

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة البليدة 1
Université Blida 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie et Physiologie Cellulaire

Mémoire de fin d'étude
en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Thème

**CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUES ET
BIOLOGIQUES D'UN MILIEU EXTREME
CAS "BETHIOUA"**

Présenté par :

BOUKOUCHA Souhila

et

CHAALAL Rafiaa

Devant le Jury :

Mme Hamzi O.	MAA	U. S. D BLIDA 1	Présidente
Mme khettar S.	MAA	U.S.D BLIDA 1	Examinatrice
Mme chabet Dis Chalabia	PHD	ENSSMAL/CNRDPA	Promotrice
Mr. Bouriach M	MCB	U. S. D	Co – promoteur

Le 17 /09 /2020

REMERCIEMENTS

Après avoir rendu grâce à DIEU

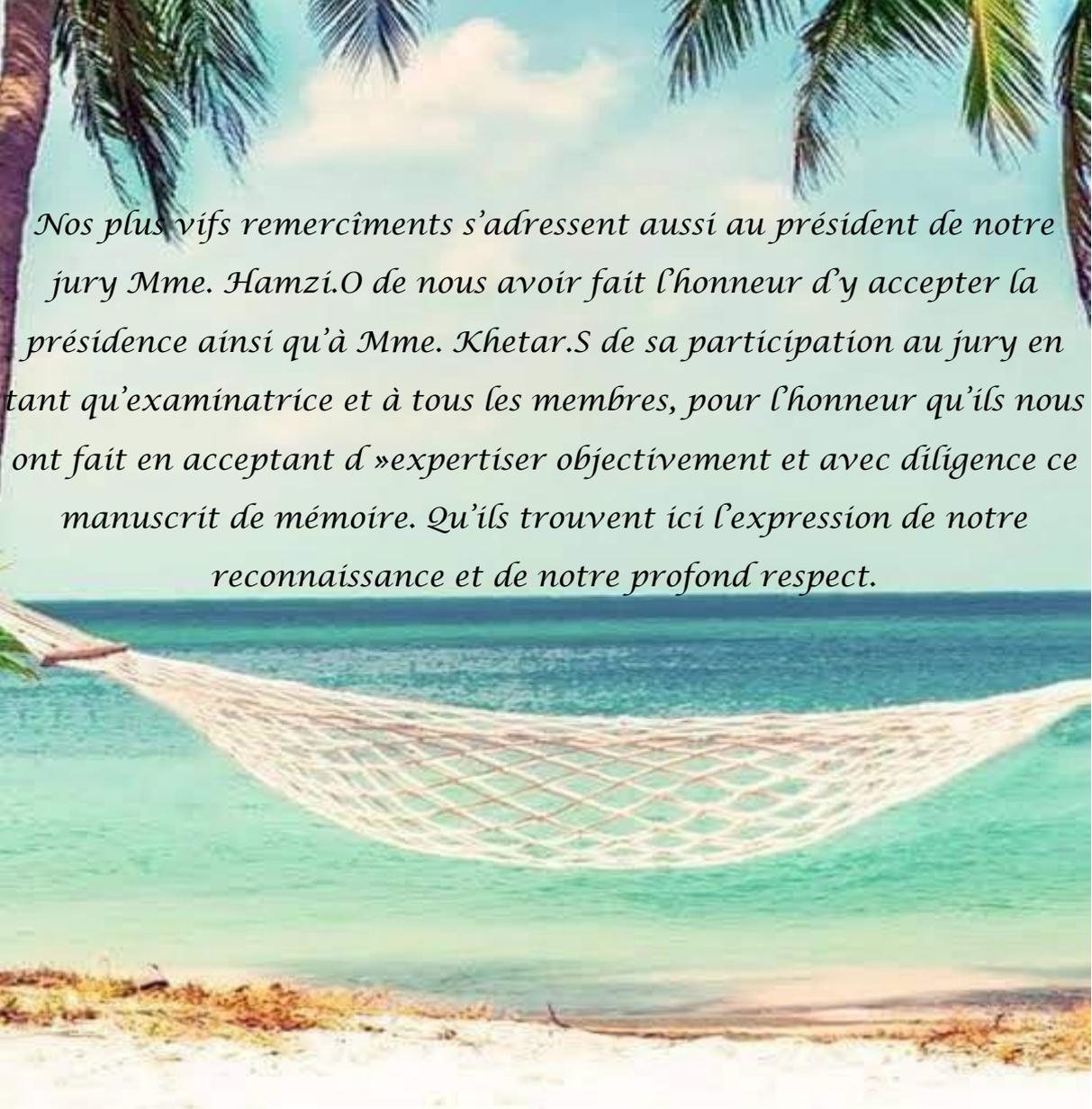
Nous adressons nos remerciements les plus chaleureux à nos parents, pour tout le support moral indéfectible, aux sacrifices qu'ils se sont imposés et l'encouragement qu'ils nous avaient donné et toutes nos familles pour leur patience durant toutes ces années, sans qui nous ne serions sûrement pas arrivés jusque-là.

Au terme de ce travail de fin d'étude, nous exprimons nos sincères remerciements à Tous nos responsables de l'Université SAAD DAHLAB BLIDA et les membres de jury :

Mme. CHABET DIS Chalabia et Mr BOURIACH, 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 été très utiles.

Notre travail ne serait être mené à de meilleurs résultats sans les précieuses informations de Mr BOURIACHE.M, Co-encadreur de ce travail.

Nous voudrions remercier Mr. Rachid ANNANE directeur du centre national de recherche et de développement de la pêche et l'aquaculture (CNRDPA), de nous avoir accueilli et mis à notre disposition les moyens nécessaires pour l'accomplissement de ce travail. Nos remerciements s'étendent également à l'équipe du laboratoire (CNRDPA) et surtout à tout personnel du secteur Aquaculture.



Nos plus vifs remerciements s'adressent aussi au président de notre jury Mme. Hamzi.O de nous avoir fait l'honneur d'y accepter la présidence ainsi qu'à Mme. Khetar.S de sa participation au jury en tant qu'examinatrice et à tous les membres, pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant d'expertiser objectivement et avec diligence ce manuscrit de mémoire. Qu'ils trouvent ici l'expression de notre reconnaissance et de notre profond respect.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail aux :

Les deux personnes que j'aime de plus dans la vie, qui méritent tout le respect du monde qu'il trouvent ici le témoignage de mon profond amour et dévouement infini :

À mon très cher père, l'homme le plus parfait dans le monde. mon grand exemple et mon directeur et mon éducateur,

Ma mère, source de compassion et de tendresse, l'exemple de patience et sacrifice, la raison de mon existence et le support de ma vie.

Que dieu vous protège et vous réserve une longue vie pleine de bonheur et de santé.

Ma très chère MES très chères sœurs Bouchra et Fatima pour l'amour qui nous Unis.

A mon cher ami: yassine

À tous mes amies qui sont toujours à ma coté dans les bon et les mauvais moments : Nadjat, Sabrina, Sarah, Asma

À mon intime et binôme :Souhila

À tous la famille chaalal et rahmani.

Et à tout que j'aime dans ma vie

Rafiaa



Dédicace

Je dédie ce modeste travail aux :

Les deux personnes que j'aime de plus dans la vie, qui méritent tout le respect du monde qu'il trouvent ici le témoignage de mon profond amour et dévouement infini :

À mon très cher père, l'homme le plus parfait dans le monde. mon grand exemple et mon directeur et mon éducateur,

Ma mère, source de compassion et de tendresse, l'exemple de patience et sacrifice, la raison de mon existence et le support de ma vie.

Que dieu vous protège et vous réserve une longue vie pleine de bonheur et de santé.

Ma très chère ma très chère sœur Nawel pour l'amour qui nous Unis, mes chers frères : Mohamed, Imad, Nabil.

Mes chers nièce: Adam, Iram Bara, Abd El Laltif

A mon chères amies: Basma et Ahlam

À tous mes amies qui sont toujours à ma côté dans les bon et les mauvais moments : Kamam, Riyad, Ahmed, Ikram, Sabrina.

À mon intime et binôme :rafiaa

À tous la famille Boukoucha et Ait.

Et à tout que j'aime dans ma vie

Souhila



Résumé

L '*Artemia* communément appelée crevette des marais salants est une espèce cosmopolite qui colonise les milieux aquatiques salés et hyper salés, Les nauplii d'*Artemia* représentent un maillon trophique indispensable pour nourrir les alevins des poissons et des larves de crustacés. Une sortie sur terrain a été effectuée pour la caractérisation biologique et écologique de la sebkha de Béthioua mais suite à la crise sanitaire majeure dans le pays provoquée par la pandémie de Covid-19, l'étude n'a pas pu être réalisée, pour cela une étude comparative à base bibliographique a été réalisé en comparant la population élevée dans des conditions standards avec celle du milieu sauvage. La comparaison de deux à deux des moyennes a révélé une différence significative pour six paramètres morphologiques. La population sauvage est composée d'espèce parthénogénétique alors que la population élevée dans des conditions standards est composée d'espèce sexuée *Artemia salina*. Il s'avère que les formes sexuées et parthénogénétiques cohabitent dans le même Sebkha.

Mots clé : *Artémia*, nauplii, Béthioua, parthénogénétique, sexuée

Abstract

Artemia, commonly known as Brine Shrimp is a cosmopolitan species which colonizes salty and hyper salty environments. *Artemia* nauplii represent an essential trophic link for feeding fish fry and crustacean larvae. A field trip was carried out for the biological and ecological characterization of Béthioua sebkha but following the major health crisis in the country caused by the Covid-19 pandemic, the study could not be carried out. For this a comparative study based on bibliography was carried out by comparing the population reared under standard conditions with that of the natural environment. Statistical comparison of the means revealed a significant difference for six morphological parameters. The wild population is composed of parthenogenetic species while the population reared under standard conditions is composed of the sexual species *Artemia salina*. It turns out that the sexual and parthenogenetic forms coexist in the same Sebkha.

Key words: *Artemia*, Nauplii, Béthioua, parthenogenetic, sexual.

ملخص

الأرتيميا المعروفة باسم قريديس المياه المالحة هي من صنف عالمي التي تستعمر البيئات المائية المالحة والمالحة للغاية ، و تمثل يرقات الأرتيميا رابطاً غذائياً أساسياً لتغذية يرقات الأسماك والقشريات. تم إجراء رحلة ميدانية لدراسة الوصف البيولوجي والبيئي لسبخة بطيوا ولكن في أعقاب الأزمة الصحية الكبرى في البلاد الناجمة عن وباء كوفيد 19، لم يتم إجراء الدراسة. لهذا تم إجراء دراسة مقارنة تستند إلى بيليوغرافيا من خلال مقارنة الأفراد الذين نشأوا في ظل ظروف قياسية مع البيئة البرية. كشفت المقارنة بين المتوسطات عن فرق ذو معنى لستة معلمات مورفولوجية. يتكون الأفراد البرية من الأنواع أحادية الجنس بينما تتكون المجموعات التي تربي في ظل ظروف قياسية من الأنواع ثنائية الجنس *Artemia salina*. اتضح أن الأنواع أحادية الجنس ثنائية الجنس تتعايش في نفس السبخة.

الكلمات المفتاحية : الأرتيميا، اليرقات ، بطيوة، أحادية الجنس ، ثنائية الجنس

Liste des figures

Figure	Titre	Page
Figure 1	Distribution mondiale des différentes espèces de l' <i>Artémia</i>	05
Figure 2	carte des sites	05
Figure 3	<i>Artémia</i> adulte	08
Figure 4	La tête d'un male d' <i>Artémia</i> adulte	09
Figure 5	La tête d'une femelle d' <i>Artémia</i> adulte	09
Figure 6	Cystes déshydratés d' <i>Artémia</i>	11
Figure 7	Schéma de la structure des membranes et coquille de cystes d' <i>Artémia</i>	11
Figure 8	Schéma de principe de l'ultrastructure d'un cyste d' <i>Artémia</i>	12
Figure 9	Nauplii libre nouvellement éclos et nauplii émergeant du cyste	12
Figure 10	Reproduction sexuée et asexuée de l' <i>Artémia</i>	14
Figure 11	Couple d' <i>Artémia</i> en position d'accouplement	14
Figure 12	Cycle biologique de l' <i>Artémia</i>	15
Figure 13	Diagramme de l'effet de la température de – 20 °c à 40 °c sur le métabolisme du cyste	17
Figure 14	Relations entre la concentration en glycérol du cyste	18
Figure 15	Influence du pH du milieu d'incubation sur l'activité enzymatique des embryons d' <i>Artémia</i>	19
Figure 16	Localisation de la zone de collecte des espèces d' <i>Artémia salina</i>	25
Figure 17	Quelques exemples des espèces d'oiseaux migrateurs	26
Figure 18	Méthodologie de travail	27
Figure 19	Bassin mère de la saline Béthioua (W.Oran)	28
Figure 20	La mesure la température de l'eau par en thermomètre	29
Figure 21	La mesure de PH de l'eau par en PH- mètres	30
Figure 22	Température mensuelle moyenne (Min-Max) de la période allant de 2009 à 2019.	32
Figure 23	Précipitation mensuelle moyenne de la période allant de 2009 à 2019.	33

Figure 24	Humidité relative mensuelle moyenne de la période allant de 2009 à 2019	34
Figure 25	Synthèse Omrothermique de la région durant la période allant de 2009 à 2019.	35
Figure 26	Boîtes de dispersion représentant les concentrations en sels nutritifs au niveau de la saline de Bathioua	37
Figure 27	Représentation des sels nutritifs du milieu d'élevage	38
Figure 28	Schéma d'une femelle adulte montrant les différentes mesures utilisés dans l'analyse discriminante	41

Liste des tableaux

Tableaux	Titres	Pages
Tableau 1	Données climatologique moyennes de la région de Béthioua calculées sur la période 2009 -2019	32
Tableau 2	Les paramètres morphométriques des individus d'Artémia de Béthioua	42
Tableau 3	Comparaison des moyennes des paramètres morphologiques des femelles adultes de l'Artémia de Béthioua du milieu sauvage et du milieu d'élevage ($p < 0,05$).	42
Tableau 4	moyenne et Ecart type des concentrations en sel nutritif durant le mois de Mars,Avril et Mai 2018.	Annexe I
Tableau 5	Directive de l'OMS 2002.	Annexe I
Tableau 6	Concentrations des sels nutritifs de l'eau d'élevage (mg/l).	Annexe I

Glossaire

Éclosion

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

Euryhalin

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

Incubation

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

Larviculture

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

Méta-nauplius (méta-nauplii)

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

Ovipare

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

Ovovipare

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

Saumure

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

Thoracopodes

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

Liste des abreviations

A : Artemia.

ARA : acide arachidonique.

C° : Degrés Celsius.

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

OMS: organization mondiale de santé

ENASEL : Entreprise Nationale de Sel

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

ET : Ecart type

EPA : acide eicosapentanoïque.

g/L :grammes par litres

GPS: Global Positioning System.

Lux:une **unité** de **mesure** de l'éclairement lumineux (symbole : lx).

N : Nombre d'individus séquencés

NaCl: Chlorure de Sodium

Na₂CO₃:carbonate de sodium

NH₄⁺: Ammonium

NO₂⁻ : Nitrites

NO₃⁻ : Nitrates

N:P : Ratio DIN/DIP

pH: Potentiel hydrogène

PO₄³⁻: Phosphates

UV: ultraviolet

µm :micromètre

SB : San Francisco Bay

S : Salinité

T : Température

[C]: Concentration.

T° : Température.

Sommaire

INTRODUCTION	01
Chapitre I : Généralités sur l'Artemia	03
I.1 Présentation de l'espèce.....	03
I. 1.1 Classification et systématique de l'artémia.....	03
I.1.2 La répartition géographique de l'Artemia	04
I.2 Biologie de l'Artemia	07
I.2.1 Description morphologique d'Artémia adulte	07
I.2.2 Morphologie de cyste	10
I.2.2.1 La structure de cyste d'Artemia.....	10
I.2.2.2 Les conditions de formation des cystes.....	10
I.2.3 Morphologie de nauplius	10
I.3 Reproduction et Cycle de vie d'Artemia.....	13
I. 3.1 Reproduction.....	13
I. 3.2 Cycle de vie.....	14
I.4 Conservation et éclosion des cystes	15
I.4.1. Conservation	15
I.4.2. Eclosion	16
I.5 Régime alimentaire	20
I.6 Modes de nutrition et rôle trophique.....	21
I.7 valeur nutritionnelle.....	21
I.8 Importance aquacole et intérêt économique de l'artémia.....	22
I.9 Exploitation de l'Artémia.....	22
Chapitre II : Matériel et méthodes	24
II.1 Présentation générale de la Région d'étude.....	24
II.1.1 Qu'est-ce qu'une sabkha.....	24
II.1.2 Situation géographique.....	24
II.1.3 .Présentation de la saline de Bathioua	24
II.1.1 La faune et la flore de la saline de Béthioua.....	25
II. 2 Échantillonnage.....	27
II.2.1 Méthodologie de travail.....	27

II. 2.2 Échantillonnage.....	28
------------------------------	----

Chapitre III : Résultats et discussion.....31

III. 1.Climatologie.....	31
--------------------------	----

III. 1.1. Température de l'air.....	31
-------------------------------------	----

III.1.2. La pluviométrie.....	32
-------------------------------	----

III. 1.3.l'humidité.....	33
--------------------------	----

III. 1. Diagramme ombrothermiques de GAUSSEN.....	34
---	----

III. 2.Comparasion entre milieu naturel et milieu d'élevage.....	36
--	----

III.2.1Qualité de l'eau.....	36
------------------------------	----

III. 2.Alimentation.....	40
--------------------------	----

III. 2.3Morphométrie des adultes.....	40
---------------------------------------	----

Conclusion.....	47
-----------------	----

Références bibliographiques

Annexes



Introduction

Introduction

Introduction

Le genre *Artémia* est un complexe d'espèces bisexuelles et parthénogénétiques qui vivent dans les milieux hyper-salins et qui peut vivre dans les milieux pauvres en oxygène grâce à la densification de l'hémoglobine pendant plusieurs jours. Lorsque les conditions du milieu ne sont pas favorables, *Artémia salina* est capable de produire des cystes qui ont la faculté de donner naissance à une larve appelée nauplii après leur réhydratation (**Bennabi et al., 2015**).

Actuellement d'intenses efforts sont consacrés à la recherche fondamentale et appliquée avec pour objectif de développer les techniques nécessaires pour atteindre de grands profits en ressources aquacoles. Les premières étapes de l'aquaculture moderne ont eu lieu dans le XIX^{ème} siècle, quand il a été possible de maîtriser au laboratoire le cycle de vie de certaines espèces de poissons et de crustacés. Le problème qui s'est présenté à l'aquaculteur depuis, était le choix de l'aliment à fournir aux animaux d'élevage. Ce problème est aggravé dans les stades larvaires pour leurs besoins nutritionnels stricts (**Ruiz et al, 2008**).

Ces études scientifiques ont abouti à des résultats encourageants liés surtout à la valeur nutritionnelle élevée des nauplii (**Ben naceur et al., 2009**). De ce fait, l'*Artémia* devient un aliment irremplaçable dans l'élevage des larves de poissons et de crustacés.

Les nauplii d'*Artémia* représentent un maillon trophique indispensable pour nourrir plus de 80% des alevins des poissons et des larves de crustacés. D'autre part, les nauplii d'*Artémia* sont considérés comme un aliment convenable qui peut être facilement stocké et aisément manipulé et obtenu seulement après 24h d'incubation à partir des cystes (**Lavens et Sorgeloos, 2000**). Ils présentent une petite taille (470-550) parfaitement convenable pour la petite bouche des larves fragiles (**Lavens et Sorgeloos, 1996**).

Les cystes d'*Artemia* sont considérés comme matière de base pour développer un élevage larvaire de poissons et crustacés. Autre aspect important, le fait que les ressources mondiales des cystes d'*Artemia* actuellement en exploitation ne peuvent faire face à la forte demande dans le secteur aquacole, ce qui se traduit par une augmentation du prix sur le marché international (**Ghomari, 2013**).

La demande mondiale en cystes d'*Artémia* est en augmentation constante, due à la croissance au développement biotechnique et de production en aquaculture dans diverses régions de la planète (**Lavens et Sorgeloos, 2000**).

Introduction

En Afrique du Nord, l'*Artémia* est particulièrement associée à sebkhas qui désignent son milieu naturel. Ce sont des dépressions remplies d'eaux salines. Certaines d'entre elles étaient des lacs au cours des périodes d'amortissement de la fin de quaternaire.

D'après (**Samraoui et al., 2006**) l'Algérie compte de 38 sites, situés dans la région côtière, les Hauts Plateaux et le Sahara. Ces stocks ont fait l'objet de études qualitatives, celles de **Haddag, 1991 ; Kara, 1998 ; Amarouayache, 2002 ; Amarouayache et al., 2009 ; Kara et al., 2004 et Kara et al., 2012.**

L'objectif de notre travail est de comparer les caractéristiques physico-chimiques et biologiques de la population d'*Artémia* de la sebkha de Béthioua (Wilaya d'Oran) une cultivée au laboratoire et l'autre du milieu sauvage.

