

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



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

D'Ingénieur en Sciences de la Mer

Sujet :

ELEVAGE ET REPRODUCTION DE LA POPULATION

D'ARTEMIA DU LAC EL BAHIRA

Réalisé par:

- BERROU Feryal
- MAROK Mohammed Idriss Abd Rahaman

Soutenu le 08 /07/2024 devant le jury suivant :

M	REFES Wahid	Professeur	Président
M	LOURGUIOUI Hichem	Maitre de conférence « B »	Examinateur
MM	CHABET DIS Chalabia	Maitre de recherche « B »	Promotrice
MM	MESLEM Nabila	Maitre de conférence « B »	Co-promotrice

DEDICACE

Dédicace

Je dédie ce travail

À mes parents : BERROU Belkacem et GHANDOUR Salima

Qui nous ont tout appris dans la vie jusqu'à ce que nous arrivons là où nous sommes
aujourd'hui

À mon frère et mes sœurs.

À mes amis.

Dédié à tous ceux qui nous ont appris des lettres d'enseignants et de prof de puis l'école
primaire jusqu'à l'université

Merci à tous

BERROU Feryal

Dédicace

Je dédie ce travail :

À mes parents : MAROK Ben Attou et SABOUNJI Farida

Pour leur soutien et leurs encouragements, qu'ils voient dans ce travail un aboutissement.

À mes frères et mes sœurs.

À mes amis.

À tous les nôtres.

Enfin, à tous ceux qui ont collaboré à la réalisation de ce travail, en guise de reconnaissance.

MAROK Mohammed Idriss Abd Rahaman

REMERCIEMENTS

Remerciements

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

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

REFES Wahid, qui nous a fait l'honneur de présider ce jury. Qu'il nous soit permis de lui exprimer notre sincère reconnaissance.

LOURGUIOUI Hichem, notre examinateur, qui ont accepté de juger ce travail malgré ses nombreuses occupations.

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

MM MESLEM Nabila, co-promotrice de ce travail, de nous avoir accueilli et assuré la direction scientifique du projet de mémoire et de nous avoir encouragé tout au long de notre travail ; sa disponibilité à notre égard, ses remarques ainsi que ses conseils et commentaires des plus judicieux nous en ont été très utiles.

Notre profonde gratitude à M. BOUFLIH Nabil, Directeur générale du CNRDPA pour nous avoir permis d'accomplir notre stage au sein de la division Aquaculture. Aussi, nous souhaitons exprimer notre profonde gratitude à M. BOUDJENAH Mustapha, M. MILA Toufik, M. MERIKHI Ismail, MM. ITCHIR Rachida, MM. AYAD Meriem et M. BOUCHACHI Djilali pour le temps précieux qu'ils nous ont consacré et nous faire profiter de leurs précieuses connaissances.

ملخص

الأرتيميا هي قشريات صغيرة تعيش في المياه المالحة. وهو غذاء قيم ليرقات الأسماك والقشريات. ونظرا لأهميتها في مجال تربية اليرقات، تهدف هذه الدراسة إلى استكشاف تربية وتكاثر الأرتيميا، والعمل على سكان بحيرة البحيرة (غرب سطيف، الجزائر). يبلغ متوسط قطر البيوض المرطبة 0.02 ± 208.79 ميكرومتر، ويبلغ متوسط قطر البيوض المرطبة المعالجة 0.02 ± 197.61 ميكرومتر مع غشاء يبلغ سمكه 10.38 ميكرومتر. تعطي البيوض يرقات بمتوسط حجم 42.15 ± 385.25 ميكرومتر بمعدل فقس 34% وكفاءة فقس 10890 يرقة/جم من الأكياس. معدل البقاء النهائي للأفراد أثناء التربية هو 74.13% مع معدل نمو لأفراد الأرتيميا البالغين يبلغ 0.31 ملم / يوم. أرتيميا بحيرة البحيرة قادرة على التكاثر عن طريق التوالد العذري بعدد من النسل المنتج لكل أنثى يتراوح من 3 إلى 54 يرقة وبمتوسط 14.16 يرقة/أنثى. وتظهر النتائج التي تم الحصول عليها أن الأرتيميا من بحيرة البحيرة لديها إمكانات جيدة لتربية المائيات.

الكلمات المفتاحية: النمو ؛ القشريات ؛ الفقس ؛ يرقات ؛ التكاثر.

Abstract

Artemia is a small crustacean living in saltwater. It is a valuable food for fish and crustaceans larvae. Given its importance in the field of larval culture, this study aims to explore the culture and reproduction of *Artemia*, working on the population of El Bahira lake (Setif province, Algeria). The average diameter of hydrated cysts is $208.79 \pm 0.02 \mu\text{m}$ and of decapsulated cysts is $197.61 \pm 0.02 \mu\text{m}$ with a chorion of $10.38 \mu\text{m}$ thick. The cysts give nauplii with an average length of $385.25 \pm 42.15 \mu\text{m}$ with a hatching rate of 34% and a hatching efficiency of 10890 nauplii /g of cysts. The final survival rate of individuals during culture is 74.13% with a growth rate for adult *Artemia* individuals of 0.31 mm/day. The *Artemia* of El Bahira lake is capable of reproducing by parthenogenesis and ovoviviparity with a number of offspring produced per female of 3 to 54 nauplii and an average of 14.16 nauplii/female. The results obtained show that *Artemia* from El Bahira lake has good aquaculture potential.

Keywords Growth; Crustacean; Hatching; Larvae; Reproduction.

Résumé

L'*Artemia* est un petit crustacé vivant en eau salée. C'est une nourriture précieuse pour les larves de poissons et des crustacés. Compte tenu de son importance dans le domaine de l'élevage larvaire, cette étude vise à explorer l'élevage et la reproduction d'Artémia, en travaillant sur la population du lac El Bahira (W. Sétif, Algérie). Le diamètre moyen des cystes hydratés non décapsulés est de $208,79 \pm 0,02 \mu\text{m}$ et des cystes décapsulés est de $197,61 \pm 0,02 \mu\text{m}$ avec un chorion de $10,38 \mu\text{m}$ d'épaisseur. Les cystes donnent des nauplii d'une taille moyenne de $385,25 \pm 42,15 \mu\text{m}$ avec un taux d'éclosion de 34% et une efficacité d'éclosion de 10890 nauplii /g de cystes. Le taux de survie finale des individus pendant l'élevage est de 74.13% avec un taux de croissance pour les individus d'Artémia adulte de 0.31 mm/jour. L'Artémia du lac El Bahira est capable de se reproduire par parthénogenèse et voie ovoviviparité avec un nombre de progénitures produites par femelle de 3 à 54 nauplii et une moyenne de 14,16 nauplii/ femelle. Les résultats obtenus montrent que l'Artémia du lac El Bahira possède un bon potentiel aquacole.

Mots clé : Croissance ; Crustacé ; Eclosion ; Larves ; Reproduction.

LISTE DES ABREVIATIONS

Liste des abréviations

°C : Degré Celsius.

µm : Micromètre.

Cell : Cellule.

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

E : Est.

g : Gramme.

G : Grossissement.

L : Litre.

ms/cm : Millisiemens par centimètre.

mv : Millivolts.

N : Nord.

pH : Potentiel hydrogène.

PSU : Unité de salinité pratique.

r : Coefficient de corrélation.

USA : États-Unis d'Amérique.

W : Watt.

WoRMS : World Register of Marine species

LISTE DES FIGURES

Liste des figures

Figure 01. Artémia adulte.	03
Figure 02. Tête d'un mâle d'Artémia adulte.	05
Figure 03. Tête d'une femelle d'Artémia adulte.	05
Figure 04. Morphologie des adultes de l'Artémia.	06
Figure 05. Cycle biologique de l'Artémia.	07
Figure 06. Couple d'Artémia en position d'accouplement.	08
Figure 07. Répartition géographique de l'Artémia dans le monde.	11
Figure 08. Lac El Bahira (Google earth).	18
Figure 09. Echantillon collecté du lac El Bahira (W. Sétif).	19
Figure 10. Traitement et purification des cystes.	21
Figure 11. Pesée des cystes.	22
Figure 12. Incubation des cystes d'Artémia.	23
Figure 13. Récolte des nauplii.	26
Figure 14. Culture de l'Artémia.	26
Figure 15. Suivi de la qualité de l'eau d'élevage.	27
Figure 16. Reproduction de l'Artémia.	28
Figure 17. Box plot des paramètres physico-chimiques du milieu d'élevage.	29
Figure 18. Cystes d'Artémia hydratés et les cystes décapsulés.	31
Figure 19. Diamètres des cystes hydratés et décapsulés des différentes populations d'Artémia algériennes.	32
Figure 20. Epaisseurs du chorion des différentes populations algériennes d'Artémia.	33
Figure 21. Taux d'éclosion des différentes populations d'Artémia.	34
Figure 22. Nauplii d'Artémia du lac El Bahira.	35
Figure 23. Comparaison du profil biométrique des différents nauplii d'Artémia.	35

LISTE DES FIGURES

Figure 24. Taux de survie chez la population d'Artémia d'El Bahira.	36
Figure 25. Taux de survie de différentes populations algériennes d'Artémia.	37
Figure 26. Croissance de la population d'Artémia du lac El Bahira.	38
Figure 27. Taux de croissance de différentes populations algériennes d'Artémia.	39
Figure 28. Taux de fécondité des différentes populations algérienne d'Artémia.	40

LISTE DES TABLEAUX

Liste des tableaux

Tableau 01. Sites potentiels d'Artémia connus en Algérie.	12
Tableau 02. Caractéristique des points de prélèvement.	20
Tableau 03. Diamètres des cystes d'Artémia du lac El Bahira.	31
Tableau 04. Taux de croissance des individus d'Artémia du lac El Bahira.	38

SOMMAIRE

Sommaire

Introduction	01
Chapitre 1: Généralités sur l'Artémia	02
1. Classification et systématique de l'Artémia	02
2. Biologie de l'Artémia	03
2.1. Morphologie	03
2.2. Anatomie	04
2.2.1. Tête	04
2.2.2. Thorax	05
2.2.3. Abdomen	06
2.3. Cycle de vie	07
2.4. Reproduction	08
3. Ecologie	09
3.1. Composition ionique et salinité	09
3.2. Température	09
3.3. Oxygène	09
3.4. pH	10
3.5. Dispersion	10
3.6. Compétition et prédation	10
3.7. Alimentation	10
4. Répartition géographique de l'Artémia	10
4.1. À l'échelle mondiale	10
4.2. Répartition à l'échelle nationale	11
5. Importance aquacole et intérêt économique de l'Artémia	13

6.	Exploitation de l'Artémia	13
6.1.	Dans les habitats naturels	13
6.2.	Exploitation intensive de l'Artémia	14
7.	Elevage	14
7.1.	Elevage extensif	14
7.2.	Elevage semi-intensif	15
7.3.	Elevage intensif	16
8.	10. Pathogènes	17
8.1	10.1. Bactéries	17
8.2	Virus	17
8.3	Parasites Protozoaires	17
	Chapitre 2: Matériel et méthodes	18
1.	Objectif de travail	18
2.	Présentation du site d'étude	18
2.	1. Cadre physique	18
2.	2. Cadre Climatologique	19
3.	Echantillonnage	19
4.	Traitement des Cystes	20
5.	Incubation des Cystes	22
6.	Qualité d'éclosion	23
7.	Biometrie des cystes et des nauplii	24
7.	1. Biométrie des cystes	24
7.	1.1.Hydratation des cystes	24
7.	1.2.Décapsulation des Cystes	24
7.	1.3.Épaisseur du Chorion	24

7.	2. Biométrie des Nauplii	25
8.	Elevage	25
9.	Suivi	26
9.	1. Taux de survie	27
9.	2. Taux de croissance	27
10.	Reproduction	28
Chapitre 3 : Résultats et discussion		29
1.	Qualité physico-chimique de l'eau d'élevage	29
2.	Caractérisation des cystes	30
3.	Qualité d'éclosion	33
4.	Biométrie des nauplii	34
5.	Taux de survie et croissance	36
6.	Reproduction	40
Conclusion		42
Références bibliographiques		43

INTRODUCTION

Introduction

L'avènement de l'aquaculture moderne a révolutionné la maîtrise des cycles de vie de diverses espèces marines en laboratoire, ouvrant ainsi la voie à des progrès significatifs dans l'élevage de poissons et de crustacés. Un défi majeur s'est rapidement imposé : la sélection d'une alimentation adaptée, en particulier durant les phases larvaires où les besoins nutritionnels sont spécifiques et critiques.

Dans ce contexte, les nauplii d'Artémia se distinguent comme un élément crucial, constituant la base alimentaire pour plus de 80% des larves poissons et crustacés en élevage. Leur rôle est attribué à leur disponibilité, facilité d'obtention, et valeur nutritionnelle comparativement à d'autres options alimentaires (Ben Naceur et al., 2008). . En outre, les cystes d'Artémia qui deviennent des nauplii après d'incubation, représentent une ressource fondamentale pour l'aquaculture larvaire, suscitant un intérêt à la fois scientifique et économique de taille (Lavens & Sorgeloos ,2000).

L'Algérie, consciente de l'enjeu économique et environnemental, a promu l'aquaculture en tant que secteur stratégique, bien que la dépendance vis-à-vis des importations pour certains intrants comme les aliments larvaires reste un défi. Cela met en lumière l'importance de valoriser les ressources naturelles locales, notamment les populations d'Artémia, pour renforcer l'autosuffisance du pays en matière de production aquacole.

L'objectif principal de ce travail est de caractériser la population d'Artémia du lac El Bahira en termes de reproduction et viabilité, pour évaluer son potentiel comme source durable d'aliments larvaires dans l'aquaculture algérienne et mondiale. Cette étude se déroulera en trois phases principales : une synthèse bibliographique pour l'Artémia, une étude expérimentale pour examiner la capacité de l'élevage et la reproduction et enfin, une évaluation des résultats obtenus pour discuter des implications pratiques et stratégiques de cette ressource.

CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR L'ARTEMIA

1. Classification et systématique de l'Artémia

Le genre *Artemia* appartient au groupe des branchiopodes anostracés, un ensemble de crustacés considérés parmi les formes les plus ancestrales (Figure 01) (Ghomari, 2013). Ces organismes se distinguent par leurs appendices thoraciques en forme de feuille qui leur servent à la fois pour la locomotion, la respiration, et la filtration de nourriture, typiques de la Classe des Branchiopodes (Ghomari, 2013). L'absence de carapace, caractéristique de l'ordre Anostraca, ainsi que la présence d'une fourche caudale et un régime alimentaire basé sur le filtrage du plancton, complètent leur profil distinctif (Ghomari, 2013).

