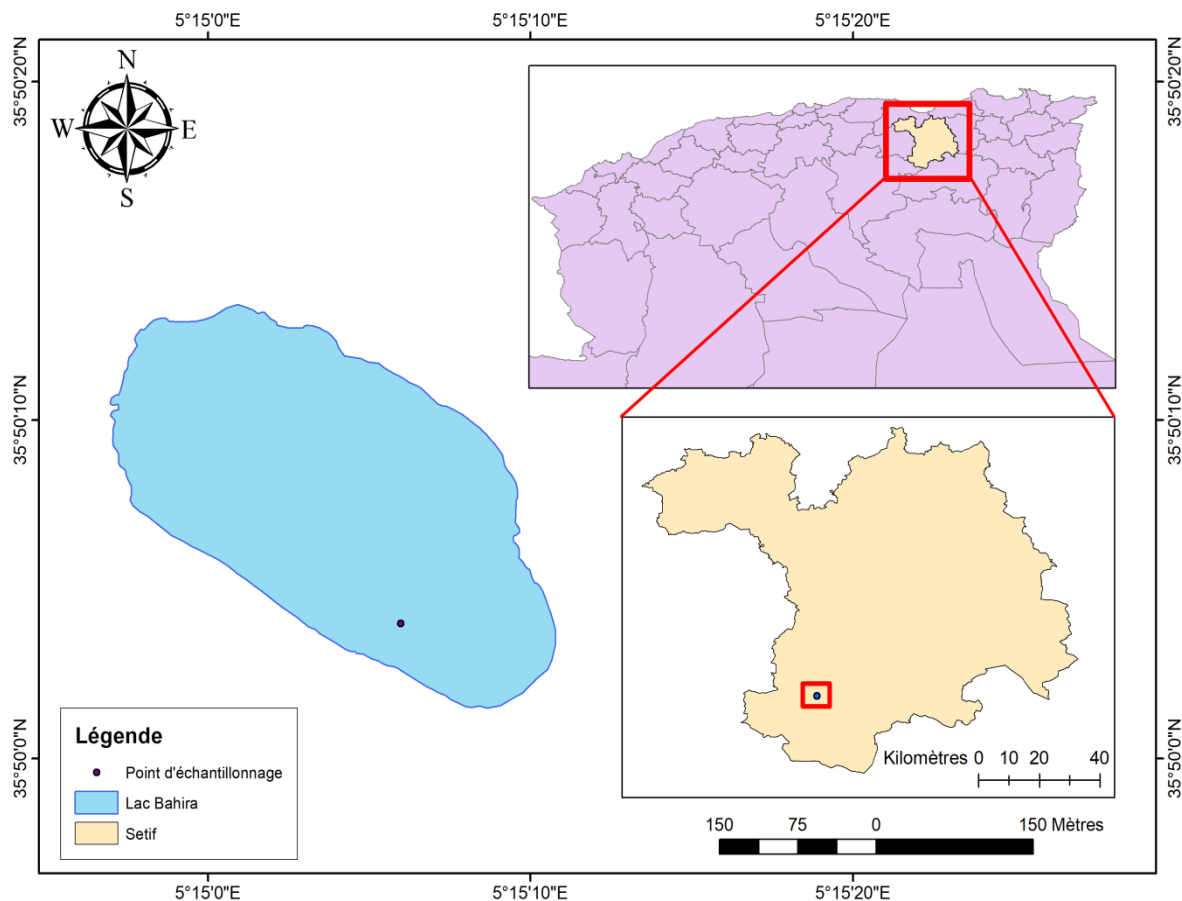


Figure II.1 : Situation géographique du lac El Bahira (réalisé sur QGIS).

## 1.2 Climat

Le climat semi-aride de cette région se caractérise par un hiver froid, un été sec et chaud avec une pluviométrie annuelle moyenne de 430,6 mm en 2022 (ONM, 2022).

Le mois le plus chaud de l'année dans cette région est le mois de juillet (Température maximale et minimale respectivement 34 °C et 20 °C). Janvier est le mois le plus froid.

La température de l'eau suit la température atmosphérique (voir tableau 1).

Tableau II.1 : Températures atmosphériques mensuelles (T°C) pendant les années 2022 et 2023 (l'ONM, 2023).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperature (°C) 2022	5	6	9	13	18	23	27	27	21	16	10	6
Température (°C) 2023.	5	6	9	12	17	-	-	-	-	-	-	-

## 2. Échantillonnage et conservation des cystes

Après leur libération par les femelles d'Artémia, les cystes flottent abandonnés à la surface des saumures. Ils sont transportés par le vent vers les bords et les berges des lacs salés où ils sont exposés en films alternés.

## *Chapitre II : Matériels et Méthodes*

L'échantillonnage a été réalisé sur la couche superficielle à l'aide d'une pelle en évitant de collecter et de ramasser au maximum les autres matériaux associés aux cystes comme le pollen, le sable, les plumes et les débris..... etc.

Les échantillons collectés ont été conservés dans des sacs en plastiques de couleur noire, remplis de sel pour éviter les effets de l'hydratation des cystes. Ils sont ensuite transportés vers le laboratoire d'aquaculture au niveau du CNRDPA pour commencer le processus de purification.



Figure II.2 : Lieu d'échantillonnage des cystes sur la couche superficielle des berges (Présente étude).



Figure II.3 : Échantillon conservé dans des sacs en plastiques de couleur noir (Présente étude).

## **2. Traitement des cystes**

Le traitement et la purification des cystes ont été réalisés selon le protocole de Hontoria (1990).

L'échantillon collecté est mélangé avec la saumure concentrée afin de favoriser la déshydratation des cystes et d'inhiber le métabolisme embryonnaire. Ce mélange est agité par un aérateur pour maintenir la séparation des cystes et les autres matériaux adhérents. Après l'homogénéisation de la colonne, l'aération est stoppée ce qui favorise la décantation du mélange. On distingue alors deux couches: la première déposée sur le fond qui représente les matériaux adhérents et la deuxième couche en surface (superficielle composé de cystes et des particules légères) qui a été siphonnée et récupérée.

La couche superficielle récupérée est passée à travers une série des tamis d'un maillage décroissant de 1000 à 80 micromètres pour enlever les matériaux qui ont un diamètre supérieur à celui des cystes et favoriser le passage des matériaux très fin.



Figure II.4 : Tri des cystes à travers une série de tamis (Présente étude).

Le tamis d'une maille de 80  $\mu\text{m}$  contient un mélange composé de cystes et d'autres particules qui ont une taille équivalente à celle des cystes. Ce mélange est versé dans un

## Chapitre II : Matériels et Méthodes

réceptif rempli d'eau distillée, avec une forte agitation assurée par l'aération pendant un très court temps afin de séparer les cystes des autres particules (processus de flottation différentielle).



Figure II.5 : A : Homogénéisation de cystes ; B : séparation final des cystes (Présente étude).

Les cystes sont directement déshydratés en premier à l'aide d'un papier absorbant, puis dans une étuve (Marque Mummert) à une température de  $39^{\circ}\text{C}$ , jusqu'à ce qu'ils deviennent totalement secs. Une fois bien séchés, les cystes sont placés dans un bocal en verre hermétiquement fermé et stockés à une température inférieure à  $4^{\circ}\text{C}$ .



Figure II.6 : Récupération des cystes après le séchage (Présente étude).

#### **4. Incubation**

Le dispositif d'expérimentation destiné à l'incubation des cystes d'Artémia est composé d'un aquarium de 100 L, rempli d'eau douce, des bouteilles en plastique transparentes pour assurer la pénétration de la lumière remplies d'eau de mer (35 PSU), une lampe fluorescente (2000 lux), un thermostat (pour maintenir la température à 28°C) et une pompe d'oxygène équipé par des tuyaux d'oxygènes avec des diffuseurs (pour l'oxygénation de l'eau et la suspension des cystes). Les expériences sont réalisées en trois répliques.

L'incubation est faite pour des cystes normaux non traités, des cystes hydratés en eau douce pendant 2 heures, des cystes décapsulés (13 degrés chlorométriques), à raison de 50 mL pour 2g de cystes. Pendant 5 à 8 min jusqu'à obtention d'un changement de couleur allant du brun foncé à l'orange vif après. Les cystes sont ensuite rincés avec l'eau douce pour éliminer l'excès d'hypochlorite) et des cystes décapsulés après une hydratation en eau douce pendant 2 heures. La quantité des cystes utilisée pour chaque expérience est de 1 g/L.



Figure II.7 : Dispositif d'incubation des cystes d'Artémia (Présente étude).

## **5. Qualité d'éclosion**

La qualité d'éclosion a été déterminée par l'étude des paramètres suivants : le taux d'éclosion (Bruggeman et al., 1980), l'efficacité d'éclosion (Sorgeloos et al., 1978) et la biomasse.

### **5.1 Taux d'éclosion (%)**

Il représente le nombre des nauplii obtenu dans 100 cystes incubés. Il est calculé par la formule suivante :

$$\text{Taux d'éclosion : } TE = N \times 100 / C$$

TE : Taux d'éclosion.

N : nombre des nauplii.

C : nombre de cystes incubés.

### **5.2 Efficacité d'éclosion**

C'est le nombre des nauplii produit par gramme de cystes. Ce critère décèle la pureté et la viabilité des cystes. Néanmoins il ne prend pas en compte la taille des nauplii.

### **5.3 Biomasse**

C'est la biomasse des nauplii (mg de poids sec) produite par 1 gramme de cystes. La biomasse d'éclosion est le meilleur critère pour estimer la valeur quantitative.

Après l'éclosion, les nauplii sont récupérés sur un tamis de 60 µm de maille, séchés sur un papier absorbant pour éliminer l'excès d'eau et pesés à l'aide d'une balance (KERN ABS 220-4N) à précision de 0,1 mg.



Figure II. 8 : Pesée des cystes à l'aide d'une balance (Présent étude).

## 6. Biométrie des cystes

Pour mesurer le diamètre des cystes, on a pris deux quantités de cystes, une quantité est hydratée dans l'eau douce pendant deux heures à température ambiante avec une légère agitation jusqu'à qu'ils prennent une forme sphérique complète.



Figure II. 9 : Cystes hydratés (GX10) (Présente étude).

## **Chapitre II : Matériels et Méthodes**

L'autre quantité a subi une décapsulation (Lavens & Sorgeloos, 1996) en utilisant l'hypochlorite de soude pendant 5 min après une hydratation en eau douce pendant 2 heures.

Le diamètre de 30 cystes (hydratés et décapsulés) est mesuré à l'aide d'un microscope équipé d'un micromètre oculaire.

L'épaisseur du chorion des cystes est calculée en estimant la valeur absolue de la différence entre les deux diamètres moyens des cystes hydratés et décapsulés divisée par deux (Van Haeckel & Sorgeloos, 1996).

### **7. Biométrie du nauplius fraîchement éclos**

La longueur totale a été mesurée à l'aide d'une loupe binoculaire équipée d'un micromètre oculaire sur 30 nauplii d'*Artémia* fraîchement éclos après fixation dans une boîte de pétrie en ajoutant une goutte du Lugol.



Figure II.10 : Biométrie des nauplii (Présent étude).

## **8. Qualité nutritionnelle**

### **8.1 Protéines**

Les analyses chimiques ont porté sur les dosages de la matière sèche, des matières azotées totales, des matières minérales, des matières grasses selon les méthodes d'analyses tirées de la publication de INRA (1981).

Avant d'effectuer les analyses, l'échantillon doit être lyophilisé et finement broyé. Il est conservé ensuite dans un flacon hermétiquement fermé. Tous les dosages ont été réalisés en trois répétitions au laboratoire de l'ENSSMAL et les résultats sont rapportés à la matière sèche (en %). Aussi pour ne pas refaire la MS, toutes les pesées doivent être faites le même jour.

#### **Matière sèche (MS)**

La teneur en matière sèche est déterminée par le poids des cystes dans une étuve à circulation d'air.

Dans une capsule en porcelaine séchée et lavée au préalable, introduire un poids bien déterminé des cystes à analyser. Porter la capsule dans une étuve à air réglé à  $105 \pm 2^\circ\text{C}$ , laisser durant 24 heures.

Refroidir au dessiccateur, peser, remettre 1 heure à l'étuve et procéder à une nouvelle pesée. Continuer l'opération jusqu'à avoir un poids constant.

La teneur en matière sèche est donnée par la relation :

$$\text{MS}\% = \text{Y/X} * 100$$

X : Poids des cystes humide

Y : Poids des cystes après déshydratation

## *Chapitre II : Matériels et Méthodes*

### **Matières minérales (MM)**

La teneur en MM est le résidu de la substance de la matière organique après incinération.

