



**République algérienne  
démocratique et populaire  
Ministère de l'Enseignement  
Supérieur  
et de la recherche scientifique  
Université Echahid Hamma Lakhdar  
El-Oued**



Faculté des sciences de la nature et de la vie

**Spécialité:** Biodiversité Et Environnement

Pour l'obtention du Diplôme De Master II

Thème

**Synthèse Bibliographique Sur La biologie Et L'écologie Du  
Crustacés Artémia En Algérie**

- **Préparé par:**

- Bouguettaya Salim - Bentaleb Zakaria

- Ghenabzia Haitem - Nouri Sabrine - Soualah Bekkar Aya

- Présidente : - Laoufi Hayat M.A.A Université d'El oued

- Examineur : - *Khechekhouché El-Amine* M.C.A Université d'El oued

- Promoteur : - Laabed Soumeya M.A.A Université d'El oued

**Saison Universitaire: 2021-2022**

# RESUME

---

Cette synthèse bibliographique a pour but de centrer la lumière sur l'Artémia en Algérie Compte tenue de son intérêt dans le domaine de l'aquaculture.

L'examen des résultats issus des études abordées a pu montrer que ce microcrustacées se retrouve sur les Cinqs continents, dans plusieurs pays comme l'Argentine, le Mexique, l'Égypte, la Tunisie, la Turquie et les états unies.

Il a été démontré encore que l'Artémia peut tolérer de fortes salinités atteignant les 120g par litres et que le taux de croissance est étroitement lié au degré de salinité et que l'idéal de sa température était compris entre 22° et 26°c

La comparaison entre les souches d'Artémia d'Algérie (lac Béthioua) et celles du lac e Utah (USA) a pu démontrer un taux d'éclosion de 74% pour le lac Béthioua contre 86% pour le lac Utah, et que les cystes paraient d'excellente qualité en se rapprochant à la souche commercialisée dans le marché international d'où son intérêt économique

**Mots clés: Artémia, crustacé, cystes, taux d'éclosion, lac Béthioua, Lac Utah**

# REMERCIEMENTS

---

*Nous remercions Dieu Tout-Puissant, qui nous a permis de mener à bien cette recherche scientifique, et qui nous a donné la santé, le bien-être et la .détermination de la mener à bien*

*Nous remercions le Comité d'avoir accepté le jugement sur notre mémoire; Le président du comité **Laoufi Hayat** et le débateur **M. Khechekhouche El-Amine***

*Nous adressons nos sincères remerciements et notre gratitude à notre promotrice **Soumeya Laabed** pour tous les conseils et précieuses informations qu'elle nous a fournis, qui ont contribué à enrichir le sujet de notre étude dans .ses différents aspects*

*Nous adressons également nos sincères remerciements à Mme **Bousbia Brahim Aida**, qui nous a aidés et guidés depuis les premières années à l'université et nous a accueillis à tout moment*

*.Nous remercions également tous les membres de cette note*

# DEDICACES

---

*Au nom de Dieu le Miséricordieux*

*Dédié à nos parents qui nous ont tout appris dans la vie jusqu'à ce que nous arrivions là où nous sommes aujourd'hui*

*Dédié à tous ceux qui nous ont appris des lettres d'enseignants et de Prof depuis l'école primaire jusqu'à l'université, merci à tous.*