Le présent travail comporte trois chapitres organisés comme suit :

- Le premier chapitre est consacré à la présentation de l'*Artémia*, Il s'agit d'une synthèse bibliographique qui traite la systématique, la répartition géographique, la biologie, l'exploitation de l'*Artémia* et son utilisation en pisciculture.
- Le deuxième chapitre est réservé à la présentation du site étudié (saline de Béthioua) et aux différentes méthodes et techniques d'étude utilisées tant sur le terrain qu'au laboratoire.
- Le troisième chapitre est réservé aux différents résultats obtenus avec la discussion.



Chapitre. I : Généralité

1 Présentation de l'espèce

1.1 Classification et systématique d'*Artémia*

Le genre *Artémia* est inclu dans le groupe des crustacés branchiopodes anostracés, la systématique de l'*Artémia* a évolué progressivement au cours du temps, au début, les chercheurs se sont basés sur la morphologie de l'animal, mais ce critère a été abandonné car il est influencé par la salinité du milieu (**Barigozzi, 1980**). De nos jours, ces crustacés sont considérés comme un aliment pour les larves de poissons de petite taille et contient les éléments essentiels qui contribuent à une bonne croissance (**Ghomari, 2013**).

La classification systématique du genre *Artémia* est comme suit :

- Règne: *Animalia*
- Embranchement: *Arthropoda*
- Sous – Embranchement: *Crustacia*
- Classe : *Branchiopoda*
- Sous-classe: *Sarsostraca*
- Ordre: *Anostraca*
- Famille : *Artemiidae*
- Genre: *Artémia* (**Leache, 1819**)
- Espèce: *Artémia salina* (**Linnaeus, 1758**)

Les populations parthénogénétiques sont appelées : *Artémia parthenogenetica* suivis par le nom de la localité d'origine (**Barigozzi, 1980**). La diversité touche surtout les souches bisexuées, c'est pour cette raison que les systématiciens ont réalisé des expériences de croisement entre ces populations, ce qui a révélé l'absence d'interfécondité entre elles (**Barigozzi, 1974 ; Clark et Bowen, 1976 ; Heip et al., 1977**).

1.2 Répartition géographique de l'*Artémia*

a. L'*Artémia* dans le monde

L'*Artémia* occupe des biotopes à climat tropical, subtropical ou tempéré (**Lavens et Sorgeloos, 2000**). La diversité écologique de ces biotopes isolée et la flexibilité génétique de l'espèce ont mené à l'existence de plus de 350 populations (**Van Stappen et Sorgeloos, 1993**).

L'*Artémia* est considérée comme un organisme euryhalin et eurytherme rencontré à des salinités entre 80 et 220 g/L selon les populations et les espèces, de ce fait, les différentes populations d'*Artémia* sont rencontrées dans plus de 500 lacs salés naturels et artificiels appelés Chotts, Sebkhia ou saline qui sont répartis sur toutes les zones climatiques tropicales, subtropicales et tempérées) (Fig. 1).

Les observations d'un grand nombre de populations nouvellement découvertes, ont donné un nombre très important, dès le début du 20^{ème} siècle, des études cytologiques et génétiques ont complété les méthodes traditionnelles de classification basées classiquement sur les aspects morphologiques, et comme résultat, neuf souches-sœurs d'*Artémia* bisexuée qui sont :

- *Artémia salina* (**Linnaeus, 1758**) à Lymington, Angleterre.
- *Artémia franciscana monica*. (**Verril, 1869**) au niveau du Lac Mono, Californie-Usa.
- *Artémia urmiana* (**Gunther, 1890**) à Iran.
- *Artémia franciscana* (**Kellogg, 1906**) en Amérique (Nord, Centre et Sud).
- *Artémia persimilis* (**Piccinelli et prosdocimi, 1968**) en Argentine.
- *Artémia parthénogénétique* (**Barigozzi, 1974**).
- *Artémia sinica* (**Yaneng, 1989**), Asie Centrale, chine.
- *Artemia sp.* Kazakhstan (**Pilla et Beardmore, 1994**).
- *Artemia tibetiana* (**Abatzopoulos et al., 1998**).

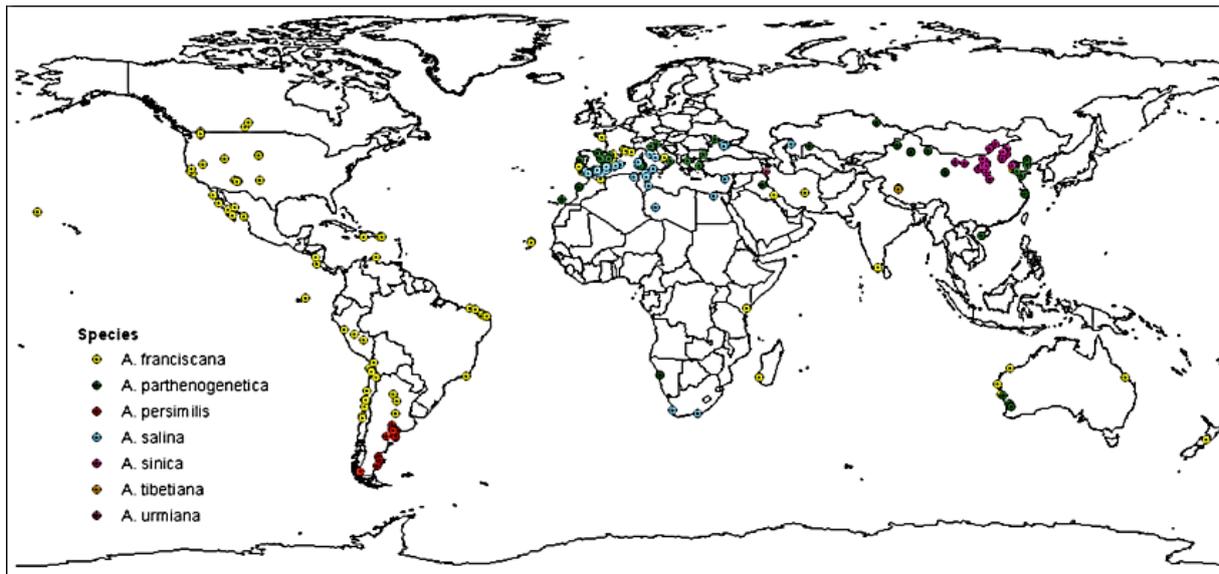


Figure 1 : Distribution mondiale des différentes espèces de l'Artémia (lavens et Sorgeloos, 2000)

L'Artémia en Algérie

D'après Haddag (1991) et Kara *et al.*, (1994), Les travaux réalisés sur l'Artémia, en Algérie sont peu nombreux.

Un total de 38 sites, répartis dans la région côtière (Fig.2, 1 et 2), les hauts plateaux (Fig.2, 3-5) et le Sahara (Fig.2, 6) (Samraoui *et al.*, 2006).

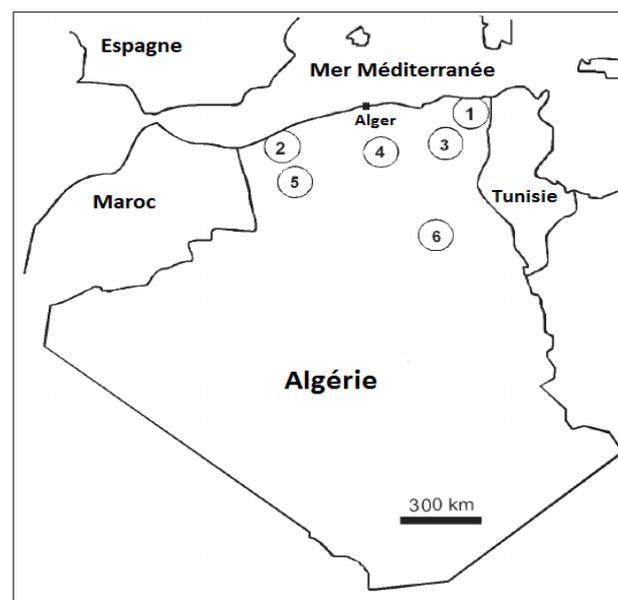


Figure 2 : carte des sites (Samraoui *et al.*, 2006)

1. Numidie (Num) :	2. Complex d'Oran (C.O) :
1 - Les Salines (36° 50.34'N, 7° 47.46' E, alt. 2 m) 2 - Laalilg (36° 50.231'N, 7° 45.396' E, alt. 2 m)	1 - La Grande sebkha of Oran (35° N, 0° W, alt. 80 m) 2 - Salines of Arzew (35° 41.880' N, 0° 17.082' W, alt. 84 m)
3. Hauts plateaux de l'Est, l'altitude pour l'ensemble complexe de zones humides se situe entre 900 et 1000m :	4. Central Hauts Plateaux (C.H.P) :
1 - Garaet Tarf (35° 42'N, 7° 08'E) 2 - G. Guellif (35° 47.200' N, 7° 00.00' E) 3 - G. Ank El Djmel (35° 46.298' N, 6° 52.00' E) 4 - Chott Tinsilt (35° 53.619'N, 6° 30.000'E) 5 - G. Ezzemoul (35° 53.137'N, 6° 30.200') 6 - G. Boucif (35° 47.211' N, 7° 04.991' E) 7- Chott Djendli (Boumia) (35° 42.000'N, 6° 31.554'E) 8 - Tazouguert I (35° 21.04'N, 7° 16.042'E) 9 - Tazouguert II (35° 23.777' N, 7° 19.920' E) 10 - Timerganine (35° 34.655' N, 6° 58.275' E) 11 - Jemot (35° 38.708' N, 7° 00.825' E) 12 - G. Marshel (35° 48.528' N, 6° 44 437' E) 13 - G. Boulehilet (35° 44.699'N, 6° 47.431' E) 14 - Zaher (à smaller chott south of G. Tarf) 5. Hauts Plateaux Ouest (H.P.O) : 1 - Chott Chergui (34° 03.376' N, 0° 05.164' W, alt. 978 m) 2 - Sebkhata Naama (33° 17.953' N, 0° 13.722' W) 3 - Dayet El Ferd (33° 30.416' N, 1° 13.959' W) 4 - Mare Oued Nachef (Sebdou) : le seul site d'eau échantillonné dans cette enquête.	1 - Chott El Hodna (35° 22.000' N, 4° 32.513' E, alt.= 390m) 2 - Chott El Zahrez (34° 57.382' N, 2° 48.838' E, alt.= 844m) 3 - Diar Chioukh (34° 52.413' N, 3° 27.124' E, alt.= 1125m) 4 - Boughzoul (35° 41.384' N, 2° 50.264' E, alt.= 647m) 6. Sahara(S) : 1 - Outaya reservoir (35° 7.700' N, 5° 36.323' E, alt.= 5m) 2 - Merja Hamraïa I (34° 06.223'N, 6° 14.784'E) 3 - Merja Hamraïa II (34° 05.588'N, 6° 20.667'E) 4 - Chott Melghir (34° 10.631' N, 6° 17.322' E, alt.= 0m) 5 - Chott Merouane (34° 02.433'N, 5° 58.748'E) 6 - Oued Khrouf (33° 53.451'N, 6° 01.921'E) 7 - Tindla (33° 39.781'N, 6° 02.815'E) 8 - Sidi Amrane (33° 29.873'N, 5° 59.380'E) 9 - Merjaja, Touggourt (33° 03.432'N, 6° 03.967'E) 10 - Temacine (33° 01.044'N, 6° 01.442'E) 11 - Sidi Khouiled, Ouargla (32° 02.913'N, 5° 22.139'E) 12 - El Goléa (30° 31.778'N, 2° 56.201'E)

2 biologies de l'*Artémia*

2.1 Description morphologique d'*Artémia* adulte

L'*Artémia* est un petit crustacé Anostracés qui vit exclusivement dans les milieux hyper halins (Amarouyache et Kara, 2010), sa taille varie entre 8 à 15 mm, elle a une forme allongée, mais clairement segmenté, le corps est allongé avec une paire d'yeux latéraux, deux paires d'antenne, 11 paires de thoracopodes et un tube digestif long et visible par transparence sa coloration peut être du blanc laiteux au bleu vert jusqu'à rouge brique (Bennabi et al., 2015).

La femelle adulte a un sac ovigère, en forme de cœur à l'arrière de ses derniers appendices et le mâle, possède deux appendices symétriques en forme de châle à la hauteur de la tête. Le mâle est généralement plus petit que la femelle, il nage plus rapidement et il est moins coloré (Fig.3).

L'anatomie de l'*Artémia salina* est composée de trois parties : la tête le thorax et l'abdomen :

a. La Tête

Elle est formée par cinq segments soudés entre eux et indifférenciés, reconnus par le type d'appendices et les organes qu'ils portent, au sommet de la zone frontale apparaissent les restes de l'œil moyen ou œil nauplien formé de trois ocelles de couleur obscure chez l'adulte et rouge durant le premier stade nauplien. De chaque côté apparaissent deux pédoncules oculaires de longueurs qui diffèrent selon les races, longs chez les mâles par rapport aux femelles des espèces sexuées (Ghomari, 2013).

Chez les adultes le diamètre des yeux est plus grand chez le mâle que chez la femelle. Du côté de la base des pédoncules oculaires, en position dorsale, apparaissent les antennules et en position ventrale les antennes pourvues de cils caractérisant le dimorphisme sexuel chez l'*Artémia*. Les antennes présentent deux proportions plus ou moins différenciées : protopodite et exopodite. Chez les femelles les antennes adoptent une forme foliacée simple, présentant sur les bords antérieurs du protopodite deux taches sensorielles. Chez les mâles ces antennes sont hypertrophiées principalement au niveau de l'exopodite, prenant la forme de pinces appropriées pour maintenir la femelle par la partie antérieure de l'utérus au moment de la copulation et la fertilisation (Ghomari, 2013) (Fig 4 et 5).

b. Le thorax

Il est composé de 11 segments chaque segment porte une paire d'appendices natatoires foliacés qui ont une fonction motrice et respiratoire permettant la filtration de la nourriture et son acheminement vers les deux mandibules (Haddage, 1991).

c. L'abdomen

Il est composé de huit segments : les 2 premiers segments dits génitaux (deux pénis chez le mâle/ la poche incubatrice des femelles) ; le dernier segment abdominal porte deux appendices portant de longues soies. Entres ces appendices se trouve l'anus (Dhont et Van Stappen, 2003).

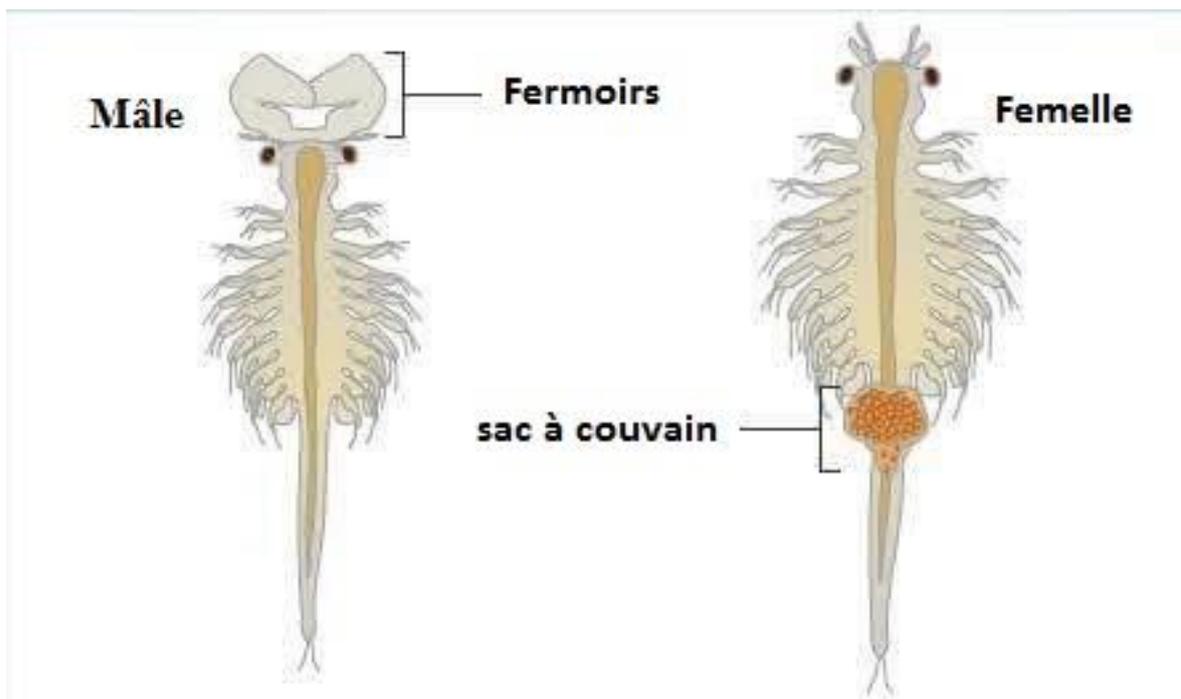


Figure 3 : Artémia adulte (Edu.glogster.com).

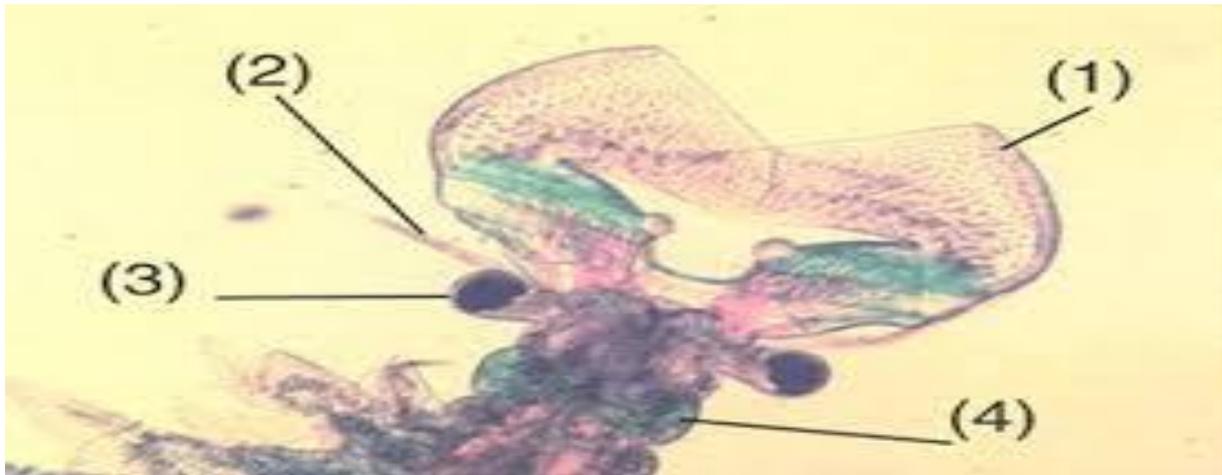


Figure 4 : La tête d'un male d'*Artémia* adulte [(1) Antenne ; (2) antennule ; (3) L'œil complexe ; (4) mandibule. (Lavens et Sorgeloos, 1996)].

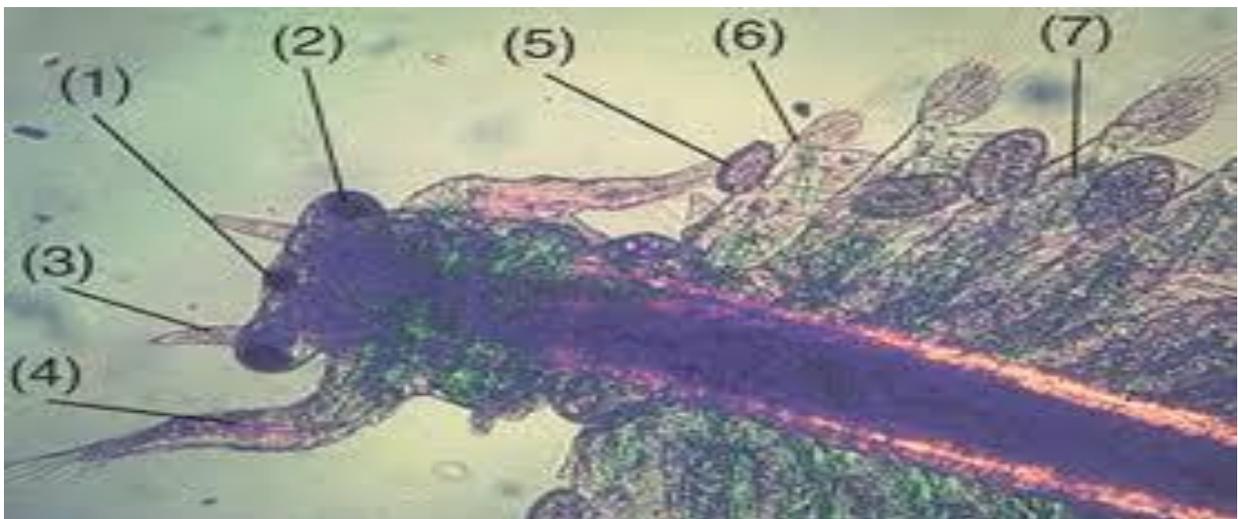


Figure 5 : La tête d'une femelle d'*Artémia* adulte (1) ♂♀(œil nauplien ; (2) œil complexe ; (3) antennule ; (4) antenne ; (5) exopodite ; (6) telopodite ; (7) endopodite (Lavens et Sorgeloos, 1996).