Selon WoRMS, la hiérarchie taxonomique d'Artémia se présente comme suit :

- Règne : Animalia
- Embranchement : Arthropoda
- Sous-Embranchement : Crustacea
- Classe : Branchiopoda (Latreille, 1817)
- Sous-Classe : Sarsostraca
- Ordre : Anostraca
- Sous-Ordre : Artemiina
- Famille : Artemiidae
- Genre : *Artemia* (Leach, 1819)

Huit souches bisexuées d'*Artemia* ont été officiellement reconnues depuis le début du XXe siècle, enrichissant la classification et la compréhension de leur diversité biologique :

- *Artemia franciscana* (Kellog, 1906); Amérique: nord, centre et sud
- *Artemia monica* (Virrill, 1869) : Californie USA
- *Artemia persimilis* (Piccinelli et Prosdocimi, 1968) : Argentine

CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR L'ARTEMIA

- *Artemia salina* (Bowen & Sterling, 1978) : Europe et l'Afrique du nord
- *Artemia urmiana* (Gunther, 1890): Iran
- *Artemia sinica* (Cai, 1989): Chine
- *Artemia tibetiana* (Abatzopoulos, Zhang & Sorgeloos, 1998) : Tibet le sud-ouest de la chine
- *Artemia parthenogenetica* (Bowen & Sterling, 1978)

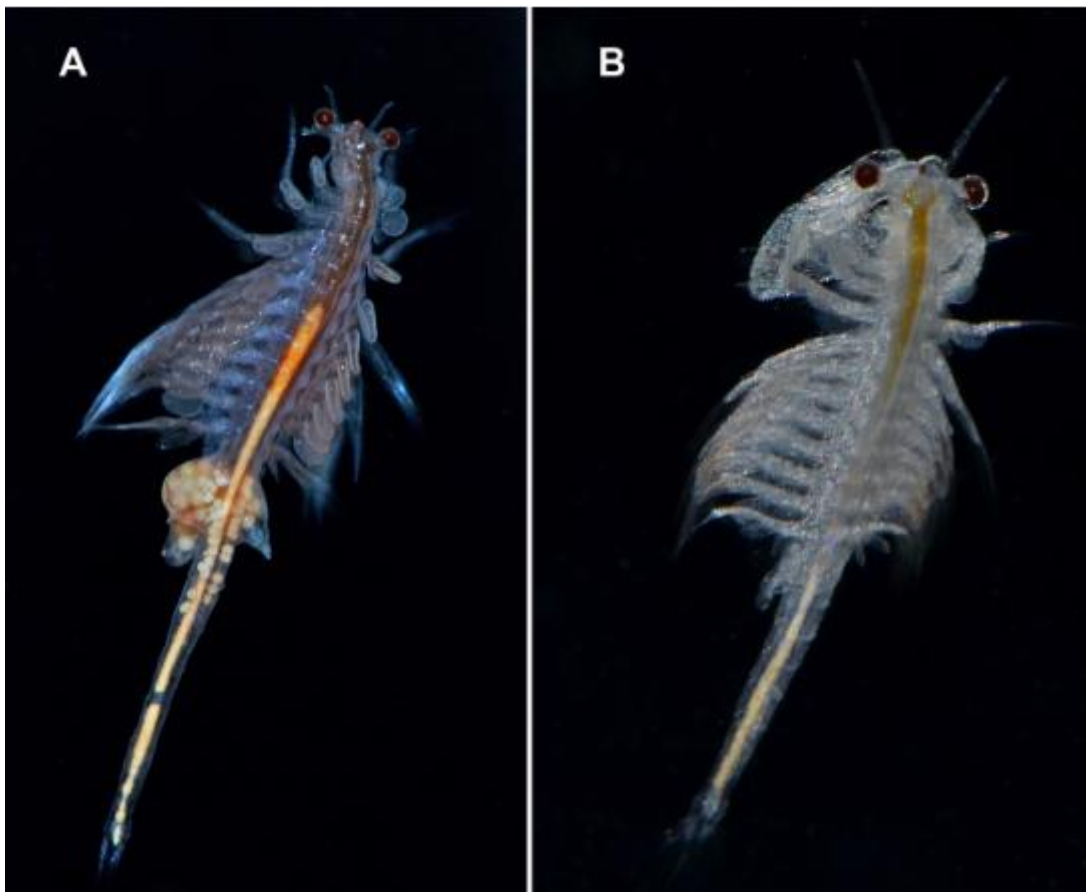


Figure 01. Artémia adulte. A : Femelle ; B : Mâle. (Sainz-Escudero et al., 2021).

2. Biologie de L'Artémia

2.1 Morphologie

L'Artémia a un corps allongé sans carapace. Au cours de son développement, l'*Artemia* subit 14 mues, son anatomie se composant d'au moins 20 segments corporels et de 10 paires d'appendices plats, appelés phyllopoies, attachés à son torse et servant à la natation, la

CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR L'ARTEMIA

respiration, et la filtration de nourriture (Lavens et al., 1986). La couleur de l'*Artemia* varie de blanc laiteux à bleu-vert et jusqu'à rouge brique, en fonction de son alimentation et des conditions environnementales, telles que la concentration en oxygène dissous dans l'eau (Abatzopoulos et al., 2010).

La taille de l'*Artemia* peut fluctuer considérablement en fonction de l'espèce, qu'elle soit sexuée ou parthénogénétique (diploïde ou polyploïde), et aussi selon les conditions physico-chimiques de son habitat, notamment la salinité (Ghomari, 2013). La longueur typique se situe entre 10 et 12 mm, avec une taille qui dépasse rarement les 17-18 mm (Ghomari, 2013). Les femelles adultes possèdent un sac ovigère en forme de cœur situé à l'arrière, tandis que les mâles, généralement plus petits, plus rapides et moins colorés, présentent deux appendices symétriques en forme de châte près de la tête (Abatzopoulos et al., 2010).

2.2. Anatomie

2.2.1 Tête

La tête est constituée de cinq segments fusionnés, dotés d'appendices et d'organes spécifiques (Lavens et al., 1996). On y trouve l'œil nauplien formé de trois ocelles sombres ou rouges selon le stade de développement (Lavens et al., 1996.) Les antennes, situées la base des pédoncules oculaires, diffèrent entre les sexes, celles des femelles étant plus simples avec des capteurs sensoriels, tandis que chez les mâles, elles sont hypertrophiées, formant des pinces utilisées durant la copulation (Lavens et al., 1996) (Figure 02 et 03).

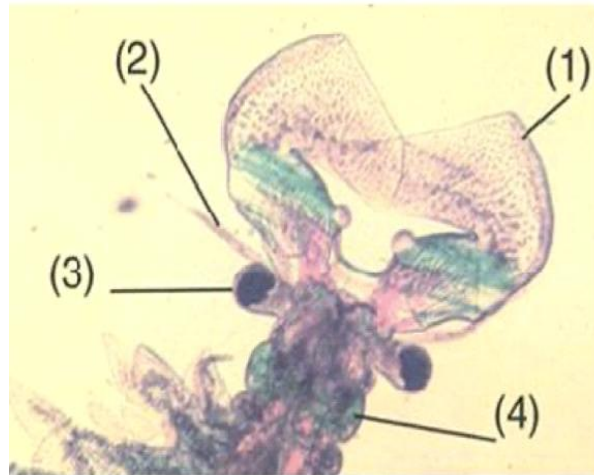


Figure 02. Tête d'un mâle d'Artémia adulte. 1: Antenne; 2 : Antennule; 3 : Œil complexe; 4 : Mandibule (Lavens et al., 1996).

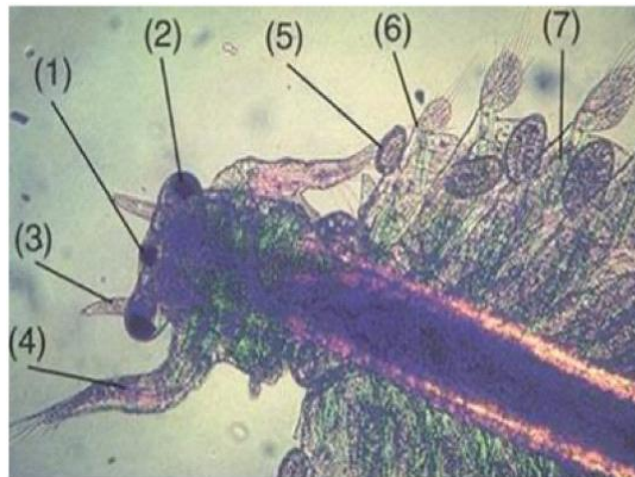


Figure 03. Tête d'une femelle d'Artémia adulte.

1 : Œil nauplien; 2 : Œil complexe; 3 : Antennule; 4 : Antenne; 5 : Exopodite; 6 : Telopodite; 7 : Endopodite (Lavens et al., 1996).

2.2.2. Thorax

Le thorax comprend 11 segments distincts, chacun pourvu d'une paire de phyllopes. Ces appendices jouent un rôle clé dans la natation, la respiration et la filtration de la nourriture, avec une fréquence de battement régulière de 150 à 200 mouvements par minute. Les phyllopes sont équipés d'exopodites agissant comme des branchies et d'endopodites

servant à la natation et à la filtration des particules alimentaires (Haddag, 1991).

2.2.3. Abdomen

L'abdomen se compose de 8 segments sans appendices, incluant les segments génitaux et se terminant par un telson équipé d'une fourche caudale (Figure 04). Les segments génitaux sont plus volumineux et abritent l'appareil reproducteur : un sac ovigère chez la femelle et une vésicule séminale ainsi qu'un pénis chez le mâle. Chez les femelles, les ovocytes sont transportés de l'ovaire à l'utérus, où la fécondation et le développement embryonnaire ont lieu, tandis que chez les mâles, les spermatozoïdes sont convoyés par des vésicules séminales avant d'être expulsés à l'extérieur (Dhont & Van Stappen, 2003).

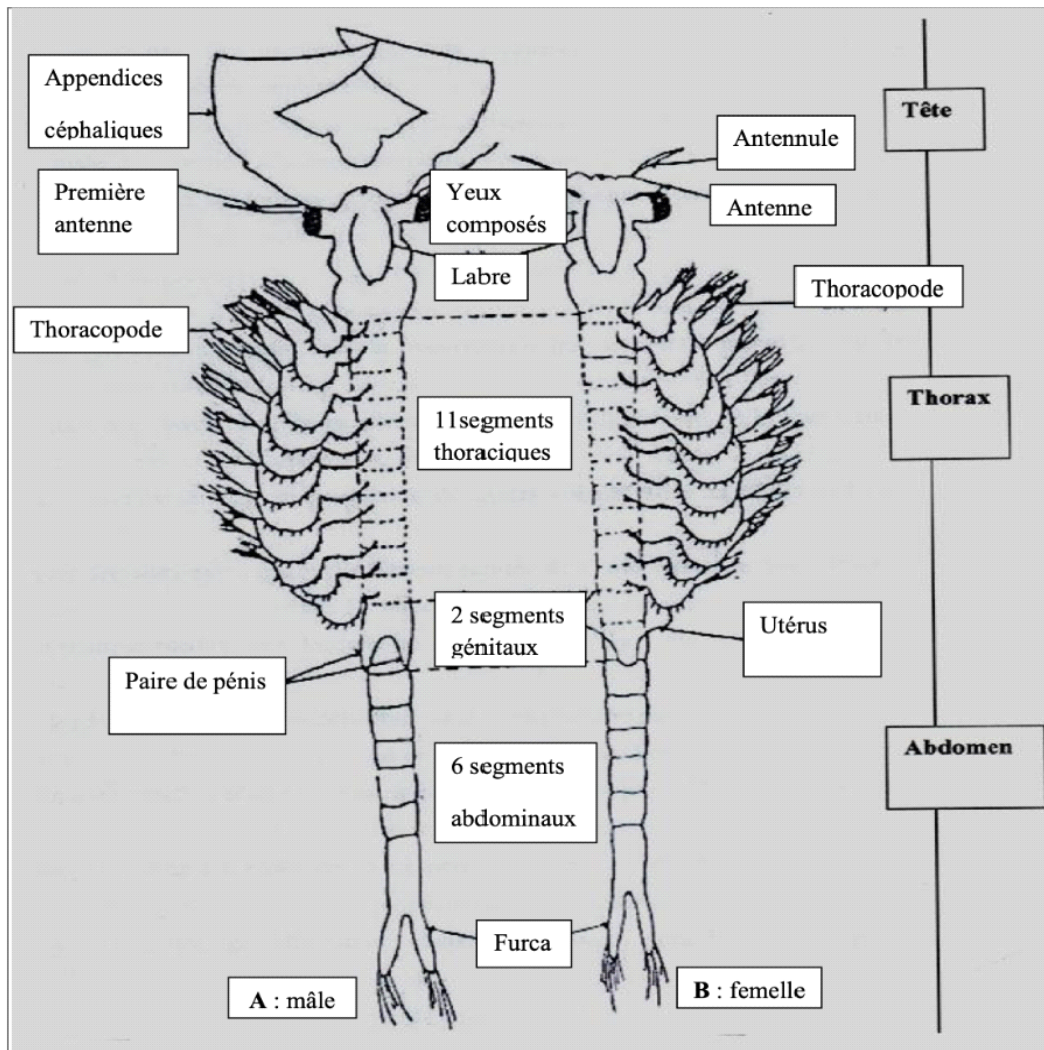


Figure 04. Morphologie des adultes de l'Artémia. A: mâle; B: femelle (Khemakhem, 1988).

2.3. Cycle de vie

Selon Whitaker (1940), les femelles d'Artémia ont la faculté unique de reproduire soit directement par la production de nauplii, soit par la génération d'œufs de résistance, ou cystes. Ces cystes se distinguent par leur incroyable résilience, capable de résister à des conditions de gel extrême sans dommage pour l'embryon en développement (Lavens & Sorgeloos, 1996). La dispersion naturelle de ces cystes s'effectue via la flottabilité à la surface de l'eau, où l'action éolienne les transporte vers les berges mélangeant ainsi les cystes avec le substrat sablonneux (Lavens & Sorgeloos, 1996). Pendant les saisons pluvieuses, les cystes sont emportés vers les bassins salins intérieurs, où une fine couche d'eau douce favorise leur éclosion en nauplii en seulement 24 à 36 heures (Lavens & Sorgeloos, 1996). Le développement ultérieur des nauplii traverse une série de mues, environ 15, culminant dans la maturation en adultes en l'espace d'environ quarante jours, bien que ce processus puisse être accéléré à seulement huit jours sous conditions idéales (Lavens & Sorgeloos, 1996) (Figure 05).

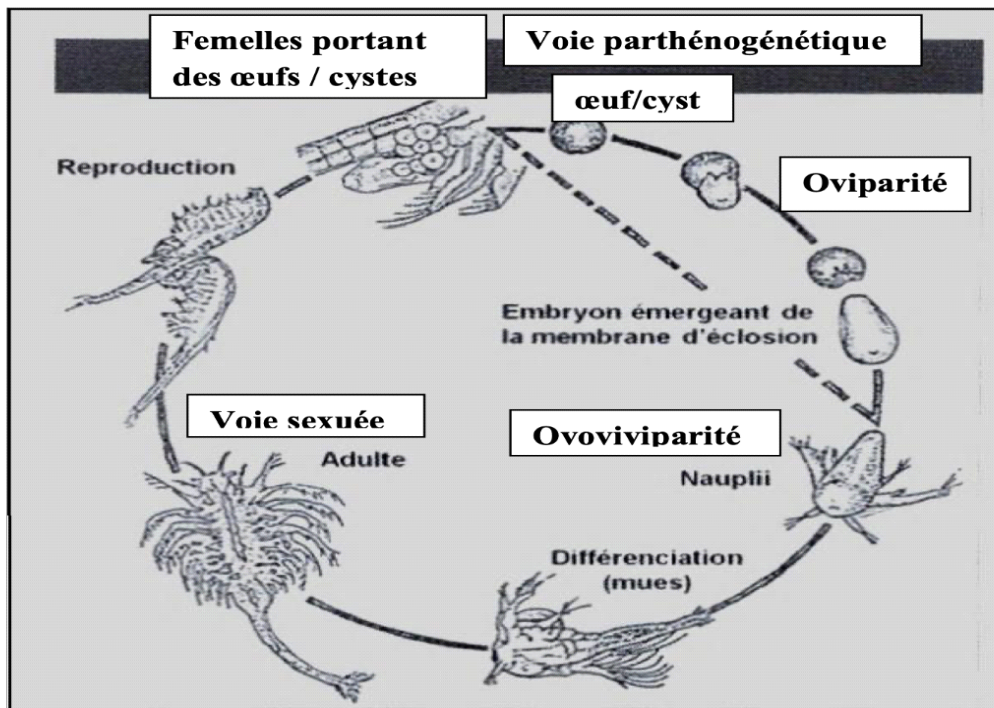


Figure 05. Cycle biologique de l'Artémia (Defaye et al., 1998).