Porter au four à moufle la capsule plus le résidu qui a servi à la détermination de la matière sèche par dessiccation à l'étuve.

Chauffer progressivement afin d'obtenir une carbonisation sans inflammation de la masse pendant 2h 30 min à 600 °C

L'incinération doit être poursuivie s'il y a lieu jusqu'à combustion complète de charbon formé et obtention d'un résidu blanc ou gris clair. Refroidir au dessiccateur la capsule contenant le résidu de l'incinération puis peser.

$$\text{Teneur en MM (\%MS)} = (A * 100) / B$$

A : Poids des cendres ;

B : poids des cystes ;

MS : Teneur en matière sèche (en%).

### **Matières azotées totales (MAT)**

L'azote total est dosé par la méthode de KJELDHAL. On minéralise le produit par l'acide sulfurique concentré en présence d'un catalyseur. L'azote (N) organique est transformé en azote ammoniacal par la lessive de soude et on le dose après l'avoir reçu dans de l'acide borique (indicateur).

#### Minéralisation

Opérer sur une prise d'essai de 0.5 à 2g. Introduction dans un matras de 250 ml. Ajouter environ 2 g de catalyseur (250g de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ; 250g de CuSO<sub>4</sub> et 5g de Se), et 20ml d'acide sulfurique pur (d=1.84). Porter le matras sur le support d'attaque et poursuivre le chauffage jusqu'à décoloration du liquide ou l'obtention d'une coloration verte stable (2h: 30 min).

## Chapitre II : Matériels et Méthodes

Laisser refroidir puis ajouter peu à peu, avec précaution 200 ml d'eau distillée en agitant et en refroidissant sous un courant d'eau. Rincer l'agitateur. Laisser refroidir complètement au trait de jauge.



Figure II.11 Minéralisations (présente étude).

### Distillation

Transvaser 10 à 50 ml du contenu du matras dans l'appareil distillatoire (Buchi). Rincer la burette graduée. Dans un bécher destiné à recueillir le distillat, introduire 20 ml de l'indicateur composé de :

Pour 1l de solution : 20g d'acide borique

200 ml d'éthanol absolu

10ml d'indicateur, contenant :

1 /4 de rouge de méthyle a 0.2% dans l'alcool a 95°C.

3/4 de vert de bromocrésol dans l'alcool à 95°C.

## Chapitre II : Matériels et Méthodes

Verser lentement dans le ballon de l'appareil distillatoire 50 ml de lessive de soude (40%) ( $d=1.33$ ). Mettre l'appareil en position de marche. Laisser l'attaque se faire jusqu'à obtention d'un volume de distillat de 100 ml au moins (l'extrémité inférieure de la colonne réfrigérante de l'appareil distillatoire doit plonger dans la solution d'acide borique pour éviter les pertes).



Figure II.12 Distillation (behr Labor-Technik) (Présente étude).

Titrer en retour par de l'acide sulfurique N/50 jusqu'à la réobtenions de la couleur initiale de l'indicateur.



Figure II.13 Dosage des protéines (Présente étude).

1 ml d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1N ----- > 0.014 g d'N

1ml d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> N/20-----→ 0.0007 g d'N

$$Ng = X.0007 * (100/y) * (200/A)$$

$$\text{Teneur en MAT \%MS} = Ng * 6.25$$

X : descente de burette (en ml)

Y : poids des cystes de départ

A : volume de la prise d'essai

## **8.2 Matières grasses (MG)**

Peser entre 3 et 5 g des cystes à analyser dans un cartouche de soxhelet. Peser le ballon de Soxhelet, monter le ballon sur l'extracteur monté lui-même par une colonne réfrigérante. Verser 1 volume et 1 /2 de solvant dans l'extracteur. Extraire pendant 6 heures. À la fin de l'extraction, siphonner le reliquat du solvant (Ether diéthylique) restant dans l'extracteur (le ballon).



Figure II.14 Extraction des lipides (behr Labor-Technik) (Présente étude).

Faire évaporer (rota vapeur rotatif). Pousser la distillation jusqu'à sec. Placer le ballon+Résidu a l'étuve à 102°C pendant 3 heures en position couchée. Laisser refroidir au dessiccateur.

Teneur en MG % MS =  $(A-B)/C * 100$

A : Poids du ballon + résidu après étuve 3 heures

B : Poids du ballon vide

C : Poids de la prise d'essai

### **8.3 Glucides**

Les glucides totaux sont dosés par la méthode phénol /Acide sulfurique de Dubois et al., (1956).

#### Réactifs

- Solution standard du glucose à concentration 100 mg/l.
- Solution de phénol à 5 %.
- Solution d'acide sulfurique à 96 %.

Matériel nécessaire

- Un spectrophotomètre.
- Bain marrie.
- Micropipette (0,1ml)
- Tube à essais.
- Le vortex.
- La balance.

Pour la préparation de la droite d'étalonnage, les dilutions de glucose sont représenté dans le tableau suivant.

Tableau II.2 : Dilutions de glucose.

	1	2	3	4	5
Volume de solution de glucose (ml)	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Volume d'eau distillé ajouté (ml)	0,8	0,6	0,4	0,2	0
Concentration (mg)	20	40	60	80	100

Dans chaque tube à essai précédant on ajoute 1ml de phénol (5%) puis on ajoute rapidement 5 ml d'acide sulfurique concentré (96%). On obtient une solution jaune orange à la surface, on passe au vortex pour homogénéiser la couleur de la solution.

## Chapitre II : Matériels et Méthodes

On laisse reposer pendant 10 min, puis on agite et on incube les tubes au bain marie à 30 °C pendant 20 min. La lecture d'absorbance au spectrophotomètre est faite à 490 nm.



Figure II.15 Dosage des glucides par la méthode spectrophotométrie (spectrophotomètre UV Shimadzu) (Présente étude).

### 1. Préparation des échantillons

#### Méthodologie de travail

Dans un tube à centrifuger (de 50ml), on met 1g d'échantillon à analyser et on ajoute 25 ml d'eau distillée.

La sonication dans un bain à ultrason (fréquence 45KHZ) est réalisée pendant 20 min à 30°C.

L'homogénat obtenu est filtré sur papier de 45  $\mu\text{m}$  et conservé au congélateur pour les utilisations ultérieures.

Porter le volume à 100 ml et agiter.

Prélever 0,1 et 0,2 ml (trois répliques) l'échantillon dans des tubes à essais et compléter le volume à 1ml par l'eau distillée.

## *Chapitre II : Matériels et Méthodes*

Ajouter 1ml de phénol (5%), puis rapidement 5ml d'acide sulfurique et on mélange au vortex.

Laisser reposer (10 min), puis agiter les tubes et incuber dans un bain marie à 30 °C pendant 20 min.

Les mesures d'absorbances sont effectuées à une longueur d'onde de 490 nm.

# **RESULTATS ET DISCUSSION**

### 1. Biométrie des cystes d'Artémia

Les résultats biométrique des cystes d'Artémia du lac El Bahira sont présentés dans la figure III.1. Le diamètre des cystes hydratés varie entre 200  $\mu\text{m}$  et 350  $\mu\text{m}$ . 23,33 % des cystes ont un diamètre entre 200  $\mu\text{m}$  et 250  $\mu\text{m}$ , 63,34 % des cystes possèdent un diamètre qui varie entre 250  $\mu\text{m}$  et 300  $\mu\text{m}$  et 13,33 % des cystes hydratés ont un diamètre entre 300  $\mu\text{m}$  et 350  $\mu\text{m}$ .

Cependant, le diamètre des cystes décapsulés varie entre 200  $\mu\text{m}$  et 300  $\mu\text{m}$ . 70 % des cystes décapsulés ont un diamètre entre 200  $\mu\text{m}$  et 250  $\mu\text{m}$  et le reste des cystes (30%) possèdent un diamètre qui varie entre 250  $\mu\text{m}$  et 300  $\mu\text{m}$ .

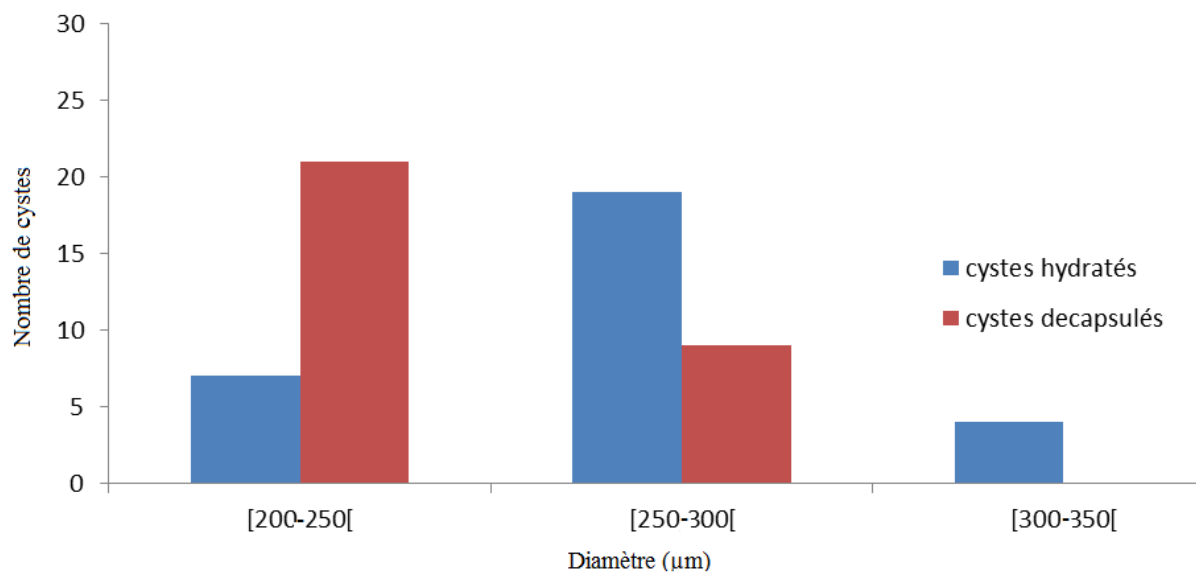


Figure III.1 Diamètre des cystes d'Artémia (Présente étude).

Les cystes d'Artémia du lac El Bahira ont un diamètre moyen de  $259,17 \pm 8,94 \mu\text{m}$  pour les cystes hydratés, un diamètre moyen de  $227,5 \pm 6,37 \mu\text{m}$  et une épaisseur du chorion de  $15,84 \mu\text{m}$  pour les cystes décapsulés.

### Chapitre III : Résultats et Discussion

Le diamètre moyen des cystes hydratés ou décapsulés d'El Bahira se trouve dans l'intervalles biométriques signalé par Léger et al., (1986) qui sont respectivement de [224,7-284,9[  $\mu\text{m}$  et de [207,3- 266,3[  $\mu\text{m}$ .

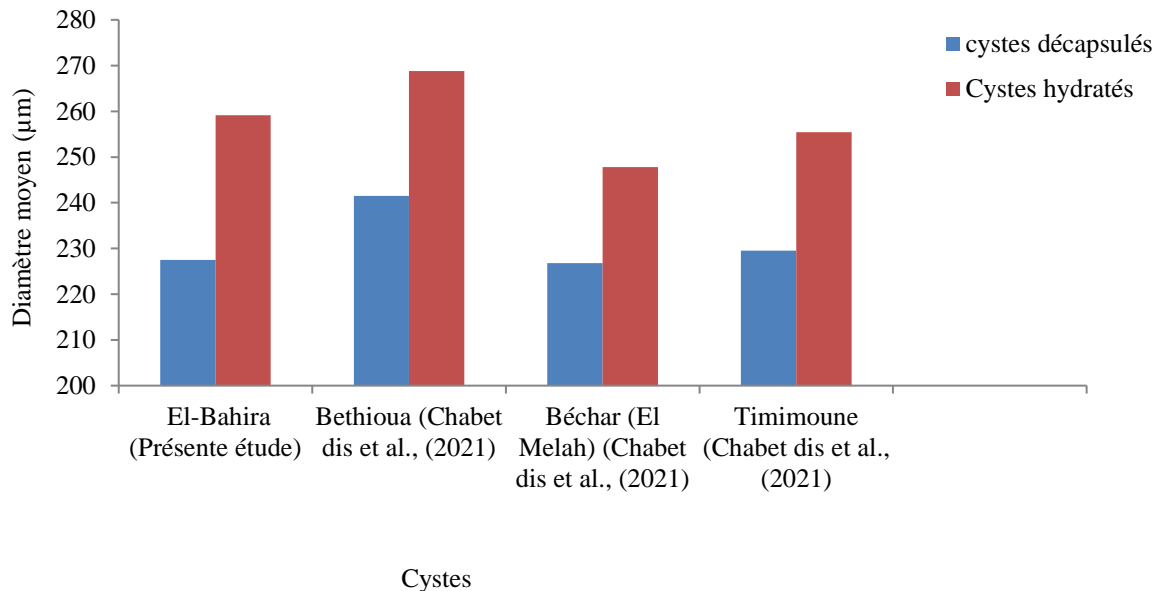


Figure III.2. Diamètres des cystes d'Artemia de différentes populations algériennes (Présente étude).