2.2 Morphologie du cyste

Le cyste a une forme biconcave, après hydratation il devient sphérique. Le cyste sec résiste également aux fortes radiations, une variété de solvants organiques (même à des pesticides), le manque d'oxygène et peut être entreposé pendant des mois ou des années sans toutefois perdre sa capacité d'éclosion (**Granvil, 2000**) (Fig.6).

Il est enveloppé par l'espace sous cuticulaire et la membrane cuticulaire ou embryonnaire interne, fine membrane perméable uniquement aux molécules ayant une taille réduite tels que l'O₂, CO₂, NH₄ (**Ghomari, 2013**).

2.2.1 La structure du cyste d'*Artémia*

L'enveloppe du cyste est constituée de 03 structures :

- a. Le chorion** : il est constitué essentiellement de lipoprotéines, sa fonction est la protection de l'embryon contre la rupture mécanique et le rayonnement UV (**Mousseux, 1995**).
- b. La cuticule membranaire** : elle protège l'embryon contre l'agression grosses molécules (CO₂) elle sert en fait de filtre de perméabilité (**Mousseux, 1995**).
- c. La cuticule embryonnaire** : c'est une couche très élastique transparente qui sépare l'embryon de la cuticule membraneuse (**Mousseux, 1995**) (Fig.7 et 8).

2.2.2 Les conditions de la formation des cystes

Selon (**Madani, 2001**), les conditions qui favorisent la formation des cystes sont :

- Haute salinité.
- Manque chronique d'aliment.
- Stress dû au manque d'oxygène (l'oxygène inférieur à 2mg/l).

2.3 Morphologie du nauplius

Les nauplius d'*Artémia* sont de petits crustacés qui peuvent vivre dans les eaux douces comme ils peuvent vivre dans les eaux saumâtres, ils sont de couleur orange due à la présence de caroténoïdes et du vitellus (**Ghomari, 2013**).

Le nauplii d'*Artemia* (stade larvaire I) mesure environ 400 microns. Les nauplii d'origine ovovivipare sont plus grands que ceux d'origine ovipares, et ils sont de couleur orange due à la présence de caroténoïdes et du vitellus. Le nauplii est formé de trois paires d'appendices qui

comprennent : les antennes relativement larges qui servent à la locomotion, les antennules et les mandibules qui elles, joueront un rôle alimentaire dès le deuxième stade larvaire (méta-nauplius). Durant (Fig.9) (Ghomari, 2013).



Figure 6 : Cystes déshydratés d'*Artémia* (Sorgeloos, 1979).

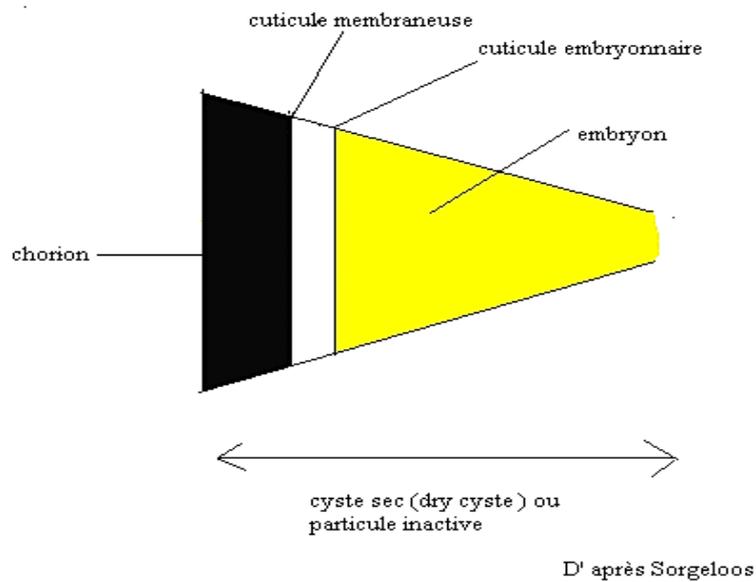


Figure 7 : Schéma de la structure des membranes et coquille de cystes d'*Artémia* (Sorgeloos et al., 1977).

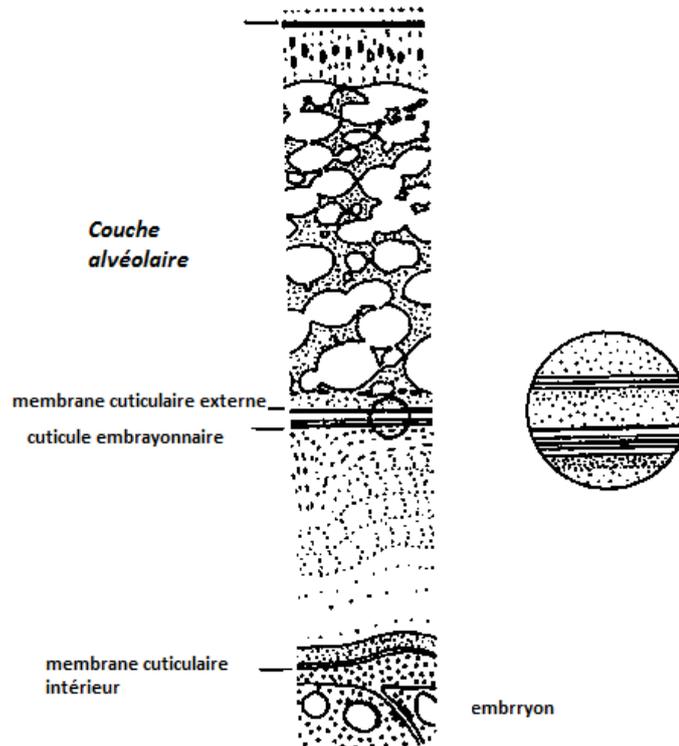


Figure 8 : Schéma de principe de l'ultrastructure d'un cyste d'*Artémia*. (modifié par Morris et Afzelius, 1967)



Figure 9 : Nauplii libre nouvellement éclos et nauplii émergeant du cyste (Mayorga et al., 2010).

3 La reproduction et le cycle de vie de l'*Artémia*

3.1 Reproduction

Les populations d'*Artémia* présentent deux types de reproduction : sexuelle avec la présence de mâles et femelles chez l'espèce sexuée (Fig.10) et asexuée ou parthénogénétique avec la présence exclusive de femelles (**Ghomari, 2013**).

Chez les souches bisexuées, la position d'accouplement (Fig.11) est la phase pendant laquelle le mâle saisit la femelle entre l'utérus et la dernière paire de thoracopodes tout en fléchissant son abdomen et introduit l'un de ses deux pénis dans l'appareil génital de la femelle et libère ainsi son sperme, et le couple peut aussi nager durant une longue période dans cette position (**Sorgeloos, 1980**).

Les deux types de femelles (sexuées ou asexuées) peuvent donner deux classes de descendance :

Un embryon qui achève son développement embryonnaire à l'intérieur de l'utérus de la femelle et naît comme nauplii parfaitement formé ovovivipare (si les conditions sont favorables), ou bien des embryons qui une fois, atteignent le stade blastula avancé où début de ce stade, entrant en stade de diapause, se recouvrent de l'enveloppe tertiaire résistante sécrétée par une glande au niveau de l'utérus (glande coquillière). Ils sont ensuite émis dans le milieu comme cystes ou œufs de durée ovipare (si les conditions sont défavorables) (**Ghomari, 2013**).

Les facteurs qui déclenchent le processus d'oviparisme restent un sujet de larges discussions. **Drinkwater et Clegg (1991)** concluent que ce sont les facteurs environnementaux qui déterminent le mode de reproduction chez l'*Artémia* et sont spécifiques et multiples pour chaque population.

Suite aux menaces qui entraînent la disparition de population telle que la carence d'aliments, les fortes températures et salinités ou le manque d'oxygène, les cystes sont libérés dans le milieu supportent ainsi les conditions limites et assurent l'apparition d'une nouvelle population en conditions favorables (**Lenz, 1987**).

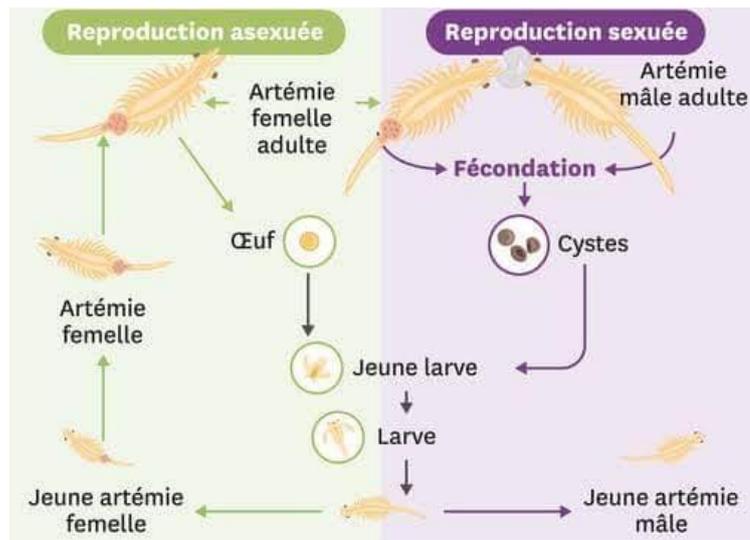


Figure 10 : Reproduction sexuée et asexuée de l'*Artémia* (Livrescolaire. Fr).



Figure 11 : Couple d'*Artémia* en position d'accouplement (Riding position ou position d'équitation) ; (Lavens et Sorgeloos, 1996)

3.2 Cycle de vie

L'œuf d'*Artémia* appelée couramment cyste, donne naissance à une première larve (nauplius) quand les conditions de l'environnement sont favorables (Hamdi et Mahmoudi, 2018).

Ces cystes flottent à la surface de l'eau. Ils 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 pluie à l'intérieur des bassins de la saline. La présence de la pellicule d'eau favorise leur éclosion pour donner des nauplii (au bout de 24 à 36 heures). Ces derniers passent par plusieurs stades de développement (15 mues) pour arriver au dernier stade qui est le stade adulte après une quarantaine

de jours en moyenne (**Lavens et Sorgeloos , 1996**) (Fig.12), la durée de développement du nauplius à l'adulte a été décrite comme suit :

Nauplii instar I \longrightarrow Nauplii instar II (8heurs) ; Nauplii instar II \longrightarrow juvénile

\longrightarrow Pré-adulte (1 à 3 semaines) ; pré-adulte \longrightarrow adulte (1 à 2 semaines).

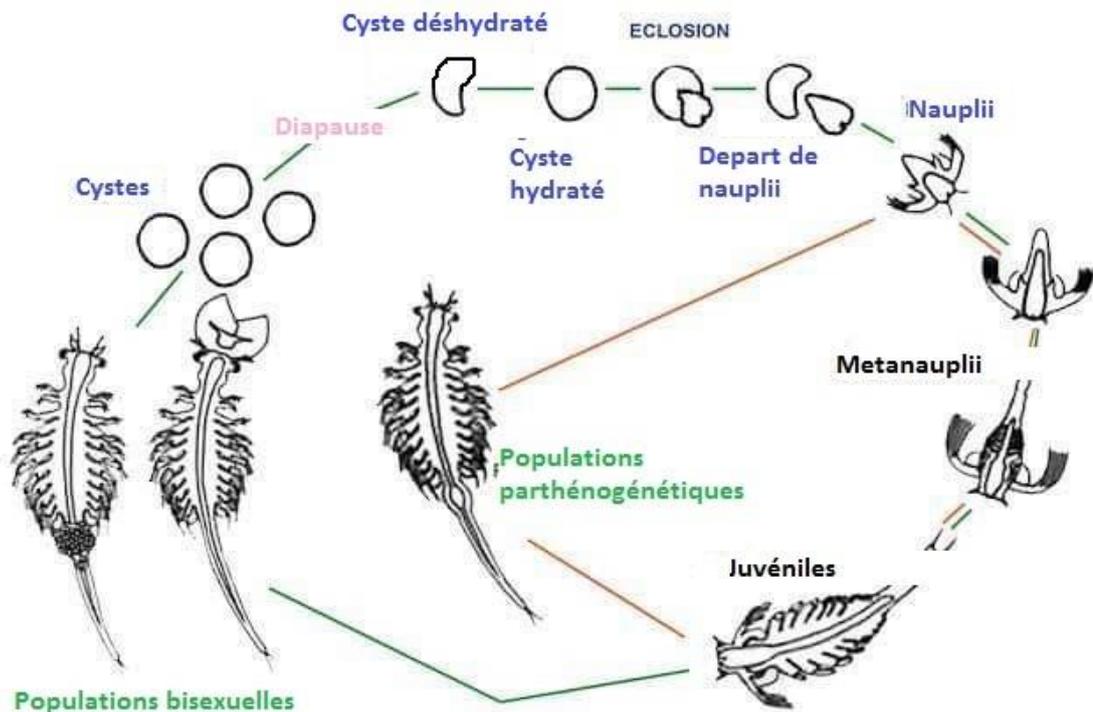


Figure 12 : Cycle biologique de l'*Artémia* (**Lavens et Sorgeloos, 1996**).

4 Conservation et éclosion des cystes

4.1 Conservation

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

Suivant la durée de conservation désirée, plusieurs méthodes peuvent être utilisées, pour quelques mois, les cystes peuvent être placés directement dans la saumure saturée, si le stockage doit se prolonger, ils doivent être déshydratés au soleil ou dans une étuve puis placée sous vide ou en atmosphère inerte (azote) (**Brisset, 1984**).

4.2 Eclosion

Au niveau des éclosions, étant donné le prix actuel des cystes, l'impératif sera de réaliser des éclosions où le rapport poids de nauplii obtenus sur poids de cyste soit le plus haut possible (**Brisset, 1984**).

Pour une éclosion optimale certains critères de base devront être observés en les adaptant à la souche utilisée (**Brisset, 1984**).

Résumons en premier lieu, par les schémas proposés par **Morris en 1971** et modifiés par **Benijts et al., en 1977**, le déroulement de l'éclosion.

Première étape de l'éclosion l'hydratation, ne dure qu'une à deux heures suivant la salinité du milieu. L'incubation peut être divisée en deux périodes : une de latence et une de différenciation. La première peut être divisée en deux phases : une de préparation et une de réversibilité. Durant la première, si le cyste subit une déshydratation, replacé dans de bonnes conditions, il reprendra son développement à partir du stade auquel il était arrivé avant la déshydratation. Par contre dans la phase de réversibilité le cyste déshydraté reprendra son développement au début de la période de réversibilité même s'il était en fin de celle-ci. Les précipitations en période de dessiccation dans le milieu naturel pouvant se succéder rapidement, ce phénomène peut être considéré comme un moyen de protection de l'espèce (**Brisset, 1984**).

L'éclosion nécessite toutefois des dépenses énergétiques qui provoqueront des baisses du rendement de l'éclosion d'où l'intérêt de récolter les cystes le plus rapidement possible. Passé la période de latence qui représente 70 % du temps de l'éclosion, le chorion se fend très rapidement et le nauplius apparaît enveloppé dans la membrane d'éclosion, pendu au chorion plus léger que lui d'où le nom de ce stade "parapluie". Le nauplius d'*Artémia* finit par rompre la membrane et devient un être libre (**Brisset, 1984**).

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

a. Température

Les divers effets de la température de l'eau sur le métabolisme des cystes d'*Artémia* sont résumés dans la figure 13 (**Lavens et Sorgeloos, 2000**). Le taux d'éclosion le plus rapide et l'efficacité d'éclosion maximale sont atteints autour de 30°C même après avoir subi des

températures comprises entre - 12°C et 40° C si on les replace dans de bonnes conditions (**Brisset, 1984**).

.

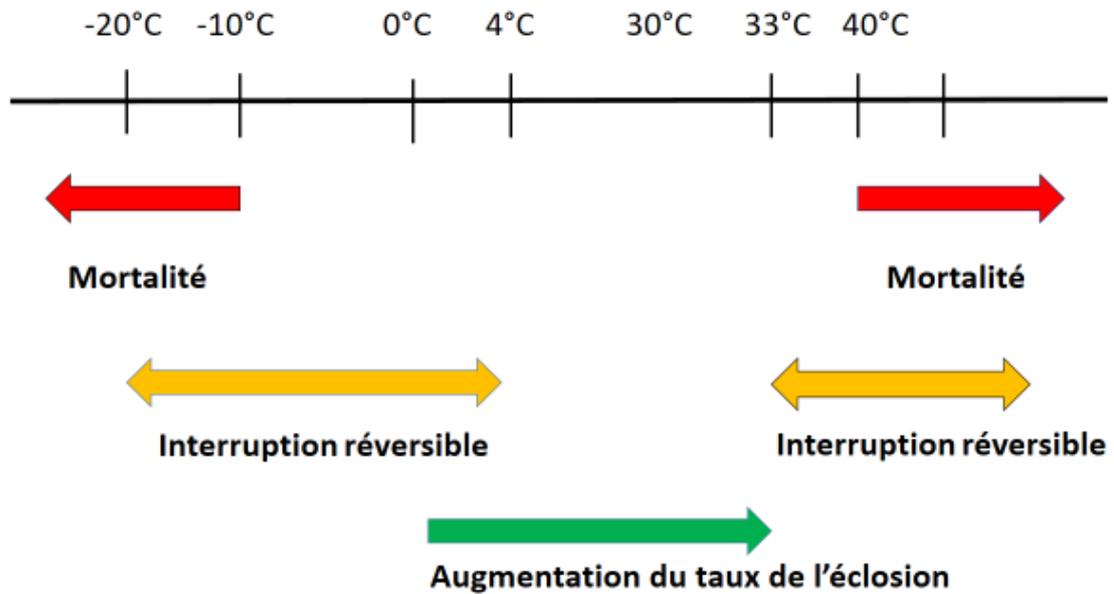


Figure13 : Diagramme de l'effet de la température de - 20 °c à 40 °c sur le métabolisme du cyste (**Sorgeloos, 1980**).

b. La salinité

Le temps d'hydratation est directement fonction de la salinité. Si pour des raisons de facilité, on utilise couramment de l'eau de mer, il a été démontré qu'une éclosion en eau de mer diluée jusqu'à 5 ‰ est plus rapide et permet d'obtenir des nauplii à plus haute valeur énergétique (**Vanhaecke et al., 1984**). Les nauplii utilisent moins de glycérol pour leur éclosion et sont donc plus riches pour les prédateurs qui les consommeront (Fig.14).

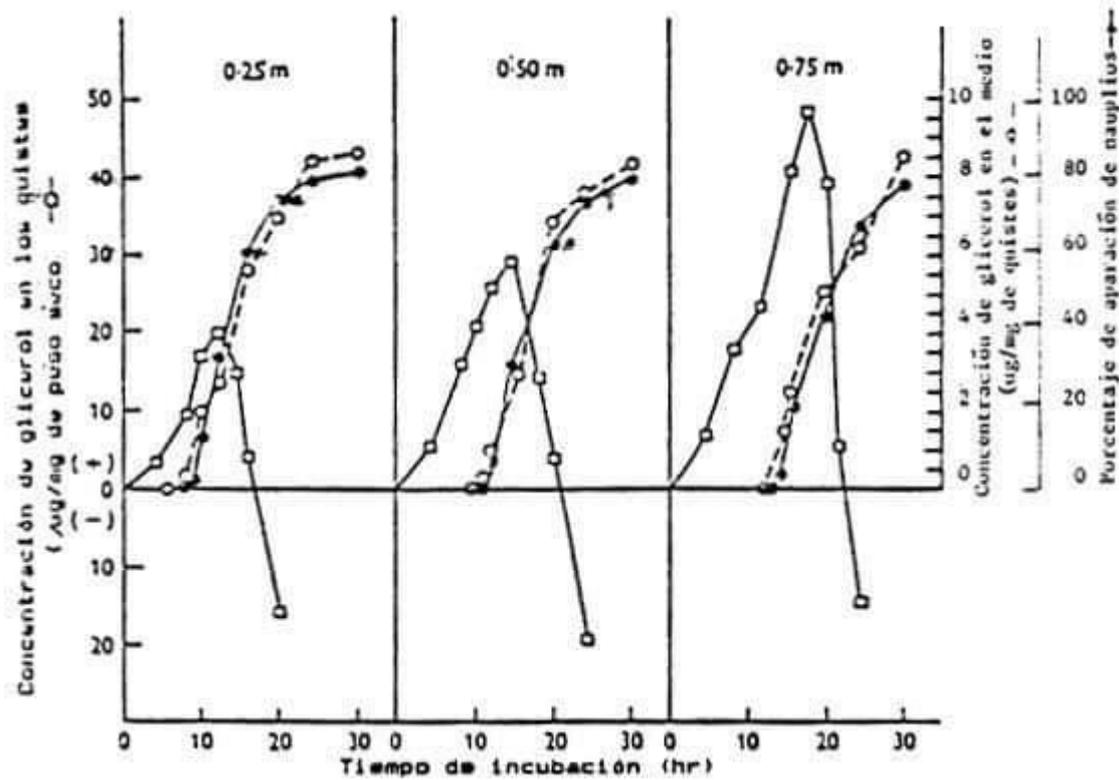


Figure14 : Relations entre la concentration en glycérol du cyste (—o—) du taux de glycérol dans le milieu (—+—), le pourcentage de cystes en éclosion (—•—) et le temps d'incubation à 3 concentrations de Na Cl (0,25m Na Cl=14,6 %, salinité (Clegg, 1964)

c. PH

L'éclosion est optimale à des pH de 8-9, niveau auquel une enzyme active durant l'émergence de l'embryon présente une activité maximale (Sato, 1967) (Fig.15).