2.4. Reproduction

La reproduction chez les populations d'Artémia peut adopter deux formes : bisexuée ou parthénogénétique, cette dernière permettant aux individus de se reproduire sans fécondation sur plusieurs générations (Sorgeloos et al., 1986). Chez les souches bisexuées, l'accouplement prend place dans une posture spécifique dite "position d'équitation", où le mâle maintient la femelle pour la fécondation, une interaction qui peut se prolonger significativement (Sorgeloos, 1980) (Figure 06). Les stratégies reproductives varient en fonction des conditions environnementales, oscillant entre une reproduction ovovivipare favorisée par des conditions optimales et une reproduction ovipare sous contraintes environnementales, privilégiant la production de cystes (Persoone & Sorgeloos, 1980). Ces cystes ont la capacité de rester en diapause pendant plusieurs années sans perdre leur viabilité germinative, notamment dans des conditions anoxiques ou de salinité élevée au-delà de 85 PSU, le seuil d'éclosion (Persoone & Sorgeloos, 1980).

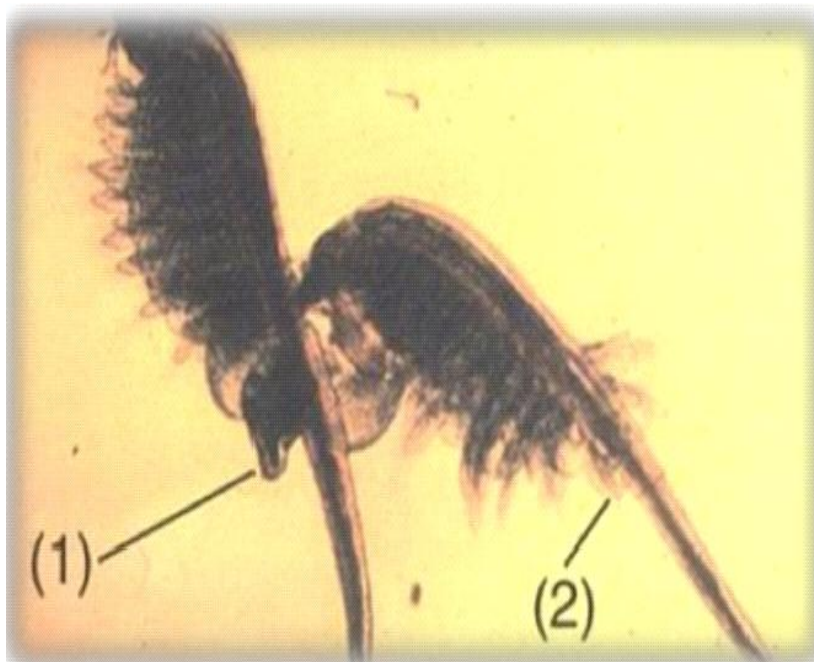


Figure 06. Couple d'Artémia en position d'accouplement. 1 : Utérus ; 2 : Pénis (Lavens et al., 1996).

3. Ecologie

L'écologie d'*Artemia* est influencée par une série de facteurs environnementaux qui jouent un rôle crucial dans sa survie et sa prolifération. Parmi ces facteurs, la salinité, la température, l'oxygène, le pH, la dispersion des cystes, ainsi que la compétition, la prédation, et le parasitisme, sont déterminants (Persoone & Sorgeloos, 1980).

3.1 Composition ionique et salinité

L'*Artemia* prospère dans des milieux hypersalins, avec des salinités dépassant souvent 100 PSU (Hedgpeth, 1959). Ces habitats se divisent en milieux athalassohalins (lacs salés intérieurs, étangs salés, sebkhas, et chotts qui sont riches en carbonates, potassium, ou sulfates et alimentés par les eaux pluviales) et en milieux thalassohalins (salines côtières et lacs en contact direct avec la mer, où prédomine une chimie chlorée (Persoone & Sorgeloos, 1980).

L'*Artemia* est une espèce euryhaline, capable de supporter des salinités extrêmes allant de 9 PSU à 340 PSU (Post & Youssef, 1977), grâce à un système d'osmorégulation avancé, essentiel pour sa résistance et la production des cystes, particulièrement au-delà de 85 PSU (Sorgeloos, 1980).

3.2 Température

Les artémies sont eurythermes, pouvant vivre dans des températures allant de 6°C à 37°C et survivre brièvement jusqu'à 40°C (Vos & Transutapanit, 1979). Leur croissance optimale varie selon les souches, généralement entre 25°C et 30°C, avec une tolérance différentielle selon le stade de développement (Hinton, 1964).

3.3. Oxygène

En tant qu'euroxybiontes, les artémies prospèrent dans une large gamme d'oxygène dissous, depuis des milieux hypoxiques jusqu'à des conditions de sur-saturation lors de blooms algaux (Trigui, 2017).

3. 4 pH

Ces organismes préfèrent des milieux neutres à alcalins, avec un pH optimal autour de 7 ou plus (Sato, 1967). Un pH inférieur à 6 peut être létal, soulignant l'importance de ce paramètre dans la survie et l'éclosion des cystes (Brisset, 1984).

3. 5 Dispersion des Cystes

Le vent et les oiseaux sont les principaux vecteurs naturels de dispersion des cystes, bien que l'activité humaine par inoculation joue aussi un rôle significatif dans la propagation de l'espèce (Mac Donald, 1980).

3. 6 Compétition et prédation

Dans les milieux hypersalins, *L'Artemia* ne rencontre pas de compétiteurs directs, mais à des salinités plus basses, la compétition avec d'autres invertébrés, ainsi que la prédation peut poser des défis (Sorgeloos, 1980).

3. 7 Alimentation

L'Artémia est un organisme phagotrophe se nourrissant continuellement de particules en suspension, allant de quelques micromètres à 60µm (Provasoli & Shiraishi, 1959). Cette espèce ne montre pas de préférence alimentaire spécifique, ce qui accroît son potentiel en aquaculture (Dobelleir et al., 1980).

4. Répartition Géographique

4.1. À l'échelle mondiale

Le genre *Artemia* se distingue par sa nature cosmopolite, capable de prospérer dans une variété de conditions environnementales difficiles, telles que des salinités extrêmes, des températures variées, et des niveaux d'oxygène bas (Torrentera & Dodson, 2004). Cette capacité d'adaptation exceptionnelle permet à ces organismes de se répartir globalement, à l'exception notable de l'Antarctique (Browne & Mac-Donald, 1982). On trouve *l'Artemia* principalement dans des environnements tels que les lacs salés et hypersalés, ainsi que les

lagunes côtières et étangs, où l'absence de compétiteurs leur est favorable (Triantaphyllidis al., 1996) (Figure 07).



Figure 07. Répartition géographique de l'Artémia dans le monde (Lavens & sorgeloos, 2000).

4.2. Répartition à l'échelle nationale

Les travaux réalisés sur l'Artémia, en Algérie sont peu nombreux, l'espèce se rencontre dans les chotts et sebkhas, et à l'état actuel, aucun site en Algérie ne fait l'objet d'une exploitation (Chabet dis et al., 2023). Kara & Amarouyache (2012) ont recensé 11 sites potentiels en Algérie. Les sites potentiels d'Artémia connus en Algérie qui ont fait objet de plusieurs études se trouvent en tableau 01.

CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR L'ARTEMIA

Tableau 01. Sites potentiels d'Artémia connus en Algérie (Kara & Amarouyache, 2012, Ghomari, 2013 ; Chabet dis et al., (2023).

Région	Superficie (ha)	Espèce	Références
Sebkhat d'Oran	43,000	<i>Artemia sp</i>	Ghomari, 2013
Chott Ouargla	6,853	<i>Artemia sp</i>	Sorgeloos et al., 1986
Chott Marouan (W.El Oued)	36,000	<i>A. salina</i>	Sorgeloos et al., 1986
Sebkhat Ez-Zemoul (W.Oum El Bouagui)	6,100	<i>A. salina</i>	Ghomari, 2013
Bethioua (W. Oran)	-	<i>Artemia sp</i>	Ghomari, 2013 ; Chabet dis et al., (2023)
Garaet El Tarf (W.Oum ElBouagui)	33,460	<i>A. salina</i>	Ghomari, 2013
Chott Melghir (W. Biskra)	48,000	<i>A. salina</i>	Ghomari, 2013
Sebkha de Sidi Bouziane (W. Relizane)	1,740	<i>A. salina</i>	Ghomari, 2013
Lac El Bahira (W. Setif)	-	<i>A. salina</i>	Ghomari, 2013
Lac de Golea (W. Ghardaia)	18,947	<i>A. salina</i>	Ghomari, 2013
Dayet Morseli (W. Oran)	-	<i>Artemia sp</i>	Sorgeloos et al., 1986
Sebkha d'El Melah (W. Béchar)	-	<i>A. salina</i>	Chabet dis et al., 2023
Sebkha de Timimoune (W. Timimoune)	-	<i>A. salina</i>	Chabet dis et al., 2023

5. Importance aquacole et intérêt économique de l'Artémia

Selon Trigui (2017) cystes d'*Artemia* sont devenus essentiels pour les écloseries pour plusieurs raisons :

- Facilité d'utilisation : La récolte, le traitement, et le stockage des cystes s'effectuent aisément.
- Qualité nutritive des nauplii : Les nauplii, une fois éclos, fournissent une source alimentaire saine et énergétique.
- Adaptation aux larves: La taille des nauplii correspond parfaitement à celle de la bouche des larves.
- Conservation: Les cystes peuvent être conservés pendant plusieurs années sans perdre leur viabilité.
- Facilité d'éclosion: Incuber les cystes dans l'eau de mer pendant 24 heures libère efficacement les nauplii. (Aloui, 2003)

Selon Camara (2020), la production mondiale de cystes d'Artémia est autour de 4 000 tonnes/ an. Litvinenko et al., (2015) ont signalé que le Grand lac salé (Utah, États-Unis) et les biotopes salins de Russie, du Kazakhstan et de Chine sont les principaux fournisseurs de cystes d'Artémia pour l'industrie aquacole mondiale.

6. Exploitation de l'Artémia

6.1. Dans les habitats naturels

L'exploitation de l'*Artemia* dans les habitats naturels, tels que les salines, est une pratique courante, particulièrement dynamique au printemps et au début de l'été, périodes de prolifération spectaculaire de ces organismes (Divanach et al., 1983). Cette récolte, orientée vers l'utilisation des cystes et de la biomasse d'Artémia pour l'aquaculture, est répandue dans les pays dotés de salines actives et où l'aquaculture est une industrie développée Divanach et

al. (1983). Les travaux de Divanach et al. (1983) ont démontré que les récoltes sélectives et rationnelles dans les bassins de la saline de Villeroy en France non seulement augmentent la production d'Artémia mais prolongent également la période d'exploitation. Les facteurs tels que la température, la salinité, et l'oxygène dissous sont déterminants pour l'accroissement de la biomasse d'Artémia dans ces milieux (Amat, 1979). De plus, la disponibilité du phytoplancton, notamment *Dunaliella salina*, est cruciale car elle constitue une source alimentaire primordiale pour l'Artémia (Amat, 1979).

6.2. Exploitation intensive de l'Artémia

En ce qui concerne l'exploitation intensive de l'Artémia, la sélection de la souche est principalement basée sur la dimension des cystes et leur taux de fécondité (Amat, 1979). Pour optimiser la valeur nutritionnelle des espèces récoltées et accroître leur exploitation, un enrichissement en acides gras polyinsaturés est essentiel (Amat, 1979). Bien que l'Artémia puisse être commercialisée ou distribuée aux larves de poissons et de crustacés durant leurs premiers stades de développement, l'aquaculture intensive de cette espèce n'est pas largement pratiquée en raison du coût de production élevé, qui est comparativement plus important que les dépenses associées à la récolte naturelle (Amat, 1979). Cette distinction souligne l'importance de l'exploitation durable et efficace des ressources naturelles d'Artémia pour soutenir les besoins de l'industrie aquacole tout en préservant l'équilibre écologique des habitats salins (Amat, 1979).

7. Elevage d'Artémia

Il se décline en pratiques extensives et semi-intensives, chacune adaptée à des conditions et des objectifs spécifiques.

7.1. Elevage extensif

L'élevage se réalise dans des environnements naturels tels que les étangs et les

lagunes, avec une production pouvant atteindre 1 à 5 kg de cystes par hectare par an (Brisset, 1984). La récolte des cystes, effectuée le long des berges, et l'inoculation de nouveaux milieux avec des nauplii, juvéniles, ou adultes représentent des méthodes de gestion de la population d'Artémia; parmi celles-ci, l'utilisation de nauplii est privilégiée en raison de leur résilience aux chocs de salinité et de la facilité de leur transport (Brisset, 1984). Néanmoins, l'inoculation à partir des cystes est moins courante, car elle requiert des conditions de salinité réduites qui augmentent le risque d'invasion par des prédateurs (Brisset, 1984).

Les nauplii sont transportés à des densités n'excédant pas un million par litre dans de l'eau réfrigérée à 6°C, avec une agitation continue pour prévenir la sédimentation (Brisset, 1984). Les zones propices à l'élevage extensif incluent les lacs salés, les lagunes côtières, et les marais salants. Cependant, le choix des sites d'élevage nécessite une attention particulière à cause des risques de perturbations physiques ou chimiques susceptibles d'affecter négativement la biocénose, comme illustré par le cas de Lac Mono, impacté par des prélèvements d'eau excessifs (Brisset, 1984).

7.2. Elevage semi-intensif

Parallèlement, l'élevage semi-intensif s'appuie sur l'inoculation de nauplii dans des bassins spécialement aménagés au sein des salines, avec une gestion rigoureuse des conditions environnementales telles que la température, la salinité, et l'oxygène dissous pour optimiser la croissance de l'Artémia (Tackaert & sorgeloos, 1991). Cette méthode permet d'obtenir des rendements significativement plus élevés, allant de 10 à 20 kg de cystes séchés par hectare par mois et de 100 à 375 kg de biomasse fraîche par hectare par mois (Tackaert & Sorgeloos, 1991), bénéficiant ainsi d'un apport alimentaire contrôlé en plus des ressources nutritives naturelles présentes dans les bassins. Ce système semi-intensif illustre un équilibre entre l'exploitation des caractéristiques naturelles des salines et une intervention humaine modérée pour augmenter la productivité de l'Artémia, élément clé pour l'industrie aquacole (Tackaert

& sorgeloos, 1991).

7.3. Elevage intensif

Il représente une méthode hautement spécialisée, impliquant l'inoculation de nauplii à des densités élevées, typiquement entre 10 000 et 12 000 individus/L, dans des installations conçues pour optimiser la production, comme des bacs en polyester ou des bassins en béton d'un volume restreint d'environ 1 m³ (James et al., 1981). Cette technique d'élevage requiert une manipulation précise des conditions environnementales, où l'eau saline, avec une concentration initiale de 50 à 70 PSU, est diluée avec de l'eau douce pour atteindre une salinité cible de 45 PSU (Bossuyt & Sorgeloos, 1980). La température est rigoureusement contrôlée à 25°C à l'aide de systèmes de chauffage, créant un environnement idéal pour la croissance rapide des *Artémia* depuis le stade nauplius jusqu'à l'âge adulte (James et al., 1981).

La nutrition dans ces systèmes intensifs est assurée par une diète variée incluant des micro-algues, des cellules de levure, ainsi que des sous-produits agricoles comme le son de blé, le son de riz, ou le lactosérum (Bossuyt & Sorgeloos, 1980). L'approche ne nécessite pas de renouvellement d'eau et repose sur des systèmes appelés air-water-lift pour maintenir une bonne qualité de l'eau et une distribution homogène des nutriments (Bossuyt & Sorgeloos, 1980). Cette méthode d'élevage permet d'obtenir des récoltes régulières d'adultes d'*Artémia*, avec des rendements pouvant atteindre 5 à 7 kg par mètre cube après seulement 14 jours de culture, en particulier lorsque du son de riz est utilisé comme aliment principal (Sorgeloos et al., 1983).

L'élevage intensif d'*Artemia* se distingue par sa capacité à produire des quantités significatives de biomasse dans des délais courts, représentant ainsi une technique avancée et efficace pour répondre aux besoins croissants de l'industrie aquacole en sources alimentaires de haute qualité (Sorgeloos et al., 1983).