La comparaison entre le diamètre moyen des différents cystes des différentes populations Algériennes du sud (El Melah, Wilaya de Béchar) et Timimoune (Wilaya de Timimoune) et de l'ouest (Béthioua, Wilaya d'Oran) et de la population du lac El Bahira (Est de l'Algérie) présente une variation dans le diamètre moyen des cystes hydratés et des cystes décapsulés entre les populations (Figure III.2). Cependant le profil biométrique des cystes d'El Bahira se trouve proche de celui des autres cystes algériens étudiés par Chabet dis et al., (2021).

De plus, Ghomari (2013) a étudié 09 populations algériennes (Béthioua (Wilaya d'Oran), Oran (Wilaya d'Oran), Sidi Bouziane (Wilaya de Relizane), El Bahira (Wilaya de Sétif), Ez-Zemoul (Wilaya d'Oum El Bouagui), Garaet El Taref (wilaya d'Oum El Bouaghi), Melghir (Wilaya d'El Oued), EL Golea (Wilaya de Ghardaïa) et Adrar (Wilaya d'Adrar)). Il a

### Chapitre III : Résultats et Discussion

noté une variation dans le diamètre moyen des cystes étudiés décapsulés et hydratés entre les populations d'Artémia.

En ce qui concerne l'épaisseur du chorion obtenu dans la présente étude (15.84 $\mu\text{m}$ ), il se trouve dans l'intervalle international établi par Abatzopoulos et al., (2006) qui est de 3 à 16  $\mu\text{m}$ .

L'épaisseur de la membrane chorionique des cystes d'El Bahira (Figure III.3) est proche à l'épaisseur de la membrane chorionique des cystes de Béthioua, El Melah et de Timimoune étudiés par Chabet dis et al., (2021).

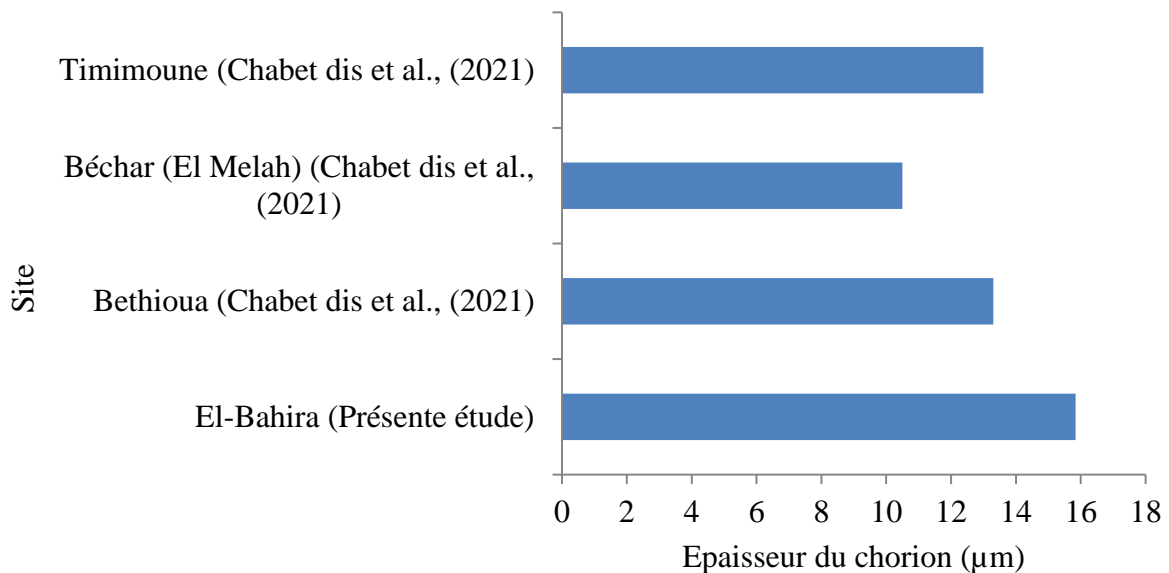


Figure III.3. Epaisseur du chorion des différentes populations algériennes (Présente étude).

Une comparaison entre les cystes étudiés et les cystes de la souche commerciale d'Utah (USA) étudiés par Bekhelifa & Daouadji (Tableau III.2) en 2016 a révélé que les cystes de la population d'Utah (USA) (Bekhelifa & Daouadji, 2016) ont un diamètre moyen plus petit par rapport à la population d'El Bahira et une membrane chorionique plus épaisse. Cependant

### Chapitre III : Résultats et Discussion

aucune différence significative n'a été observée entre le diamètre moyen des cystes hydratés ou décapsulés et la membrane chorionique des deux populations ( $P>0.05$ ).

Tableau III.1. Comparaison entre le diamètre moyen des cystes du lac El Bahira et du lac Utah (Bekhelifa & Larbi, 2016).

	Diamètre moyen ( $\mu\text{m}$ )		Epaisseur du chorion ( $\mu\text{m}$ )	Référence
	Cystes Hydratés	Cystes Décapsulés		
El Bahira	$259.17 \pm 8.94$	$227,5 \pm 6,37$	15,84	Présente étude
Utah(USA)	245,26	219,45	17,49	Bekhelifa & Larbi (2016)

Les cystes décapsulés ont une priorité d'utilisation en aquaculture comme un aliment naturel sec que les nauplii d'Artémia pendant la période de sevrage en termes de praticité et nutritionnel. Ils sont mélangés avec un aliment artificiel car les larves de poissons n'acceptent pas l'aliment artificiel pure pour la première fois. Par la suite, leur pourcentage baisse dans le mélange peu à peu alors que le pourcentage de l'aliment artificiel augmente jusqu'à que les larves soient bien adaptées pour se nourrir d'un aliment artificiel à 100% (Sangwa et al., 2020).

Van Stappen (1996) a signalé que les cystes de grand diamètre peuvent être utilisés pour l'alimentation du poisson chat *Clarias gariepinus*, la carpe (*Cyprinus carpio*), et les crevettes marines.

Les cystes décapsulés sont d'une grande importance, suite à la capacité de flottaison qui est appropriée pour les larves des poissons qui se nourrissent dans la colonne d'eau (Van Stappen, 1996). En Thaïlande, les écloséries des crevettes utilisent les cystes décapsulés commerciales à partir du stade post-larve 4 (Van Stappen, 1996).

### Chapitre III : Résultats et Discussion

Une autre expérience de 100 jours a été menée sur la *pacifastacus leniusculus* au stade 2 (González et al., 2011) pour évaluer les effets de différentes périodes d'alimentation avec des cystes d'Artémia décapsulés sur deux densités d'élevage. Six traitements différents sont appliqués dans le temps de retrait des cystes (après 20, 30,50 jours d'expériences). Les résultats montrent que les écrevisses qui ont reçus des cystes jusqu'aux 50ème jours présentent une croissance plus rapide que les autres et une différence significative a été observée à partir de 60 jours d'élevage (González et al., 2011).

Les cystes du lac El Bahira possèdent un chorion épais. Sorgeloos et al. (1986) ont signalé que l'enveloppe tertiaire épaisse se présente comme une réponse pour compenser l'action des fortes températures et de la salinité élevée.

#### 2. Biométrie des nauplii

Les nauplii du lac El Bahira ont une longueur totale comprise entre 375  $\mu\text{m}$  et 525  $\mu\text{m}$  où 13.33 % des nauplii ont une taille qui varie entre 375  $\mu\text{m}$  à 425  $\mu\text{m}$ , 40 % des nauplii ont une taille comprise entre 425  $\mu\text{m}$  à 475 $\mu\text{m}$  et 46.67% des nauplii ont une taille qui varie entre 475 $\mu\text{m}$  à 525  $\mu\text{m}$  (Figure III.4). La taille moyenne des nauplii a été estimée à  $458.3 \pm 14.92 \mu\text{m}$  (tableau III.2).

Tableau III.2. Différentes valeurs statistiques mesurées de la longueur totale des nauplii d'Artémia fraîchement éclos du lac El Bahira. N=30.

	Valeur max	Valeur min	Valeur moyenne	Écart type	Intervalle de Confiance
Longueur Totale des nauplii ( $\mu\text{m}$ )	525	375	458,33	41,70	14,92

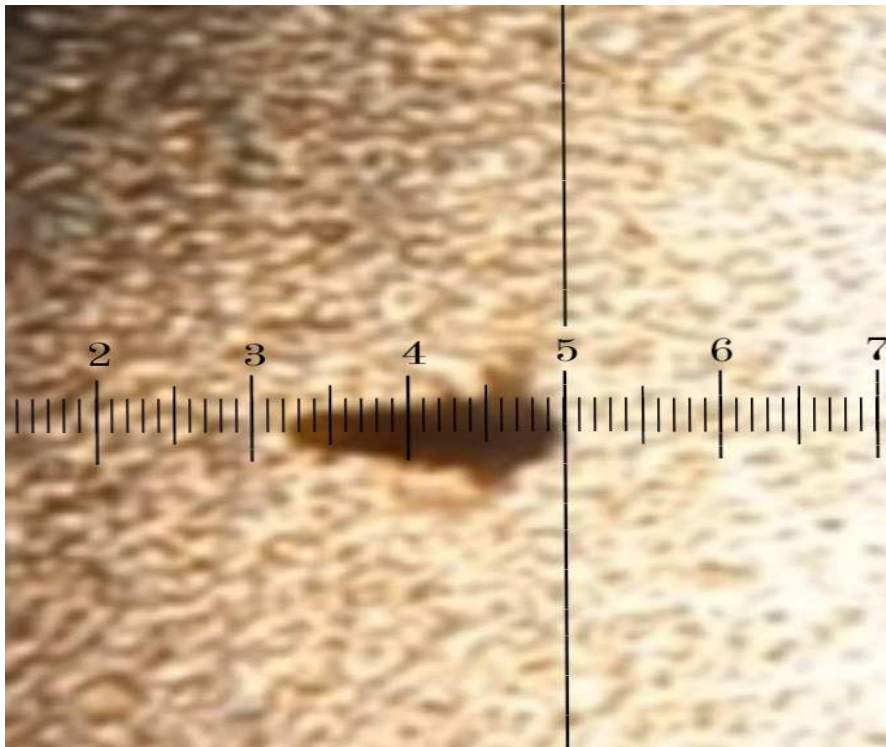


Figure III.4. Mesure de la taille du nauplius (GX4) (Présente étude).

Selon Abatzopoulos et al. (2006), le nauplius est né avec une taille moyenne qui varie entre 400 à 500  $\mu\text{m}$ . La taille des nauplii étudiés dans notre travail est incluse dans cet intervalle.

La présente étude montre que les nauplii du lac El Bahira ont une taille inférieure à celle de la population de Béthioua ( $478,73 \pm 0,02 \mu\text{m}$ ), population de lac El Mellah ( $466,26 \pm 0,02 \mu\text{m}$ ), et proche de celle de la population de Timimoune ( $453,26 \pm 0,03 \mu\text{m}$ ) (Chabet dis et al., 2021).