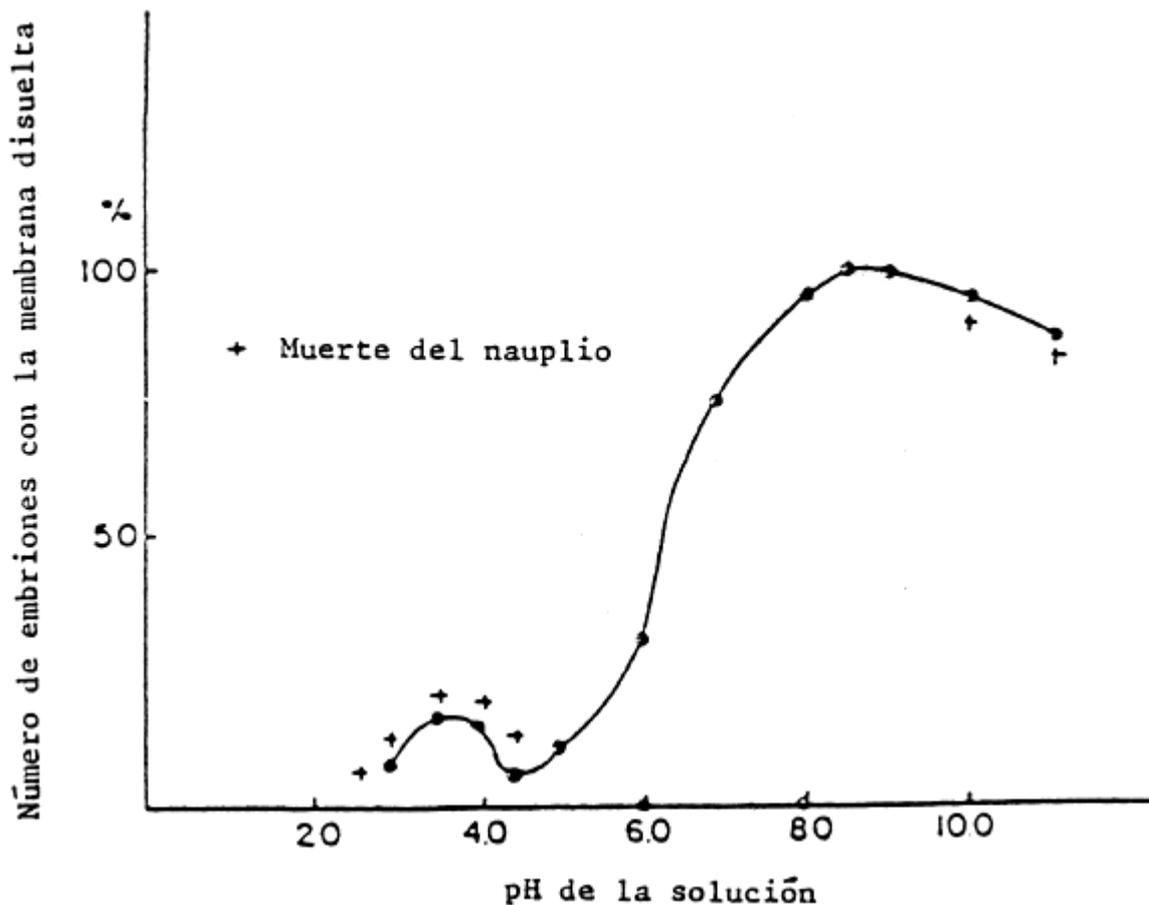


Figure.15 : Influence du pH du milieu d'incubation sur l'activité enzymatique des embryons d'*Artémia* (Sato, 1967).

En milieu marin et à faible charge en cystes, le pouvoir tampon de l'eau de mer suffit à maintenir un pH supérieur à 8 (Jones, 1972). Toutefois pour des éclosions en milieu synthétique ou marin dilué et à forte charge il faut tamponner le milieu avec du Na_2CO_3 comme le préconise Jones en 1972 (1 m/L d'une solution à 0,5 M par un litre du milieu).

d. Oxygène

Les cystes peuvent éclore jusqu'à des concentrations en oxygène de 1 mg/L (Sorgeloos et Persoone, 1975). Pratiquement, en écloserie on obtient les nauplii en plaçant les cystes dans un milieu vigoureusement agité par un bullage par le fond.

Tout arrêt accidentel durant la phase de différenciation sera fatal pour les embryons qui sédimenteront et périront d'anoxie (Sorgeloos et Persoone, 1975).

e. Lumière

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

f. La charge en cystes

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

Toutefois pour de grandes quantités en raison des difficultés pour maintenir un niveau d'oxygène acceptable et pour éviter la prolifération d'écume provoquée par le glycérol et ses dérivés libérés dans le milieu lors de l'éclosion, il est souhaitable de travailler avec des charges de 5 à 7 grammes par litre de milieu (**Brisset, 1984**).

5. Régime alimentaire

L'*Artémia* a un mécanisme d'alimentation très primitif, il est typiquement un "filter-feeder" phagotrophe obligé (**Provasolil et Shiraichi, 1959**). Elle se nourrit par filtration et cela durant toute sa vie. Aux premiers stades larvaires, l'activité de filtrage des crevettes de saumure n'est pas très efficace (**Tobias et al., 1979**) jusqu'au sixième stade une seule paire d'appendices, à savoir les deuxièmes antennes ont une fonction locomotrice qui assure l'alimentation de l'*Artémia*.

Les meilleurs résultats ont été obtenus avec diverses sources alimentaires vivantes, c'est-à-dire le phytoplancton vivant, constitué d'algues microscopiques. *Dunaliella Salina* est la souche de phytoplancton la plus utilisée avec succès pour cultiver l'*Artémia* de nauplii à adulte (**Dobbeleir et al., 1980**), en raison de leur haute valeur nutritive en protéines (**Ayadi et al., 2004**). Si le milieu est pauvre en nourriture, la croissance de l'*Artémia* sera lente et une forte mortalité sera observée (**Kellog, 1906**).

6. Modes de nutrition et rôle trophique

Grâce à ses antennes, l'*Artémia* est capable de filtrer les particules alimentaires (phytoplancton, bactéries et détritiques) dont la taille se situe entre 1 et 30 microns (**Dobbeleir et al., 1980**).

Le processus d'alimentation de cette espèce diffère selon les stades de développement :

- Chez les nauplii, elle est assurée par la deuxième paire d'antennes (**Tobias et al., 1979**).
- Chez les adultes elle est assurée par les thoracopodes (11 paires d'appendices thoraciques remplacés au fil des mues) (**Tobias et al., 1979**).

Les changements saisonniers dans la diversité des oiseaux sont clairement liés à la rareté des artémies en hiver dans lacs salés, en outre, les artémies sont les seuls espèces de proies disponibles en sites hyper salins (**Thiéry et Puente, 2002**) tels que les flamants roses *Phoenicopterus ruber* (**Torrentera et Dodson, 2004**).

7. Valeur nutritionnelle

Les principaux travaux disponibles sur l'*Artémia* concernent son usage en aquaculture (**Baxevanis et al., 2004**). En effet, la composition de l'*Artémia* manifeste de hauts niveaux d'acides gras hautement insaturés, des caroténoïdes, des protéines, des vitamines et plusieurs enzymes qui augmentent la digestibilité de l'aliment consommé par les diverses espèces de crustacés et poissons ayant un grand intérêt commercial en aquaculture (**Ghomari, 2013**).

Un avantage d'utiliser l'*Artémia* sous forme de nauplius et des adultes dans tous ses stades de vie comme aliments et qu'il satisfait la plupart des besoins nutritionnels pour plusieurs organismes (**Espinosa-Fuentes et al., 1997**). Cependant la valeur nutritionnelle de l'*Artémia* adulte est supérieure par rapport aux nauplii fraîchement éclos (**Leger et al., 1986**).

8. Importance aquacole et intérêt économique de l'*Artémia*

L'exploitation et la commercialisation de l'*Artémia* ont augmenté de façon exponentielle en réponse au développement de la pisciculture dans tous les pays du monde, bien que l'utilisation des cystes d'*Artémia* semble être simple, plusieurs facteurs sont essentiels pour l'éclosion des grandes quantités nécessaires à la production de poissons larvaires, actuellement, 2000 tonnes environ de cystes d'*Artémia* sont commercialisés annuellement dans le monde, à raison de 200 à 500 €/Kg de cystes (**Sorgeloos et al., 2001**).

D'autre part, les cystes de l'*Artémia* peuvent être stockés pendant de longues périodes dans des boîtes et ensuite utilisés comme un aliment standard qui nécessite seulement 24h d'incubation (**Lavens et Sorgeloos, 2000**).

Cette espèce est indispensable au niveau des éclosiers pour les raisons suivantes (**Trigui, 2017**) :

- La facilité d'utilisation : récolte des cystes du milieu naturel, ensuite leur traitement et enfin leur stockage.
- Les nauplii fraîchement éclos constituent une bonne nourriture aussi bien sur le plan sanitaire qu'énergétique.
- La dimension des nauplii est adaptée à la dimension de la bouche des larves.
- La facilité de conservation des cystes pendant plusieurs années.
- La facilité de l'obtention des nauplii : l'incubation des cystes dans l'eau de mer pendant 24 heures permet la libération des nauplii.

9. Exploitation de l'*Artémia*

Exploitation extensive de l'*Artémia*

Il s'agit de récolter l'*Artémia* dans les salines au moment de sa prolifération de façon spectaculaire en période printanière et pré-estivale (**Trigui, 2017**).

L'exploitation de l'*Artémia*, sous forme de cystes ou biomasses dans les habitats naturels, pour des fins aquacoles est pratiquée dans tous les pays possédant des salines et où l'activité

aquacole est développée. L'augmentation de la biomasse de l'*Artémia* dans les salines dépend de la température, la salinité et l'oxygène dissous (**Trigui, 2017**). Outre la quantité, la qualité de la population d'algues planctoniques telles que les algues vertes (par exemple, *Tetraselmis* et *Dunaliella*) et les diatomées dans le milieu peut également jouer un rôle dans la croissance de l'*Artémia*, car elle est un bien meilleur aliment qui constitue la base essentielle de la nourriture de l'*Artémia* (**Amat, 1979**).

Exploitation intensive de l'*Artémia*

Le choix de la souche de l'*Artémia* dépend essentiellement de la taille des cystes et du taux de fécondité (**Amat, 1979**). Pour une meilleure exploitation de l'*Artémia* et une augmentation de sa valeur nutritionnelle, un enrichissement en acides gras (AG) polyinsaturés est nécessaire. L'*Artémia* peut être exploitée aussi pour la vente ou pour la distribution à des larves de poissons ou de crustacés durant les premiers stades larvaires. L'élevage intensif n'est pas développé au regard du coût de production élevé comparé aux frais relativement faibles engagés par la récolte en milieu naturel (**Amat, 1979**).



Matériel et Méthodes

1. Présentation général de la région d'étude

1.1 Qu'est-ce qu'une sebkha

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

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

1.2 Situation géographique

La saline d'Arzew (sebkha de Béthioua) située en totalité dans la commune de Béthioua wilaya d'Oran, à droite, dans le lac, les bassins où l'on extrait le sel, au nord des salines : le Djebel el Hallouf, proche des marais de la Macta, à son extrémité sud-ouest, elle est classée depuis 12 décembre 2004 en site « Ramsar ».

La saline de Béthioua est éloignée de 15 Km de la côte méditerranéenne elle se situe à 20 Km au sud de la ville d'Arzew et à 50 Km du chef-lieu de la wilaya d'Oran avec une altitude de 58,6 m de la mer à une latitude de 35°43' Nord et à une longitude de 00°08' Ouest (Fig. 16).

1.3 Présentation de la saline de Bathioua

La saline de Béthioua a été exploitée depuis 1884 par la société française Nobel Bozel est sa filiale Bozel- Maletra. Il fut nationalisé en Février 1970, et est actuellement régie sous la direction de l'ENASEL. Ce salin est établi sur la rive sud de la dépression appelée « lac salé d'Arzew ». Les pluies d'hiver remplissent le lac et dissolvent la couche de sel qui en tapisse le sol (ENASEL, 2013).

Sa surface est de l'ordre de 2680 ha, la profondeur d'eau maximale est de l'ordre de 1.2m. La production des sels de la saline oscille entre 65.000 et 85.300 tonnes, la saumure nécessaire à la formation de sel provient essentiellement de :

- Des sources d'eau salées alimentés par les pluies ;
- Le lessivage des terrains salés du miocène ;
- La remontée de l'eau salée pierrée dans le sous-sol ;
- La production du sel brut varie en fonction des saisons (Bennabi et al., 2015) ;

1.4 La faune et la flore de la saline béthioua

Le site présente une physionomie monotone d'habitats peu diversifiés caractérisant les milieux salés et accueille de grands effectifs d'oiseaux migrateurs pendant toute la période d'hivernage. Nous citerons en exemple : le Flamant Rose (*Phoenicopterus ruber*), Canard Siffleur, Canard Souchet, Canard Colvert (*Anas platyrhynchos*) (fig.17).

D'après la direction générale des forêts, la végétation naturelle halophile, presque absente, est composée de touffes de *Chamaerops humilis* sur talus, de *Juncus sp.*, *Suaeda sp.* et de quelques sujets de *Tamarix* sur les bords.

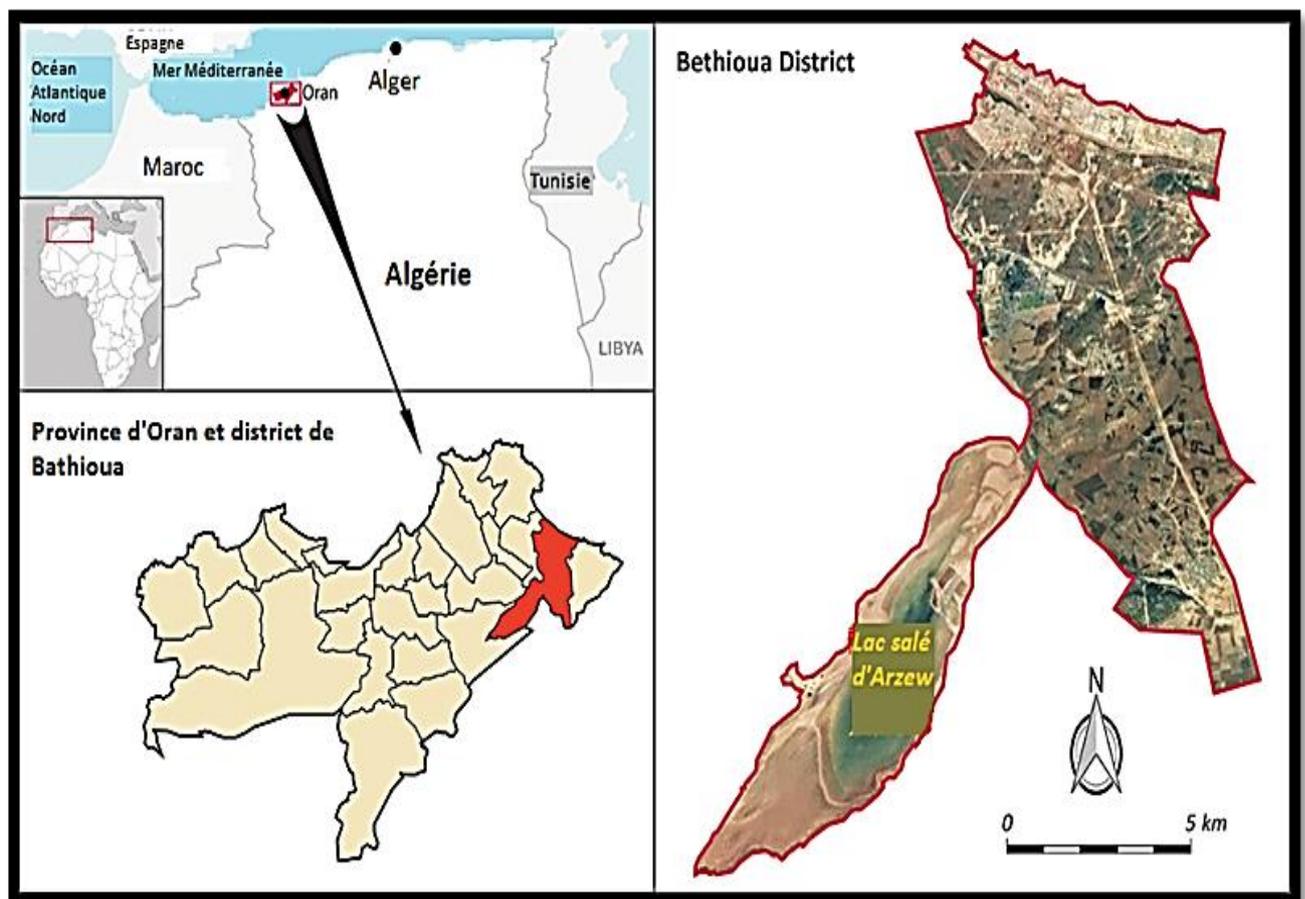


Figure 16 : Localisation de la zone de collecte des espèces d'*Artémia salina* (Benmeddah et al, 2018)



Canard Colevert



Canard Souchet



Flamant Rose



Canard Siffleur

Figure 17 : Quelques exemples des espèces d'oiseaux migrateurs (**Direction générale des forêts, 2011**).

2. Méthode de travail

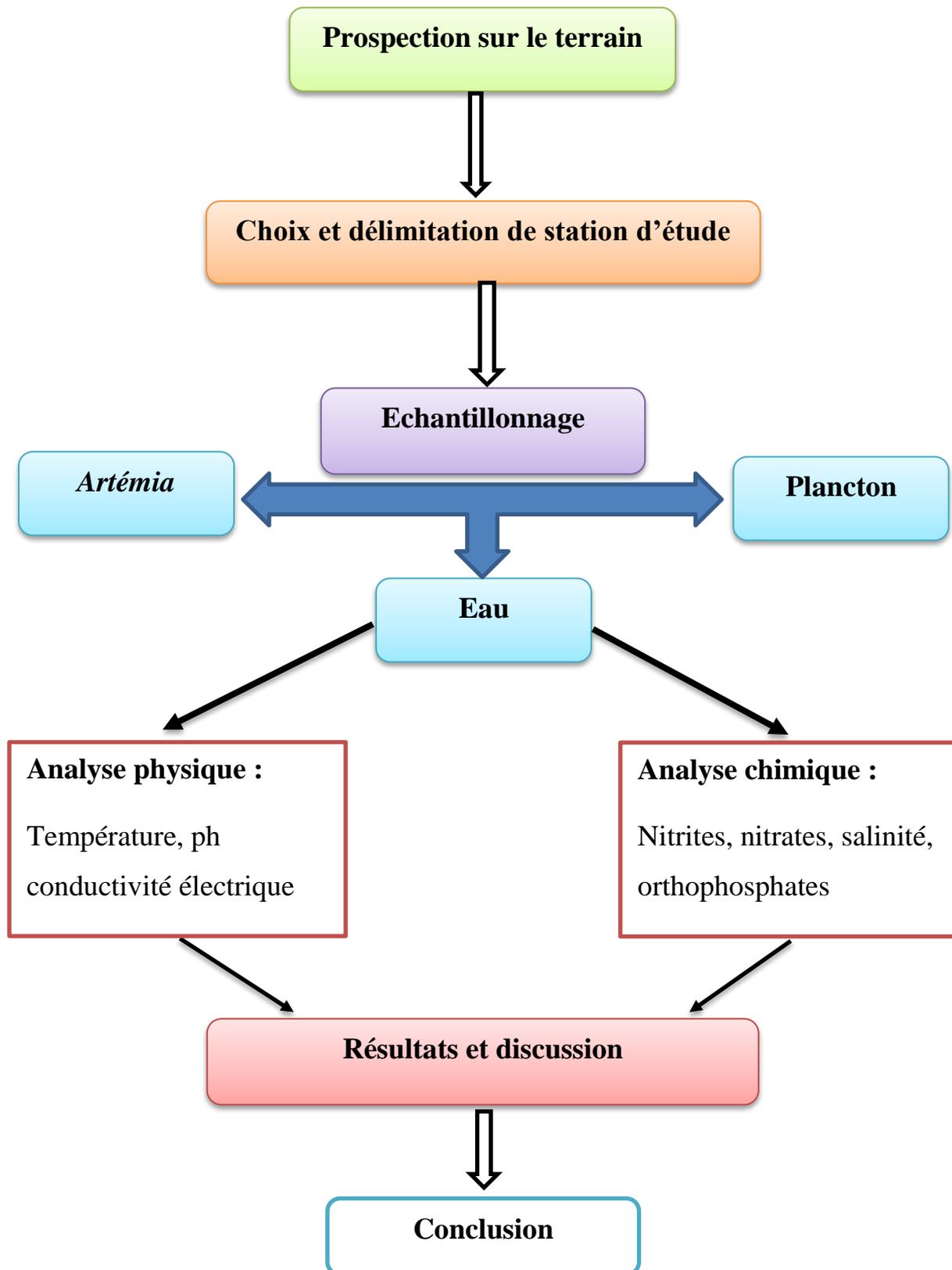


Figure 18 : Méthodologie de travail

3. Echantillonnage

Nous avons prélevé l'échantillon le 11/03/2020 au niveau du lac salé de Béthioua (Oran) (Fig. 19). Le prélèvement doit faire l'objet d'une attention particulière, qui s'adapte avec le type d'analyse procédée comme suivant : pour les analyses physico-chimiques ; l'emploi des flocons de plastiques d'un 1,5 L. Après le prélèvement des échantillons, les bouteilles sont fermées pour assurer une conservation satisfaisante et éviter l'évaporation et transportées au laboratoire dans une glacière à la température de 4°C.