# LISTE DES FIGURES

---

Figure 01 : Crustacé aquatique Artemia Salina.....	04
Figure 02 : Schéma des adultes : mâles et femelles de l'Artémia .....	06
Figure 03 : Artémia, femelle porteuse d'œufs .....	07
Figure 04 : Les cystes déshydratés d'Artémia .....	07
Figure 05 : Couple d'artémia en position d'accouplement ( Riding position ou position d'équitation).....	08
Figure 06 : Cycle biologique de l'Artémia .....	09
Figure 07 : Artemia pendant la ponte .....	10
Figure 08 : La tête d'un mâle d'Artemiaadulte .....	11
Figure 09 : La tête d'une femelle d'Artemiaadulte.....	11
Figure 10 : Femelle adulte vue latérale .....	12
Figure 11 : Thoracopode vue dorsale .....	13
Figure 12 : A. Appareil reproducteur de la femelle, vue ventrale, B. appareil reproducteur du male, vue ventrale .....	13
Figure 13 : Répartition géographique de l'artémia dans le monde .....	20
Figure 14 : Répartition géographique de l'Artémia en Tunisie .....	22
Figure 15 : Répartition géographique de la présence d'Artémia dans les zones humides de l'ouest algérien .....	35
Figure 16 : Répartition géographique de la présence d'Artémia dans les zones humides des hauts plateaux de l'est algérien .....	36
Figure 17 : Répartition géographique des zones humides Sahariennes abritant le crustacé Artémia .....	38
Figure 18 : salines de Bethioua (Oran) .....	40
Figure 19: cadre de cartographie de la localisation de la commune dans la wilaya d'Oran.....	41
Figure 20 : Carte cartographie de lac salé d'Utah (USA).....	42
Figure 21 : Photo des cyste.de SB .....	43
Figure 22 : Nauplii d'Artémia salina sous .....	43

<b>Figure 23 : Nauplii d'Artémia franciscana Microscopique Gr x10x4.....</b>	<b>44</b>
<b>Figure 24 : Mode experimental du taux d'éclosion SB .....</b>	<b>45</b>
<b>Figure 25 : la Biométrie des cystes et nauplii des populations de Bethioua et Utah .....</b>	<b>47</b>
<b>Figure 26 : le taux d'éclosion des cystes d'Artémia provenant de saline de Bethioua et Utah (USA).....</b>	<b>49</b>
<b>Figure 27 : efficacité d'éclosion des cystes d'Artémia provenant de saline De Bethioua et Utah (USA) .....</b>	<b>50</b>
<b>Figure 28 : la Composition biochimique des cystes d'Artémia décapsulés et les nauplii de Grand lac salé, Utah (USA) et Bethioua (Oran), .....</b>	<b>52</b>

# LISTE DES TABLEAU

---

<b>Tableau 01 : Pays hôte d'Artémia dans le monde .....</b>	<b>21</b>
<b>Tableau 02 : Tableau récapitulatif illustrant les différentes conditions optimales pour élever les espèces de l'Artémia .....</b>	<b>29</b>
<b>Tableau 03: les sites potentiels d'Artémia connus en Algérie.....</b>	<b>32</b>
<b>Tableau 04 : Biométrie des cystes et nauplii des populations de Bethioua et Utah (<math>\mu\text{m}</math>).....</b>	<b>47</b>
<b>Tableau 05 : Biométrie des cystes (en <math>\mu\text{m}</math>) des différentes populations d'Artémia étudiée en Algérie .....</b>	<b>48</b>
<b>Tableau 06 : Résultats des paramètres d'éclosion (taux et efficacité) des cystes d'Artémia provenant de saline de Bethioua et Utah (usa) .....</b>	<b>49</b>
<b>Tableau 07 : Résultats des paramètres d'éclosion (taux et efficacité) d'autres travaux réalisés en Algérie pour différentes salines en Algérie .....</b>	<b>50</b>
<b>Tableau 08 : Composition biochimique des cystes d'Artémia décapsulés et les nauplii de Grand lac salé, Utah (USA) et Bethioua (Oran).....</b>	<b>51</b>

# SOMMAIRE

---

## CHAPITRE I

### Rappels Bibliographique Sur La Biologie Et L'écologie De L'Artémia

Introduction générale.....	01
I- Rappels Bibliographique Sur La Biologie Et L'écologie De L'Artémia.....	04
I-1- Généralités Sur L'artémia .....	04
I-1-1- Définition Artémia .....	04
I-1-2- La classification systématique .....	05
I-1-3- Informations sur l'artémia .....	05
I-1-4- Artémia au niveau cellulaire .....	05
I-1-5- Morphologie de l'artémia .....	06
I-1-6- Oeufs d'artémias .....	07
I-1-7- Accouplement d'artémias .....	07
I-1-8- Le cycle de vie .....	08
I-1-9- Méthode de ponte .....	09
I-2- Comparaison de la morphologie des artémias femelles et mâles .....	10
I-3 - Ecologie de l'artémia .....	15
I-3 -1- Composition ionique et salinité .....	15
I-3-2- Température.....	16
I-3-3- Oxygène.....	16
I-3-4- Potentiel hydrogène.....	16
I-3-5- Dispersion.....	16