8. Pathogènes

Les artémies, bien qu'étant des organismes résilients et adaptés à des environnements extrêmes, ne sont pas exempts de pathogènes qui peuvent affecter leur santé et leur viabilité, en particulier dans des conditions d'élevage intensif où la densité des populations favorise la transmission des agents pathogènes. Parmi les principaux pathogènes rencontrés, on trouve des bactéries, des virus, des parasites protozoaires, et des champignons (Sorgeloos et al., 2001).

8.1 Bactéries

Les infections bactériennes chez les Artémia peuvent être causées par divers genres bactériens, notamment *Vibrio*, qui est fréquemment associé aux maladies dans les élevages aquacoles (Sorgeloos et al., 2001). Les bactéries pathogènes peuvent provoquer des épidémies rapides avec des taux de mortalité élevés, affectant surtout les nauplii et les stades juvéniles d'Artémia (Sorgeloos et al., 2001).

8.2 Virus

Les virus peuvent également infecter l'Artémia. Les effets pathogènes des virus sur les Artémia restent largement à explorer, mais la présence de virus dans les écloséries aquacoles soulève des préoccupations quant à leur impact potentiel sur la santé des Artémia et sur les espèces aquacoles nourries avec ces organismes (Johnson, 1998).

8.3 Parasites Protozoaires

Plusieurs espèces de protozoaires, comme les ciliés et les dinoflagellés, peuvent parasiter les Artémia, entraînant une diminution de la croissance, une réduction de la fécondité, et dans certains cas, la mort des individus infectés (Tackaert & Sorgeloos, 1991). Ces parasites se transmettent facilement dans les systèmes d'élevage densément peuplés et peuvent causer des perturbations significatives dans les populations d'Artémia (Tackaert & Sorgeloos, 1991).

CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES

1. Objectif de travail

L'objectif de cette recherche est d'évaluer les ressources d'Artémia dans le lac El Bahira (Wilaya de Sétif) en étudiant la croissance et la reproduction. Cela inclut également la purification et caractérisation de la qualité d'éclosion en termes de taux et d'efficacité des cystes d'Artémia.

2. Présentation du site d'étude

Le travail a été réalisé sur les ressources d'Artémia au niveau du lac El Bahira, également connu sous le nom de Bahr Lehmamide, qui est un petit lac salé situé dans la wilaya de Sétif entre Salah-Bey et Rafsa. Ce lac, couvrant une superficie de 10 hectares, joue un rôle crucial dans l'écosystème local et soutient diverses activités économiques, notamment l'aquaculture d'Artémia, significative pour la région (Amarouayache & Belakri, 2015).

2.1 Cadre physique

Le lac El Bahira est situé à des coordonnées géographiques précises de $35^{\circ}50'15''$ N et $5^{\circ}15'2''$ E (Figure 08).



Figure 08. Lac El Bahira (Google earth).

2.2 Cadre Climatologique

La région autour du lac El Bahira est caractérisée par un climat semi-aride, avec un hiver froid pouvant comporter jusqu'à 14 jours de neige et un été chaud et sec. La pluviométrie annuelle moyenne est de 414,5 mm, affectant significativement le niveau de l'eau dans le lac et sa biodiversité (Amarouayache & Belakri, 2015).

3. Échantillonnage

Le prélèvement des cystes d'Artémia au sein du lac El Bahira a été réalisé le 30 Septembre 2023. Cette opération a été menée par l'équipe technique du CNRDPA. Les cystes ont été collectés manuellement en utilisant une petite pelle pour les prélever à différents endroits le long du rivage. Les échantillons ont été immédiatement placés dans des sacs en plastique noirs afin de les protéger de la lumière et de l'humidité, garantissant ainsi leur préservation jusqu'à leurs traitements (Figure 09).



Figure 09. Echantillon collecté du lac El Bahira (W. Sétif).

Les caractéristiques des points de prélèvement sont représentées dans le tableau 02.

Tableau 02. Caractéristique des points de prélèvement.

Point de prélèvement	Heure de prélèvement	Caractéristiques
Le premier point	08:12	<ul style="list-style-type: none"> • Latitude : 35°50.080 N • Longitude : 005°15.169 E • Altitude : 3374 • Précision : 11.9
Le deuxième point	08 : 55	<ul style="list-style-type: none"> • Latitude : 35°50.183 N • Longitude : 005°15.152 E • Altitude : 3349 • Précision : 16.3
Le troisième point	09 :30	<ul style="list-style-type: none"> • Latitude : 35°50.170 N • Longitude : 005°15.143 E • Altitude : 3335 • Précision : 13.3

4. Traitement des Cystes

Les échantillons ont subi un processus de traitement selon la méthode de Hontoria, 1990. Les différentes phases du traitement sont décrites ci-dessous (Figure 10) :

- Séparation par densité: Cette étape initiale implique l'usage de saumure saturée pour séparer les cystes basée sur leur densité spécifique.
- Séparation par diamètre (Tamisage): Les cystes sont ensuite tamisés pour éliminer les impuretés et isoler les cystes de la taille désirée à travers une série de tamis.
- Lavage: Un lavage soigneux avec de l'eau douce suit pour purifier les cystes de tout résidu de saumure ou de sédiments.

- Séchage: Les cystes sont séchés dans une étuve type Memmert réglée à une température de 35°C.
- Stockage: Les cystes sont stockés dans un environnement obscur à une température très froide pour préserver leur viabilité jusqu'à leur utilisation future.



a

b

c



d

e

f

Figure 10. Traitement et purification des cystes. A : préparation de la saumure ; b : tamisage ; c : élimination des débris par siphonage ; d : séparation par eau distillé ; e : récupération des cystes ; f : Séchage dans l'étuve.

5. Incubation des Cystes

Pour l'incubation des cystes d'*Artémia*, la méthode standard utilisée est celle décrite par Sorgeloos et al. (1986). Une quantité de cystes a été pesée à l'aide d'une balance Type KERN (de 0.01 de précision) dans des bouteilles remplies d'eau de mer naturelle filtrée (Figure 11).



Figure 11. Pesée des cystes.

Ces bouteilles sont aérées à l'aide d'un tuyau d'oxygène et une pompe à air et placés dans un aquarium de 50 L contenant de l'eau douce munie d'un thermostat type Electrical 300W réglé à 28°C. Un éclairage constant est fourni par un néon pour simuler les conditions naturelles de lumière (Figure 12).

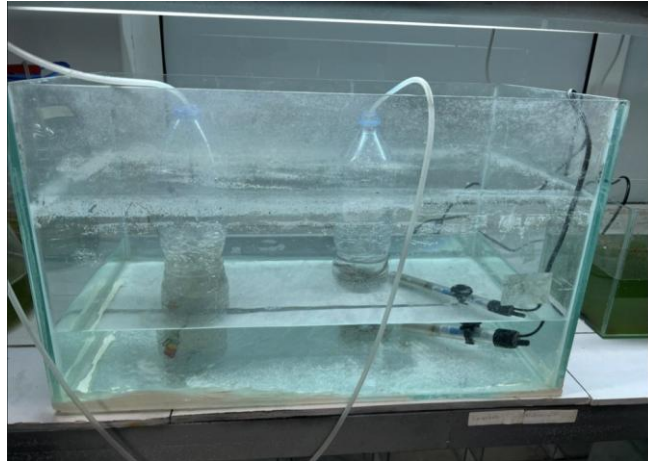


Figure 12. Incubation des cystes d'Artémia.

6. Qualité d'éclosion

Des méthodes standardisées ont été mises au point pour évaluer les paramètres déterminant la qualité d'éclosion, notamment :

- Le taux d'éclosion : Ce paramètre a été mesuré selon la méthode décrite par Bruggeman et al. (1980). Le taux ou le pourcentage d'éclosion représente le nombre des nauplii obtenus à partir de 100 cystes.

Taux d'éclosion : $PE = N \times 100 / C$

Avec :

PE : Taux ou pourcentage d'éclosion

N : Nombre moyen de nauplii

C : Nombre de cystes

- L'efficacité d'éclosion : Cette mesure a été effectuée en suivant la méthode de Sorgeloos et al. (1978). L'efficacité d'éclosion correspond au nombre de nauplii produits par gramme de cystes.

L'efficacité d'éclosion est déterminée en prélevant 0,25 mL de la solution d'incubation avec une micropipette, qui est ensuite introduite dans une boîte de pétri pour le comptage des nauplii à l'aide d'un microscope optique de type Optika lite.

L'efficacité d'éclosion (EE) est calculée selon la formule suivante :

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

Où :

N : Nombre de nauplii observés

V : Volume d'incubation (1000 mL)

v : Volume de l'échantillon prélevé pour le comptage (0,25 mL)

C : Quantité de cystes incubés (1 g)

7. Biométrie des cystes et des nauplii

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

7.1 Biométrie des cystes

7.1.1 Hydratation des cystes

Une quantité de cystes secs traités a été placée dans une petite boîte de Pétri contenant de l'eau douce pendant deux heures. En général, ces cystes sont entièrement hydratés après une incubation à température ambiante pendant 2 heures (Lavens & Sorgeloos, 1987). Le diamètre des cystes hydratés a été estimé après hydratation.

7.1.2 Décapsulation des Cystes

Lorsque les cystes deviennent sphériques après hydratation, une quantité de cystes est décapsulée à l'aide d'une solution de javel (12° chlorométrique) à raison de 50 mL pour 25 grammes de cystes. La dissolution de la coquille dure entre 4 et 8 minutes, au-delà desquelles un changement de couleur allant du brun foncé à l'orangé vif se produit. Les cystes décapsulés sont ensuite filtrés et rincés à l'eau douce et le diamètre de ces derniers a été mesuré.

7.1.3 Épaisseur du Chorion

La différence entre les diamètres moyens des cystes hydratés non décapsulés et les cystes

décapsulés, divisée par deux, permet de déterminer l'épaisseur du chorion (Vanhaecke & Sorgeloos, 1980).

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

Où :

D : Épaisseur du chorion (μm)

A : Diamètre des cystes hydratés non décapsulés (μm)

a : Diamètre des cystes décapsulés parés hydratation (μm)

7.2 Biométrie des Nauplii

La longueur totale des nauplii a été mesurée sur 30 nauplii fraîchement éclos, fixés au Lugol.

8. Élevage

Pour la récolte, il suffit de couper l'arrivée d'air et de laisser reposer le mélange pendant environ 15 à 30 minutes. Une partie de la bouteille est couverte avec du sachet noir et le reste est exposé à la lumière afin d'attirer les nauplii. La récolte est effectuée par siphonage dans la partie exposée à la lumière (Figure 13).

Les nauplii récoltés sont mis en élevage selon le protocole de Chabet dis (2023) adapté du protocole de Hontoria et Amat (1992) avec une mise charge de 0,1 individu/mL et une alimentation micro-algale avec une concentration de $1,2 \cdot 10^5$ cell/mL (Figure 14).



Figure 13. Récolte des nauplii.



Figure 14. Culture de l'Artémia.

9. Suivi

Un suivi journalier paramètres physique-chimiques pendant l'élevage et la reproduction a été réalisé (Oxygène, pH, salinité, conductivité et température) à l'aide d'un multi paramètre de type CALYPSO, ODEOA-2348 (Figure 15).



Figure 15. Suivi de la qualité de l'eau d'élevage.

9.1. Taux de survie

Chaque semaine d'élevage, un recomptage des individus est effectué pour déterminer le taux de survie. Le taux de survie (TS) des nauplii est calculé en déterminant le pourcentage des individus survivants après une période de culture.

Le taux de survie (TS) est calculé par la formule est la suivante :

$$TS = (Ns \times 100 / Ni)$$

Où :

TS : Taux de survie

Ns : Nombre des individus survivants

Ni : Nombre initial des individus

9.2. Taux de croissance

Le taux de croissance (TC) est mesuré en évaluant l'augmentation de la taille ou du poids des individus sur une période spécifique (Hontoria & Amat, 1992).

La formule est souvent exprimée comme :

$$TC = (Wf - Wi) / t$$

Où :

TC : Taux de croissance

Wf : Poids final ou taille finale des nauplii

Wi : Poids initial ou taille initiale des nauplii

t : Temps écoulé entre les deux mesures.

10. Reproduction (30 individus)

Pour estimer la reproduction, une fois les caractères de maturité des adultes sont bien apparus et que les femelles montrent les premiers signes d'ovulation, 30 femelles ont été isolé et placé dans des flacons de 50ml enrichie avec du microlague ($5 \cdot 10^4$ cell/mL) avec une mise en charge d'une femelle/ flacon (Figure 16). Les paramètres mesurés incluent le nombre des cystes ou des nauplii produits par individu.

Quotidiennement, la progéniture éventuelle est recensée. Les nauplii ou les cystes issus de la progéniture sont récoltés à l'aide d'une pipette Pasteur et placés dans des boites de petri pour les comptabiliser.

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

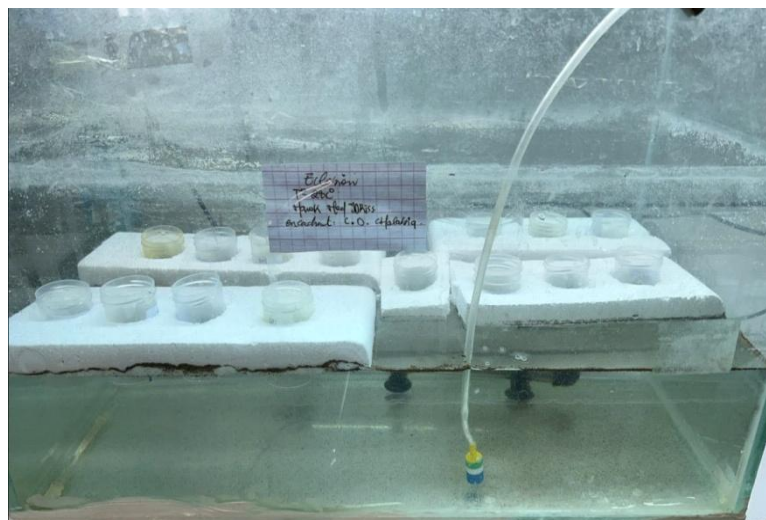


Figure 16. Reproduction de l'Artémia.

CHAPITRE 3 :
RESULTATS ET DISCUSSION

1. Qualité physico-chimique de l'eau d'élevage

Les résultats du suivi quotidien des paramètres physico-chimiques du milieu d'élevage sont regroupés dans la figure 17.