Un prélèvement a été réalisé 11/03/2020 au niveau du bassin mère à l'aide d'un GPS de type 72H Garmin.

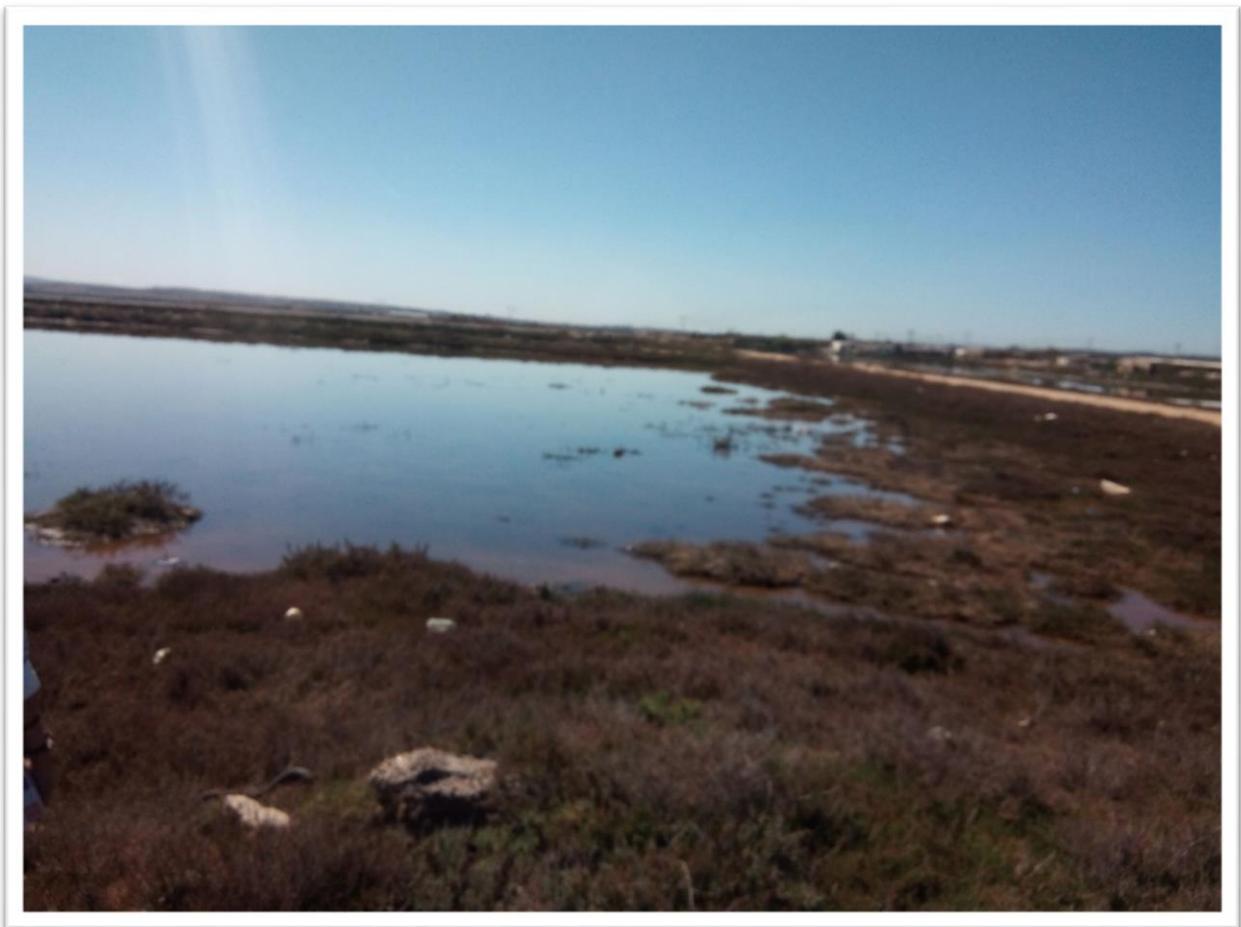


Figure 19 : Bassin mère de la saline Béthioua (W.Oran) (cliché personnel).

Les caractéristiques physico-chimiques de l'eau ont été étudiées in situ (température, pH) et au laboratoire (salinité).

La température de l'eau du bassin étudiée est mesurée à l'aide d'un thermomètre de terrain classique. Le potentiel Hydrogène et la salinité de l'eau sont déterminés avec un pH-mètre de type WTW multi 340i et un réfractomètre à main, respectivement.

Un volume d'eau de 1500 mL a été prélevé, conservé dans une glacière et transporté au laboratoire pour objectif dosage des sels nutritifs (nitrate, nitrite, ammoniacque et phosphate).

Un échantillon d'eau de 1500 mL a été prélevé et fixé avec du Lugol pour l'étude qualitative et quantitative du phytoplancton.

Tous les échantillons d'*Artémia* ont été collectés après filtration de l'eau à l'aide d'un Tamis de 80 μm de maille et sont conservés dans une solution de formaldéhyde (concentration finale = 4 %).



Figure 20 : La mesure la température de l'eau par un thermomètre (la présente étude).



Figure 21 : La mesure de pH de l'eau par un pH- mètres (la présente étude).



Résultats et Discussion

Résultats et discussion

1. Climatologie

Le climat est l'ensemble des phénomènes météorologiques qui caractérisent pendant une longue période, l'état moyen de l'atmosphère et son évolution en un lieu donnée.

Nous avons utilisé les données climatiques de la station météorologique de saline d'Arzew (Oran), sur une période de, dix ans (2009, 2019) (tableau 01).

Tableau 1. Données climatologique moyennes de la région de Béthioua calculées sur la période 2009 -2019. (T : température ; PP : précipitation ; H : humidité).

	T [min - max]	PP (\pmET)	H (\pmET)
Janvier	13,11 [9,99 - 16,66]	32,23 (20,81)	73,70 (2,20)
Février	13,33 [9,81 - 16,98]	49,97 (19,40)	71,63 (4,26)
Mars	15,58 [12,49 - 18,98]	33,53 (26,11)	72,77 (4,22)
Avril	17,11 [14,14 - 20,33]	53,37 (46,12)	73,59 (5,08)
Mai	19,86 [17,08 - 22,83]	26,23 (13,69)	72,22 (3,89)
Juin	22,92 [20,26 - 25,90]	28,29 (35,24)	73,97 (4,16)
Juillet	25,44 [23,01 - 28,42]	42,08 (1,19)	75,41 (6,94)
Aout	26,25 [23,75 - 28,98]	14,76 (4,16)	77,99 (4,11)
Septembre	24,13 [21,40 - 26,88]	13,41 (12,48)	77,03 (3,09)
Octobre	21,15 [17,73 - 24,58]	0,59 (25,93)	74,69 (2,16)
Novembre	17,03 [13,93 - 20,61]	2,64 (33,22)	72,58 (5,53)
Décembre	14,51 [11,39 - 18,08]	12,64 (20,05)	75,48 (4,29)

1.1 Température de l'air

Selon **Dajoz (2006)** et **Ramade (2009)**, la température est le second facteur distinctif du climat, constitue un facteur déterminant dans la vie des êtres vivants. Elle conditionne en effet le cycle de développement et la croissance des espèces ainsi que leur répartition géographique. Selon **Daget (1976)**, un mois est considéré comme chaud quand la température est supérieure à 20°C.

Résultats et discussion

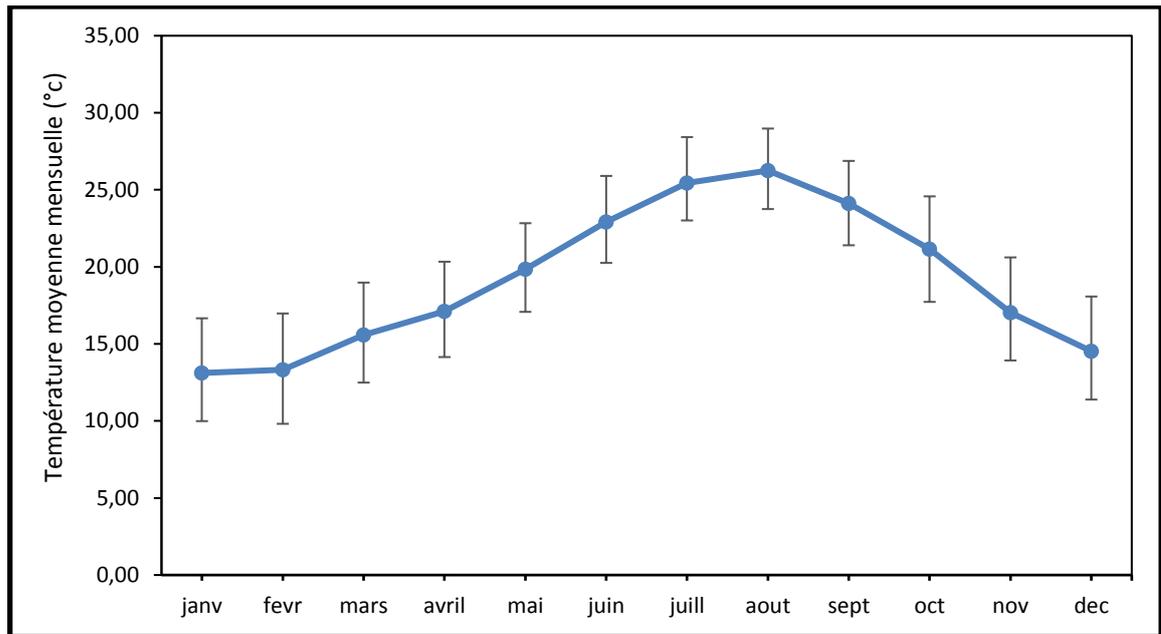


Figure 22 : Température mensuelle moyenne (Min-Max) de la période allant de 2009 à 2019.

D'après ces données, les températures de la période 2009– 2019 présentent sept mois froids qui s'étalent du mois de Novembre à Mai et le mois de Janvier est le plus froid avec une température moyenne de 13,11°C. Alors que la période chaude est moins longue avec cinq mois (de Juin à Octobre), Le mois le plus chaud est celui d'Août avec une moyenne de 26,25°C (Tableau 01) (Fig. 22).

1.2 La pluviométrie

Les précipitations jouent un rôle important dans la détermination (ou variation) des qualités des eaux de saline et dans l'apparition et la disparition de tapis végétal de la zone d'étude. La répartition mensuelle des pluviométries moyennes sur une période de 2009-2019 est enregistrée dans le tableau 01.

Résultats et discussion

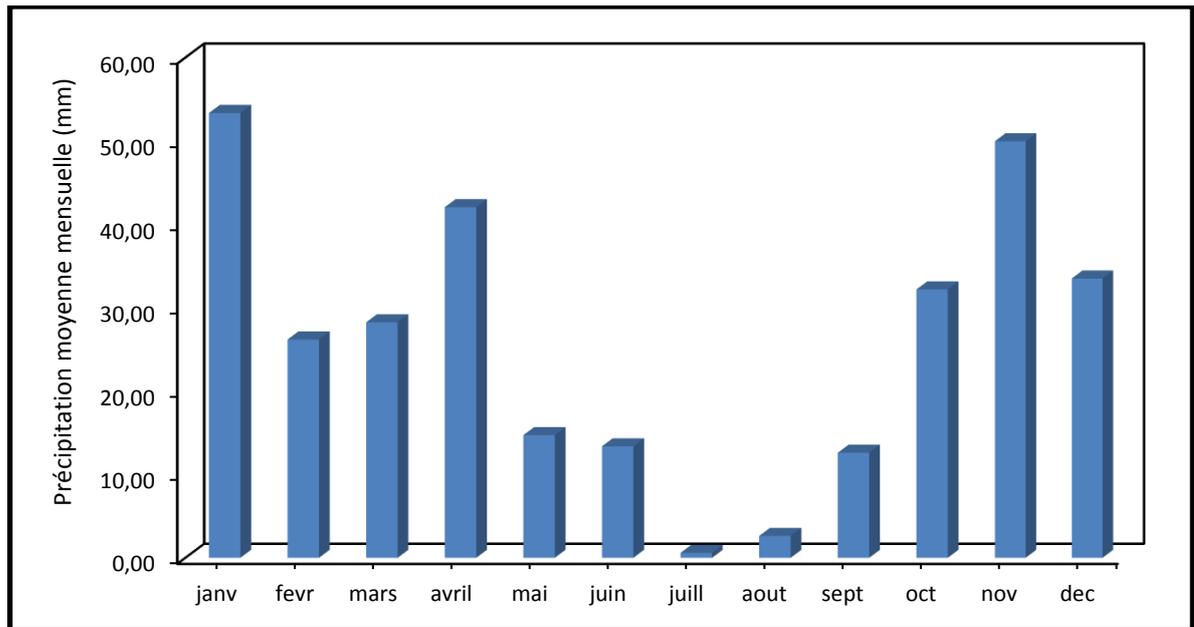


Figure 23 : Précipitation mensuelle moyenne de la période allant de 2009 à 2019.

D'après le tableau 01 et la figure 23, nous remarquons que la quantité pluviométrique est répartie d'une manière relativement hétérogène pour les périodes pluvieuses. Les précipitations mensuelles maximales ont été enregistrées au mois d'Avril avec 53.37mm, alors que le mois plus sec est le mois d'Octobre avec une valeur de 0.59mm.

1. 3 L'humidité relative

C'est la quantité d'eau qu'absorbe l'atmosphère sous forme de vapeur, il s'agit du rapport de la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air sur la quantité de vapeur d'eau maximale possible mesurée en pourcentage (%), elle est proportionnelle aux précipitations et est inversement proportionnelle à la température pendant la période d'étude.

Résultats et discussion

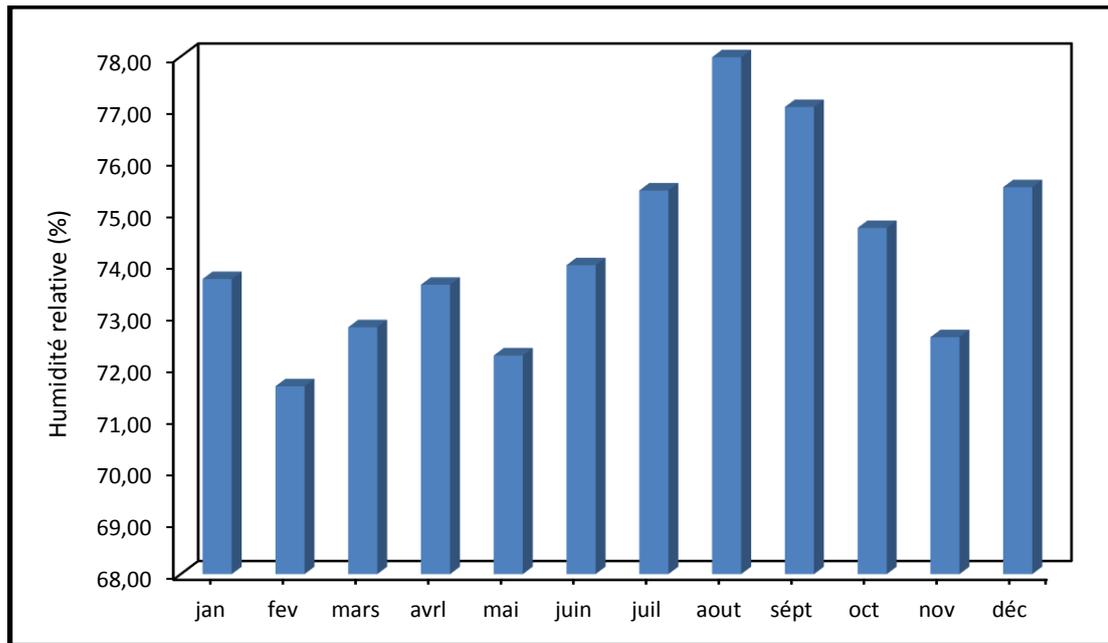


Figure 24 : Humidité relative mensuelle moyenne de la période allant de 2009 à 2019

L'évolution mensuelle de l'humidité calculée dans la station de Béthioua (service météorologique Oran) sur une période de dix ans (2009-2019) est représentée dans le tableau 01 et figure 25 qui montrent que la valeur minimale de l'ordre 71,63% au mois de Février. La valeur maximale est au mois d'Août 77,99%, ceci indique que l'atmosphère se trouve dans un état plus ou moins proche de la condensation (figure. 24).

1.4 Diagrammes ombrothermiques de GAUSSEN

Le diagramme ombrothermique de GAUSSEN c'est un graphique représentant les caractéristiques d'un climat local par la superposition des figures exprimant d'une part les précipitations et d'autre part les températures, il permet de déterminer les périodes sèches et humides de n'importe quelle région à partir de l'exploitation des données des précipitations mensuelles (**Dajoz, 2006**). La sécheresse s'établit lorsque la pluviosité mensuelle (P) exprimée en mm avec $(P = 2 T)$ (**Gausсен, 1954**). Pour localiser les périodes humides et sèches de la région, nous avons établi le diagramme ombrothermiques pour la période (2009-2019) (Fig. 26).

Résultats et discussion

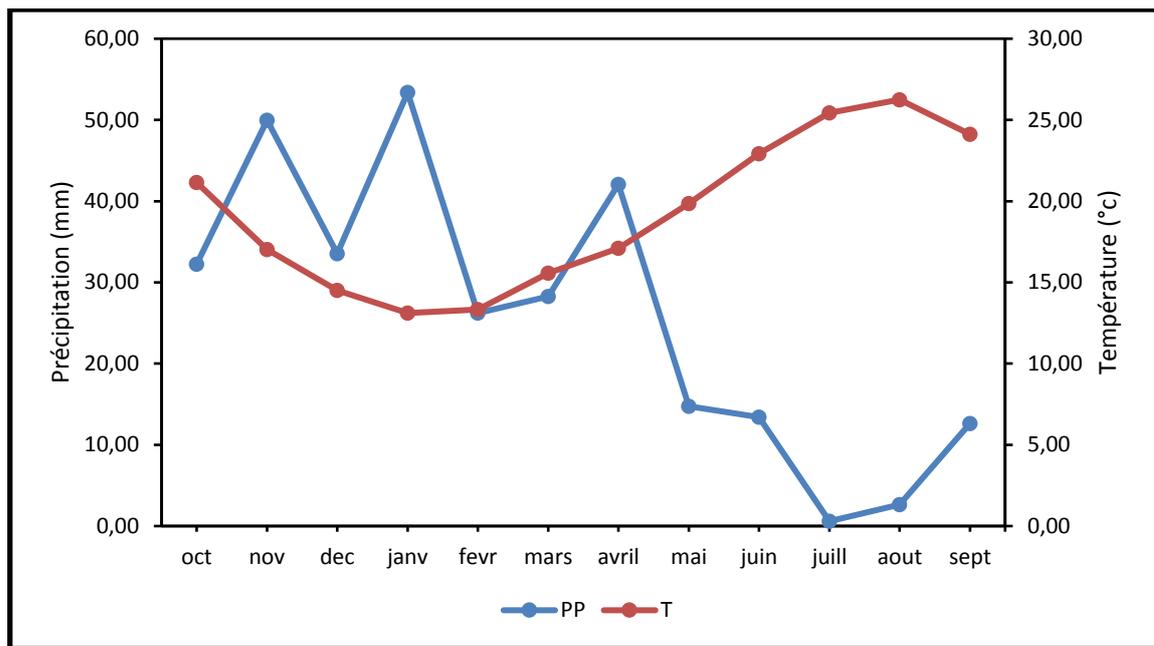


Figure 25 : Synthèse Omrothermique de la région durant la période allant de 2009 à 2019.

Le diagramme ombrothermique de la région d'étude fait apparaître deux périodes bien distinctes, l'une sèche et chaude s'étalant sur neuf mois depuis le mois de février jusqu'au mois d'octobre avec des précipitations d'environ 262,23 mm, et l'autre humide et froide allant du mois de novembre jusqu'à janvier avec une quantité de pluie de 47,51 mm.