I -3-6- Compétition, prédation et parasitisme .....	17
I -3-7- Régime alimentaire .....	17
I -3-8-Test de toxicité .....	18

## CHAPITRE II

### Artémia dans le monde

II- Artémia dans le monde .....	20
II-1-Production d'artémias dans le monde .....	21
II-2- En Tunisie.....	22
II-3- Type d'Artémia .....	23
II -3-1- Artémia franciscana.....	23
II-3-2- Artémia salina.....	23
II-3-3- Classification systématique.....	23
II-4- Méthodologie pour distinguer les différents types d'Artémia dans le monde...	24
II-5- Effet de la température, de la salinité, de l'éclairage et du déjeuner sur les artémias.....	25
II-5-1- Effet de la température et de la salinité .....	25
II-5-2- Effet d'éclairage .....	27
II-5-3-Effet des degrés de salinité sur le taux de survie d'Artemia (Egypte).....	28
II-5-4-Effet de la température et de la salinité sur le taux de survie d'Artemia (Argentine) .....	28
II-5-5-Effet de la température et de la salinité sur le taux de survie d'Artemia (Mexique) .....	29
II-5- 6 - Des conditions idéales pour les espèces d'Artemia dans le monde.....	29

## CHAPITRE III

### Artémia en Algérie

III- Artémia en Algérie.....	32
III-1- Localisations géographiques de la répartition de l'Artémia en Algérie.....	34

<b>III-1-1- Zones humides de l'ouest d'Algérie.....</b>	<b>34</b>
<b>III-1-2- Zones humides des hautes plaines de l'Est Algérien .....</b>	<b>35</b>
<b>III-1-3- Zones humides sahariennes .....</b>	<b>36</b>
<b>III-1-3-1- La vallée d'Oued Ghir.....</b>	<b>36</b>
<b>III-1-3-2- Lac salé d'El Goléa.....</b>	<b>37</b>
<b>III-1-3-3- Sebkhia d'Adrar.....</b>	<b>38</b>
<b>III-2- L'économie d'Artémia en Algérie .....</b>	<b>39</b>
<b>III-3-Comparaison des crevettes de saumure trouvées dansLac salé de Bethioua« Oran » et Lac salé d'El Goléa «USA».....</b>	<b>40</b>
<b>III-3-1- Présentation Des Deux Régions.....</b>	<b>40</b>
<b>III-3-1-1- Lac salé de Bethioua « Oran ».....</b>	<b>40</b>
<b>III-3-1-2-Présentation du site de souche importé de lac salé d'Utah de (USA) .....</b>	<b>41</b>
<b>III -3-2- Mesures biométriques des deux souches.....</b>	<b>42</b>
<b>III-3-2-1- Diamètre des cystes.....</b>	<b>42</b>
<b>III-3-2-2- Longueur totale des nauplius.....</b>	<b>43</b>
<b>III-3-2-3- Etude de la qualité d'éclosion des cystes.....</b>	<b>44</b>
<b>III-3-2-4- Taux d'éclosion.....</b>	<b>44</b>
<b>III-3-2-5- Efficacité d'éclosion.....</b>	<b>45</b>
<b>III-3-2-6- Etude biométrique des cystes et des nauplii.....</b>	<b>46</b>
<b>III-3-2-7- Etude de la qualité d'éclosion.....</b>	<b>49</b>
<b>III-3-2-8- Composition biochimique.....</b>	<b>49</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>53</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>44</b>