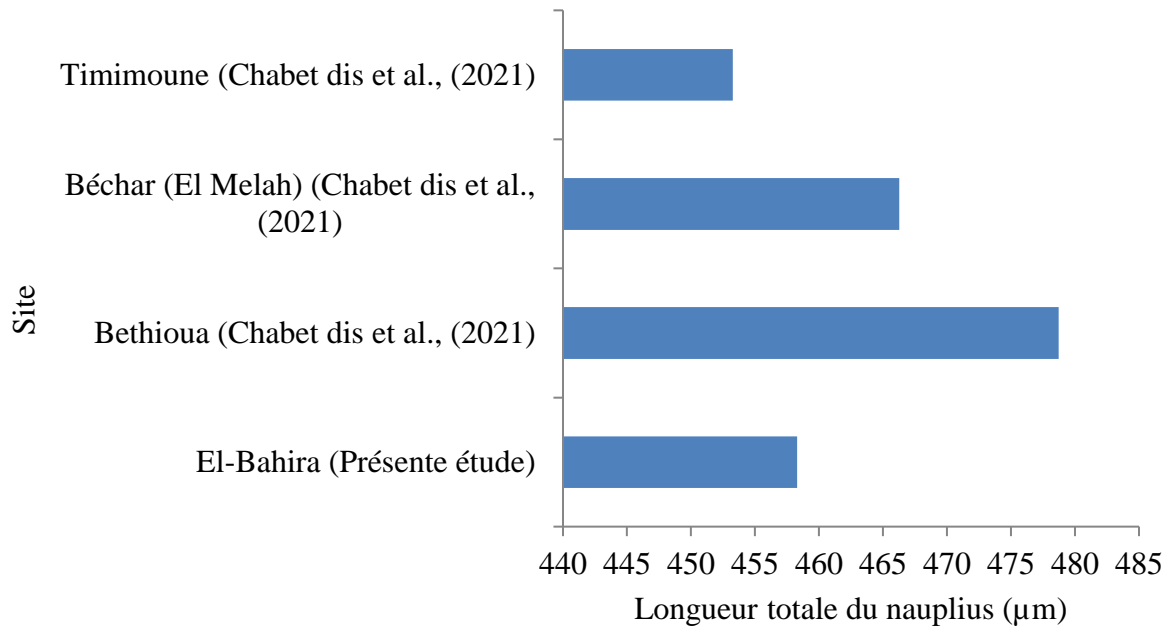


Figure III.5. Longueur totale du nauplius des différentes populations algériennes.

De point de vue de la taille, les nauplii d'Artémia du lac El Bahira peuvent être utilisés en aquaculture larvaire, car ils ont une taille comprise entre les tailles des deux souches commerciales les plus utilisées en aquaculture dans le monde, le Grand Lac Salé (GSL) et la baie de San Francisco (SFB) qui présentent respectivement une taille de 489 µm et 428 µm (Sorgeloos et al., 1986).

La taille du nauplius comprise entre 470 µm et 550 µm est parfaitement convenable pour la petite bouche des larves fragiles (Lavens & Sorgeloos, 1996) et la taille du nauplius de la présente étude se trouve dans cet intervalle ce qui confirme qu'il est qualifié pour être utilisé dans les premiers stades d'élevage des poissons et des crustacés.

### **3. Qualité d'éclosion**

La qualité d'éclosion des cystes d'El Bahira est présentée dans le tableau III.3. Nous avons enregistré un pourcentage important d'éclosion allant de  $66,44 \pm 1,27 \%$  à  $86,91\% \pm 1,6$

### Chapitre III : Résultats et Discussion

% et une efficacité d'éclosion allant de  $109786 \pm 2092$  nauplii/g à  $143617 \pm 2638$  nauplii/g avec une biomasse entre  $229,57 \pm 0,94$  à  $351,23 \pm 1,61$  mg.

Tableau III.3. Qualité d'éclosion des cystes du lac El Bahira.

	Efficacité (Nauplii / g)	Taux d'éclosion (%)	Biomasse (mg)
Cyste normaux	$124624 \pm 3059$	$75.41 \% \pm 1.85$	$247.19 \pm 1.31$
Cystes hydratés	$134273 \pm 951$	$81.25\% \pm 0.58$	$284.54 \pm 0.78$
Cystes décapsulés	$143617 \pm 2638$	$86.91\% \pm 1.6$	$351.23 \pm 1.61$
Cystes hydratés puis décapsulé	$109786 \pm 2092$	$66.44\% \pm 1.27$	$229.57 \pm 0.94$

La comparaison entre les moyennes du taux d'éclosion des quatre catégories de cystes (normaux, décapsulés, hydratés et hydratés et décapsulés) à l'aide d'un teste statistique analyse de la variance (ANOVA) présente une différence non significative ( $P > 0,05$ ).

L'efficacité d'éclosion des cystes d'El Bahira est proche à celle des souches commerciales de la Baie de San Francisco (SFB) et du Grand Lac Salé d'Amérique (GSL) qui présentent respectivement une efficacité d'éclosion de 106 000 et 267 200 nauplii par gramme de cyste pour les cystes normaux (Sorgeloos et al., 1986).

La décapsulation des cystes améliore le taux d'éclosion des cystes du lac El Bahira. Ghomari (2013) et Chabet dis et al., (2021) ont signalé que la décapsulation des cystes améliore la qualité d'éclosion de ces derniers et aboutit à de bons résultats.

## **4. Qualité nutritionnelle**

### **4.1. Protéines**

Les cystes d'El Bahira contiennent un taux de protéine de  $15 \pm 0,88$  %. Ce taux est plus faible que celui signalé par Amarouayache et al., (2013) qui est de 58 %, 51,65 % et 35,14 % pour les cystes de Béthioua, chott Marouane et Ez-Zemoul, respectivement.

### **4.2. Lipides**

Le taux des lipides contenu dans les cystes d'Artémia du lac El Bahira est de  $14 \pm 0.36$ %. Ce résultat est proche à ceux obtenus par Garcia- Ortiga et al., (1998) qui ont notés un taux de lipides de 14.9 % et 15.7 % pour les souches commerciales du Grand Lac Salé et de la Baie de San Francisco respectivement.

Amarouayache et al., (2013), ont estimés le taux des lipides de cinq populations algériennes et ont signalé que la population d'Artémia du lac El Bahira est la plus riche en lipides (12.16%) alors que le plus faible taux a été signalé pour la population de chott Marouane avec 7%.

pour les cystes de Béthioua et de lac El Mellah, Chabat dis et al., (2021) ont respectivement noté un taux de lipides de 14,7 % et 17,9 %.

Il est bien connu que les lipides jouent un rôle essentiel dans la croissance, la survie et la morphogenèse des larves (Cahu et al., 2005).

### **Chapitre III : Résultats et Discussion**

#### **4.3. Glucides**

La concentration des glucides des cystes d'Artémia du lac El Bahira est de  $32.20 \pm 0,01$  mg/L. Ce résultat est proche de celui obtenu par Amarouyache et al., (2013) qui ont signalé une concentration de 31 mg/L pour les cystes d'Ez-Zemoul

Les glucides totaux peuvent être utilisés comme un substrat énergétique pour épargner les protéines chez les poissons supportant mal un taux élevé de lipides dans l'aliment, comme le cas du turbot (Cahu, 2004). Aussi, les glucides jouent un rôle important dans le développement des larves (Ali, 2001).

Ali a indiqué en 2001 que le poisson chat *Clarias gariepinus* ne peut pas supporter des niveaux de glucides supérieurs à 35 mg/L. Pantazis (2005) a noté que des niveaux de glucides entre 26 et 32 mg/L ont un important effet de potentialisation de l'utilisation des protéines, ce qui appelle à utiliser plus de glucides dans la formulation du régime du poisson chat.

# **CONCLUSION**

## *Conclusion*

### **Conclusion**

En aquaculture, les éleveurs cherchent à fournir un bon produit d'élevage en matière de qualité et de quantité, afin de satisfaire les besoins du consommateur. La qualité du produit d'élevage est principalement liée à la qualité de l'aliment. Il est indispensable d'utiliser des proies vivantes pour l'alimentation des larves et des post-larves des poissons et des crustacés qui nécessitent une nourriture naturelle et vivante en fonction de leurs besoins énergétiques (protéines, lipides et glucides) et de leur ouverture buccale qui est un facteur très important et primordial pour les larves lors du choix de leurs proies. Parmi les proies les plus utilisées en larviculture, on trouve l'Artémia : cystes, nauplii fraîchement éclos, métanauplii et adultes.

La présente étude réalisée sur les cystes d'Artémia du lac El Bahira (wilaya de Sétif), nous a permis d'obtenir un taux d'éclosion de 86.91 %, une efficacité de  $143617 \pm 2638$  nauplii/g et une biomasse de  $351.23 \pm 1.61$  mg après une décapsulation. Le diamètre moyen des cystes hydratés et décapsulés est respectivement de  $259.17 \pm 8.94\mu\text{m}$  et  $227.5 \pm 6.37\mu\text{m}$  et la longueur moyenne des nauplii est de  $458.3 \pm 14.92 \mu\text{m}$ . Les cystes d'Artémia contiennent une concentration de 32.20 mg/L pour les glucides, un taux de lipides de 14 % et une teneur en protéines égale à 15 %.

L'Artémia du lac El Bahira possède des caractéristiques intéressantes en matière d'éclosion avec une qualité nutritionnelle acceptable riche en lipides et en glucides sauf qu'elle nécessite un processus d'enrichissement en ce qui concerne le taux des protéines. Cependant, une étude quantitative est nécessaire afin d'estimer et d'évaluer le stock pour une meilleure exploitation de cette ressource.

## **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

- Abatzopoulos, T. J., Kastritsis, C. D., & Triantaphyllidis, C. D. (1986). A study of karyotypes and heterochromatic associations in *Artemia*, with special reference to two N. Greek populations. *Genetica*, 71(1), 3-10.
- Abatzopoulos, T. J., Zhang, B., & Sorgeloos, P. (1998). *Artemia tibetiana*: preliminary characterization of a new *Artemia* species found in Tibet (People's Republic of China). International Study on *Artemia*. LIX. *International journal of Salt Lake research*, 7, 41-44.
- Abatzopoulos, T. J., Baxevanis, A. D., Triantaphyllidis, G. V., Criel, G., Pador, E. L., Van Stappen, G., & Sorgeloos, P. (2006). Quality evaluation of *Artemia urmiana* Günther (Urmia Lake, Iran) with special emphasis on its particular cyst characteristics (International Study on *Artemia* LXIX). *Aquaculture*, 254(1-4), 442-454.
- Abatzopoulos, T. J., Amat, F., Baxevanis, A. D., Belmonte, G., Hontoria, F., Maniatsi, S., & Shadrin, N. V. (2009). Updating geographic distribution of *Artemia urmiana* Günther, 1890 (Branchiopoda: Anostraca) in Europe: an integrated and interdisciplinary approach. *International Review of Hydrobiology*, 94(5), 560-579.
- Aghakhanian, F., Zarei, A., Lotfollahian, H., & Eila, N. (2009). Apparent and true amino acid digestibility of artemia meal in broiler chicks. *South African Journal of Animal Science*, 39(2), pp 158-162.
- Akkouda, L., & Nader, K. (2017). Etude comparative de certains paramètres d'éclosion des cystes de l'espèce *Artémia* « *Artémia salina* et *Artémia franciscana* ». Mémoire de Master. Exploitation et Protection des Ressources Marines Vivantes. Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem. Faculté Des Sciences De La Nature Et De La Vie. Biologie de l'*Artemia*, Description morphologique : p.51.
- Alonso, M. (1996). *Crustacea, branchiopoda* (Vol. 7). Editorial CSIC-CSIC Press.

## Références bibliographiques

- Ali, M.Z. (2001). Dietary protein and energy interactions in African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). Ph.D, Thesis, University of Stirling, 273 pp.
- Amarouayache, A., Amarouayache, M., Derbal, F., & Kara, M. H. (2013). Etude biochimique de cinq souches algériennes d'Artemia (crustacé : branchiopode). Conference Paper, p1.
- Amarouayache, M., Derbal, F., & Kara, M. H. (2009). Biological data on *Artemia salina* (Branchiopoda, Anostraca) from Chott Marouane (northeast Algeria). *Crustaceana*, 82(8), 997.
- Amarouayache, M., Derbal, F., & Kara, M. H. (2010). Caractéristiques écologiques et biologiques d'*Artemia salina* (Crustacé, Anostracé) de la sebkha Ez-Zemoul, Algérie Nord-est. *Revue d'écologie*, 65, 129-138.
- Amarouayache, M., & Kara, M. H. (2010). Qualité et biomasse exploitable d'*Artemia Salina* (Crustacé, Anostracé) du Chott Marouane (Nord-Est, Algérie). *Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie*, 21, 29-39.
- Amarouayache, M., Derbal, F., & Kara, M. H. (2012). Note on the carcinological fauna associated with *Artemia salina* (Branchiopoda, Anostraca) from Sebkhha Ez-Zemoul (northeast Algeria). *Crustaceana*, 85(2), 129.
- Amarouayache, M., & Kara, M. H. (2017). Aspects of life history of *Artemia salina* (Crustacea, Branchiopoda) from Algeria reared in different conditions of salinity. *Vie et milieu-life and environment*, 67(1), 15-20.
- Amat, F. D. (1979). *Diferenciación y distribución de las poblaciones de Artemia (Crustáceo branquiópodo) de España* (Doctoral dissertation, Tesis Doctoral. Universidad Barcelona, Barcelona, España).