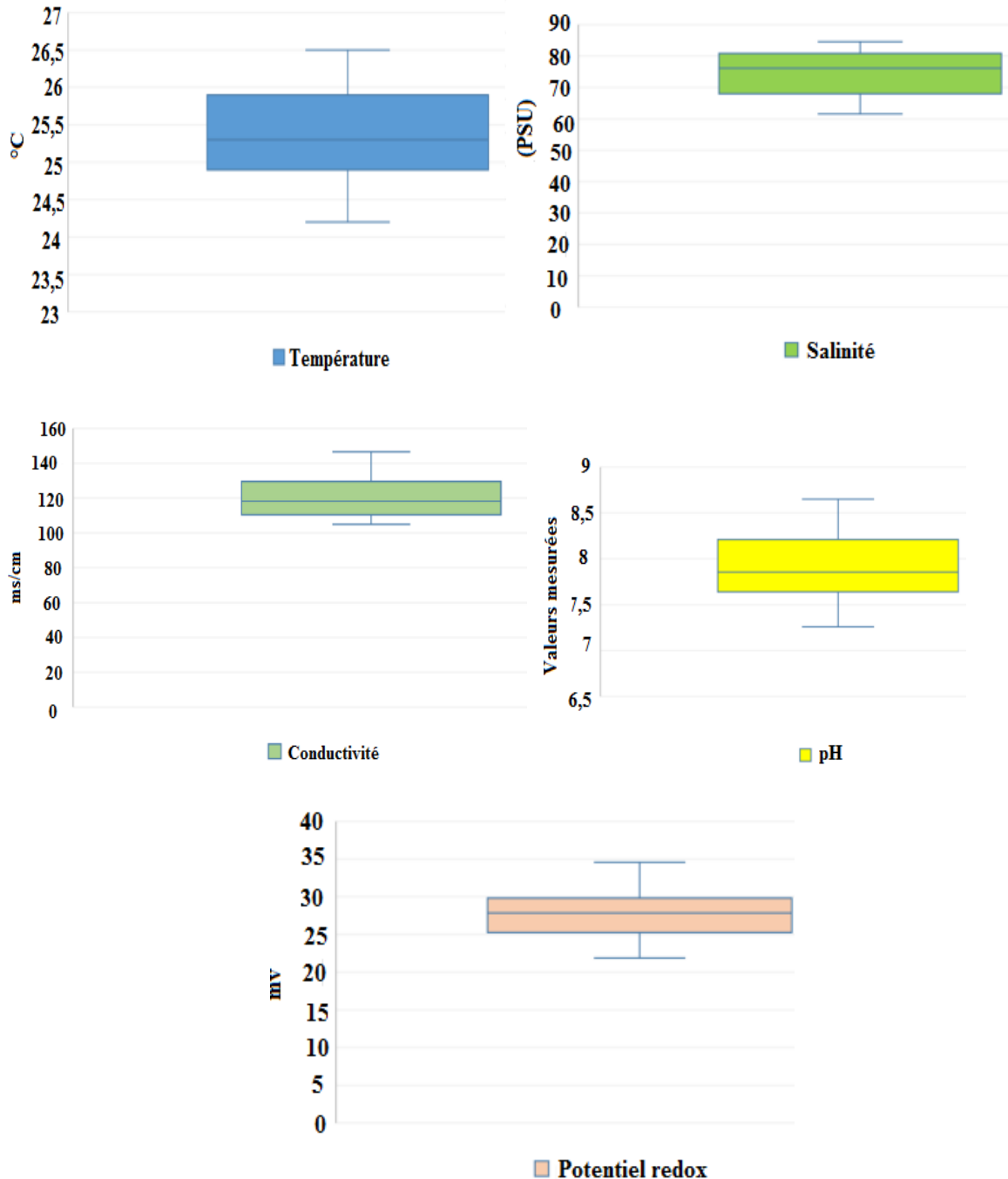


Figure 17. Box plot des paramètres physico-chimiques du milieu d'élevage.

Le potentiel hydrogène (pH) du milieu d'élevage varie entre 7 et 9,2 avec une moyenne

CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION

de $8 \pm 0,68$. La température varie entre $24,2^{\circ}\text{C}$ et $24,6^{\circ}\text{C}$ avec une moyenne de $24,43 \pm 0,17^{\circ}\text{C}$, tandis que la salinité oscille entre 61,54 PSU et 64,58 PSU avec une moyenne de $63,21 \pm 1,52$ PSU. Le potentiel redox présente des valeurs allant de 21,89 mv à 27,61 mv avec une moyenne de $27,73 \pm 3,1$, et la conductivité varie entre 124,8 ms/cm et 133,6 ms/cm, avec une moyenne de $120,43 \pm 11,87$ ms/cm.

Des études antérieures ont montré l'influence des facteurs environnementaux sur le cycle de vie des populations d'Artémia. La plupart de ces études ont traité de l'effet de la température et de la salinité, qui sont les plus importants paramètres physico-chimiques affectant la survie des populations d'Artémia (Saygi & Demirkalp, 2002 ; Kumar & Babu, 2015).

Les présents résultats concordent avec les observations d'Amat (1985), qui a montré que la température vitale optimale de l'Artémia est autour de 25°C à 27°C , avec une plage de survie entre 5°C et 35°C . Ces limites varient selon les caractéristiques de chaque population et espèce.

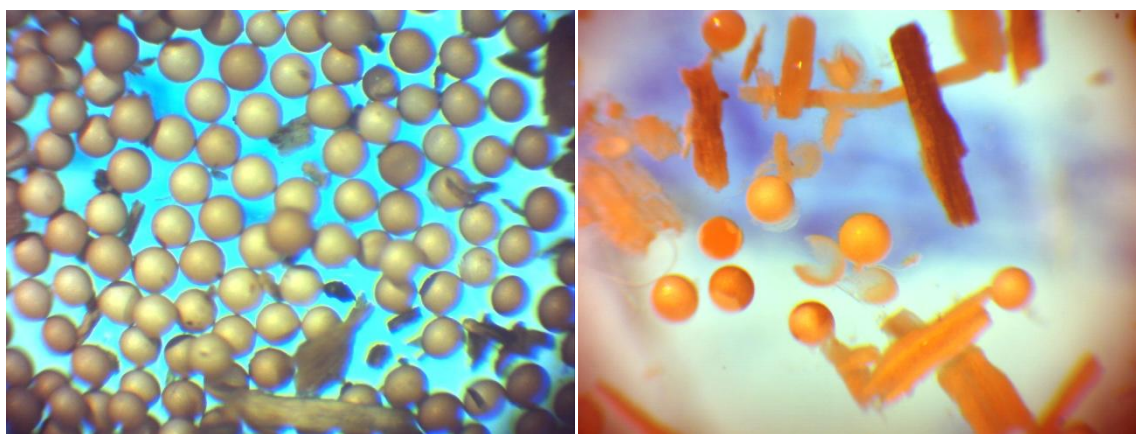
La salinité est également un facteur clé pour les populations d'Artémia dans les milieux salés (Van Stapen, 2002). Post & Youssef ont signalé en 1977 que l'Artémia peut supporter des valeurs de salinité jusqu'à 340 PSU.

Brisset (1984) a montré que des valeurs du pH inférieures à 6 deviennent létales pour l'Artémia. Kherraz-Chemlal et al., (2017), ont noté que pour conduire un élevage d'Artémia au laboratoire, le milieu doit être bien aéré avec un pH entre 7,8 et 9,5. Les présents résultats se trouvent dans ces intervalles.

2. Caractérisation des cystes

L'analyse biométrique des cystes d'*Artemia* de lac El Bahira révèle que le diamètre moyen des cystes hydratés non décapsulés est de $208,79 \pm 0,02$ μm avec une valeur maximale

de 226,77 μm et une valeur minimale de 187,19 μm . Tandis que pour les cystes décapsulés, le diamètre moyen est de $197,61 \pm 0,02 \mu\text{m}$ avec une valeur maximale de 208,82 μm et une valeur minimale de 184,52 μm (Figure 18, Tableau 3). L'épaisseur du chorion des cystes d'Artémia du lac El Bahira est de 10,38 μm .



a

b

Figure 18. Cystes d'Artémia hydratés et les cystes décapsulés (Gx40).

a : Cystes hydratés; b : Cystes décapsulés (Présente étude).

Tableau 03. Diamètres des cystes d'Artémia du lac El Bahira.

	Cystes hydratés	Cystes décapsulés
Diamètre (μm)	Moyenne	Moyenne
	$249,79 \pm 0,02$	$229,03 \pm 0,02$
Effectif	30 cystes	30 cystes

Selon Léger et al. (1986), le diamètre des cystes varie considérablement, allant de 224.7 à 284.9 μm pour les cystes hydratés non décapsulés et de 207.3 à 266.3 μm pour les cystes décapsulés. Les diamètres des cystes étudiés, qu'ils soient hydratés ou décapsulés, se situent bien dans ces plages de valeurs.

CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION

Une étude comparative a été menée pour examiner et comparer les valeurs de la population d'Artémia algérienne étudiée (du lac El Bahira) avec d'autres populations algériennes de l'Est (Béthioua, Oran) et du Sud (Timimoune) (Figure 19).

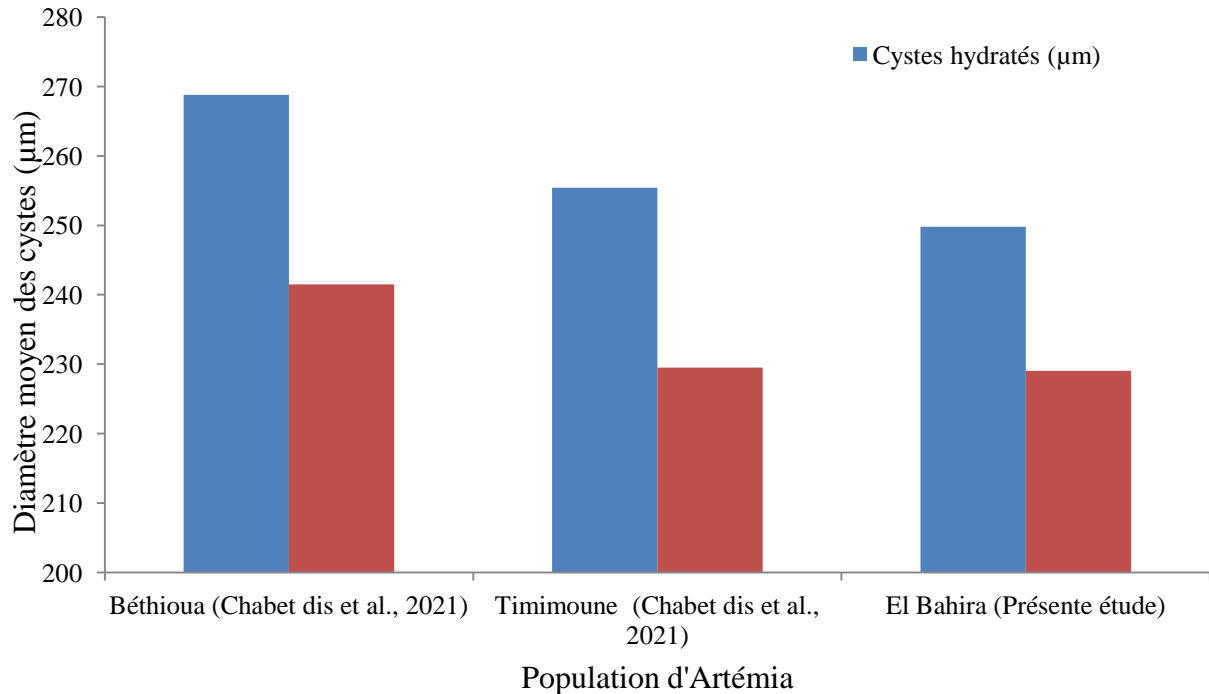


Figure 19. Diamètres des cystes hydratés et décapsulés des différentes populations d'Artémia algériennes.

Les résultats montrent que les diamètres des cystes, qu'ils soient hydratés ou décapsulés, de la population d'Artémia du lac El Bahira sont proches à ceux des autres populations algériennes. Cela démontre que le diamètre moyen des cystes peut varier considérablement entre les différentes populations.

Une étude comparative a été réalisée pour comparer l'épaisseur du chorion des cystes de la population d'Artémia du lac El Bahira avec les autres cystes algériens d'Artémia (Figure 20). La population d'Artémia du lac El Bahira possède un chorion petit et fin qui est similaire aux autres cystes algériennes d'Artémia. Correa et Buckle (1993) expliquent que les différences d'épaisseur de chorion entre les populations peuvent être attribuées aux conditions

environnementales de leurs habitats, leur conférant des stratégies adaptatives pour survivre.

Amat (1982) et Sorgeloos et al. (1986) indiquent que l'épaississement du chorion peut être une réponse aux conditions de salinité élevée et de fortes températures. Gelabert et al. (1993) soulignent que le chorion protège principalement l'embryon contre les radiations solaires.

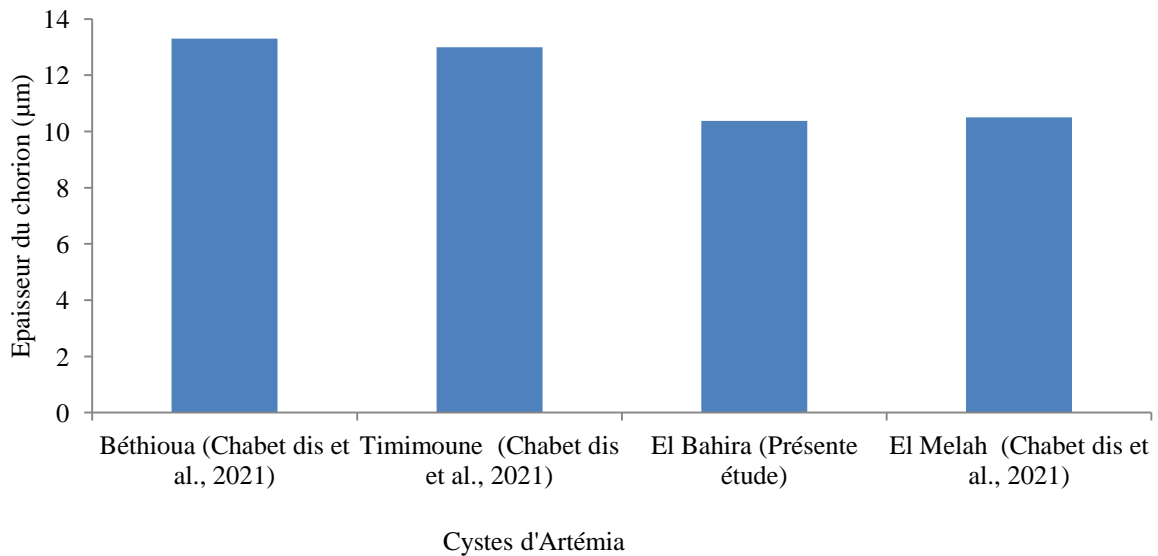


Figure 20. Epaisseurs du chorion des différentes populations algériennes d'Artémia.

3. Qualité d'éclosion

Le taux d'éclosion des cystes provenant du lac El Bahira est de 34% avec une efficacité d'éclosion de 10890 nauplii /g de cystes

Le taux d'éclosion de cystes d'Artémia du lac El Bahira est supérieur au taux d'éclosion de la population de Timimoune qui est de 33,2% (Chabet dis et a.l. 2021) et inférieur au taux d'éclosion de la population de El Melah (53,2%) et Béthioua (64,2%) (Chabet dis et al., 2021) et proche au taux d'éclosion des cystes de la souche d'*Artemia franciscana*, la plus commercialisée au monde qui est de 49,74 % (Sorgeloos et al., 1986) (Figure 21).

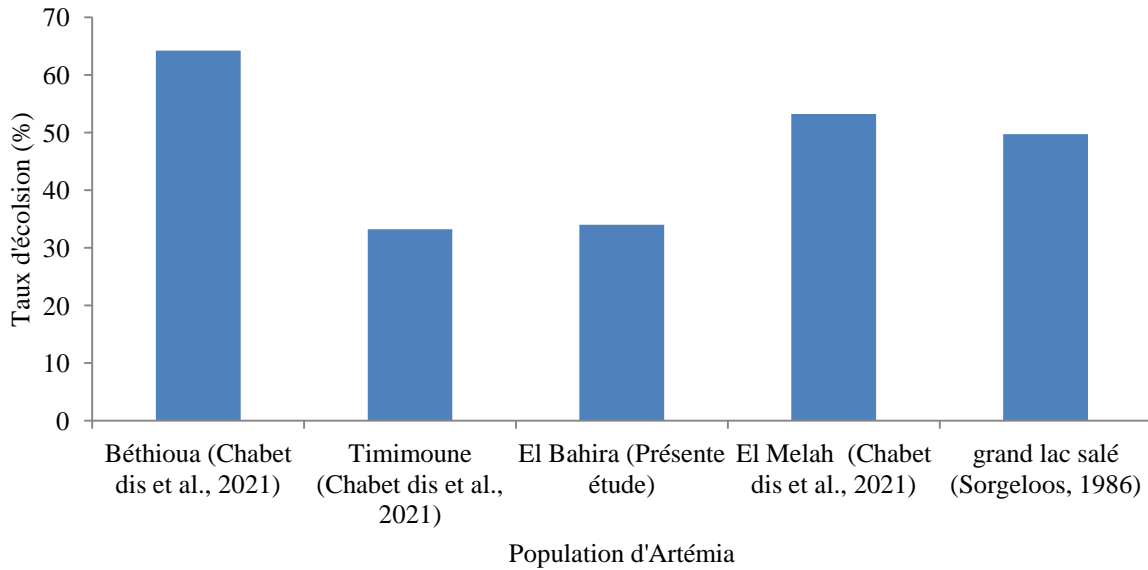


Figure 21. Taux d'éclosion des différentes populations d'Artémia.