# INTRODUCTION GENERALE

---

Ces dernières années, le développement de la recherche scientifique sur l'aquaculture À l'heure actuelle, des efforts intensifs sont consacrés à la recherche fondamentale et appliquée dans le but de développer les techniques nécessaires pour réaliser des profits significatifs dans les ressources aquacoles. Parmi ces études interdisciplinaires, de nombreux laboratoires à travers le monde s'intéressent à l'utilisation des aliments vivants en aquaculture marine, Utiliser des proies vivantes signifie utiliser des espèces auxiliaires élevées collectivement pour nourrir les animaux destinés à l'aquaculture. De nos jours, parmi les aliments vivants utilisés pour l'élevage des larves de poissons et de crustacés, *Nobelius Artémia* sp. Il constitue l'aliment le plus consommé dans le monde (**BENGSTON et al., 1991**), En raison de son importance dans ce domaine, il s'agit d'une pratique incontournable, car aucune alternative n'a encore été trouvée offrant les mêmes performances.

La seule possibilité pour l'extraction de ces espèces auxiliaires susmentionnées est de fabriquer un produit inerte à partir de matériaux peu coûteux qui sont convenablement adaptés en forme, taille et composition pour assurer la saturation nutritionnelle. Certes, de nombreux efforts ont été faits pour développer une alimentation inactive comme solution alternative pouvant se rapprocher de la valeur nutritionnelle des aliments vivants utilisés. Cependant, l'innovation de ces régimes passifs ne peut imiter la nourriture vivante dans tous ses aspects, Ainsi, la plante de crevette de saumure utilisée dans la nourriture des stades larvaires de la majorité des poissons et des crustacés, génère des stimuli visuels et chimiques qui amènent les larves prédatrices à augmenter leur taux d'ingestion à des niveaux plus élevés par rapport aux régimes inactifs. De plus, l'alimentation vivante (**LAVENS et SORGELOOS, 1996**), peut être améliorée en utilisant des émulsions riches en acide docosahexaénoïque (DHA) et en acide eicosapentaénoïque (EPA). Vitamine C etc... De plus, la formation des crevettes de saumure montre des niveaux élevés d'acides gras insaturés (HUFA), de caroténoïdes, de protéines, de vitamines et de plusieurs enzymes qui augmentent la digestibilité des aliments consommés par diverses espèces de crustacés et de poissons d'une grande importance commerciale en aquaculture. d'autre part , La plante *Artémia* est un aliment pratique qui se conserve et se manipule facilement et ne s'obtient qu'après 24 heures d'incubation à partir des sachets (**LAVENS et SORGELOOS, 2000**).

Sa petite taille (470-550  $\mu\text{m}$ ) est bien adaptée à la petite bouche des larves fragiles (**LAVENS et SORGELLOOS, 1996**). Le fait est que l'étape la plus rentable du cycle de vie de ce crustacé est la noblesse. Il n'est pas produit dans des usines dédiées à l'aquaculture telles que les microalgues et les rotifères, mais est obtenu et stocké sous forme de sachet jusqu'au moment de l'utilisation.

.Les sacs de saumure sont un matériau essentiel pour le développement larvaire des poissons et des crustacés. Ce fait a suscité un grand intérêt ainsi qu'un intérêt scientifique et économique pour cette espèce au point de créer un Groupe international pour les études sur l'Artémia (International Study of Artémia) composé de chercheurs dont la mission est de normaliser et d'orienter leurs recherches. les sujets. Un autre aspect important est le fait que les ressources mondiales de crevettes de saumure qui sont actuellement exploitées ne peuvent pas répondre à la demande croissante dans le secteur de l'aquaculture.

C'est ce qui nous a poussés à présenter cette recherche pour indiquer l'importance de cette richesse naturelle, qui mérite d'être valorisée et davantage prise en compte.

Ainsi notre travail se répare comme suite :

Une introduction suivie d'un premier chapitre qui sera dédié à un rappelle bibliographique sur la biologie et l'écologie de l'artémia.

Le deuxième chapitre parlera de l'artémia dans le monde alors que le troisième discutera de l'artémia en Algérie et enfin le mémoire se terminera par une conclusion.