## *Références bibliographiques*

- Amat, F. (1985). Biología de Artemia. Informe Técnico del Instituto de investigaciones Pesqueras, 126-127. *Barcelona. España.*
- Ayadi, H., Abid, O., Elloumi, J., Bouaïn, A., & Sime-Ngando, T. (2004). Structure of the phytoplankton communities in two lagoons of different salinity in the Sfax saltern (Tunisia). *Journal of plankton research*, 26(6), 669-679.
- Barigozzi, C. (1980). Genus Artemia: problems of systematics. The brine shrimp Artemia, Vol. 1. Morphology, genetics, radiobiology, toxicology.
- Barnabé, G. (1984). Utilisation de plancton collecté pour l'élevage de masse de poissons marins. G. Barnabé et R. Billard, l'aquaculture du bar et des sparidés, 185-207.
- Bengston, K., Nichols, M. M., Schnadig, V., & Ellis, M. D. (1991). Sudden death in a child following jellyfish envenomation by *Chiropsalmus quadrumanus*: case report and autopsy findings. *JAMA*, 266(10), 1404-1406.
- Bengtson D. A., Gleason T. R. & Hossain M. A. (1999). Consumption rates of summer flounder larvae on rotifer and brine shrimp prey during larval rearing. *North American journal of aquaculture*, 61(3): 243-245.
- Bensaid, A., Toubouache, N., (2018). Caractérisation de la population d'Artémia et son environnement dans la saline de Bethioua (Oran). Master Ecosystemes Aquatique. Université Blida 1.
- Bezzi, F., & Houhech, A. (2015). Etude comparative de la valeur nutritionnelle des cystes d'Artemia salina de la saline Betioua (Oran). *Master Hydrobiologie et aquaculture, Université Khemis Meliana, 71p.*
- Blanchard, R. & J. Richard, (1890). Sur les crustacés des Sebkhass et des chotts d'Algérie. *Bull. Soc. zool. Fr.* 45: 136–138.
- Botnariuc, N., & Orghidan, T. (1953). Crustacea: Phyllopora. Editura Academiei Republicii Populare Române

## Références bibliographiques

- Bowen, S. T., Fogarino, E. A., Hitchner, K. N., Dana, G., Chow, V. H., Buoncristiani, M. R., & Carl, J. R. (1985). Ecological isolation in *Artemia*: population differences in tolerance of anion concentrations. *Journal of crustacean biology*, 5(1), 106-129.
- Brisset, P. (1984). Elevage et utilisation en aquaculture de l'*Artemia* (Doctoral dissertation). Université des sciences et techniques de Lille. 137pp.
- Browne RA & MacDonald G H. (1982). Biogeography of the brine shrimp. *Artemia*: distribution of parthenogenetic and sexual populations. *Journal of Biogeography* 9(4): 333-338.
- Browne, R. A., & Bowen, S. T. 2018. Taxonomy and population genetics of *Artemia*. In *Artemia biology* (pp. 221-236). CRC press.
- Cahu, C. (2004). Domestication et fonction nutrition chez les poissons. *INRAE Productions Animales*, 17(3), 205-210.
- Cai, Y. (1989). New *Artemia* sibling species from PR China. *Artemia Newslett*, 11, 40-41.
- Cassel, J. D. (1937). The Morphology of *Artemia Salina* (Linnaeus) M.A. Thesis, Leland Stanford Junior University, California, USA. 108pp.
- Chabet dis, C., Refes, W., Varó, 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. <https://doi.org/10.2989/16085914.2021.1895052>
- Chabet dis, C, (2022) Evaluation des ressources d'artémie (Branchiopode) dans la partie ouest et sud-ouest de l'Algérie, une ressource alimentaire pour les poissons d'élevage, (Thèse de doctorat), ENSSMAL.
- Chair, M., Romdhane, M., Dehasque, M., Nelis, H., De Leenheer, A. P., & Sorgeloos, P. (1991). Live-food mediated drug delivery as a tool for disease treatment in larviculture. II. A case study with european seabass. In *Larvi'91—Fish and Crustacean Larviculture Symposium*. Special publication no. 15. (pp. 412-414). Ghent, Belgium: European

## Références bibliographiques

- Aquaculture Society.
- Clegg, J. S., Drinkwater, L. E., & Sorgeloos, P. (1996). The metabolic status of diapause embryos of *Artemia franciscana* (SFB). *Physiological zoology*, 69(1), 49-66.
- Cole, G. A., & Brown, R. J. (1967). The chemistry of *Artemia* habitats. *Ecology*, 48(5), 858-861.
- Colman, J., Lardinois, P., Rabelahatra, A., Rafaliarison, J., van den Berg, F., Randriamiarana, H., & Johannes, J. (1992). *Manuel pour le Développement de la Pisciculture à Madagascar, FI: DP* (No. 4). MAG/88/005. Document Technique.
- Defaye D, Rabet N., & Thiéry A (1998) Atlas et bibliographie des crustacés branchiopodes (Anostraca, Notostraca, Spinicaudata) de France métropolitaine. Collection Patri-moines Naturels, 32, Paris, SPN/IEGG/MNHN, 61 pp
- Demergasso, C., Casamayor, E. O., Chong, G., Galleguillos, P., Escudero, L., & Pedrós-Alió, C. (2004). Distribution of prokaryotic genetic diversity in athalassohaline lakes of the Atacama Desert, Northern Chile. *FEMS Microbiology Ecology*, 48(1), 57-69.
- Derbal, F., Amarouyache, M., & Kara, M. H. (2010). Preliminary data on a new *Artemia* strain from El-Bahira lake (Northeast of Algeria). *Rapports et Procès-Verbaux des Réunions de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée*, 39.
- Dobbeleir, J., Adam, N., Bossuyt, E., Bruggeman, E., & Sorgeloos, P. (1980). New aspects of the use of inert diets for high density culturing of brine shrimp. *The brine shrimp Artemia*, 3, 165-174.
- DUBOIS M., GILLES K.A., HAMILTON J.K., REBERS P.A. & SMITH F., 1956.- Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Anal. Chem.*, 28, 350-356

## Références bibliographiques

- Eimanifar, A., Asem, A., Wang, P. Z., Li, W., & Wink, M. (2020). Using ISSR genomic fingerprinting to study the genetic differentiation of *Artemia* Leach, 1819 (Crustacea: Anostraca) from Iran and neighbor regions with the focus on the invasive American *Artemia franciscana*. *Diversity*, 12(4), 132.
- Fautrez, J., & Fautrez-Firlefyn, N. (1971). Contribution à l'étude des glandes coquillières et des coques de l'œuf d'*Artemia salina*. *Arch. Biol*, 82, 41-83.
- Gagneur J., & Kara, M. H. (2001). Limnology in Algeria. Pp 1-34 In : R. G. Wetzel & b. gopal (eds), *Limnology in developing countries*, 3. SIL, Intern. Assoc. Limnol.
- Garcia-Ortega, A., Verreth, JAJ, Coutteau, P., Segner, H., Huisman, EA & Sorgeloos, P. (1998). Caractérisation biochimique et enzymatique des kystes et des nauplius décapsulés de l'Artémia à différents stades de développement. *Aquaculture*, 161 (1-4), 501-514.
- Gauthier, H. (1928). Recherches sur la faune des eaux continentales de l'Algérie et de la Tunisie. Minerva.
- Georgiev, B. B., Sánchez, M. I., Vasileva, G. P., Nikolov, P. N., & Green, A. J. (2007). Cestode parasitism in invasive and native brine shrimps (*Artemia* spp.) as a possible factor promoting the rapid invasion of *A. franciscana* in the Mediterranean region. *Parasitology Research*, 101, 1647-1655..
- Ghomari, M. S., Selselet, G. S., Amat, F., & Hontoria, F. (2011). *Artemia* biodiversity in Algerian sebkhas. *Crustaceana*, 84(9), 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) (Doctoral dissertation). Université de Mostaganam.145pp. region. *Parasitology Research*, 101, 1647-1655..
- Girin M. & J. Person Le Ruyet, 1977.- Rearing of larvae of seawater fishes: food chains and mixed feeds]. *Bulletin français de Pisciculture*, v. 49(264): 88-101.

## Références bibliographiques

- Goldschmidt, E. (1952). Fluctuation in chromosome number in *Artemia salina*. *Journal of Morphology*, 91(1), 111-133.
- González, A., Celada, J. D., Carral, J. M., Sáez-Royuela, M., García, V., & González, R. (2011). Additional supply of decapsulated *Artemia* cysts for various periods in intensive rearing of juvenile crayfish (*Pacifastacus leniusculus*, Astacidae). *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, (401), 15.
- Gunther, R.T. (1890). Crustacea. In: Günther, R.T. (Ed.) Contributions to the Natural History of Lake Urmi, N.W. Persia and its Neighbourhood. *Journal of the Linnean Society (Zoology)*, 27, 394-398.
- Haddag, M. (1991). Contribution à l'étude d'une souche d'Artémia (*Artemia tunisiana*) endémique aux eaux de la saline d'Arzew (Algérie). Thèse de Magister en Sciences biologiques. Option aquaculture. Institut des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral, Alger. 79pp.
- Heath, H. (1924). The external development of certain phyllopods. *Journal of Morphology*, 38(4), 453-483.
- Hedgpeth, J. W. (1959). Some preliminary considerations of the biology of inland mineral waters. *Archivio di oceanografia e limnologia*, 11, 111-141.
- Hentschel, E. (1968). Die postembryonalen entwicklungsstadien von *Artemia salina* Leach bei verschiedenen temperaturen (Anostraca, Crustacea). *Zool. Anz*, 180(3), 7.
- Hontoria, F. (1990). Caracterización de tres poblaciones originarias del área levantina española del crustáceo branquiópodo *Artemia*. Aplicación en acuicultura. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona, España. 326pp.
- Kara, M. H. (1998). Bases biologiques et écologiques de l'élevage du loup *Dicentrarchus labrax* dans la région d'Annaba (Doctoral dissertation). Alger, Algérie. 172 pp.

## Références bibliographiques

- Kara, M. H., & Amarouyache, M. (2012). Review of the biogeography of *Artemia* Leach, 1819 (Crustacea: Anostraca) in Algeria. *International Journal of Artemia Biology*, 2(1), 40-50.
- Kara, M. H., Bengraïne, K. A., Derbal, F., Chaoui, L., & Amarouyache, M. (2004). Quality evaluation of a new strain of *Artemia* from Chott Marouane (Northeast Algeria). *Aquaculture*, 235(1-4), 361-369.
- Kellogg, V. L. (1906). A new *Artemia* and its life conditions. *Science*, 24(619), 594-596.
- Khemakhem, M. (1988). *Artemia* dans les salines de Sfax: étude biologique et écologique possibilité d'exploitation à des fins aquacoles. Mémoire Cycle Ingénieur spécialité Aquaculture, Institut National Agronomique de Tunisie. 114pp.
- Lavens, P., & Sorgeloos, P. (1996). Manual on the production and use of live food for Aquaculture, Food and Agriculture Organization (FAO), 361.
- Lavens, P., & Sorgeloos, P. (2000). The history, present status and prospects of the availability of *Artemia* cysts for aquaculture. *Aquaculture*, 181(3-4), 397-403.
- Leach, W. E. (1819). Entomostraca. *Dictionnaire des Science Naturelles*, 14, 524.
- Léger P., Bengtson D. A., Simpson K. L. & Sorgeloos P., 1986.- The use and nutritional value of *Artemia* as a food source. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev*, 24: 521-623
- Linnaeus, C. (1758). *Systema naturae. Holmiae*, 1,634.
- Lizawa M., 1984-Corrélations entre la densité de proies et la quantité consommée par les larves du loup : *Dicentrarchus labrax* (L): In: G. Barnabé et R. Billard, l'aquaculture du bar et des sparidés, pp. 161-173. Inra Publ., Paris, 542pp.
- Lochhead, J. H. (1941) *Artemia*, the brine shrimp. *Turtox News*, 19(2), 41-5.
- Loffer, H., (1964). Vogelzug and Crustaceen verbreitung. *Zool. Anz.*, 27: 311-316.
- Mac Donald, G., (1980). The use of *Artemia* cysts as food by flamingo (*phoenicopterus ruber roseurs*) and the shelduck (*Tadopna tadorna*). *Brine Shrimp Artemia: Ecol. Cult, Use*