Les recherches antérieures ont montré l'influence des facteurs environnementaux sur le cycle de vie ou la survie des populations d'*Artémia* (Vanhaeckhe et al., 1984 ; Wear et al., 1986 ; Triantaphyllidis et al., 1995 ; Browne et al., 2002 ; Abatzopoulos et al., 2003). La plupart de ces études ont traité l'effet de la température et de la salinité qui constituent les plus importants paramètres physico-chimiques affectant la survie des populations d'*Artémia*

L'évolution des paramètres physico-chimiques et hydro-biologiques montre que :

- Les valeurs thermiques minimales sont atteintes en hiver et en printemps (9,99 - 16,66°C) et celles maximales sont enregistrées en été (23,75 - 28,98°C). Ces températures sont bien tolérées par l'*Artémia* (Trigui, 2017), Certains auteurs signalent que l'*Artémia* se maintient à des températures entre 13 et 32°C (Khemakhem, 1988), entre 10 et 26°C (Mahdi et al., 2010) et à des températures comprises entre 12,1 et 25,4°C (Ben Naceur et al., 2009). Il est à signaler que le suivi de l'évolution de la température a montré que son élévation avec la salinité et la diminution de la

Résultats et discussion

concentration en oxygène dissous et la quantité d'aliment durant les mois de mai et juin favorise un changement dans la modalité de reproduction de l'*Artémia* par oviparité (production des cystes). Ainsi, sous ces conditions, les glandes coquillères entrent en fonctionnement et secrètent des substances formant une coquille qui va servir pour la protection de l'embryon (**Trigui, 2017**).

- La salinité est un facteur important pour la présence des populations d'*Artémia* dans les milieux salés (**Van stappen, 2002**). **Trigui** a obtenu en **2017** un taux de survie maximum de $62,22 \pm 0,23\%$ à une salinité égale à 37 psu. L'étude statistique a montré un effet significatif ($p < 0,05$) de la salinité sur la survie de l'*Artémia* dans nos élevages. **Triantaphyllidis et al.**, (1995) ont montré que la survie est affectée par la salinité et ils ont enregistré de grands taux de mortalités lorsque les nauplii sont directement transférés à de grandes salinités. Toutefois, quand la salinité augmente graduellement, les populations de l'*Artémia* bisexuées montrent une bonne adaptation (**Ben Naceur et al.**, 2009). Cette augmentation de la salinité est due à l'évaporation de l'eau. L'autre aspect important de la salinité sur la vie de l'*Artémia* est son influence sur la production des cystes et leur déshydratation. Phénomène dépendant de la souche, les femelles n'émettront des cystes qu'à partir d'un certain niveau de salinité qui limite le taux d'oxygène dissous, ceux-ci seront déshydratés et ne pourront éclore que lors d'une chute suffisante de la concentration en sel pour assurer une hydratation nécessaire pour le bon déroulement de l'éclosion (**Brisset, 1984**).

II. Comparaison entre milieu naturel et milieu d'élevage

1. Qualité de l'eau

Les analyses des sels nutritifs de l'eau sont réalisées par la méthode spectrale. Le protocole des dosages est celui de **Aminot et Chaussepied (1983)**.

Les concentrations des sels nutritifs dans le milieu naturel ou dans le milieu d'élevage sont représentées dans les figures 26 et 27.

Résultats et discussion

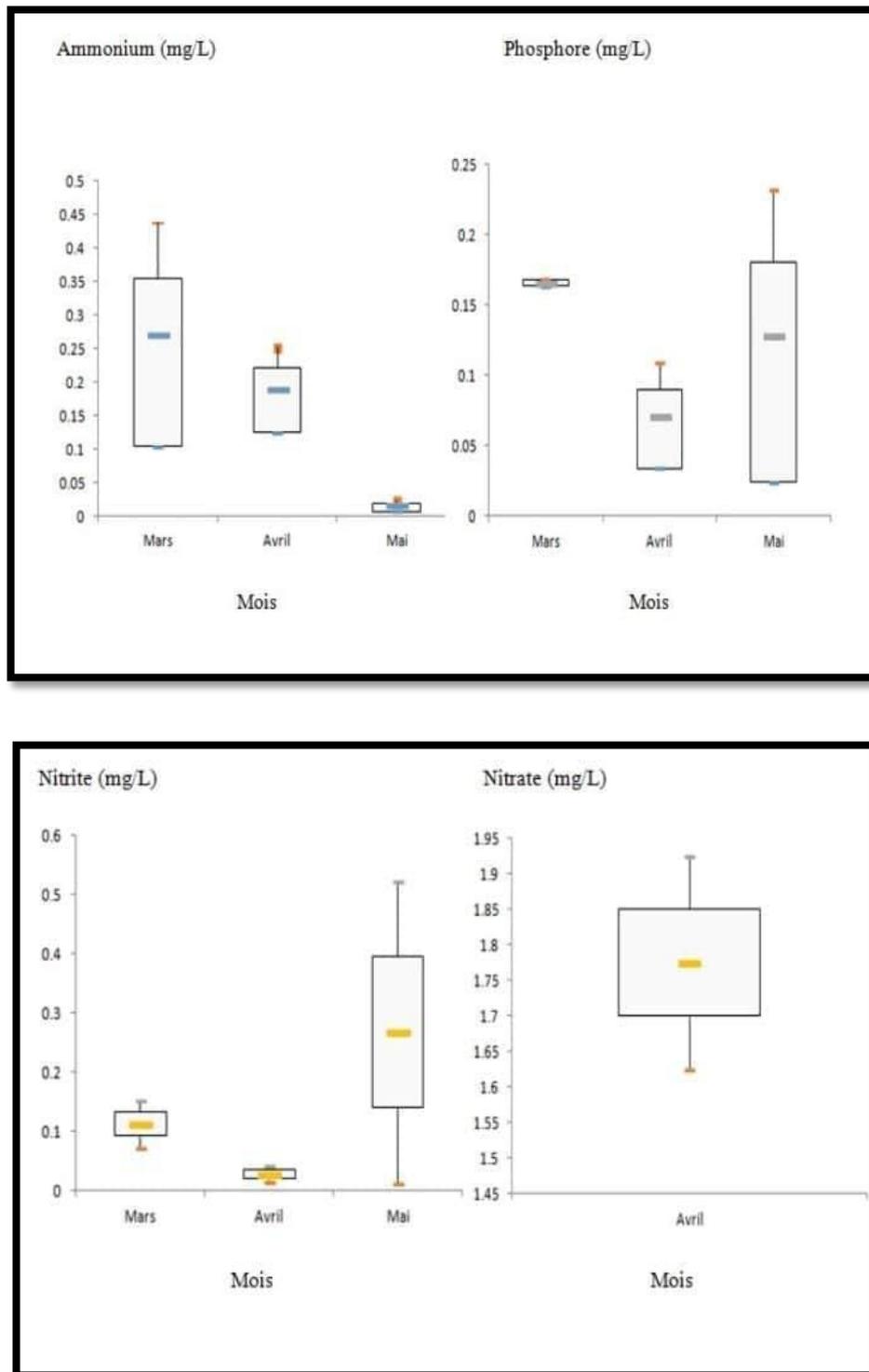


Figure 26 : Boites de dispersion représentant les concentrations en sels nutritifs au niveau de la saline de Bathioua (Bensaid et Toubouache, 2018).

Résultats et discussion

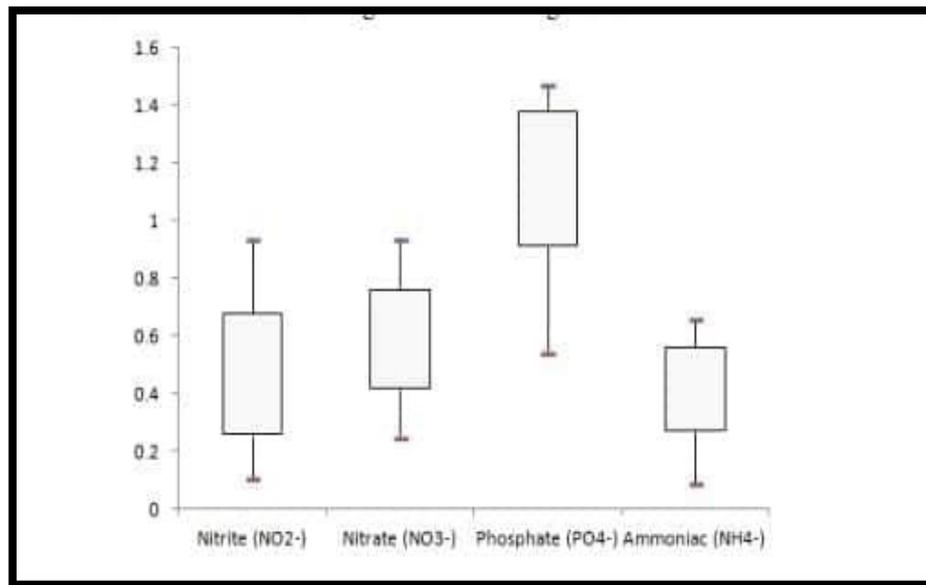


Figure 27 : Représentation des sels nutritifs du milieu d'élevage (Maddi et Mahloul, 2018).

En 2018, durant la période humide et en milieu naturel, les concentrations maximales en phosphore et nitrite étaient observées au cours du mois de Mai avec des concentrations de $0,128 \pm 0,14$ mg/L et de $0,268 \pm 0,36$ mg/L. Cependant les concentrations maximales en ammonium étaient observées durant le mois de Mars avec l'essentiel des concentrations de $0,27 \pm 0,23$ mg/L et diminuées en moi de mai avec une concentration de $0,188 \pm 0,09$ mg/L, par contre les concentrations en phosphore et nitrite durant ce mois étaient de $0,071 \pm 0,05$ mg/L et de $0,028 \pm 0,02$ mg/L. La concentration des nitrates durant le mois d'avril est de $1,775 \pm 0,21$ (Bensaid et Toubouache, 2018). Cependant en milieu d'élevage, les concentrations en nitrites (NO_2^-), en nitrates (NO_3^-), en ammoniac (NH_4^-) et en phosphate, varient entre 0,1049 mg/l et 0,9364 mg/L, 0,2510 mg/L et 0,9780 mg/L, 0,09027mg/L et 0,66619mg/L et entre 0,5430mg/l et 1,4741mg/L respectivement (Maddi et Mahloul, 2018). Nous remarquons les concentrations des sels nutritifs sont plus importantes en milieu naturel qu'en milieu d'élevage (à l'exception du phosphate) et cela peut être expliqué en premier lieu par la culture des individus d'Artémia dans un milieu où les paramètres physico-chimiques et la densité des individus sont contrôlés.

En effet, le principal objectif en aquaculture est de contrôler le milieu d'élevage, à savoir l'ensemble des facteurs physiques, chimiques et biologiques susceptibles d'être la cause directe ou indirecte de stress chez les animaux élevés (FAO). Parmi ces facteurs de milieu, une importance particulière est revêtue par la qualité de l'eau, les techniques de gestion, la qualité

Résultats et discussion

des aliments et les conditions hygiéniques de l'élevage (FAO). **Maddi et Mahloul (2018)** ont effectué plusieurs opérations : nettoyage des bœux d'élevage, sélection des dimensions, densité des individus, quantité d'aliment, etc...).

De plus, **Bensaid et Toubouache (2018)**, ont signalés que les résultats relatifs aux sels nutritifs étudiés reflètent bien la richesse de la sebkha en éléments azotés (nitrates et azote total) et en éléments phosphorés. Aussi, **Maddi et Mahloul (2018)**, ont mentionné que la concentration des composés azotés (nitrite et nitrate) augmente au cours de l'élevage.

Ces éléments représentent le principal nutriment qui constitue une source de développement des micro-algues, donc l'influence des paramètres physico-chimiques ainsi que la densité de phytoplancton sur la population d'*Artémia* ont été remarqués par **Ben naceur et al., 2009**.

Le phosphore, le nitrite et l'ammoniaque constituent des éléments nutritifs pour le phytoplancton, en les utilisant pour la synthèse des acides aminés constituant essentiels des protéines (**Bensaid et Toubouache, 2018**). Cependant Les concentrations en nitrite, en nitrate, en phosphate et en ammoniac sont relativement faibles et elles ne dépassent pas les limites recommandées pour une bonne croissance d'*Artémia* au cours de l'élevage (**Maddi et Mahloul, 2018**). Cela reflète la bonne maîtrise des conditions d'élevage.

Pour le milieu naturel ou d'élevage, les valeurs des sels nutritifs ne dépassent pas les normes établies par l'OMS (Annexe II).

Les recherches effectuées par **Chen et al., 1989** sur l'action conjoint de l'ammoniaque et du nitrite sur les nauplii d'*Artémia* ont montré qu' une exposition à une dose de 1000 mg/L de l'azote ammoniacal total pendant 48h et 4000 mg/L de nitrite pendant 24h provoque la mort de 100% des nauplii. Toutefois on signale que les concentrations maximales de nitrite et d'ammoniaque ne dépassent pas ces valeurs de toxicité pour la population d'*Artémia* soit au niveau de la sebkha de Bathioua ou au niveau du milieu d'élevage.

En ce qui concerne la concentration d'ammoniac, **Hanaoka (1977)** a signalé une inhibition de l'ingestion de nourriture à 2 mg.l-1 de NH₄⁺, aussi la concentration seuil était de 1,7 mg/l pour *Artemia salina* (**Hanaoka ,1977**). Alors que **Personne et al., (1979)**, ont constaté que l'*Artémia* peut tolérer à des niveaux allant jusqu'à 50 mg/l de NH₄⁺.

Résultats et discussion

La moyenne de N : P est de 27.91 durant le mois d'avril dans le bassin mère. La valeur est supérieure au rapport de Redfield (16) indiquant un faible taux de phosphore dans ce bassin. **Dolapsakis et al., 2005** ont montré que des concentrations élevées en phosphore ont un effet positif sur la densité du micro algues dans le cas d'une forte salinité.

2. Alimentation

En milieu d'élevage, les individus d'*Artémia* sont alimentés avec *Tetraselmis suecica* (Butcher, 1959), une micro-algue verte unicellulaire flagellée, halophile pouvant supporter des concentrations élevées en sels. Cependant en milieu naturel 15 espèces phytoplanctoniques, appartenant à 3 groupes taxonomiques différents, ont été identifiées au cours de la période du printemps 2018: Chlorophycées (*Dunaliella salina*, *Haematococcus pluviialis*), Diatomés (*Amphiprora alata*, *Asterionella* sp., *Climacosphenia* sp., *Coscinodiscus* sp., *Ditylum brightwelli*, *Gyrosigma* sp., *Pleurosigma* sp., *Rhizosolenia styliformi*, *Thalassiosira* sp) et Dinoflagellés (*Ceratium furca*, *Gonyaulax* sp., *Peridinium oblongum*, *Prorocentrum micans*).

Tetraselmis suecica est une souche riche en lipides : Oméga 3, EPA, ARA, en acides aminés, et en acides gras polyinsaturés, et elle est utilisée dans les incubateurs afin de nourrir des mollusques bivalves, larves des crevettes « penaeidae » et rotifères (**Pouvreau, 1977**).

3. Morphométrie des adultes

La morphométrie est basée sur l'étude des caractères morphologiques suivants :

- (A) Longueur totale (LT).
- (B) Longueur de l'abdomen (LA).
- (C) Longueur de la fourche caudale (LF).
- (D) Largeur de l'utérus chez la femelle ou du segment génital chez le mâle (IO ou ISge).
- (E) Largeur du troisième segment de l'abdomen (IA).
- (F) Largeur de la tête (ITe).
- (G) Longueur de l'antennule (LAnt) .
- (H) Diamètre de l'œil (DO).
- (I) Distance entre les yeux (DiY).
- (J) Le pourcentage représentant la longueur de l'abdomen sur la longueur totale (LALT).

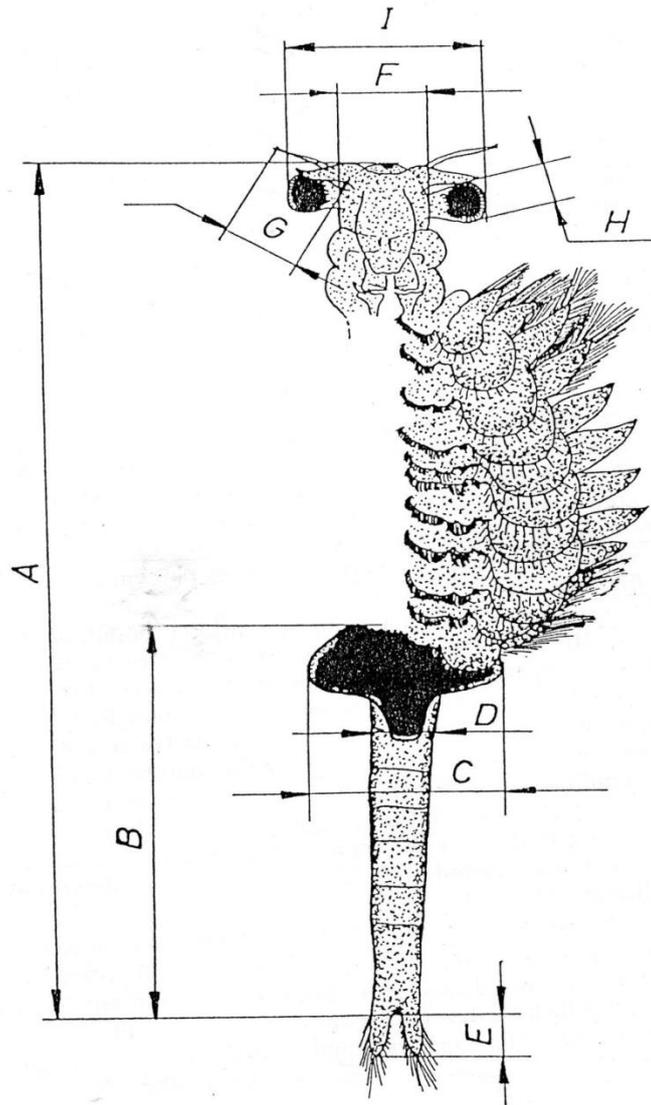


Figure 28 : Schéma d'une femelle adulte montrant les différentes mesures utilisés dans l'analyse discriminante. (A) longueur totale (LT) ; (B) longueur abdominal (LA); (C) largeur de l'utérus de la femelle, segment genital du mâle (IO, ISge); (D) largeur du 3ème segment de l'abdomen (IA); (E) longueur de la fourche(LF); (F) largeur de la tête (ITe); (G) longueur de l'antennule (LAnt); (H) diamètre de l'oeil (DO); (I) distance entre les yeux (DiY).

Résultats et discussion

Les résultats des variables morphologiques mesurées sur les adultes de la population d'*Artémia* de la sebka de Béthioua du milieu naturel ou du milieu d'élevage sont représenté dans le tableau suivant.

Tableau 2. Les paramètres morphométriques des individus d'*Artémia* de Béthioua.

N	Sexe	LT	LA	IO,Isge	IA	LF	IT e	LA nt	DO	DiY
Moy	F.N	6.69	3.87	0.59	0.25	0.15	0.46	0.35	0.18	0.80
ET	F.N	1.28	0.67	0.32	0.08	0.03	0.06	0.08	0.23	0.15
Max	F.N	8.43	5.92	1.48	0.40	0.26	0.65	0.59	1.52	1.07
Min	F.N	1.12	2.78	0.19	0.12	0.08	0.29	0.18	0.09	0.45
Moy	M.N	6.40	3.64	0.39	0.23	0.13	0.43	0.50	0.20	0.97
ET	M.N	0.65	0.50	0.07	0.05	0.04	0.12	0.16	0.05	0.24
Max	M.N	7.77	4.86	0.56	0.37	0.22	0.68	0.85	0.30	1.36
Min	M.N	5.13	2.74	0.24	0.13	0.07	0.21	0.23	0.08	0.49
Moy	F.C	7.34	3.70	0.38	0.88	0.45	0.62	1.2	0.19	0.8
ET	F.C	0.61	0.41	0.07	0.26	0.11	0.07	0.10	0.03	0.10

La comparaison de deux à deux des moyennes des variables morphologiques des femelles de la population d'*Artémia* de Béthioua du milieu naturel et du milieu de culture est représentée dans le tableau 02.

Tableau 3. Comparaison des moyennes des paramètres morphologiques des femelles adultes de l'*Artémia* de Béthioua du milieu sauvage et du milieu d'élevage ($p < 0,05$).

Lt	LA	IO	IA	LF	Ite	Lant	DO	Diy
p-value = 0.1013	p-value = 0.07941	p-value = 0.002437	p-value = 9.91e-07	p-value = 3.725e-14	p-value = 2.102e-11	p-value < 2.2e-16	p-value = 0.329	p-value = 7.632e-16

La population d'*Artémia* de Béthioua du milieu sauvage est différente significativement de celle cultivée dans des conditions standards pour les paramètres morphologiques suivants : la largeur de l'utérus chez la femelle (IO), la largeur du troisième segment de l'abdomen (IA),

Résultats et discussion

la longueur de la fourche caudale (LF), la largeur de la tête (ITe), la longueur de l'antennule (LAnt) et la distance entre les yeux (DiY).

La longueur totale moyenne des femelles adultes des populations d'*Artémia* dans le milieu naturel est de $6,69 \pm 1,28$ mm avec une longueur totale maximale de 8,43 mm, et pour la longueur abdominale moyenne elle est de $3,87 \pm 0,97$ avec un maximum de 5,92 mm. Ces résultats sont comparés avec les résultats des variables morphologiques des mâles adultes de cette population, dont la longueur totale moyenne est de $6,40 \pm 0,65$ mm avec un maximum de 7,77 mm et de $3,64 \pm 0,50$ et de 4,86 mm pour la longueur abdominale moyenne et maximale respectivement. Les femelles du milieu naturel sont plus grandes que les mâles.