**CHAPITRE I**  
**Rappels Bibliographique Sur La**  
**Biologie Et L'écologie De L'Artémia**

## **I- Rappels Bibliographique Sur La Biologie Et L'écologie De L'Artémia**

### **I -1- Généralités Sur L'artémia**

#### **I-1-1- Définition Artémia**

L'artémia peut être définie comme l'un des types de micro-animaux appartenant à la classe des crustacés (branchiopodes Anostracés) et répandu dans les masses d'eau fortement salines (de 100 à plus de 150 g/litre), en plus de sa diffusion dans les zones tropicales et semi-tropicales et les salines se sont répandues sur les côtes, et ces organismes se nourrissent en filtrant l'eau, où ils se nourrissent de plancton Végétal et de micro-bactéries.

De nos jours, ces crustacés sont considérés comme les plus primitifs. Ils se caractérisent par la possession d'appendices thoraciques en forme de feuilles, exerçant une triple fonction locomotion, respiration et filtration (Classe Branchiopodes). Ils se distinguent aussi par l'absence de carapace (Ordre Anostraca), la présence d'une fourche caudale avec deux rames et par un régime alimentaire filtreur planctonophage.



**Figure 01 : Crustacé aquatique Artemia Salina, Photo : Biosphoto / H. Curtis / AFP**

## **I-1--2- La classification systématique du genre est comme suit**

-Règne : Animalia

-Embranchement : Arthropoda

-Sous-Embranchement : Crustacea

-Classe : Branchiopoda

-Sous-Classe : Sarsostraca

-Ordre : Anostraca

-Sous-Ordre : Artemiina

-Famille : Artemiidae

-Genre : Artemia

## **I-1-3- Informations sur l'artémia**

Artemia vit environ 4 à 6 mois. Les crustacés sont hétérosexuels, les mâles se distinguent par une paire d'antennes élargie, qu'ils capturent la femelle lors de la fécondation. Reliés ensemble, le couple peut nager pendant plusieurs jours. Une crevette de mer adulte peut pondre un œuf tous les 4 jours.

En l'absence d'individu mâle, les femelles peuvent se reproduire par parthénogenèse - larves. Ensuite, les jeunes crustacés émergent de l'œuf non fécondé de la mère.

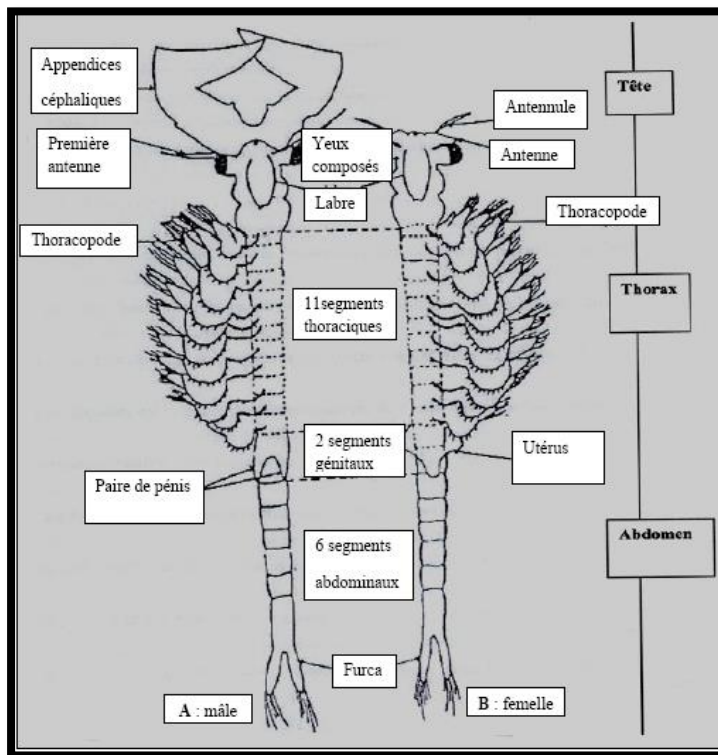
Artemia a acquis une valeur particulière dans le commerce des aquariums en tant qu'aliment vivant pour les poissons. Dans tous les cycles de vie, les crevettes de saumure conviennent à la nourriture. Presque tous les alevins de poissons d'aquarium se nourrissent de larves de nauplii (larves d'Artemia) et les poissons de taille moyenne se nourrissent de crustacés matures.