## Références bibliographiques

- Aquacult. In: Persoone, G., P. Sorgeloos., O.A. Roels., E. Jaspers (eds), Univ. Press. Well. Belgium., 3:97-104
- Madi, F., & Mahloul, K., (2017). Etude de la dynamique de la population d'artémia provenant de la sebkha d'Oran dans un milieu contrôlé. Master Hydrobiologie marine et continentale. Université de Blida.
- Ma, H., Cahu, C., Zambonino, J., Yu, H., Duan, Q., Le Gall, M. M., & Mai, K. (2005). Activities of selected digestive enzymes during larval development of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*). *Aquaculture*, 245(1-4), 239-248.
- Muñoz, J., & Pacios, F. (2010). Global biodiversity and geographical distribution of diapausing aquatic invertebrates: the case of the cosmopolitan brine shrimp. *Artemia* (Branchiopoda, Anostraca). *Crustaceana*, 83(4), 465.
- Morowitz, H. J., & Skoultchi, A. I. (1964). Information storage and survival of biological systems at temperatures near absolute zero.
- Naceur, H. B., Jenhani, A. B. R., & Romdhane, M. S. 2012. Quality characterization of cysts of the brine shrimp *Artemia salina* from Tunisia focusing on their potential use in aquaculture. *Journal of Biological Research*, 17, 16.
- Naganawa, H., & Mura, G. (2017). Two new cryptic species of *Artemia* (Branchiopoda, Anostraca) from Mongolia and the possibility of invasion and disturbance by the aquaculture industry in East Asia. *Crustaceana*, 90(14), 1679-1698.
- Nourisson, M., & Thiéry, A. (1988). Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales françaises.-9. Crustacés Branchiopodes (Anostracés, Notostracés, Conchostracés)(suite et fin). *Publications de la Société Linnéenne de Lyon*, 57(4), 104-135.
- Office National de la Météorologie - Météo Algérie ONM <https://www.meteo.dz/bms>

## Références bibliographiques

Oren, A. (2011). Diversity of halophiles. *Extremophiles handbook* , 309-325.

Pantazis, P. A. (2005). Protein to energy ratios in African catfish fed purified diets: is *Clarias gariepinus* (Burchell) an ordinary carnivore?. *Fisheries & Aquatic Life*, 13(2), 157-170.

Persoone, G. & Sorgeloos, P. (1980). General aspects of the ecology and biogeography of *Artemia*. In 'The Brine Shrimp *Artemia*, Vol. 3. Ecology, Culturing, Use in Aquaculture'. (Eds G. Persoone, P. Sorgeloos, O. Roels and E. Jaspers.), 3-24.

Piccinelli, M., & Prosdocimi, T. (1968). Descrizione tassonomica delle due species *Artemia salina* L. e. *Artemia persimilis* n.sp. *Genetica*, 102,113-118.

Post, F. J., & Youssef, N. N. (1977). A procaryotic intracellular symbiont of the Great Salt Lake brine shrimp *Artemia salina* (L.). *Canadian Journal of Microbiology*, 23(9), 1232-1236.

Pouget, M. (1971). Etude agro-pédologique du bassin de Zahrez Gharbi (feuille 1/100000 Rocher de Sel). Secrétariat d'État a l'Hydraulique. Alger.

Prabhu, P. A. J., Holen, E., Espe, M., Silva, M. S., Holme, M. H., Hamre, K., & Waagbø, R. (2020). Dietary selenium required to achieve body homeostasis and attenuate pro-inflammatory responses in Atlantic salmon post-smolt exceeds the present EU legal limit. *Aquaculture*, 526, 735413.

Provasoli, L., & Shiraishi, K. (1959). Axenic cultivation of the brine shrimp *Artemia salina*. *The Biological Bulletin*, 117(2), 347-355.

Provasoli, L., & D'agostino, A. (1969). Development of artificial media for *Artemia salina*. *The Biological Bulletin*, 136(3), 434-453.

Reeve, M. R. (1963). The filter-feeding of *Artemia*: I. In pure cultures of plant cells. *Journal of Experimental Biology*, 40(1), 195-205.

## Références bibliographiques

- Samraoui, B., Chakri, K., & Samraoui, F. (2006). Large branchiopods (Branchiopoda: Anostraca, Notostraca and Spinicaudata) from the salt lakes of Algeria. *Journal of Limnology*, 65(2), 83-88.
- Sangwa, H. M., Kitoko, G. K., & Tshomba, J. M. (2020). Performances de croissance des juvéniles de *Clarias gariepinus* élevés en hapa à Kindu. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 8(4).
- Santos Jr, D., Sorgeloos, P., Lavina, E., & Bernardino, A. (1979). Successful inoculation of *Artemia* and production of cysts in man-made salterns in the Philippines. SEAFDEC Aquaculture Department Quarterly Research Report, 3(1), 19-20.
- Sars, G.O. (1867). Histoire naturelle des Crustacés d'eau douce Norvège: 145 p., 10 pl., C. Johnson (Christiana).
- Sato, N. L. (1967). Enzymatic contribution to the encystment of *Artemia salina*. *Science Reports of the Research Institutes Tohoku University*, 33, 319-327.
- Seurat, L.G. (1931). Considérations sur la faune de la région des chotts Algéro-tunisiens et sur celle du Sahara central. *Archivio Zoologico Italiano*, 16, 1505-1508.
- Sorgeloos, P., & Persoone, G. (1975). Technological improvements for the cultivation of invertebrates as food for fishes and crustaceans. II. Hatching and culturing of the brine shrimp, *Artemia salina* L. *Aquaculture*, 6(4), 303-317.
- Sorgeloos, P. (1980). The use of the brine shrimp *Artemia* in aquaculture. The brine shrimp *Artemia*, 3, 25-46. Eds. Persoone, G., P. Sorgeloos, O.A. Roels, E. Jaspers (Eds). Universa Press, Wetteren, Belgium, 1-456.
- Sorgeloos P., Lavens P., Leger P., Tackaert W., & Versichele D. (1986) Manual for the culture and use of brine shrimp *Artemia* in aquaculture. Artemia Reference Center, State of Univ. Ghent, Belgium. 319pp.

## **Références bibliographiques**

- Spitchak, M. K. (1980). *Artemia in the USSR*. Persoone, G., Sorgeloos, D., Roels, O. & Jaspers, E.(eds), *The brine shrimp Artemia*3. Universa Press, Wetteren, Belg, 1277128.
- Thiéry, A., & Puente, L. (2002). Crustacean assemblage and environmental characteristics of a man-made solar saltwork in southern France, with emphasis on anostracan (Branchiopoda) population dynamics. *Hydrobiologia*, 486(1), 191-200.
- Tobias, W. J., Sorgeloos, P., Bossuyt, E., & Roels, O. A. (1979). The technical feasibility of mass-culturing *Artemia salina* in the st. Croix “artificial upwelling” mariculture system 1. In *Proceedings of the World Mariculture Society*. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd, 10(14), 203-214.
- Torrentera, L., & Dodson, S. I. (2004). Ecology of the brine shrimp *Artemia* in the Yucatan, Mexico, Salterns. *Journal of plankton research*, 26(6), 617-624.
- Treece, G. D. (2000). *Artemia production for marine larval fish culture (Vol. 702)*. Stoneville, Mississippi: Southern Regional Aquaculture Center.
- Trigui, K. (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* (Doctoral dissertation, Faculté des Sciences de Bizerte (Tunisia)).
- Van Stappen, G. (1996). Introduction, biology and ecology of *Artemia*. *Manual on the production and use of live food for aquaculture*. FAO. , 361, 107-136.
- Van Stappen, G., & Sorgeloos, P. (1993). The cosmopolitan brine shrimp. *Infofish international*, 4, 45-50.
- Ventosa, A., & Arahal, D. R. (2009). Physico-chemical characteristics of hypersaline environments and their biodiversity. *Extremophiles*, University of Sevilla, Spain 2, 247-262.

### ***Références bibliographiques***

- Vos, J., & Tansutapanit, A. (1979). Detailed report on Artemia cysts inoculation in Bangpakong, Chachoengsao Province. *FAO/UNDP field document THA/75/008, FAO/UNDP, Rome.*
- Wang, Y., Mao, Z., Zhang, M., Ding, G., Sun, J., Du, M., & Wang, J. (2019). The uptake and elimination of polystyrene microplastics by the brine shrimp, *Artemia parthenogenetica*, and its impact on its feeding behavior and intestinal histology. *Chemosphere*, 234, 123-131.
- Zarei A., Shivazad M., & Mirhadi A., (2006). Use of artemia meal as a protein supplement in broiler diet. *International Journal of Poultry Science*, 5(2): 142-148.
- Zemmouri, A. (1991). A note on the genus *Artemia* in Algeria. *Hydrobiologia*, 212(1), 231-233.

# **Annexes**

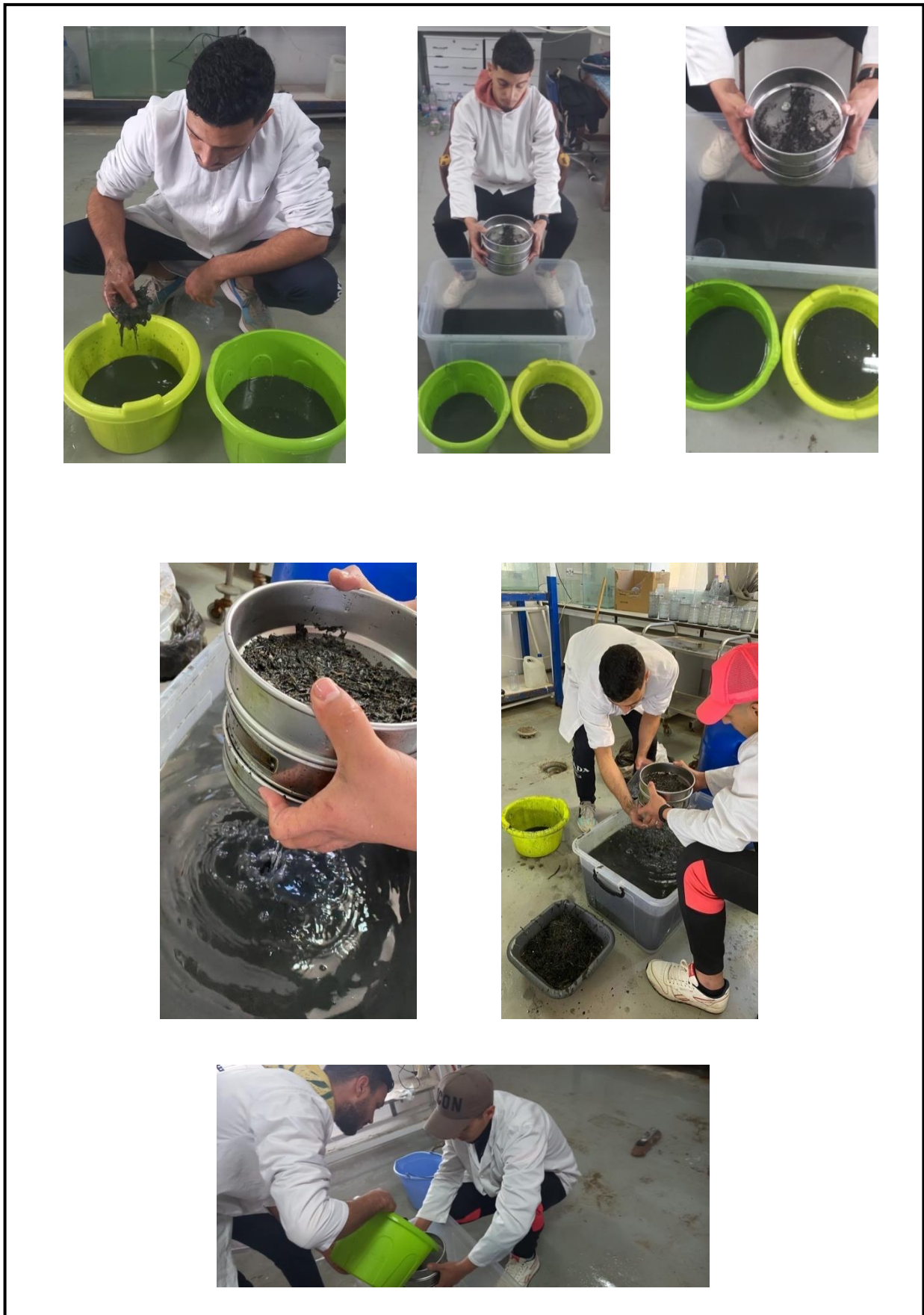


Figure-A 1-1 Traitement des cystes sur tamis (présente étude).