Amat (1979, 1980b) a réalisé une étude morphométrique de 22 populations méditerranéennes comparées à la population de San Francisco (Californie, USA), tout en utilisant 9 paramètres biométriques. Il déduit que les caractères qui permettent de mieux différencier les populations sont la longueur et la largeur de l'abdomen, la morphologie et la longueur de la fourche caudale, l'insertion des soies et enfin la structure des appendices de la tête et l'œil composé ou pédonculé.

(Bensaid et Toubouache, 2018) ont identifié et caractérisé la population d'*Artémia* au niveau de la sebkha de Béthioua qui est l'espèce sexuée : *Artémia salina* selon les études morphométriques et morphologiques.

En effet, les caractères définitifs pour distinguer les femelles de l'espèce sexuelle des souches parthénogénétiques autochtones est la présence d'une ceinture ou l'absence de protubérances au niveau des deux côtés du thorax, juste entre l'insertion de la marge antérieure du sac ovigère et la base de la 11ème paire de phyllopoies. Ces protubérances apparaissent plus ou moins accentuées chez les souches parthénogénétiques et chez l'espèce sexuée diploïde américaine (**Amat, 1985**).

Aussi, la forme de l'utérus fût le caractère de différenciation le plus stable chez les différentes espèces, elle est bien visible chez les adultes. L'observation et l'étude de ce caractère pour la différenciation morphologique et la caractérisation de la souche étudiée, nous a permis de la définir comme *artémia salina* selon la clé d'**Amat (1985)**.

Aussi, la condition qui permet de différencier à simple vue d'œil, une population sexuée d'une autre parthénogénétique est la présence de mâles dans la première, cela a été trouvé et confirmé au niveau du sebkha de Bathioua (**Amat, 1985**).

Résultats et discussion

Concernant le milieu d'élevage, **Maddi et Mahloul (2018)**, ont montré que les couples mâles- femelles donnent des progénitures ainsi que les femelles peuvent se reproduisent parthénogénétiquement en donnant que des nauplii.

Les espèces sexuées montrent une préférence thermique pour les basses températures et dominant vers la fin de l'hiver et début du printemps, par contre les souches parthénogénétiques diploïdes multiplient leur populations durant la période printemps et été (**Amat, 1981**).

Parmi les caractères étudiés pour la différenciation morphologique et morphométrique de ces diverses espèces d'*Artemia* on trouve l'*Artémia salina* (**Bowen et sterling, 1978**) : Ce groupe d'espèces regroupe les populations sexuées du bassin méditerranéen. **Schlosser** en **1756** était le premier à décrire *Artemia* à partir d'échantillons des salines de Lymington (Angleterre) (**Kuenen et Baas-Becking, 1938**). **Bowen et Sterling (1978)** suggèrent d'assigner la nomination *Artémia salina* exclusivement aux espèces disparues de Lymington (Angleterre) et utiliser le terme *A. tunisiana* pour représenter les populations sexuées de la région méditerranéenne.

Barigozzi et Baratelli (1993) proposent de maintenir la dénomination *Artémia salina* pour les populations italiennes, alors que les populations nord africaines pourraient être appelées *Artémia tunisiana*. Selon **Triantalphyllidis et al., (1997)**, plusieurs auteurs emploient toujours les binominaux *Artémia salina* ou *Artémia .tunisiana* pour se référer à la même population. Ceci a suscité une grande confusion et une identification erronée, alors le même auteur a déterminé que *Artémia tunisiana* et *Artémia salina* étaient la même espèce, en se basant sur les caractères morphologiques et moléculaires (allozymes et AFLP) et le binominal *Artémia salina* a eu la priorité au-dessus de *tunisiana*.

En plus des populations sexuées d'*Artemia*, plusieurs populations parthénogénétiques existent et sont endémiques au vieux continent (**Triantalphyllidis, 1996**). Les formes parthénogénétiques prédominent dans les conditions de perturbation et de stress du point de vue température, salinité et alimentation (**Browne et Bowen, 1991 ; Lenz et Browne, 1991**).

Habituellement les formes d'*Artemia* asexuées sont géographiquement isolées des formes sexuées et sont principalement retrouvées au niveau des basses et hautes latitudes (25°

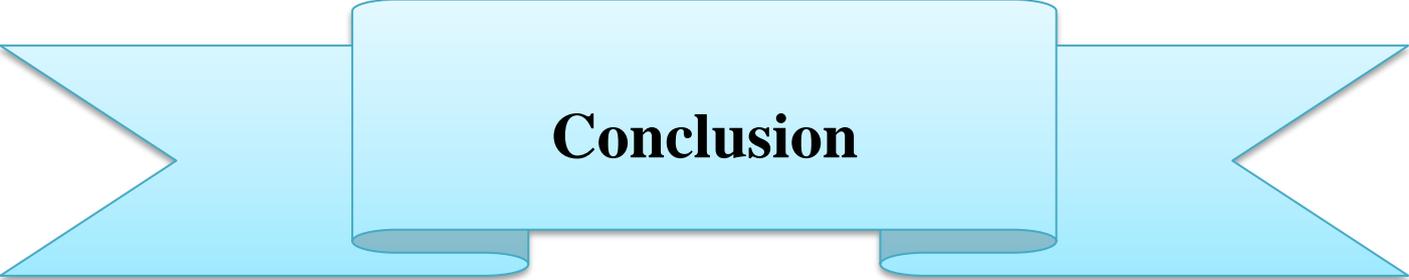
Résultats et discussion

N et >40° N), tandis que les sexuées se retrouvent dans les régions tempérées (35-40°N) (**Amat et al., 1995**).

Ces populations ont différents niveaux de ploïdies : di- tri, tétra et pentaploïdes (**Persoone et Sorgeloos, 1980 ; Barigozzi et Baratelli , 1982, 1993 ; Abatzopoulos et al., 1986**) et sont groupées sous la dénomination *A. parthenogenetica* par convenance taxonomique (**Barigozzi, 1939, 1974, 1980**). Cependant, le groupe des études internationales sur *Artemia* recommande de ne pas employer le binominale *A. parthenogenetica* selon les stricts principes taxonomiques, une espèce qui se reproduit par parthénogenèse ne peut être définie comme une espèce. Bien qu'*Artemia parthenogenetica* produit rarement des mâles stériles. Ce phénomène a été rapporté chez les populations parthénogénétiques di- et tétraploïdes méditerranéennes par **Artom (1931)** à Sète (France), **Ventura (1963), Stefani (1963, 1964)** en Italie et **Amat et al., 1991** dans la lagune de la Mata (Espagne).

En Espagne ou dans la péninsule Ibérique, il existe fréquemment une cohabitation de l'espèce sexuée *Artémia salina* et les populations parthénogénétiques diploïdes au niveau des salines avec une alternance saisonnière bien marquée. Les espèces sexuées montrent une préférence thermique pour les basses températures et dominant vers la fin de l'hiver et début du printemps, par contre les souches parthénogénétiques diploïdes multiplient leur populations durant la période printemps et été (**Amat 1981**). Cette situation s'avère similaire pour la population de Béthioua et soutient les résultats de **Ghomari (2013)**.

Selon **Law et Crespi (2002)**, les espèces ou souches parthénogénétiques sont utilisées pour montrer des haplo-types généralisés, ce qui détermine des taux de dispersion plus rapide que leurs parents ou les sexuées co-habitanes. A titre d'exemple, les lignées clonales parthénogénétiques du crustacé cladocère *Daphnia sp* sont largement répartis (**Weider et al., 1999**). En outre, certaines études suggèrent que les asexuées sont de bons et rapides colonisateurs, et qu'ils sont répartis sur une grande largeur de la niche qu'occupent les sexuées. Dans le cas de l'*Artemia* parthénogénétique, cette capacité de colonisation est prise en charge par leurs tolérances physiologiques ainsi que leurs structures génétiques (degré de ploïdie, automixie ou apomixie, type de reproduction : ovoviviparisme, oviparisme) (**Zang et Lefcort 1991 ; Baxevanis et al., 2006**). Ces arguments sont suffisamment fondés aujourd'hui avec la présence vérifiée et démontrée des populations parthénogénétiques dans l'Ancien Monde depuis son extrémité occidentale aux îles Canaris en Afrique jusqu'à son extrémité orientale en Chine ou Japon (**Bowen et al., 1978 ; Hotoria et Amat, 1992b**) pour expliquer la présence de ces souches en Afrique du nord.



Conclusion

Conclusion

Conclusion

Le genre *Artémia* est un complexe d'espèces bisexuelles et parthénogénétiques qui vivent dans les milieux hyperhalins, Grâce à l'augmentation de sa valeur nutritive en protéines et en acides gras, sa facilité d'utilisation, La dimension des nauplii adaptée à la dimension de la bouche des larves, l'artémia est considéré comme nourriture potentielle pour une meilleure exploitation de l'*Artémia*.

L'Algérie est dotée d'un climat adapté à la présence de nombreux milieux hypersalins représentés par les sebkhas et les chotts propres au développement des populations d'*Artémia* (Vanhaecke et al., 1987). Par la suite, *Artémia* en Algérie comme dans la plupart des pays africains, les travaux sur ce crustacé sont très limités et ne traitent que certains aspects de sa biologie.

Une sortie sur terrain a été effectuée le 11/03/2020 au niveau du lac salé de Béthioua pour objectif étude physicochimique et biologique du Sebkha et de la population d'*Artémia*, mais malheureusement suite au confinement sanitaire face à la progression du coronavirus dans l'Algérie, nous n'avons pas eu la chance de terminer cette étude au niveau du laboratoire de CNRDPA, à Bou Ismail (W.Tipaza). Dans ce contexte, il nous était nécessaire de compléter nos études en nous appuyant sur des études théoriques et comparatives.

Plusieurs paramètres ont été étudiés, la physico-chimie de l'eau et l'étude des caractères morphométriques et morphologiques qui sont associés à une analyse discriminatoire ou appliquée sur la population d'*Artémia* du sebkha de Béthioua, ont permis de différencier la souche sexuée *Artémia salina* et la souche parthénogénétique dans le milieu naturel et le milieu d'élevage.

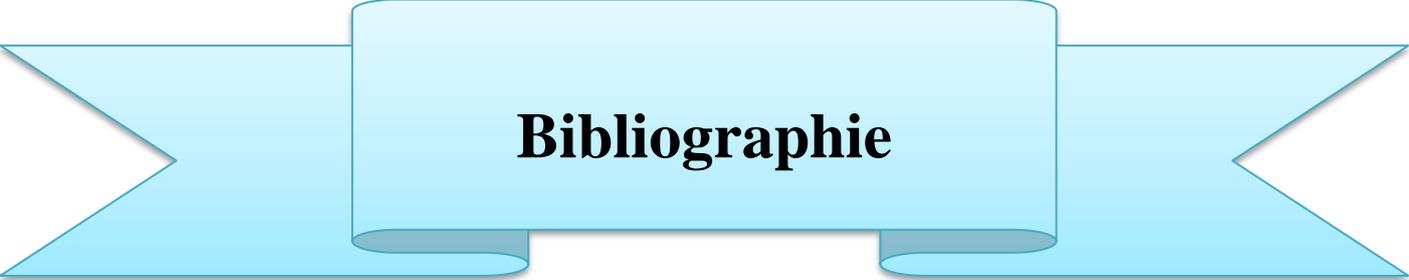
Parmi les caractères étudiés pour la différenciation morphologique de ces diverses espèces d'*Artémia* on définit : la morphométrie en basant sur 09 mesures des variables morphologiques. Il semble être que l'utilisation de cette méthode est le critère le plus simple et immédiat pour séparer les espèces du genre *Artemia*.

Suite à ces deux travaux, les formes sexuées et parthénogénétiques cohabitent dans le Sebkha, ce qui exclut le concept de continentalité et monospécificité des formes parthénogénétiques.

Conclusion

De plus, le modèle de diversité biologique des populations d'*Artemia* de Bethioua est similaire à celui trouvé dans l'Algérie et aussi le reste de la Méditerranée occidentale.

Le travail de **Maddi et Mahloul (2018)** est une étude complémentaire à l'étude de base qui est réalisée par **Bensaid et Toubouache (2018)**. Cependant une étude de la valeur nutritionnelle de cette population est nécessaire afin d'évaluer la qualité de cette ressource.



Bibliographie

Références bibliographiques

Abatzopoulos, T. J., N. El-Bermawi, C. Vasdekis, A. D. Baxevanis., P. Sorgeloos. (2003). Effects of salinity and temperature on reproductive and life span characteristics of clonal Artemia. International Study on Artemia, LXVI. *Hydrobiologia.*, 492: 191-199.

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(1), 41-44.

Abatzopoulos, T.J., C.D. Kastritsis & G.V. Triantaphyllidis. 1986. A study of karyotypes and heterochromatic associations in Artemia, with special refernce to two N. Greek populations. *Genetica* 71:3-10p.

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. (2009)b. . The parasitism of Flamingolepis liguloides (Gervais, 1847)(Cestoda, Hymenolepididae) in Artemia salina (Crustacea, Branchiopoda) in two saline lakes in Algeria. *Acta Parasitologica*, 54(4), 330-334.

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.

Amat, F. (1980). Diferenciacion y distribucion de las poblaciones de Artemia (Crustaceo, Branquiopodo) de España. 1. Analisis morfológico. Estudios alométricos referidos al crecimiento y a la forma. *Inv. Pesq.*, 44(1): 217-240.

Amat, F. (1981). Zygogenetical and parthenogenetical Artemia in the Cadiz sea side Salterns *Marine Ecology Progress Series*. 13: 291-293.

Références bibliographiques

Amat, F. (1985). Biologia de Artemia. Inf Técn. Inst. Inv. Pesq., 126-127: 1-60. AMAT, F. 1981. Zygogenetical and parthenogenetical Artemia in the Cadiz sea side Salterns Marine Ecology Progress Series. 13 : 291-293.

Amat, F.(1979). Diferenciación y distribución de las poblaciones de Artemia (Crustaceo Branquiopodo) de España. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona. 251 pp.

Amat, F., F. Hontoria, J.C. Navarro, A.E. Gozalbo & I. Varo. (1991). Bioecología de la Artemia (Crustacea, Branchiopoda) en la laguna de la Mata, Torrevieja, Alicante. Instituto de Torre de la Sal (CSIC), Castellon, España.

Aminota A., et Chaussepied M. (1983). Manuel des analyses chimiques en milieu marin. CNEXO, Editions JOUVE, Paris, France, 395p.

Artom, C. (1931). L'origine e l'evoluzionedellapartenogenesiattraverso I differentibiotopo di una speciecollective (Artemia sauna L) con specialerefiremento al biotipo partenogenetico di sete. Mem. Acad. Ital. Ct. Sci. fsi. Mat. Nat., 2: 1-57.

Ayadi H., Abid O., Elloumi J., Bouain A., Sime-Ngando T. (2004). Structure of the phytoplankton communities in two lagoons of different salinity in the Sfax Saltern(Tunisia). Journal of Plankton Research 26 : 669-679.

Barigozzi , C. & L. Baratelli. (1993). New data for defining the species Artemia tunisiana Clark and Bowen. Rendiconti Fisihe Accademia Lincei, 4:39-42pp.

Barigozzi , C. (1939). La biologia di Artemia satina Leach studiata in aquario. Morfologia e velocità dello sviluppo. Atti della Soc. It. Sc. Nat., 78: 137.

Barigozzi , C.(1980). genus Artemia: Problems of systematics. In: G. Persoone, P. Sorgeloos, O. Roels and E. Jaspers (eds). The brine Shrimp Artemia. Vol. 1 Morphology, Genetics, Radiobiology, Toxicology. Universa Press, Wetteren, Belgium:147-153pp.

Références bibliographiques

Barigozzi, C & Z.L. Baratelli. (1982). Presence and absence of chromacenter In populations of Artemia. *Rend Acc Naz Lincei* 71:122-125.

Barigozzi, C. (1974). Artemia: a survey of its significance in genetic problems. In *Evolutionary biology* (pp. 221-252). Springer, Boston, MA.

Barigozzi, C. (1980). genus Artemia: Problems of systematics. In: G. Persoone, P. Sorgeloos, O.Roels and E. Jaspers 5eds). *The brine Shrimp Artemia. Vol. 1 Morphology, Genetics,Radiobiology, Toxicology.* Universa Press, Wetteren, Belgium:147-153pp.

Baxevanis, A. D., El-Bermawi, N., Abatzopoulos, T. J., & Sorgeloos, P. (2004). Salinity effects on maturation, reproductive and life span characteristics of four Egyptian Artemia populations (International Study on Artemia. LXVIII). *Hydrobiologia*, 513(1-3), 87-100.

Baxevanis,A.D., I.Kappa & T.J.Abatzopoulos. (2006). Molecular phylogenetics and asexuality in the brine shrimp Artemia. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 40: 724-738.

Ben Naceur, H. B., Jenhani, A. B. R., & Romdhane, M. S. (2009). Ecobiological survey of the brine shrimp Artemia salina from Sabkhet El Adhibet (south-east Tunisia). *Marine Biological Association of the United Kingdom. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 89(6), 1109.

Benijts F., G. Vandeputte, P. Sorgeloos, (1977) - Energetic, aspectsofthe metabolism of hydrated Artemia cysts : 79-87. In : *Fundamental and applied research on the brine shrimp, Artemia salina (L.) in Belgium.* EMS Special Publication NO 2. Eds Jaspers E.

Benmeddah, M. M., Bouzidi, M. A., Toumi-Benali, F., Amar, Y., Bouazza, S., Dellal, A., & Dif, M. M. (2018). Ecobiological study of Artemia salina L. and first determination of the toxicity of ammonium sulphate. *Limnological Review*, 18(3), 109-113.

Références bibliographiques

Bennabi, F., Meddah, M. B., Toumi, F., Hamel, L., Megharbi, A., Koudache, F., & Ghomari, S. (2015). Etude éco-biologique d'Artemia salina des zones humides de l'Ouest Algérien. *Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 11(2), 97-106.

Bensaid et Toubouache, (2018). Caractérisation de la population d'artémia et de son environnement dans la saline de Bethioua(Oran). Université Blida 1.

Bowen S.T, (1963) - Genetics of Artemia salina. III. Effects of X-irradiation and of freezing upon cysts. *Biol. Bull.*, 125 (3) : 431-440.

Bowen ST., et Sterling G., (1978). Esterase and malate dehydrogenase isozym polymorphisms in 15 Artemia populations. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 61B: 593-595.

Brisset P. (1984). Elevage et utilisation en aquaculture de l'Artémia. Ph.D. Thesis. Univ. Lille I. 137; G. Persoone. Institute for Marine Scientific Research, Bredene (Belgium), 1 10pp.

Browne, R.A. & S.T. Bowen. (1991). Taxonomy and population genetics of Artemia. In: Browne, R.A., Sorgeloos, P., Trotman, C.N.A. (Eds). *Artemia Biology*, CRC Press, Boca Raton, Florida, U.S.A: 221-235.

Browne, R.A., Moller, V., Forbes, V.E., M.H. Depledge.(2002). Estimating genetic and environmental components of variance using sexual and clonal Artemia. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 267(1), 107-119.

Butcher RW. (1959). Un compte d'introduction de la plus petite des algues du littoral de la Colombie-1 Eaux partie. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

Cai, Y. (1989). A redescription of the brine shrimp (*Artemia sinica*). *Wasmann Journal of Biology* 47: 105-110.

Clark & Bowen. (1976). The genetic of *Artemia salina* VII. Reproductive isolation. *J.Heredity.*, 67. 6: 385-388.

Clegg J.S., F.P. Conte, (1980) - A review of the cellular and developmental biology of *Artemia*. In : the brine shrimp *Artemia*. Vol. 2, Physiology, Biochemistry, Molecular Biology, Eds Persoone G. ; P. Sorgeloos ; O.A. Roels ; E. Jaspers ; Universa Press, Wetteren (Belgium), 11-54.

Clegg. S. (1964). The control of emergence and metabolism by external osmotic pressure and the role of free glycerol in developing cysts of *Artemia salina*. *J. exp. Biol.* 41:879-892.
corredo cromosomico nei biotipi salini di Cagliari. *Caryologia* 16(3):625-636.

Daget, J. (1976). Les modèles mathématiques en écologie (No. 504: 51 DAG).

Dajoz, R. (2006). Précis d'écologie: Cours et Questions de Réflexions. *Edition: Gauthier Villard*, 8. Developing Countries 3, 1-34.

DGF. (2011). Direction générale des forêts, Une stratégie nationale de gestion durable des zones humides est en cours d'élaboration.

Dhont J., et Van Stappen G. (2003). Biology, Tank production and Nutritional Value of *Artemia*. *Liv. Fed. Mar. Aquacult.* In: Støttrup, J.G and L. A. Mc Evoy (eds). Blackwell. Sci. Ltd. Oxford. UK. 65-121.

Dobbeileir J., Adam N., Bossuyt E., Bruggeman 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.

Références bibliographiques

Dolapsakis, N., Tafas, T., Abatzopoulos, T.J., Ziller, S., A. Economou-Amilli. (2005). Abundance and growth response of microalgae at Megalon Embolon solar saltworks in northern Greece. *J. Appl. Phycol.*, 17: 39-49.