Aussi l'efficacité d'éclosion de la souche El Bahira (10890 nauplii/g de cystes) est inférieure à celle des différentes souches algériennes (101069.3 nauplii/g de cystes pour l'Artémia de Béthioua, 94650.7 nauplii/g de cystes pour l'Artémia d'El Melah et 58912 nauplii/g de cystes pour l'Artémia de Timimoune (Chabet dis et al., 2021) et à la souche commerciale du grand lac salé de la baie de San Francisco qui a une efficacité d'éclosion de 429600 nauplii/g de cystes (Sorgeloos et al., 1986). La qualité d'éclosion faible dans la présente étude peut être due au période d'échantillonnage ou au traitement de l'échantillon. Lavens et Sorgeloos (2000) ont indiqué que les différences de qualité d'éclosion sont principalement dues aux conditions environnementales, car les changements des conditions du milieu influent sur l'état du chorion du cyste et, par conséquent, sur leur capacité à éclore, cependant, Chabet dis et al. (2021) ont signalé que les paramètres d'éclosion comme le taux et efficacité d'éclosion peuvent être améliorés avec des pratiques aquacoles simples comme la décapsulation des cystes à l'aide de l'eau de javel.

4. Biométrie des nauplii

La longueur moyenne des nauplii est de $385,25 \pm 42,15 \mu\text{m}$, avec une valeur maximale de $550,08 \mu\text{m}$ et une valeur minimale de $306,67 \mu\text{m}$ (Figure 22).

CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION

Le nauplius de la population d'El Bahita est plus petit que d'autres nauplii des populations algériennes d'Artémia (Figure 23).



Figure 22. Nauplii d'Artémia du lac El Bahira (Gx40).

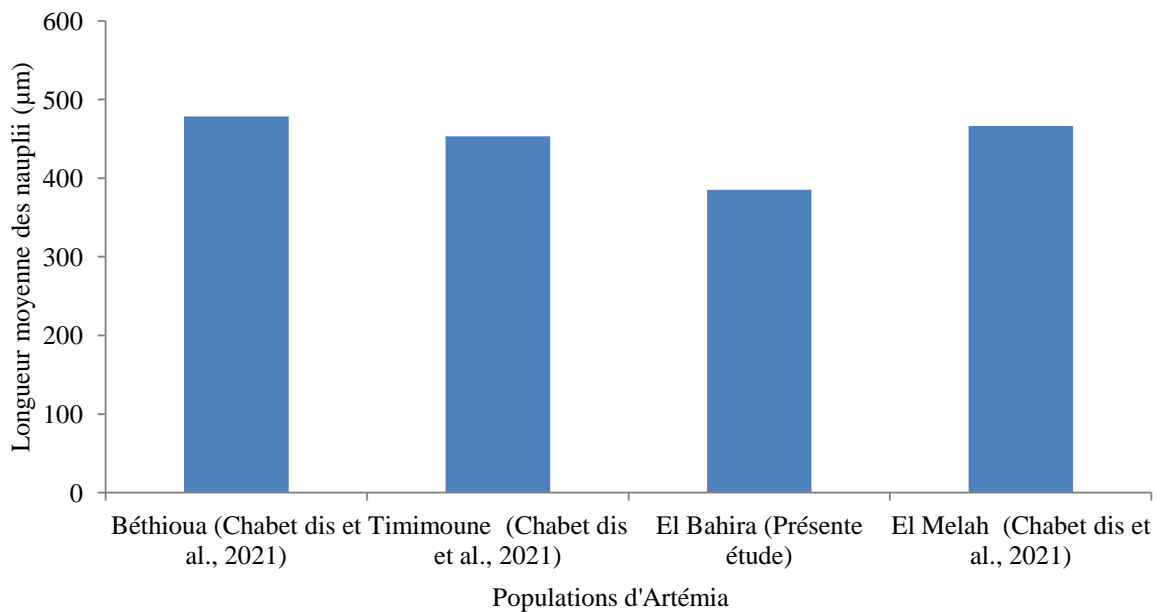


Figure 23. Comparaison du profil biométrique des différents nauplii d'Artémia.

Chabet dis (2022) a signalé que les nauplii présentent un potentiel aquacole dont les

grands nauplii sont utilisés pour l'élevage carcinoculture, par contre les petits nauplii sont à orienter vers la pisciculture larvaire.

5. Taux de survie et croissance

Le taux de survie de la population d'Artémia du lac El Bahira régresse de façon linéaire au cours de l'élevage pour atteindre un taux de survie finale de 74.13% et l'analyse de régression linéaire a montré une forte corrélation entre le taux de survie et la durée d'élevage avec un coefficient de corrélation $r=0.99$ (Figure 24).

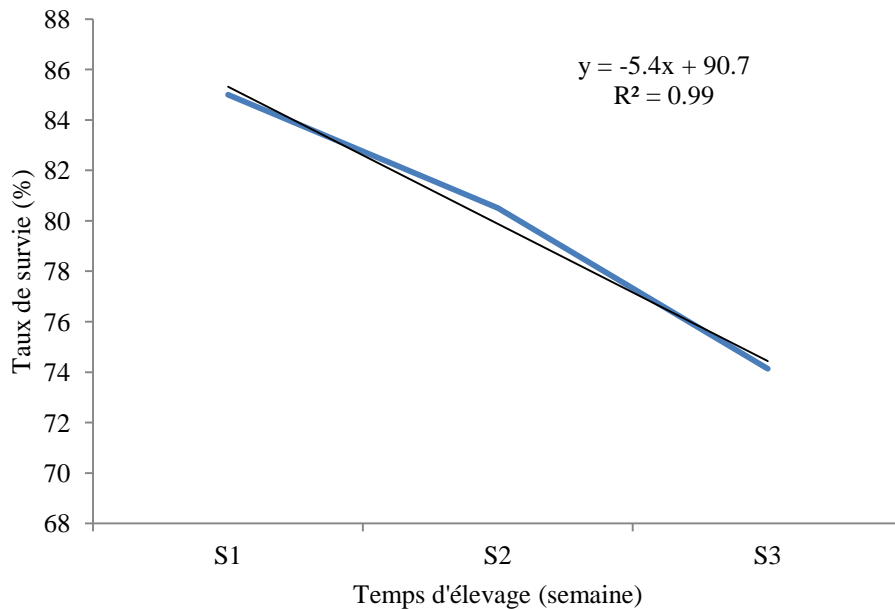


Figure 24. Taux de survie chez la population d'Artémia d'El Bahira.

Chabet dis et al. (2023) ont signalé que la survie des individus d'Artémia est importante durant les premiers jours d'élevage (stade nauplius et stade méta-nauplius) puis elle régresse de façon linéaire avec le temps l'élevage avec une forte corrélation entre les deux paramètres (taux de survie et temps d'élevage) dont le coefficient de corrélation $r=0.9$.

Une comparaison avec les différents taux de survie de différentes populations algériennes d'Artémia a été réalisée (Figure 25). Le taux de survie de la population d'Artémia

du lac El Bahira est supérieur au taux de survie de la population de Béthioua et il est proche aux taux de survie de quelques populations algériennes du sud Timimoune et El Melah (W. Béchar). Chabet dis et al. (2023) ont signalé que le taux de survie des populations d'Artémia est en relation directe avec la stratégie adoptée par les individus par rapport à la salinité du milieu d'élevage.

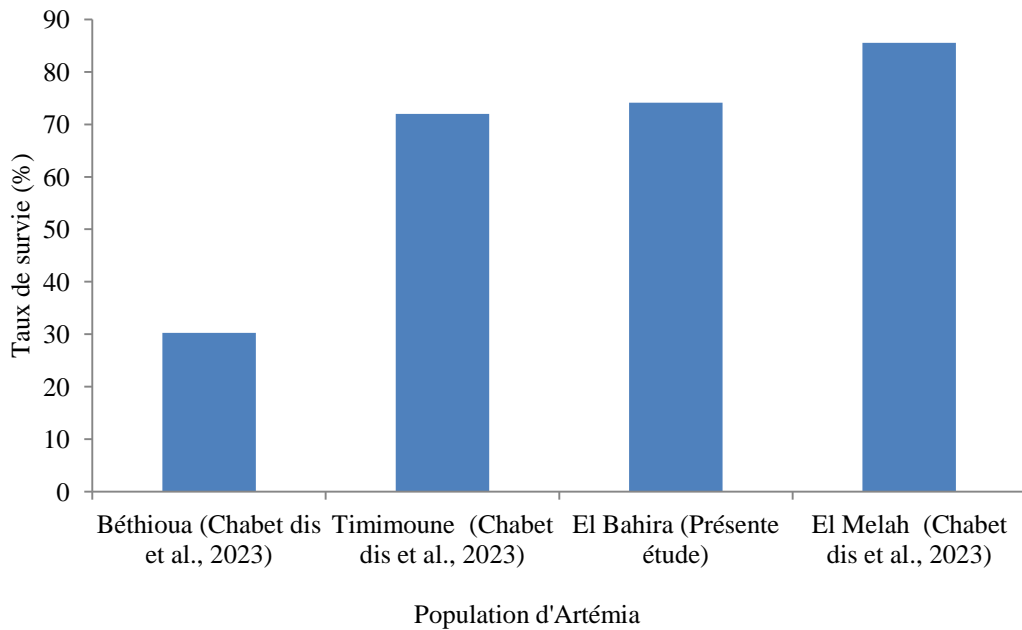


Figure 25. Taux de survie de différentes populations algériennes d'Artémia.

Après 21 jours d'élevage, les individus d'Artémia ont atteint une taille maximale moyenne de 7.14 ± 0.6 mm (Figure 26) avec un taux de croissance finale de 0.31 mm/jour (Tableau 04). Une forte corrélation a été observée entre l'âge des individus et la longueur moyenne totale avec un coefficient de corrélation $r=0.98$.

Les caractères morphologiques externes (Tête, sac ovigère et fourche) ont permis d'identifier la population parthénogénétique au niveau du lac El Bahira.

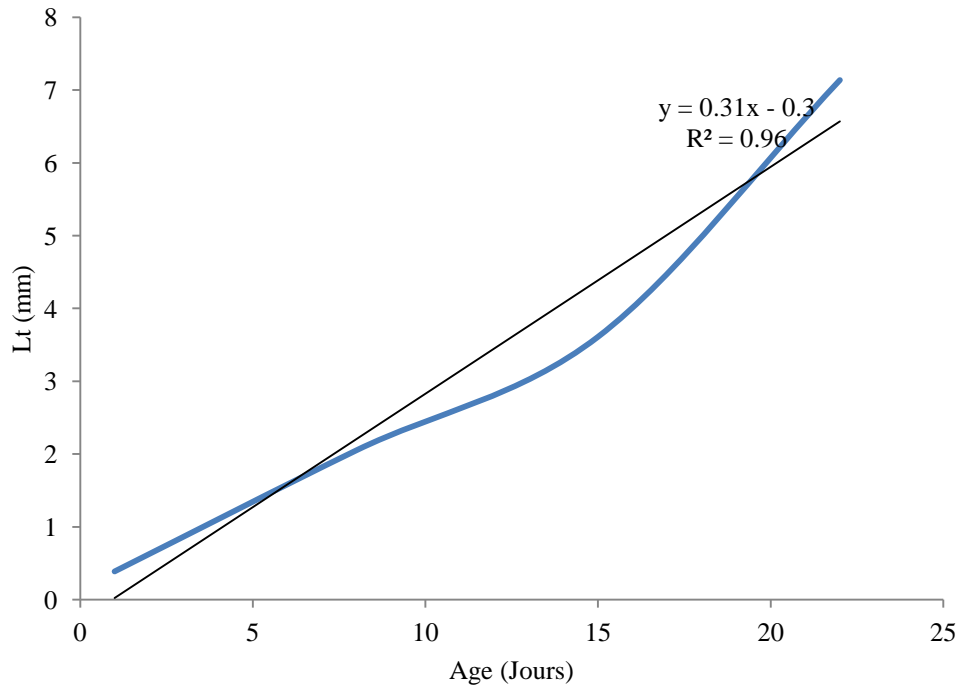


Figure 26. Croissance de la population d'Artémia du lac El Bahira.

Tableau 04. Taux de croissance des individus d'Artémia du lac El Bahira. TC : Taux de croissance.

Stade	Nauplius	Méta-nauplius	Juvéniles	Adultes
TC (mm/jour)	0.24	0.22	0.5	0.31

Une comparaison entre le taux de croissance (taux de croissance des adultes) des individus d'Artémia du lac El Bahira avec les taux de croissance des autres populations d'Artémia a été effectuée (Figure 27). Le présent taux de croissance est inférieur aux taux de croissance des populations algériennes comme Béthioua, Timimoune et El Melah (Chabet dis et al., 2023).

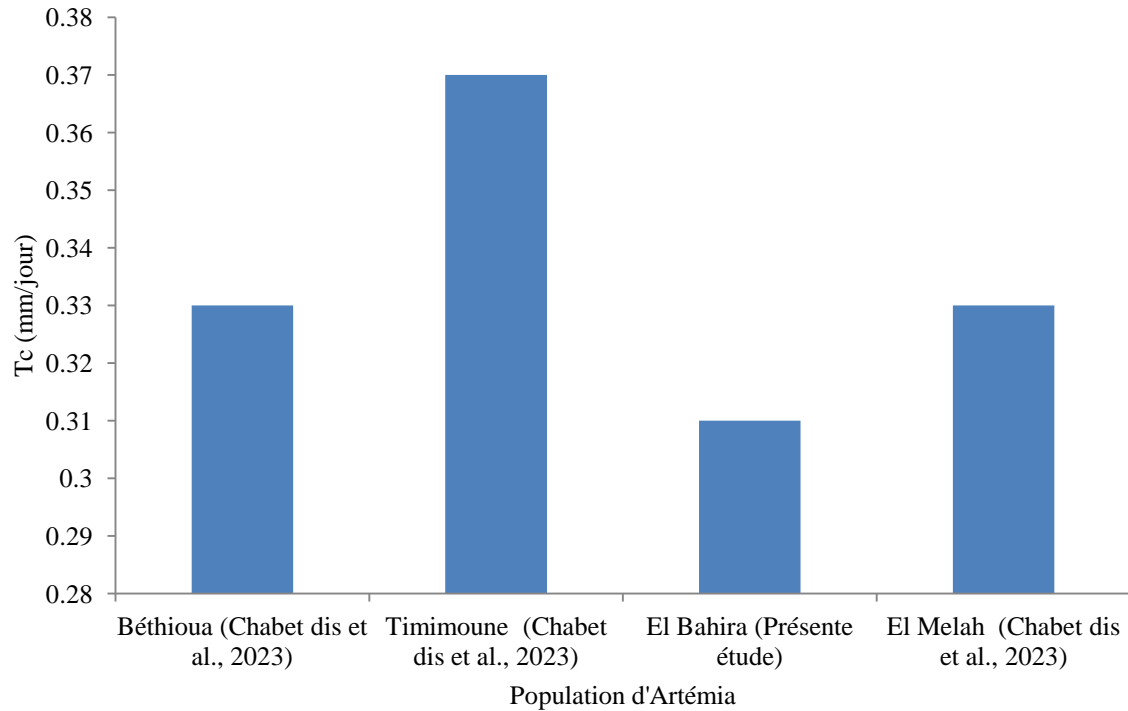


Figure 27. Taux de croissance de différentes populations algériennes d'Artémia.