Figure-A 1-2 Récupération des Cystes après phase de séchage dans la partie de Traitement des Cystes (présente étude).



Figure-A 1-3 Biométrie des cystes vue au microscope optique mené d'un micromètre oculaire.



Figure-A 1-4 Titrage de l'acide sulfurique dans la phase de test de qualité nutritionnelle (dosage des protéines).



Figure-A 1-5 Participation au salon SIPSA-2023

Tableau-A 2-1. Matrice de corrélation des souches selon la biométrie des cystes de différents sites

	Elbahira	Béthioua	El-Zemoule	Utah
Elbahira	1	0,999686733	0,99865282	0,999866732
Béthioua	0,999686733	1	0,999638708	0,99996211
El-Zemoule	0,99865282	0,999638708	1	0,999366852
Utah	0,999866732	0,99996211	0,999366852	1

Tableau-A 2- 2. Tableau statistique récapitulatif des caractéristiques biométriques des cystes de quatre populations de différents sites

RAPPORT DÉTAILLÉ						
Groupes	Nombre d'échantillons	Somme	Moyenne	Variance		
Elbahira	3	502,51	167,5033333	17502,07223		
Béthioua	3	522,88	174,2933333	19620,32853		
El-Zemoule	3	516,6	172,2	19921,23		
Utah	3	482,2	160,7333333	15555,52843		
ANALYSE DE VARIANCE						
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	325,301825	3	108,4339417	0,005974391	0,999309203	4,066180551
A l'intérieur des groupes	145198,3184	8	18149,7898			
Total	145523,6202	11				

Tableau-A 2-3. Matrice de corrélation de la qualité d'éclosion des différents cystes

	Cystes normaux	Cystes hydratés	Cystes décapsulés	Cystes hydr&décap
Cystes normaux	1			
Cystes hydratés	0,9999999993	1		
Cystes décapsulés	0,9999999992	0,9999999996	1	
Cystes hydr&décap	0,9999999996	1	0,9999999953	1

Tableau-A 2-4. Tableau statistique récapitulatif de la qualité d'éclosion des quatre types de cystes

RAPPORT DÉTAILLÉ										
Groupes	Nombre d'échantillons	Somme	Moyenne	Variance						
Cystes normaux	3	124946,6	41648,86667	5163661941						
Cystes hydratés	3	134638,79	44879,59667	5993395751						
Cystes décapsulés	3	144055,14	48018,38	6854339576						
Cystes hydr&décap	3	110082,01	36694,00333	4006836635						
ANALYSE DE VARIANCE										
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F				
Entre Groupes	210492294,8	3	70164098,25	0,012746544	0,997865106	4,066180551				
A l'intérieur des groupes	44036467807	8	5504558476							
Total	44246960101	11								

**BUSINESS MODEL CANVAS (BMC)**

### **Le projet : ferme aquacole de production de cystes d'artémia décapsulés**

A travers les trois années de formation dans la spécialité aquaculture à l'École Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral, nous avons pu aborder et apprendre les bases de l'aquaculture sous plusieurs aspects. On constate que la nutrition occupe une grande place dans ce domaine et que l'artémia fait partie des aliments vivants les plus utilisés en larviculture (larve de poisson et crustacés) dans le monde et sur lesquels nous avons travaillé, que ce soit sur le plan théorique ou pratique. Aussi, des sorties académiques sur terrain et des stages professionnels ont été réalisés en première et deuxième année du seconds cycles de spécialité Aquaculture.

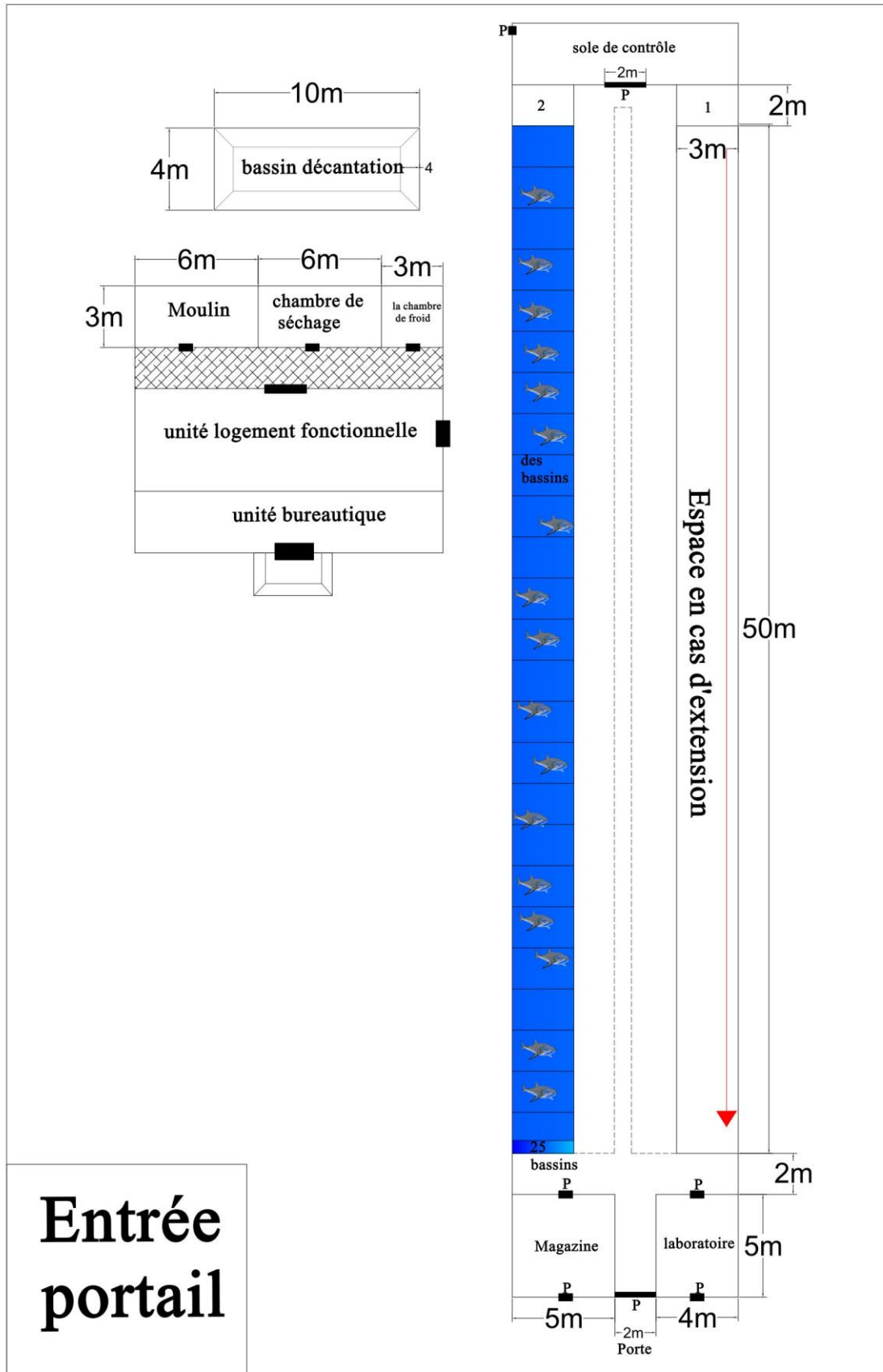
Cette année, on a travaillé sur un thème pour le projet de fin d'études lié à l'Artemia intitulé "Culture des proies vivantes : valorisation d'une souche d'Artémia". Après avoir mené des recherches bibliographiques approfondies sur cette espèce, nous nous sommes tournés vers le côté pratique et méthodologique et nous avons fait un traitement des cystes, en évaluant la qualité d'éclosion et la valeur nutritive des cystes d'artémia décapsulés.

Compte tenu de la grande importance d'Artemia dans le domaine de l'aquaculture, nous avons été inspirés par l'idée de créer une ferme aquacole spécialisée dans l'élevage et la production des cystes d'Artemia décapsulés prêts à l'emploi qui ont une valeur énergétique plus élevée que celle des crevettes de saumure vivantes car l'énergie consommée dans le processus d'éclosion est conservée.

Suite à des sorties périodiques sur le terrain au niveau des marchés et des points de vente de matériel et de nutrition pour poissons, suite à notre participation à des salons de recherche et des séminaires tels le « SIPSA 2023 » en tant qu'exposants, et après concertation avec de nombreux représentants d'entreprises et fermes aquacoles, il s'est avéré qu'il y avait une absence totale de tels projets, ce qui nous a motivé à développer un plan pour concrétiser cette idée.

Le projet proposé dédié à l'élevage et à la production des cystes d'Artémias décapsulés portera le nom : CARIBA AQUA

### Plan préliminaire de la ferme



## **Activités principales**

Ce projet repose principalement sur l'élevage de l'artémia dans des bassins de 4,5 mètres cubes, afin de produire des cystes qui passeront par une décapsulation en utilisant l'hypochlorite de sodium ou bien l'hypochlorite de calcium pour avoir des cystes décapsulés à haute qualité que ce soit en termes de qualité d'éclosion ou en termes de valeur nutritionnelle. Ces cystes sont utilisés directement comme une nourriture pour les larves de poissons et de crustacés vus la compatibilité de leur diamètre qui varie entre 200 à 300 micromètres, avec le diamètre de la cavité buccale des larves. De plus, ces œufs décapsulés et sont faciles à éclore, de sorte qu'ils donneront des taux d'éclosion élevés avec la possibilité de les conserver pendant une période pouvant dépasser deux ans.

A la fin de chaque cycle de production estimée à trois cycles par an (un cycle tous les quatre mois), on récoltera les grandes Artémia qui seront transformés en poudre d'Artémia. Cette dernière sera utilisée comme nourriture pour poissons et crustacés. Cette poudre peut aussi être incorporée à l'aliment artificiel, ce qui procurera au projet un important revenu secondaire.

## **Valeur ajoutée**

Considérant les crevettes de saumure comme une source très importante dans le domaine de l'aquaculture, et compte tenu de la rareté de ses sources sur le marché algérien et de ses prix élevés, en tant que producteur, on va fournir des cystes d'artémia décapsulés de haute qualité et des prix compétitifs qui sont inférieurs d'environ 10 000 DA que les cystes importés, dont le prix oscille entre 35 000 pour les cystes d'origine de chine et 55 000 DA pour les souches d'Amérique (*Artémia franciscana* et *Artémia salina*). Aussi, la poudre d'artémia extraites des gros individus sera un gain supplémentaire qui sera approvisionné sur le marché national. Ainsi, le projet fonctionne dans le cadre du développement durable des ressources et contribuera à préserver le réserve naturelle d'Artemia.

## **Ressources clés**

Le projet est situé dans la commune de Fouka, dans la wilaya de Tipaza. Il occupe une superficie d'environ 2800 mètres carrés. La structure est divisée en plusieurs unités dont la plus importante est une unité principale de production d'une superficie de 500 mètres carrés. Cette unité comprend 25 bassins de 4,5 mètres cubes, un laboratoire équipé pour le suivi les stades d'élevage et contrôler les paramètres physiques et chimiques d'eau d'élevage, une chambre de

stockage d'aliment, une salle de contrôle avec un filtre mécanique et biologique et les tableaux de contrôle d'eau et d'électricité, ainsi qu'un espace réservé en cas d'extension.

L'espace extérieur comprend un bassin de décantation de 120 mètres cubes, une chambre froide de 27 mètres cubes pour le stockage de produit final qui nécessite une température idéale pour garantir la conservation et le maintien de la bonne qualité des cystes, une salle de séchage équipée par un four pour la déshydratation de la chaire des adultes et un moulin pour produire la poudre d'artémia en plus d'un bureau d'accueil et de logement fonctionnel qui est nécessaire pour le bon fonctionnement de la ferme.

Le matériel nécessaire pour les différentes étapes de production

Nous avons un terrain de 2800 m<sup>2</sup> (local 0 DA) qui nécessite un aménagement (approfondissement) et une construction selon notre plan préliminaire, donc nous avons contacté une entreprise des travaux bâtiments (REDJEMI ZINE EDDINE) et ils ont fait une facture pro-forma pour la réalisation de l'aménagement du local.