## **I-1-4-Artemia au niveau cellulaire**

Les individus du genre Artemia sont des organismes eucaryotes multicellulaires. Les cellules qui composent ses différents organes et tissus se spécialisent dans des fonctions spécifiques. Ils possèdent également un noyau cellulaire dans lequel le matériel génétique (ADN) est bien protégé.

### I -1-5- Morphologie de l'artémia

Les artémias sont de petits crustacés aquatiques de forme allongée et dépourvus de carapace. Effectue 15 mitrailluses (**Provasoli et D'agostino, 1969**), Son corps est composé d'au moins 19 segments et 11 paires d'appendices plats en forme de feuille attachés à son trône appelés phyllopodes (jambes), qui battent à un rythme régulier. La taille des crevettes de saumure adultes est généralement d'environ 8 à 12 mm, mais peut atteindre 20 mm. Le mâle est généralement plus petit que la femelle, nage plus vite, mange moins et a moins de couleur. Sa couleur varie du blanc laiteux au bleu-vert en passant par le rouge carmin et le carmin selon son alimentation et son environnement, notamment selon la teneur en oxygène dissous dans l'environnement. La taille des artémias adultes varie entre 8 et 12 mm chez les souches bisexuées et dépasse 20 mm en parthénogenèse (**Sorgeloos et al., 1986**), mâle de petite taille; Cependant, il peut être affecté par les conditions environnementales, en particulier la forte salinité (**Amat, 1979**), Cet organisme peut supporter des périodes prolongées de sécheresse.



**Figure 02** : Schéma des adultes : mâles et femelles de l'Artémia (d'après **Khemakhem., 1988**)

**A** : mâle ; **B** : femelle

### I -1-6- Oeufs d'artémias

Le diamètre d'un œuf d'artémia à l'état sec varie de 200-300 microns et l'œuf prend une forme circulaire incomplète, mais après le processus d'hydrogénation pendant une heure ou deux, l'œuf prend la forme circulaire complète et une petite augmentation de taille se produit, Il peut être obtenu dans les poissonneries, car il est produit par plusieurs sociétés différentes.

Récemment, certaines de ces espèces ont été déplacées vers différentes parties du monde, ce qui a entraîné une modification de leur répartition géographique.



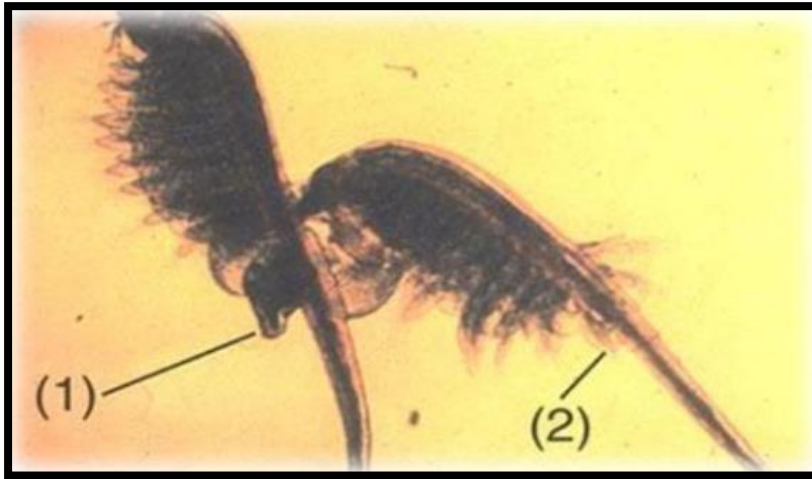
**Figure03:** Artémia, femelle porteuse d'œufs  
(Photo de Hans Hillewaert, 2010).