Sorgeloos et al. (1986) ont indiqué que la taille maximale des adultes des populations parthénogénétiques est de 20 mm. La différence de taille peut être expliquée par la durée d'élevage (21 jours).

Chabet dis (2022) a signalé que la connaissance de croissance et du taux de croissance d'*Artemia* en milieu d'élevage est d'une grande importance pour comprendre le développement de la croissance. Aussi elle a signalé que peu d'informations existent sur la croissance de l'Artémia en conditions standards (Chabet dis, 2022). Ces informations sont essentielles pour faire des prédictions sur la taille d'Artémia et la production de biomasse d'Artémia pour une application commerciale dans l'industrie aquacole (Chabet dis, 2022).

6. Reproduction

Les femelles d'Artémia du lac El Bahira sont capables de se reproduire par parthénogenèse et voie ovoviviparité donnant uniquement des nauplii. En matière de fécondité, le nombre de progénitures produites par femelle varie de 3 à 54 nauplii, avec une moyenne de 14,16 nauplii par femelle.

Une comparaison a été réalisée entre les différentes souches algériennes d'artémia et la souche d'Artémia du lac El Bahira (Figure 28). La population d'Artémia d'El Bahira possède un taux de fécondité faible par rapport à d'autres populations comme Béthioua, Timimoune et El Melah (Chabet dis et al., 2023). Cependant le présent taux de fécondité est proche à celui de la population d'Ezzemoul (Amarouyache et al., 2007).

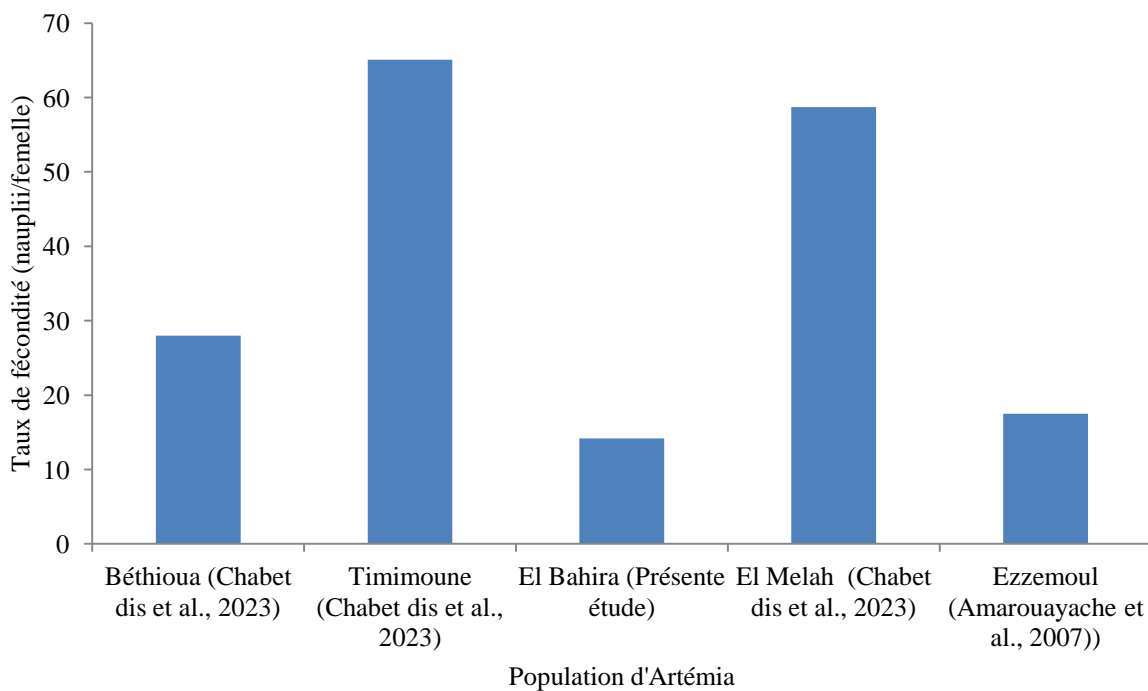


Figure 28. Taux de fécondité des différentes populations algérienne d'Artémia.

Wurtsbaugh et Gliwicz (2001) ont observé que les femelles d'Artémia produisent en moyenne entre 30 et 35 cystes par femelle, une quantité comparable à celle trouvée chez les artémies du Grand lac salé, qui produisent entre 15 et 30 cystes par femelle. Cette production

CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION

est faible par rapport à celle d'*Artemia urmiana*, où les femelles produisent entre 70 et 80 cystes par ponte (Van Stappen, 2002).

De plus, la population d'Artémia de cette étude montre une modalité de reproduction ovovivipare (production de nauplii). Chabet dis et al. (2023) ont signalé que l'Artémia adopte une stratégie pour se reproduire basé sur un effort temporel et un effort sexuel.

CONCLUSION

Conclusion

La présente étude porte sur l'élevage et la reproduction d'Artémia du lac El Bahira qui a pour objectif principal de caractériser la population d'Artémia du lac El Bahira en matière de reproduction et viabilité, pour évaluer son potentiel comme source durable d'aliments larvaires dans l'aquaculture algérienne et mondiale.

Cette étude a permis de constater que la population de ce lac présente des caractéristiques intéressantes pour l'aquaculture. Les résultats biométriques ont révélé que le diamètre moyen des cystes hydratés non décapsulés est de $197,61 \pm 7,18 \mu\text{m}$ et celui des cystes décapsulés est de $208,79 \pm 11,37 \mu\text{m}$. La longueur moyenne des nauplii est de $385,25 \pm 24,77 \mu\text{m}$. La qualité d'éclosion étant acceptable avec un taux d'éclosion de 34% et une efficacité de 10890 nauplii/g de cystes.

Les résultats ont permis d'identifier la population d'Artémia comme population parthénogénétique et montrent également que l'espèce se reproduit par ovoviviparité.

Les résultats obtenus indiquent que l'Artémia du lac El Bahira a un bon potentiel pour être utilisé dans l'aquaculture, contribuant ainsi à la diversification et à la durabilité des ressources aquacoles en Algérie.

Une étude moléculaire est nécessaire afin de confirmer l'identification de l'espèce. Aussi une étude du contenu nutritionnel en matière d'acides gras est essentielle pour une meilleure utilisation en élevage aquacole.

CONCLUSION

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

Abatzopoulos, T.J., Beardmore, J., Clegg, J., Sorgeloos, P. (2010). *Artemia*. Basic and applied biology. *Kluw. Acad. Publ.*, 1, 286.

Amarouayache, M., Derbal, F., & Kara, M. H. (2007). Croissance et reproduction d'*Artemia* sp de la Sebkhâ Ez-Zemoul (Algérie, Nord-Est) dans les conditions d'élevage. *Rapports et Procès-Verbaux des Réunions de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée*, 38, 411.

Amarouayache, M., & Belakri, N. (2015). On a parthenogenetic population of *Artemia* (Crustacea, Branchiopoda) from Algeria (El-Bahira, Sétif). *Sustainability, Agri, Food and Environmental Research* 3(4), 2015: 59-65.

Amat, F. (1979). Differentiation y distribution de las poblaciones *Artemia* (Crustaeo Branquípodo) de Espana. *Ph.D. Thesis*. Univ. Barcelona. Spain. 251.

Amat, F. (1982). Diferenciación y distribución de las poblaciones de *Artemia* (Crustáceo Branquiópodo) de España. III. Oviparismo y ovoviviparismo. Estudio cualitativo y cuantitativo. *Investigacion pesquera*, 46, 3-13.

Amat, F. (1985). Biología de *Artemia*. *Informes Técnicos del Instituto de Investigaciones Pesqueras*, 126(127), 1-60.

Aloui, N. (2003). Bio-écologie de l'Artémia: *Artemia salina* (Branchiopodes, Anostracés) et optimisation des conditions de sa production en Tunisie. *Ph.D. Thesis*. Univ. Tunis Manar. Fac. Sci. Tunis., 1-300.

Ben Naceur, H., Ben Rejeb Jenhani, A., & Romdhane, M.S. (2008). Valorisation de l'*Artemia* (Crustacea; Branchiopoda) de la Saline de Sahline (Sahel Tunisien). *Bull. Soc. Zool. Fr*, 133(1-3), 185-192.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bossuyt, E. & Sorgeloos. P. (1980). Technological aspect of batch culturing of *Artemia* in high densities. *Brine Shrimp Artemia: Ecol, Cult, Use Aquacult.* In: Persoone, G., P. Sorgeloos., O.A. Roels., E. Jaspers (eds). Univ. Press. Wett. Belgium., 3,133-152

Brisset, P. (1984). Elevage et utilisation en aquaculture de l'Artémia. *Ph.D. Thesis.* Univ. Lille I. 137.

Browne, R.A. & Mac Donalad, G.H. (1982). Biogeography of the brine shrimp *Artemia*: distribution of parthenogenetic and sexual populations. *J. Biogeogr.*, 9 (4), 331-338.

Bruggeman, E., Sorgeloos, P., & Vanhaecke, P. (1980). Improvements in the decapsulation technique of *Artemia* cysts. 261-269. In: *The Brine Shrimp Artemia.* Vol. 3. G. Persoone, P. Sorgeloos, O. Roels yE. Jaspers (Eds.). Univers a Press. Wetteren (Belgium). 456pp.

Camara, M. R. (2020). After the gold rush: A review of *Artemia* cyst production in northeastern Brazil. *Aquaculture Reports*, 17:100359.

Chabet dis, C., Refes, W., Varó, I., Hontoria, F., Amat, F. & Navarro, JC. (2021): Quality evaluation of *Artemia* cysts from three Algerian populations, *African Journal of Aquatic Science*, <https://doi.org/10.2989/16085914.2021.1895052>.

Chaber 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). Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral. 250pp.

Chabet dis, C., Refes, W., & Okazaki, R. K. (2023). First biocharacterization of *Artemia* populations from western and northwestern Algeria. *Zoomorphology*, 143(1), 77-88.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Correa Sandoval, F., & Bückle Ramírez, L. F. (1993). Morfología y biometría de cinco poblaciones de *Artemia franciscana* (Anostraca: Artemiidae).

Dobelleir, J., Adam, N., Bossuyt, E., Bruggman, E., & Sorgeloos, P. (1980). New aspects of the use of inert diets for high culturing of brine shrimp: *Brine Shrimp Artemia: Ecol, Cult, Use Aquacult*. In: Persoone, G., P. Sorgeloos., O.A. Roels., E. Jaspers (eds). Univ. Press. Wett. Belgium., 3, 165-174.

Defaye, D., Rabet N., & Thirry, A. (1998). Atlas et Bibliographie des crustacés branchiopodes (Anostraca, Notostraca, Spinicaudata) de France métropolitaine. *Coll. Patrim. Nat. Serv. Patrim. Nat. IEGB. MNHN. Paris.*, 32, 61.

Dhont, J., & Van Stappen, G. (2003). Biology, tank production and nutritional value of *Artemia*. *Live feeds in marine aquaculture*, 65-121.

Divanach, P., Kentouri, M., Paris, J.(1983). Recherches sur la production exploitable au niveau aquacole dans les lagunes à *Artemia salina*. *Acad. Sci. Paris.*, 296, 29-31.

Gelabert, R., Sánchez, R., & Solís, L. (1993). Valoración de la calidad de una cepa cubana de *Artemia*. *Revista de Investigaciones Marinas*,14,92-101.

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) (Thèse de doctorat). Université de Mostaganam.145pp.

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.79 pp.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Hedgpeth, J.W. (1959). Some preliminary considerations of the biology of inland mineral waters. *Archivio Oceanogr. Limnol.*, 11: 111-141.

Hinton, H.E. (1964). Resistance of the dry eggs of *Artemia salina* (L) to high temperatures. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 7: 664.

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.

Hontoria, F., & Amat, F. (1992). Morphological characterization of adult *Artemia* (Crustacea, Branchiopoda) from different geographical origin. Mediterranean populations. *Journal of plankton research*, 14(7), 949-959..

James, C.M., Suhair, A.H. & Makkeya, B.A. (1981). Use of chitin derived microbial detritus for the mass culture of *Artemia*. Contributed papers (Poster session). *World. Conf. Aquacult. Venise. Italy*. 21-25 Sept.

Johnson, P.T. (1998). Viral pathogens in aquatic crustaceans: implications for *Artemia* culture. *Journal of Aquatic Animal Health*, 10(1),1-13.

Kara M. H., & Amarouayache, M. (2012). Review of the biogeography of *Artemia* Leach, 1819 (Crustacea: Anostraca) in Algeria. *International Journal of Artemia Biology*, 2(1), 40-50.

Khemakhem, M. (1988). *Artemia* dans les salines de Sfax: Etude biologique et écologique, possibilité d'exploitation à des fins aquacoles. *Mem. Cyc. Ing. Sec. Hali. Spec. Aquacult. INAT*. 114.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Kherraz-Chemlal, D., Boukhatem, T., Khelil, F., Sahnouni, F., Maatalah, A., & Boutiba, Z. (2017). Determination of biological characteristics of *Artemia salina* (Crustacea: Anostraca) population from saline Bethioua (Oran, Algeria). *Int. J. Biosci*, 10(1), 117-125.

Kumar, G. R., & Babu, D. E. (2015). Effect of light, temperature and salinity on the growth of *Artemia*. *International Journal of Engineering Science Invention*, 4(12), 07-14.

Lavens, P., Tackaert, W. & Sorgeloos, P. (1986). ISA. XLI. The influence of culture conditions and specific diapause-deactivation methods on the hatchability of *Artemia* cysts, produced in a standard culture system. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 31, 179-203.

Lavens, P., Leger, P. & Sorgeloos, P. (1996). Production, Utilization and manipulation of *Artemia* as food source for shrimp and fish larvae. *Oceanis*, 4:229-247.

Lavens, P., & Sorgeloos, P. (1996). Manual on the production and use of live food for aquaculture (No. 361). Food and Agriculture Organization (FAO) *Fisheries Technical Paper*, 361, 175-180.

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.

Léger, P., Bengtson, D. A., Simpson, K. L., & Sorgeloos, P. (1986). The use and nutritional value of *Artemia* as a food source. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 24, 521-623.

Litvinenko, L. I., Litvinenko, A. I., Boiko, E. G., & Kutsanov, K. (2015). *Artemia* cyst production in Russia. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 33(6), 1436–1450. <https://doi.org/10.1007/s00343-015-4381-6>

Mac Donald, G. (1980). The use of *Artemia* cysts as food by flamingo (*phoenicopterus ruber roseurs*) and the shelduck (*Tadopna tadorna*). *Brine Shrimp Artemia*:

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Ecol, Cult, Use Aquacult. In: Persoone, G., P. Sorgeloos., O.A. Roels., E. Jaspers (eds). Univ. Press. Wett. Belgium., 3 : 97-104.

Persoone, G. & P. Sorgeloos. (1980). General aspects of the ecology and biogeography of *Artemia*.: 3-24. En: *The Brine Shrimp Artemia*. Vol. 3. G. Persoone, P. Sorgeloos, O. Roels y E. Jaspers (Eds.). Universa Press. Wetteren (Belgium). 456 pp.

Post, F.J., & Youssef, N.N. (1977). A prokaryotic intracellular symbiont of the GSL brine shrimp *Artemia salina* (L). *Can. J. Microbiol.*, 23, 1232-1236.

Provasoli, L. & Shiraishi, K. (1959). Axenic cultivation of the brine shrimp *Artemia salina*. *Biol. Bull.*, 117: 347-355.

Sainz-Escudero, L., López-Estrada, E. K., Rodríguez-Flores, P. C., & García-París, M. (2021). Settling taxonomic and nomenclatural problems in brine shrimps, *Artemia* (Crustacea: Branchiopoda: Anostraca), by integrating mitogenomics, marker discordances and nomenclature rules. *PeerJ*, 9, e10865.

Sato, N.L. (1967). Enzymatic contribution to the excystment of *Artemia salina*. *Sci. Rep. Tohoku. Univ.*, 33, 319-327.