Drinkwater, L. E., & Clegg, J. S. (1991). Experimental biology of cyst diapause. *Artemia biology*, 93-117.

ENSEL. (2013). Rapport de la direction de l'entreprise nationale de sel sur la Saline de Bathioua (Arzew, Oran) et de Sidi Bouziane (Saline de oued Djemaa), 50 p; Algérie.

Epinosa- Fuentes A., Ortega-Salas, A., Laguarda-Figueras, A. (1997) Two experimental assays to produce biomass of *Artemiafranciscana*(Anostraca). *Rev.Boiol. Trop.* 44(3): 565-572.

Gagneur J., et Kara HM. (2001). Limnology in Algeria. In: Wtzel, R.G., Gopal B.,(Eds).

Gaussen, H. (1954). Théorie et classification des climats et des microclimats. Congr. internat. *Bot. Paris 1954, sect, 7.*

Ghomari MS. 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 Mostaganem).

Ghomari MS., Selselet GS.,Hontoria F., et Amat F. (2011). *Artemia* Biodiversity in Algerian Sebchas.*Crustaceana.*, 84: 1025-1039.

Granvill, T. (2000). *Artémia* production for marine Larval Fish culture. SouthemAquaculture Regional Center. SRAC publication NO. 702.

Références bibliographiques

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'artemia (*Artemia Tunisiana*) endémique aux eaux de la saline d'Arzew, Algérie. Thèse Magister. Ins. Sciences de la mer et de l'aménagement du littoral, Alger.

Hamdi. Y, Mahmoudi. F (2018). contribution à l'étude de cytotoxicité de trois extraits de caulerpa racemosa Var cylindracea récoltée au niveau de la côte mostaganam, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.

Hanaokha H .(1977). Harmful effect of ammonia on growth of the brine shrimp *Artemia salina* and inhibition of ammonia accumulation with an alga *Chlorella*. *Bulletin of Plankton Society, Japan*.p.99-107.

Heip, C., Willems, K.A., A. Goossens. (1977). Vertical distribution of meiofauna and the efficiency of the Van Veen grab on sandy bottoms in lake Grevelingen. Reprinted from *Hydrobiol. Bull. Dep. Zool. State University of Ghent. Belgium. Delta Inst voor Hydrobiol. Onderzoek. Yerseke. "De Nieuwe Schouw" Press. Zeist. Amsterdam. The Netherlands.,* 11:3545.

Henstschel, E. (1968). Die podt embryonal en Entwicklungsstadien von *Artemia salina* Leach bei verschiedenen Temperaturen (Anostraca, Crustacea). *Zoll. Jnż* , 180.372-384.

Hontoria F., et Amat F.(1992). Morphological characterization of adult *Artemia* (Crustacea, Branchiopoda) from different geographical origin: American populations. *J. Plank. Res.* 14(10), 1461-1471.

Jones, A. J. (1972). An Inexpensive Apparatus for the Large-Scale Hatching of *Artemia Salina* L. *ICES Journal of Marine Science*, 34(3), 351-356.

Références bibliographiques

Kara .M.H. (1998). Bases biologiques et écologiques d'élevage du loup dicentrarchus labrax dans la région d'Annaba. Thèse doctorat d'Etat, Alger, Algerie 172p.

Kara, M. H., Bengraïne, K. A., Derbal, F., Chaoui, L., & Amarouayache, M. (2004). Quality evaluation of a new strain of Artemia from Chott Marouane (Northeast Algeria). *Aquaculture*, 235(1-4), 361-369.

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.

Kellogg, f. (1906). J Cabanillas-Ramos, S Paez-Brambila *Aquaculture*, 2001. Elsevier.

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.

Kuenen, D.J. & L.G.M. Baas-Becking (1938). Historical notes on Artemia salina (L.). *Zool. Med.* 20: 222-230. In: Ben Abdelkader, N. 1985. l'Artemia dans les Chotts les sebkhas et les salines de Tunisie. *Bull. Inst. Natn. Scient. Tech. Océanogr. Pêche Salammbô.* 12 : 87-95.

Kurata H. (1967) - Note on the brine shrimp eggs (in japanese). *Aquiculture*,- 14(4) : 205-219.

Lavens P., et Sorgeloos P. (1996). Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper 361:175-180.

Lavens P., et Sorgeloos P.(2000). The history, présent status and prospects and the availability of Artemia cysts for aquaculture. *Aquaculture*, 181 (3-4), 397-403.

Références bibliographiques

Lavens, P. & P. Sorgeloos. (1996). Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper 361:175-180.

Law, J. H., & Crespi, B. J. (2002). The evolution of geographic parthenogenesis in *Timema* walking-sticks. *Molecular ecology*, 11(8), 1471-1489.

Leger, P., D.A. Bengtson, K.L. Simpson & P. Sorgeloos. (1986). The use and nutritional value of *Artemia* as a food source. *Marine Biology and Oceanography: an annual review*. M.Barries (Ed.). Aberdeen University Press. (UK), 24: 521-623.

Lenz, P. & G.L. Dana. (1987). Life-cycle studies in *Artemia* : a comparison between a sub-tropical and a temperate population.: 90-100. En: *Artemia Research and its Applications*. Vol. 3.P. Sorgeloos, D.A. Bengtson, W. Declerck y E. Jaspers (Eds.).Universa Press. Wetteren (Belgium). 556 pp.

Lenz, P. H. (1987). Ecological studies on *Artemia*: a review. *Artemia research and its applications*, 3, 5-18.

Lenz, P.H. & R.A. Browne, 1991. Ecology of *artemia*. In: *Artemia biology*. R.A. Browne, P. Sorgeloos and C.N.A. Trotman (eds), CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, USA. 237-253pp LINNE, C.1758. *Systema Naturae*, Ed. X. I-lafniae. 634 pp.

Lenz, P.H. (1987). Ecological studies on *Artemia*: a review. In: *Artemia Research and its Applications*. Vol. 3.Ecology, Culturing, Use in Aquaculture. P. Sorgeloos, D.A. Bengtson, w. Declerck and E. Jaspers (Eds.). Universa Press. Wetteren (Belgium).5-18 pp.

Madani. (2001). Ministère de la pêche et des ressources Halieutique pour la pêche etl'aquaculture,Manuel pratique sur l'artémia, CNDPA.

MADDI et Mahloul. (2018). Etude de la dynamique de la population d'artémia provenant de la sebkha d'Oran dans un milieu contrôlé. Université Blida 1.

Références bibliographiques

Mahdhi, A., K. Chaieb., R. Charfeddine., H. Laachkar., F. Kammoun., A. Bakhrouf. (2010). Caractérisation préliminaire de deux populations Tunisiennes d'Artemia salina. *Mar.Life.*, 17: 3-11.

Mayorga, P., Pérez, K. R., Cruz, S. M., & Cáceres, A. (2010). Comparison of bioassays using the anostracan crustaceans Artemia salina and Thamnocephalus platyurus for plant extract toxicity screening. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 20(6), 897-903.

Morris, J. E. (1971). Hydration, its reversibility, and the beginning of development in the brine shrimp, Artemia salina. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 39(4), 843-857.

Morris, J. E., & Afzelius, B. A. (1967). The structure of the shell and outer membranes in encysted Artemia salina embryos during cryptobiosis and development. *Journal of ultrastructure research*, 20(3-4), 244-259.

Mousseux, M. (1995). Test de toxicité sur les larves d'artémia salina entretien d'un élevage de balanes. Université française de Pacifique. Centre universitaire de Nouvelle Calédonie. Deust. *Aquaculture*, 20.

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

Persoone, G., Sorgeloos, P., Roels, O., & Jaspers, E. (1979). The Brine Shrimp Artemia. Volume 3, Ecology, Culturing and Use in Aquaculture.

Piccinelli, M. & T. Prosdocimi. (1968). Descrizione tassonomica delle due specie Artemia salina L. Artemia persimilis. *Rend. Inst. Lomb. Sci Lett classe Sci* 102(B):113-118.

Références bibliographiques

Pilla, E.J.S. & J.A. Beardmore. (1994). Genetic and morphometric differentiation in Old World bisexual species of the brine shrimp (*Artemia*). *Heredity* 72:47-56.

Pouvreau B. (1977). L'huitre plate : *Ostrea edulis* L. Maturité sexuelle contrôlée, élevage larvaire, croissance et mortalité, variabilité génétique. Thèse de 3ème cycle. Univ. CAEN. France.

Provasoli, L., Shiraichi, K. (1959) Axenic cultivation of the brine shrimp *Artemia salina*. *Boil.* 117:347-355.

Ramade, F. (2009). Elément d'écologie. *Ecologie fondamentale, Dunod, Paris.*

Ruiz, O., Amat, F., Saavedra, C., Papeschi, A., Cohen, R. G., Baxevanis, A. D., & Navarro, J. C. (2008). Genetic characterization of Argentinean *Artemia* species with different fatty acid profiles. *Hydrobiologia*, 610(1), 223-234.

Samraoui, B., Chakri, K. & Samraoui, F. (2006) Large branchiopod (Banchiopoda, Anostraca, Notostraca and Spinicaudata) Salt lakes of Algeria. *J. Limnol.*, 65 :83-88.

Sato N.L. (1967). Enzymatic contribution to the excystment of *Artemia salina* *Sci. Rep. Tohoku Univ.*, 33 (3-4) : 319-327.

Schehardt, A. (1987) Scanning electron microscope study of the post-embryonic development of *Artemia*. In : *Artemia Research and its Applications*, Vol.1. (Ed By P, Sorgellos., D.A, Bengston., W, Decler et E, Jaspers), pp.5-32. Universa Press , Wetteren.

Schlosser, D. (1756). Extrait d'une lettre de Monsieur le Docteur Schlosser concernant un insecte peu connu. *Observations périodiques sur Gantier* : 58-60.

Références bibliographiques

Sorgeloos P. & Persoone G. (1975). Technological improvements for the cultivation of invertebrates as food for fishes and crustaceans.II. hatching and culturing of brine shrimp, *Artemia Salina* L. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam - Printed in The Netherlands. *Aquaculture*, 6 (1975) 303- 317.

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., G. Persoone, M., E. Bossuyt & E. Bruggeman (1978).The use of artemia cysts in aquaculture. The concept « Hatching efficiency » Description of a new method for cyst processing 715-721. In : Proc. 9 th. Ann. Meeting, W M S. Avault, J. W. Jr. (Ed). Louisiana. State University, Baton rouge, Louisiana, USA, 870 pp.

Sorgeloos, P. (1979). The brine shrimp, *Artemia salina*: a bottleneck in mariculture?. In FAO, Rome (Italy). Fishery Resources and Environment Div. FAO Technical Conference on Aquaculture. Kyoto (Japan). 26 May 1976.

Sorgeloos, P. (1986). Manual for the culture and use of brine shrimp *Artemia* in aquaculture. State University of Ghent, Faculty of Agriculture.

Sorgeloos, P. (1973). First report on the triggering effect of light on the hatching mechanism of *Artemia salina* dry cysts. *Marine Biology*, 22(1): 75-76.

Sorgeloos, P., Bossuyt, E., Laviña, E., Baeza-Mesa, M., & Persoone, G. (1977). Decapsulation of *Artemia* cysts: a simple technique for the improvement of the use of brine shrimp in aquaculture. *Aquaculture*, 12(4), 311-315.

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

Références bibliographiques

Sorgeloos, P., Lavens, P., Leger, P., Tackaert, W & Versichele, D. (1986). Manual for the culture and use of brine shrimp *Artemia* aquaculture. Artemia Reference Center, State of Univ. Ghent, Belgium: 319 p.

Stefani, R. (1964). L'origine dei maschi nelle popolazione parthenogenetiche di *Artemia salina*. *Riv Biol* 21 :74-87.

Stefani, R. (1963). La digametia femminile in *Artemia salina* Leach e la costituzione del corredo cromosomico nei biotipi diploide anfigonico e diploide partenogenetico. *Caryologia*, 16(3), 625-636.

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.

Tirgui, KH. (2017). Recherches sur l'éco-biologie de l'Artémia (*Artemia salina*) de lélevage. de Sahline et effet des principaux facteurs externes sur sa survie en vue de maitriser son élevage. Inst. Natl. Sci. Tech. Mer .Université de Carthage. Tunisie.112.

Tobias W.J., P. Sorgeloos E. Bossws & O.A. Roels. (1979). The technical feasibility of massculturing *Artemia salina* in the St. Croix "Artificial Upwelling" Mariculture System : 203-214. In : Proc. 10th Ann. Meeting WMS. Ed. Avault, J.W. Jr. Louisiana State University, Baton Rouge 0(LA-USA), 899 pp.

Torrentera L. & Dodson SI. (2004). Ecology of the brine shrimp *Artemia* in the Yucatan, Mexico, Salterns. *Journal of plankton research* 26 : 617-624.

Références bibliographiques

Triantaphyllidis , G.V., G.R.J.Criel, T.J.Abatzopoulos K.M.Thomas, J. Pelweman, J.A. Beardmor & P. Sorgeloos. (1997). International Study on Artemia. LVII. Morphological and molecular characters suggest conspecificity of all bisexual European and North African Artemia populations. *Marine Biology* 129:477-487.

Triantaphyllidis, G. V., Abatzopoulos, T. J., Miasa, E., & Sorgeloos, P. (1996). International study on Artemia. LVI. Characterization of two Artemia populations from Namibia and Madagascar: cytogenetics, biometry, hatching characteristics and fatty acid profiles. *Hydrobiologia*, 335(2), 97-106.

Triantaphyllidis, G., Pouloupoulou, K., Abatzopoulos, T.J., Pérez, C.A.P. & P. Sorgeloos. (1995). *Salinity* effect on survival, maturity, growth, biometrics, reproductive and lifespan characteristics of a bisexual and parthenogenetic population of Artemia (International Study on Artemia XLIX). *Hydrobiologia.*, 302: 215- 227.

Van Stappen G. (1996). Introduction in biology and ecology of Artemia. In: Sorgeloos, P., Lavens, P. Manual on the production and use of live food for aquaculture. Fisheries technical paper, FAO of the United Nations, Rome. Italy, No 361: 79-137.

Van Stappen G., 2002. Zoogeography. Artemia: Basic.Appl. Biol. In: Abatzopoulos.T.J., J.A. Beardmore., J.S. Clegg., P. Sorgeloos (eds).Kluw. Aca. Publ. Dordrecht. Netherlands. 171- 215.

Van Stappen, G. & P. Sorgeloos. (1993). Artémia, Introduction, Biology and Ecology of brine shrimp, Artemia salina. *Comp. Biochem. Physiol.*,- 39A :843-857.

Van Stappen, G., Sui, L., Xin, N., & Sorgeloos, P. (2003). Characterisation of high-altitude Artemia populations from the Qinghai-Tibet Plateau, PR China. In *Aquatic Biodiversity* (pp. 179-192). Springer, Dordrecht.

Références bibliographiques

Vanhaecke, P., S.E. Siddal & P. Sorgeloos . (1984). ISA. XXXII. Combined Effects of temperature and salinity on the survival of *Artemia* of various Geographical origin. *J. Exp.Mar. Biol. Ecol.*, 80(3): 259-275.

Vanhaecke, P., W. Tackaert & P. Sorgeloos. (1987). The biogeography of *Artemia*: an updated review: 129-155. In: *Artemia Research and its Applications*. Vol. 1. P. Sorgeloos, DA. Bengtson, W. Declerck & E. Jaspers (Eds.). Universa Press. Wetteren (Belgium). 380 pp.

Vanhaecke, P. & P. Sorgeloos, (1980). International study on *Artemia*. IV. The biometrics of *Artemia* strains from different geographical origin. In: Persoone, G., Sorgeloos, P., Roels, O, and Jaspers, E., *The brine shrimp Artemia*. Vol. 3. Ecology, Culturing, Use In Aquaculture. Universa Press, Wetteren, Belgium: 393-405.

Ventura, B. (1963). L'ammissibilità dei biotipi diploide partenogenetico in *Artemia salina* Leach e la comparsa di Macchi in popolazioni parthenogenetiche. *Re Semin Fac Univ Cagliari* 33:244-254.

Verrill, A. E. (1869). Contributions to zoology from the museum of Yale College. III. *Descriptions of some new American phyllopod Crustacea*. *American Journal of Science and the Arts Series*, pp. 244-254.

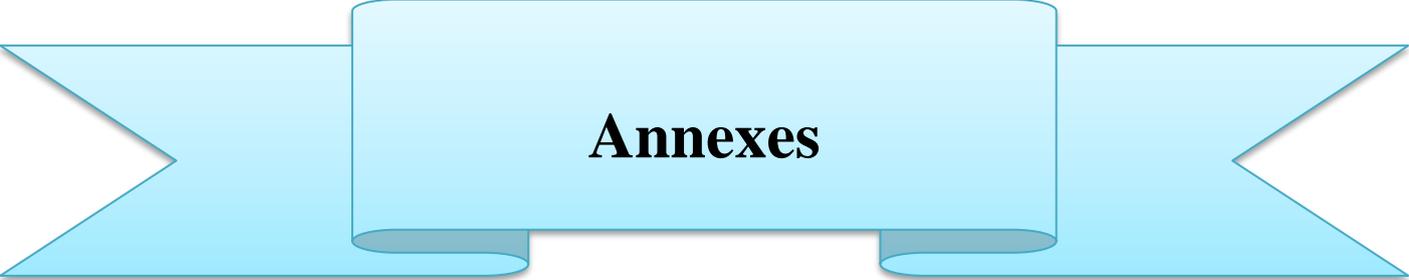
Wear, R. G., Haslett, S. J., & Alexander, N. L. (1986). Effects of temperature and salinity on the biology of *Artemia franciscana* Kellogg from Lake Grassmere, New Zealand. 2. Maturation, fecundity, and generation times. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 98(1-2), 167-183.

Weider, L. J., A. Hobaek, J. K. Colbourne, T. J. Crease, F. Dufresne & P. D.N. Hebert, (1999). Holarctic phylogeography of an asexual species complex I. Mitochondrial DNA variation in Arctic *Daphnia*. *Evolution*, 53: 777-792.

Yaneng, C. (1989). A redescription of the brine shrimp *Artemia sinica*. *Wasmann J. Biol.* 47(1-2): 105-110.

Références bibliographiques

Zhang, L. & H. Lefcort. (1991). The effects of ploidy level on the thermal distributions of brine shrimp *Artemia* parthenogenetic and its ecological implications. *Heredity.*, 66: 445-452.



Annexes

Annexe II : annexe de tableau

Tableau 04: Moyenne et Ecart type des concentrations en sel nutritif durant le mois de Mars, Avril et Mai 2018.

Date	Sel nutritifs	Site 1	Site 2	Moyennes	Écart type
MARS	Nitrite	0,0723	0,1532	0,11275	0.05720494
	Ammoniac	0.4371	0,1043	0,2707	0.23532514
	Phosphore	0,1637	0,1689	0,1663	0.00367696
AVRIL	Nitrite	0,0135	0,0435	0,0285	0.0212132
	Ammoniac	0,2523	0,1247	0,1885	0.09022683
	Phosphore	0,1088	0,0339	0,07135	0.0529623
	Nitrate	1,625	1,925	1,775	0.21213203
MAI	Nitrite	0,5236	0,0128	0,2682	0.36119014
	Ammoniac	0,02331	0,00749	0,0154	0.01118643
	Phosphore	0,2324	0,0243	0,12835	0.14714892

Tableau 05: Directive de l'OMS 2002.

Éléments	Valeurs indicatives en mg/l
Cuivre	1 mg/l
Cyanure	0,07 mg/l
Fluorures	1,5 mg/l
Manganèse	0,1 mg/l
Mercure	0,001 mg/l
Nitrate	50 mg/l
Nitrites	3 mg/l
Ammoniac	15 mg/l
Plomb	0,01 mg/l
Chlore	5 mg/l
Couleur	15 UCV (unité de couleur vraie).
Turbidité	5 UTN (unité de turbidité)
Aluminium	0,2 mg/l
Chlorure	250 mg/l
Dureté	-
Fer	0,3 mg/l
pH	6,5-8,5
Sodium	200 mg/l
Sulfates	250 mg/l
Solides totaux en solution	1000 mg/l
Zinc	3 mg/l

Tableau 5: Concentrations des sels nutritifs de l'eau d'élevage (mg/l).

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

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

Annexe I : annexe de figure

Sur le terrain	L'appareil	Le Role
	 <p data-bbox="427 577 767 611">GPS de type 72H Garmin.</p>	<p data-bbox="948 456 1369 490">Déterminer la position du bassin</p>
	 <p data-bbox="363 853 833 887">Un thermomètre de terrain classique</p>	<p data-bbox="951 752 1362 786">Mesurer la température de l'eau</p>
	 <p data-bbox="368 1205 825 1238">pH-mètre de type WTW multi 340i</p>	<p data-bbox="932 1070 1382 1137">Mesurer le potentiel Hydrogène de l'eau</p>
	 <p data-bbox="456 1507 738 1541">Réfractomètre à main</p>	<p data-bbox="979 1395 1334 1429">Mesurer la salinité de l'eau</p>
 <p data-bbox="512 1865 679 1899">Une glacière</p>	<p data-bbox="995 1675 1318 1776">Assurer une conservation satisfaisante pour éviter l'évaporation</p>	