**Figure 04 :** Les cystes déshydratés  
d'Artémia (Sorgeloos, 1979).

### I -1- 7- Accouplement d'artémias

La reproduction de l'artémia a été étudiée par (SORGeloos et al. , 1986). Les populations naturelles de l'artémia peuvent être soit bisexuées parthénogénétiques soit capables de se reproduire pendant plusieurs générations sans être fécondées . Chez les souches bisexuées , la position d'accouplement ou "position d'équitation" ( fig. 6 ) est la phase pendant laquelle le mâle a saisi la femelle l'utérus et la dernière paire de thoracopodes tout en fléchissant son 'un de ses deux pénis dans l'appareil génital de la femelle et libérer ainsi son sperme, et le couple peut aussi nager durant une longue période dans cette position (SORGeloos, 1980). Entre temps, l'ovogenèse a accéléré chez la femelle, ce qui est facilement visible à travers le corps transparent de l'animal.



**Figure 05 :** Couple d'artémia en position d'accouplement ( Riding position ou position d'équitation); 1 , utérus ; 2, le pénis (LAVENS et al., 1996).

### I -1-8-Le cycle de vie

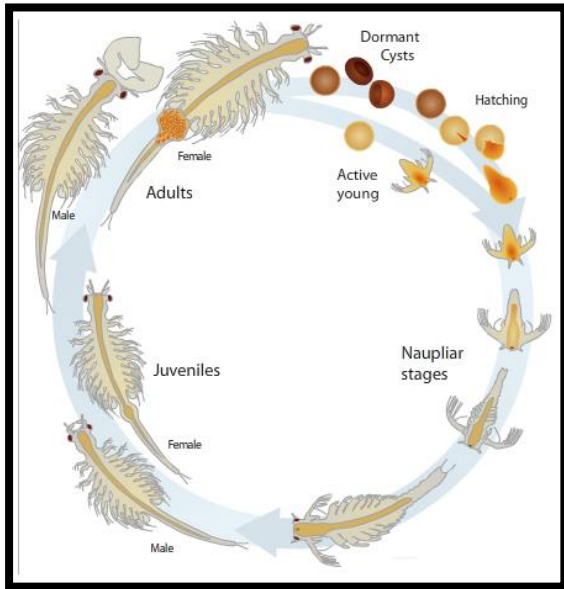
Selon les conditions environnementales, sont produits deux types d'oeufs. Dans les conditions optimales de disponibilité d'aliment, salinité et oxygène, et selon l'espèce, l'éclosion des oeufs se fait dans l'utérus et son libérés sous formes de nauplius, aussi connues sous le nom.

« d'oeufs d'été » (reproduction ovovivipare) (fig 06). Et en face des conditions adverses (salinité élevée, ou niveaux faibles d'oxygène), ils sont produits des formes d'oeufs de résistances connues sous le nom de cystes, ou aussi appelés « des oeufs d'hiver » (Curtos E. D., 2006).

Dans la nature et sous des conditions défavorable du milieu, l'Artémia produit des cystes qui flottent à la surface de l'eau, et sous l'action des vents et des vagues, ils accumulent sur les rivages, ces cystes sont métaboliquement inactive autant qu'ils sont secs. Reprise du métabolisme du cyste et son éclosion : Après environ 15 à 20 heures d'hydratation, la coquille se déchire et l'embryon apparaît partiellement car il reste toujours entouré par la cuticule embryonnaire (Dhont, 2003). Un oeil bien visible sous forme de point noir caractérise cette phase.

Quelques heures après, la larve " pré-nauplius" se libère complètement de la cuticule membranaire, permettant ainsi de percevoir les mouvements des premiers appendices.

Enfin (juste après quelques minutes) l'embryon se détache totalement de la membrane, et la première larve « nauplius » commence à nager instantanément (**Dhont et Van Stappen, 2003**) (Fig.06).



**Figure 06:** Cycle biologique de l'Artemia. (**Sorgeloos, 1986**).

### **I -1-9- Méthode de ponte**

L'augmentation optimale de la température pour le frai se situe entre 25 et 30 degrés Celsius, même si la température augmente pendant les températures élevées, car le taux d'augmentation de la température diminue, car la température augmente de 40 degrés Celsius, tandis que le taux d'augmentation est de 31 degré Celsius.

Quant à la salinité, les œufs d'Artemia peuvent éclore à des degrés de salinité variables allant de 5 à 35 g/litre selon leur espèce, mais la salinité optimale pour la plupart des espèces varie de 15 à 20 g/litre.