Saygı, Y. B., & Demirkalp, F. Y. (2002). Effects of temperature on survival and growth of *Artemia* from Tuz Lake, Turkey.

Sorgeloos, P., Persoone, G., Baeza-Mesa, M., Bossuyt, E., & Bruggeman, E. (1978). The use of *Artemia* cysts in aquaculture: the concept of "hatching efficiency" and description of a new method for cyst processing. In *Proceedings of the annual meeting-World Mariculture Society*. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd, 9(4), 715-721.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Sorgeloos, P. (1980). The use of brine shrimp *Artemia* in aquaculture. *Brine. Shrimp Artemia: Ecol, Cult, Use Aquacult.* In: Persoone, G., P. Sorgeloos., O.A. Roels., E. Jaspers (eds). Univ. Press.Wett. Belgium., 3, 1-456.

Sorgeloos, P., Bossuyt, E., Lavens, P., Léger, P., Vanhaecke, P. & Versichele. D. (1983). The use of brine shrimp *Artemia* in crustacean hatcheries and nurseries. *Crustacean. Aquacult. Handbook. Maricult.* In: Mc Vey, J.P (ed). CRC Press. Boca Rat. Florida. USA., 1: 71-96.

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.

Sorgeloos, P., Dhert, P., Candreva, P. (2001). Use of the brine shrimp *Artemia spp* in marine larviculture. *Aquaculture.*, 200, 147-159.

Tackaert, W. & Sorgeloos, P. (1991). Semi- intensive culturing in fertilized ponds. *Artemia Biol.* In: Browne, R.A., P. Sorgeloos., C.N.A. Trotman (eds). CRC Press. Boca Rat. Florida. USA. 287-315.

Torrentera, L. & Dodson, S.I. (2004). Ecology of the brine shrimp *Artemia* in the Yucatan, Mexico, Salterns. *J. Plankton. Res.*, 6,617-624.

Triantaphyllidis, G.V., Criel, G.R., Abatzopoulos, T.J., & Sorgeloos, P. (1996). International Study on *Artemia*. L III. Morphological study of *Artemia* with emphasis to Old World Strain. I. Bisexual populations. Int. Symp. On Saline Lakes.

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. Université de Carthage. 113pp.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Van Stapen, G. (2002). Zoogeography. In *Artemia: Basic and applied biology*. Springer, Dordrecht, 171-224

Vanhaecke, P., & Sorgeloos, P. (1980). International Study on *Artemia*. IV. The biometrics of *Artemia* strains from different geographical origin. *The brine shrimp Artemia*, 3, 393-405.

Vos, J. & Transutapanit, A. (1979). Detailed report on *Artemia* cysts inoculation in Bangpakong. Chachoengsao Province. *FAO/UNDP Field Doc. 54*.

Whitaker., D.M. (1940). The tolerance of *Artemia* cysts for cold and high vacuum. *J. Exp. Zool.*, 83, 391-399.

Wurtsbaugh, W. A., & Gliwicz, Z. M. (2001). Limnological control of brine shrimp population dynamics and cyst production in the Great Salt Lake, Utah. In *Saline Lakes: Publications from the 7th International Conference on Salt Lakes, held in Death Valley National Park, California, USA, September 1999* (pp. 119-132). Springer Netherlands.

BMC

BERROU FERYAL

MAROK Mohammed Idriss Abd Rahaman

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

Lors de nos études à l'École Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral, nous avons eu l'occasion de participer à un projet de recherche ambitieux qui a profondément marqué notre parcours. Ce projet, centré sur l'étude de l'artémia, nous a permis de découvrir une facette essentielle de l'aquaculture : l'importance des aliments vivants dans la croissance des larves de poissons et de crustacés.

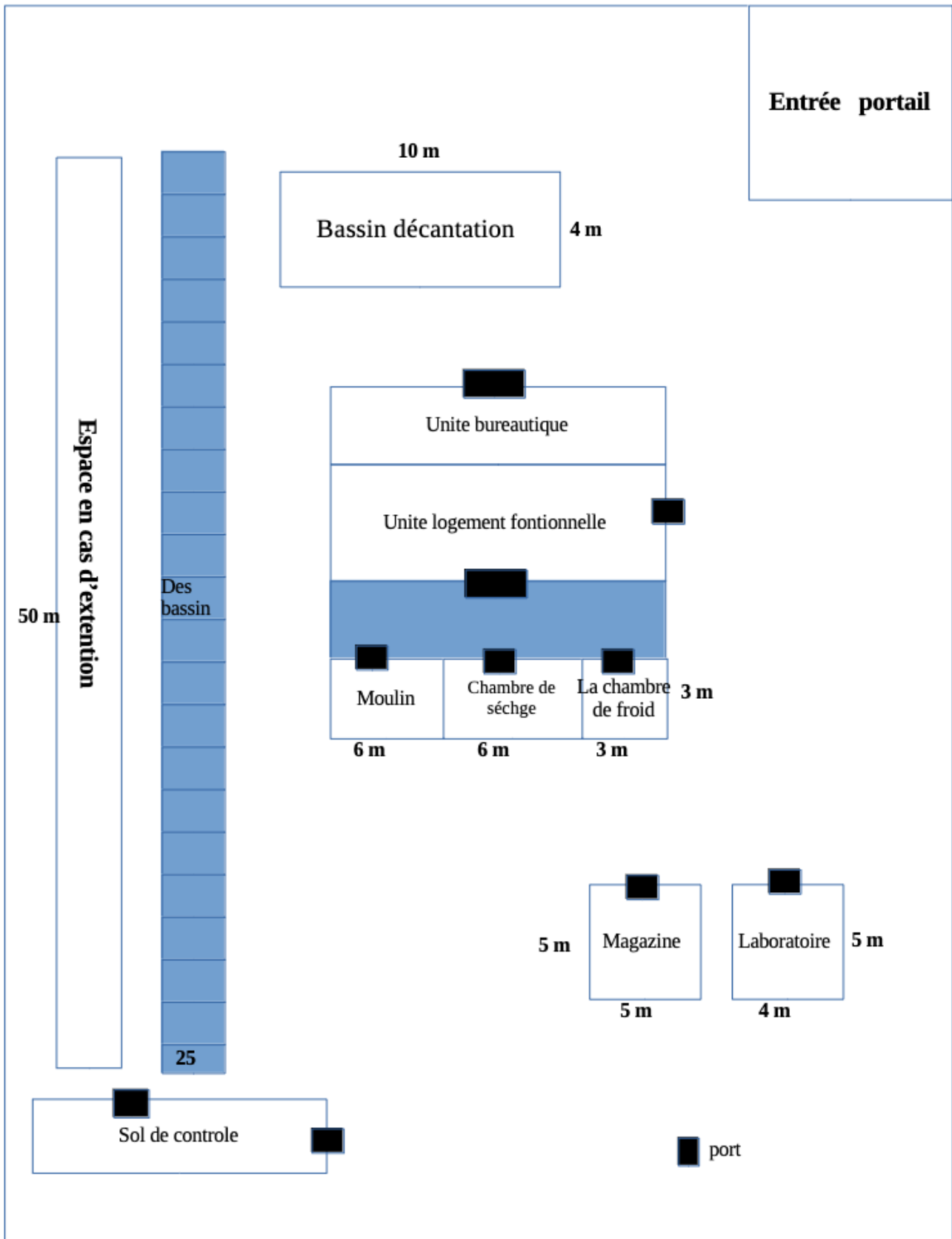
Un jour, au cours d'un stage pratique dans une ferme aquacole, nous avons rencontré le directeur de la ferme, un vétérinaire de l'industrie aquacole. Il nous a raconté une histoire fascinante sur la rareté et la valeur des cystes d'artémia décapsulés. Il nous a expliqué comment ces cystes sont un élément clé pour assurer une alimentation de qualité supérieure pour les larves, mais qu'ils sont souvent difficiles à obtenir localement et coûteux à importer.

Cette conversation a éveillé en nous une curiosité et une motivation à explorer cette niche. Nous avons alors décidé de nous concentrer sur la production de cystes d'artémia décapsulés pour notre projet de fin d'études. Nous avons mené des recherches approfondies et collaboré avec plusieurs experts pour comprendre les techniques de décapsulation et les avantages nutritionnels des cystes décapsulés par rapport aux artémias vivantes.

En parallèle, nous avons participé à divers séminaires et salons professionnels, comme le SIPSA 2024. Lors de ces événements, nous avons rencontré des acteurs majeurs du secteur aquacole qui ont exprimé leur besoin urgent de cystes d'artémia de haute qualité, mais à des prix compétitifs. Cette rencontre a renforcé notre détermination à combler ce manque sur le marché algérien.

Ainsi, notre projet est né : une ferme aquacole dédiée à l'élevage et à la production de cystes d'artémia décapsulés, offrant une solution locale, économique et de haute qualité pour les aquaculteurs. Nous avons nommé notre projet " Artemia algerie "

Plan préliminaire de la ferme



Activités principales

Ce projet se concentre principalement sur l'élevage de l'artémia dans des bassins de 4,5 mètres cubes, afin de produire des cystes qui seront ensuite décapsulés à l'aide de l'hypochlorite de sodium ou de calcium. Cette procédure permet de produire des cystes décapsulés de haute qualité, aussi bien en termes de taux d'éclosion que de valeur nutritionnelle. Ces cystes sont directement utilisés comme nourriture pour les larves de poissons et de crustacés. Leur diamètre, variant entre 200 et 300 micromètres, est compatible avec la taille de la cavité buccale des larves, facilitant ainsi le processus d'éclosion pour les aquaculteurs. Les œufs décapsulés sont faciles à éclore et garantissent des taux d'éclosion élevés, avec une possibilité de conservation pouvant dépasser deux ans.

À la fin de chaque cycle de production, estimé à trois cycles par an (un cycle tous les quatre mois), les grandes artémias seront récoltées. Au lieu de les jeter ou de s'en débarrasser, elles seront transformées en poudre d'artémia. Cette poudre, destinée à être utilisée comme nourriture directe pour les poissons et crustacés ou intégrée dans des aliments artificiels pour ces espèces, générera un revenu secondaire important pour le projet.

Valeur ajoutée

En considérant les crevettes de saumure comme une ressource clé en aquaculture, et en tenant compte de la rareté de ces sources sur le marché algérien et de leurs prix élevés, nous proposerons des cystes d'artémia décapsulés de haute qualité à des prix compétitifs, environ 10 000 DA moins chers que les cystes importés. Le prix des cystes importés varie entre 35 000 DA (provenance Chine) et 55 000 DA (provenance Amérique, comme l'Artémia franciscana et l'Artémia salina). De plus, la poudre d'artémia extraite des gros individus sera un produit supplémentaire sur le marché national, contribuant au développement durable des ressources et à la préservation des réserves naturelles d'artémia.

Ressources clés

Le projet est situé dans la commune de Bousmail, dans la wilaya de Tipaza, sur une superficie d'environ 2800 mètres carrés. La structure est divisée en plusieurs unités, dont la plus importante est une unité principale de production de 500 mètres carrés. Cette unité comprend 25 bassins de 4,5 mètres cubes, un laboratoire pour suivre les stades d'élevage et contrôler les paramètres physiques et chimiques de l'eau d'élevage, une chambre de stockage d'aliments, une salle de contrôle équipée de filtres mécaniques et biologiques, ainsi que des tableaux de contrôle de l'eau et de l'électricité. Un espace est également réservé pour une éventuelle extension.

L'espace extérieur comprend un bassin de décantation de 120 mètres cubes, une chambre froide de 27 mètres cubes pour le stockage des produits finis, assurant une conservation optimale des cystes, une salle de séchage équipée d'un four pour la déshydratation des artémias adultes, et un moulin pour produire la poudre d'artémia. Un bureau d'accueil et des logements fonctionnels pour le personnel sont également prévus, nécessaires pour le bon fonctionnement de la ferme.

Matériel nécessaire pour les différentes étapes de production

Nous disposons d'un terrain de 2800 m² (locale 0 DA) nécessitant des aménagements et une construction selon notre plan préliminaire. Une entreprise de travaux bâtiment a été contactée pour établir une facture proforma pour la réalisation des aménagements nécessaires.

Facture proforma de la construction de la ferme

Une facture proforma détaillant les coûts de construction et d'aménagement de la ferme a été établie pour garantir la mise en place efficace et durable de l'infrastructure nécessaire à la production des cystes d'artémia décapsulés.

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	M²	1000,00	1000,00	1 000 000,00
2	Fourniture et pose d'une chape en béton	M²	800,00	1800,00	1 440 000,00
3	Fourniture et pose de panneaux sandwich	M²	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	M²	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
THT					9 698 000,00
TVA 19%					1 842 620,00
Total TTC					11 540 620,00

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

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	Multiparamètre	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

Ressources Humaines

Nous avons besoin d'un technicien, rémunéré à 45 000 DA par mois, soit 540 000 DA par an.

Ressources Financières

Pour la réalisation complète de ce projet, depuis la construction jusqu'à la mise en production, une enveloppe financière de 15 638 620 DA est nécessaire.

Partenaires Clés

Le bon fonctionnement de la ferme repose sur la collaboration avec plusieurs partenaires essentiels, notamment pour le financement, la concession de projet, la nutrition, les tests de qualité des produits et la gestion des ressources. Parmi nos partenaires clés :

- Agence Nationale d'Appui et de Développement de l'Entrepreneuriat (ANADE)
- Entreprise El Falah pour le financement de projets
- Ministère de la Pêche et des Productions Halieutiques pour l'approbation et la réalisation du projet
- Entreprise Algo Life pour la fourniture de microalgues et de spiruline séchée
- Laboratoires Karim Leila et LNCAPPASM pour les tests de qualité
- Incubateur Blue (ENSSMAL) pour l'accompagnement et la gestion des ressources

Clients

Le produit final, les cystes d'artémia décapsulés, est principalement destiné au marché local. Nos principaux clients sont :

- Les écloseries aquatiques
- Les fermes aquacoles marines et d'eau douce
- Les vendeurs d'aliments pour poissons

Après avoir communiqué avec plusieurs fermes et écloseries nationales, dont Sarl Aqua, Garden Aqua, Société Agricole et Aquacole de Beni Ayad, Aqua Continentale, et les établissements universitaires (ENSSMAL), ils ont exprimé un fort intérêt pour notre produit, souhaitant l'acheter directement et en grande quantité.

Relations Clients

Pour assurer une communication efficace entre l'entreprise et les acheteurs, nous allons développer divers canaux de communication :

- Création de pages sur les réseaux sociaux
- Contacts via téléphone et e-mail
- Participation à des salons de recherche nationaux et des séminaires pour présenter la ferme et ses produits

Canaux de Distribution

Le marketing est crucial pour la réussite du projet. Nous mettrons en place plusieurs canaux de distribution :

- Magasin en ligne avec service de livraison
- Vente directe à la ferme

Coûts

Le budget total pour ce projet est estimé à 16 183 620 DA, divisé en deux parties principales :

- **Dépenses d'installation** : 11 540 620 DA
- **Achat des matériels et équipements de production** : 2 418 000 DA

Les frais généraux se répartissent en :

- **Charges fixes** : Frais d'installation, salaires, abonnements téléphoniques et internet (11 540 620 DA)
- **Charges variables** : Coût des matières premières, électricité et gaz (1 485 000 DA)

Les coûts de production incluent :

- **Coûts fixes** : 2 177 662 DA
- **Coûts variables** : 1 485 000 DA
- **Total des coûts de production** : 3 662 662 DA

Revenu

La capacité de production annuelle est estimée à 252 kg de cystes décapsulés, vendus à environ 25 000 DA/kg. La production de poudre d'artémia est estimée à 125 kg/an, vendue à 2 000 DA/kg. Le revenu annuel total est de 6 550 000 DA, avec un seuil de rentabilité très positif estimé à 2 816 127,56 DA.

En résumé, notre projet est rentable et offre un chiffre d'affaires annuel supérieur au seuil de rendement, assurant ainsi sa viabilité économique.

BUSINESS MODEL CANVAS (BMC):

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