### **Facture pro-forma pour la construction de la ferme**

**REDJEMI ZINEDDINE**  
**ENTREPRISE DES TRAVAUX BATIMENT**  
 AIN HADJAR 01 CIT2 SI M'Hamed BOUGUERRA LOT N° 04 FOUKA W/TIPAZA  
 RC N° : 42/00-2640140 A 11  
 MF N° : 198842350105331  
 Art. 42250103633  
 RIB N° : 00500119400208412013

Tipaza le ; 10 juin 2023  
 Doit: ferme aquacole  
 de production d'artémia

Facture Proforma n° 013/2022

N°	Désignation	Unité	Qt	Prix unitaire	Total
1	Fourniture et pose de brique	M <sup>2</sup>	1000,00	1000,00	1 000 000,00
2	Fourniture et pose d'une chape en béton	M <sup>2</sup>	800,00	1800,00	1 440 000,00
3	Fourniture et pose de panneaux sandwich	M <sup>2</sup>	800,00	3500,00	2 800 000,00
4	Fourniture et pose de poteaux en fer H Ø 120	U	90,00	9200,00	828 000,00
5	Fourniture et pose de résine	M <sup>2</sup>	150,00	2000,00	300 000,00
6	Fourniture et pose de porte en PVC	U	7,00	40 000,00	280 000,00
7	Fourniture et pose de fenêtre en PVC	U	12,00	50 000,00	600 000,00
8	Fourniture et pose de porte en métallique	U	6,00	35 000,00	210 000,00
9	Fourniture et pose de portail métallique	U	2,00	70 000,00	140 000,00
10	Fourniture et pose d'installation électrique	FFT	1,00	300 000,00	300 000,00
11	Fourniture et pose d'installation plomberie	FFT	1,00	400 000,00	400 000,00
12	Fourniture et application de peinture	FFT	1,00	100 000,00	100 000,00
13	Fourniture et montage de meuble de bureau	FFT	1,00	30 000,00	300 000,00
14	Réalisation d'in bassin en béton armé dimension (10.00 × 4.00 × 4.00) m3	FFT	1,00	1 000 000,00	1 000 000,00
<b>THT</b>					<b>9 698 000,00</b>
<b>TVA 19%</b>					<b>1 842 620,00</b>
<b>Total TTC</b>					<b>11 540 620,00</b>

Arrêtée la présente facture proforma à la somme de :  
 Onze millions cinq cent quarante mille six cent vingt Dinars algérien

L'entreprise

  
 Entreprise de Travaux Bâtiment  
 sous Corps d'Etat  
 = REDJEMI Zineddine =  
 01 Cité Si M'hamed Bouguerra, Lot N°04  
 Fouka (W) Tipaza  
 R.C.N°: 42/00-2640140 A 11

Tableaux 01 : matériels et matériaux nécessaires pour le fonctionnement de la ferme

N°	Matériels et matériaux	Nombre d'unité	Prix unitaire (DA)	Totale (DA)
1	Filtre biologique et mécanique	1	1 000 000,00	1 000 000,00
2	Chambre de froid	1	600 000,00	600 000,00
3	Four de séchage	1	200 000,00	200 000,00
4	Moulin	1	100 000, 00	100 000, 00
5	Microscope électronique	1	100 000, 00	100 000, 00
6	Loupe binoculaire	1	50 000, 00	50 000, 00
7	Multi-paramètre	3	30 000,00	90 000,00
8	Balance	2	15 000,00	30 000,00
9	Pompe d'oxygène	2	50 000,00	100 000,00
10	Tuyau d'oxygène	1	50 000,00	50 000,00
11	Vanne d'oxygène	1	3 000,00	3 000,00
12	Diviseur d'oxygène	10	1 000,00	10 000,00
13	Thermostat électrique	50	700,00	35 000,00
14	Epuisette	20	500,00	10 000,00
15	Filet	2	20 000,00	40 000,00
16	Aliment	1	700 000,00	700 000,00
17	Sel non iodé	1	400 000,00	400 000,00
18	Hypochlorite	1	40 000,00	40 000,00
19	Totale			3 558 000,00

### Les ressources humaines

Nous avons besoins d'un technicien avec un salaire de 45 000 DA par mois donc 540 000 DA par an.

### Les ressources financières

Pour la construction de ce projet du début jusqu'à la mise en production, cela nécessite une enveloppe financière de 15 638 620,00 Dinars Algérien.

## **Partenaires clés**

Le bon fonctionnement de la ferme nécessite d'établir un ensemble de relations, notamment avec des partenaires de grande importance, qui peuvent répondre aux besoins de la ferme, notamment pour le financement, la conception du projet, en matière de nutrition, les tests de qualités du produit et la gestion des ressources. Plusieurs partenaires existent tels : l'Agence Nationale d'Appui et de Développement de l'Entrepreneuriat (ANADE) et l'entreprise El Falah pour le financement des projets, le Ministère de la Pêche et des Productions halieutiques pour l'accord et la possibilité de réaliser le projet, l'entreprise Algo Life pour la fourniture des microalgues et la spiruline séchée, le Laboratoire Karim Leila et le Laboratoire LNCAPPASM pour les tests de qualités et l'incubateur Blue (incubateur de l'ENSSMAL) qui accompagné nos premiers pas dans le cadre du startup.

## **Clients**

Le produit final, représenté par les cystes d'artémia décapsulés sera principalement destiné à couvrir les besoins du marché local. Ainsi, les écloseries aquatiques et les fermes aquacoles marines et d'eau douce sont considérées comme les premiers et principaux acheteurs, en plus des vendeurs d'aliments pour poissons. Plusieurs propriétaires des fermes et des écloseries aquacoles actifs actuellement au niveau national (Sarl Aqua, Garden aqua, société agricole et aquacole de Béni Ayad, aqua continental), les grossistes d'aliments de poissons (Hamza à Safsafa) et les établissements universitaires (ENSSMAL), ont été très favorables pour l'achat de notre produit directement, quelle que soit la quantité et sans hésitation.

## **Relation clients**

Pour la communication entre l'entreprise et l'acheteur, nous allons développer et créer un ensemble de liens qui permettent à l'acheteur de communiquer directement et facilement avec l'entreprise.

Nous allons créer des pages sur les réseaux sociaux, ensuite l'acheteur peut poser des questions ou exprimer ses besoins en communiquant avec nous à travers nos coordonnées comme le numéro de téléphone ou par e-mail.

Les salons des recherches nationaux et les séminaires représentent une occasion pour présenter la ferme et ses produits.

### **Canaux de distribution**

Le marketing est le processus de post-production le plus important, car le taux de réussite d'un projet est toujours lié à l'aspect marketing du produit. Le marketing ainsi que l'expérience de communication jouent un rôle très important dans la réalisation des bénéfices et des objectifs établis.

La ferme est stratégiquement située le long de l'autoroute Alger-Tipaza, ceci va faciliter l'accès aux marchés des produits aquacoles (poissons) et leur propre alimentation.

L'idée de recourir au marché et d'offrir le produit directement représente une des solutions possibles pour la commercialisation de notre produit.

Nous travaillerons également à ouvrir un magasin électronique avec le service de livraison. Ensuite, le produit peut également être acheté directement au niveau de la ferme.

### **Coûts**

Le budget proposé pour la réalisation de ce projet est estimé à environ 16 183 620 dinars algérien, divisé en deux parties principales :

La première tranche est consacrée aux dépenses d'installation estimées à 11 540 620 dinars algériens, tandis que la deuxième tranche est consacrée à l'achat des matériels et équipements de production, d'une valeur de 2 418 000 dinars algériens.

Les frais généraux de ce projet se répartissent en deux types dont un est lié aux charges fixes que sont les frais d'installation et les salaires ainsi que les abonnements mensuels tels que téléphone et Internet (11540620 DA). Le deuxième type, représenté par les charges variables, qui peuvent souvent se limiter au coût des matières premières et à la facture d'électricité et de gaz (1485000 DA).

Concernant les dépenses liées au stade de production, il est également divisé en deux parties, les coûts fixes et les coûts variables.

Quant aux coûts fixes, leur valeur est estimée à environ 2177662 DA tandis que la valeur des coûts variables est estimée à 1485000 DA. Ainsi, le coût total de production est estimé à environ 3662662 DA.

La production de cystes de bonne qualité nécessite de fournir une variété d'aliments en qualités et quantités importantes pouvant coûter jusqu'à 700 000 DA par an. Le régime alimentaire de l'Artémia se compose généralement de son de blé, la spiruline séchée, la levure ainsi que les micro algues.

En ce qui concerne l'eau d'élevage, elle sera préparée au moyen d'une eau de puits douce de haute qualité en ajoutant des quantités suffisantes de sel non iodé en atteignant un degré de salinité d'environ 45 g/L, ce qui coûtera 400 000 DA/an.

Pour réaliser le processus de décapsulation, nous avons besoin de quantités suffisantes d'hypochlorite de sodium ou l'hypochlorite de calcium, avec un budget estimé à 40 000 DA/an, selon le prix de gros.

On sait que tous les équipements utilisés ont une durée de vie et une expiration (Amortissement). Nous avons donc déterminé un budget pour la rénovation et l'entretien de l'équipement, qui est estimé comme suit : Amortissement des équipements de production estimé à 483 600,00 DA avec une durée de vie de cinq ans, 1 154 062,00 DA de l'amortissement de cout de construction du local, compte tenu de la facture d'électricité (60 000 DA/semestre) qui est environ 240 000 DA/an, 5 000 DA de la facture de gaz, 30 000 DA de la facture d'internet et le téléphone de 100 000,00 DA/an de l'emballage.

Il convient de noter que la ferme recrutera un technicien ayant un salaire mensuel de 45 000 DA par mois, ce qui signifie que le coût annuel de la main d'œuvre sera de 540 000 DA/an.

De ce qui précède, on fait la somme de tous les coûts afin de déduire le coût total de production qui sera estimé à 3 662 662,00 DA/an.

## **Revenu**

La capacité de production du projet est estimée à 252 kg de cystes décapsulés par an qui seront commercialisés à un prix très compétitif estimé à environ 25 000 DA/kg, soit environ 9000 DA de moins que les cystes importées ( 35 000 à 55 000 DA/kg).

*Annexe 3*

La production de la poudre d'artémia estimée à 125 kg/an sera commercialisée à un prix de 2000 DA/kg.

De ce fait, l'apport des cystes sera de 6 300 000 DA/an, tandis que l'apport de la poudre atteindra 250 000 DA/an. Donc, le revenu annuel total net est de 6 550 000, 00 DA/an.

***BMC***

<b>Partenaire clés</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ANADE</li> <li>• Entreprise El falah.</li> <li>• Cosider</li> <li>• Ministère De la Pêche et des Productions halieutiques</li> <li>• Laboratoire Karim Leila.</li> <li>• Laboratoire LNCAPPASM</li> <li>• Incubateur bleu</li> </ul>	<b>Activités principales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Élevage d'artémia.</li> <li>• Production de cystes décapsulés</li> <li>• Production De poudre d'artémia.</li> </ul>	<b>Valeur ajoutée</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fournir l'artémia sous forme cystes décapsulés et poudre.</li> <li>• Accompagnement Comme une culture annexe pour les écloserie et les fermes aquacoles d'eau douce et d'eau de mer.</li> </ul>	<b>Relations Clients</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Face à face.</li> <li>• Contrat et convention</li> <li>• l'e-mail et le téléphone.</li> <li>• Les Réseaux sociaux</li> <li>• Des Événements.</li> <li>• Des Visioconférences.</li> </ul>	<b>Clients</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les écloseries et les fermes aquacoles.</li> <li>• Les Établissements éducatifs</li> <li>• Grossistes D'aliment.</li> </ul>
<b>Ressources clés</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matériel <ul style="list-style-type: none"> <li>-local</li> <li>-équipements d'élevage.</li> <li>-équipements de laboratoire.</li> <li>-équipements de traitement d'eau</li> <li>-équipements de transformation</li> </ul> </li> <li>• Ressources humaines (deux ingénieurs en aquaculture et un technicien).</li> <li>• Ressources financières.</li> </ul>		<b>Canaux de distribution</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Magasin en ligne</li> <li>• Sur place au niveau de la ferme</li> <li>• Livraison à domicile</li> </ul>		
<b>Coûts</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>-cout variable : aliment, sel, hypochlorite, électricité, gaz,</li> <li>-cout semi variable :</li> <li>-cout fixe : l'employeur, équipements d'élevage, de laboratoire et de l'unité de transformation.(Totale=16 183 620,00 DA).</li> </ul>		<b>Revenus</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>-les ventes de cystes décapsulés.</li> <li>-les ventes de poudre d'artémia. (6 550 000, 00 DA)</li> </ul>		