La densité des œufs dans le récipient d'éclosion doit être proportionnelle aux besoins en oxygène dissous, car l'embryon consomme de grandes quantités d'oxygène. Par conséquent, l'augmentation du nombre d'embryons ou d'œufs dans le récipient peut entraîner la suffocation et la mort des embryons. Il a été constaté que les meilleures densités d'œufs d'artémias dans les éclosiers se situaient entre 2 et 3 g/l.

La lumière est l'un des facteurs importants pour le développement complet de l'embryon au début de la ponte, et pour atteindre les taux de ponte les plus élevés, la densité optique est fixée à 2000 lux.

Les embryons (**larves de Neoples**) sont récoltés après environ 24 heures, et cela peut s'étendre jusqu'à 48 heures selon la source de l'artémia.

Si le but est d'obtenir la plus grande quantité d'œufs à couvrir sans tenir compte du contenu de l'émetteur d'énergie ou de la petite taille des larves, le processus de collecte des larves se fait dans un délai d'au moins 36 heures.

Dans le cas où les larves sont nécessaires et ont la plus grande quantité d'énergie, la récolte est effectuée dans les 24 heures, avant que les larves ne se développent du premier au deuxième stade et éventuellement au troisième stade.

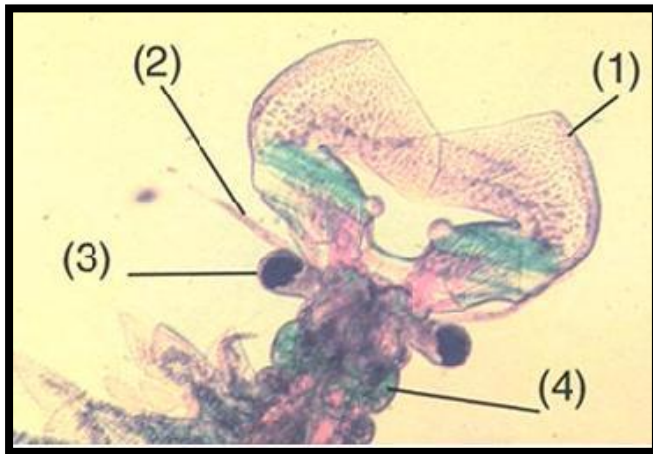


**Figure 07:** Artemia pendant la ponte,(Photo de Hans Hillewaert.2010)

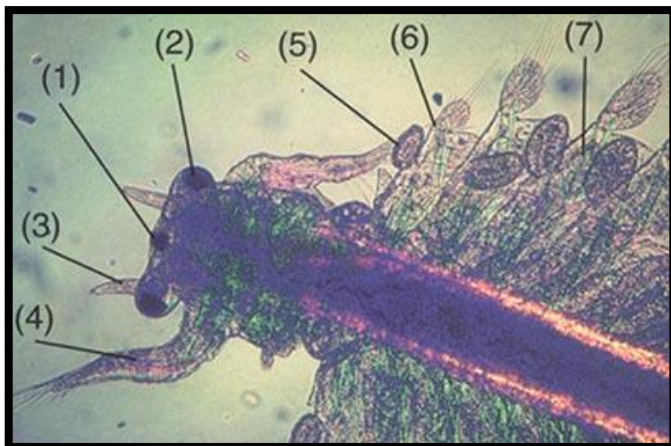
## **I -2 - Comparaison de la morphologie des artémias femelles et mâles**

**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. 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 *Artemia*. Les antennes présentent deux proportions plus ou moins différenciés : protopodite et exopodite. Chez les femelles les antennes adoptent une forme foliacée simple, présentant sur les bords antérieurs du protopodite deux taches sensorielles. Chez les mâles ces antennes sont hypertrophiées principalement au niveau de l'exopodite, prenant la forme de pinces appropriées pour maintenir la femelle par la partie antérieure de l'utérus au moment de la copulation et la fertilisation (Riding position) (Figure 08 et 09), (Par M. GHOMARI, 2013).



**Figure 08:** La tête d'un mâle d'*Artemia* adulte. (1) antenne ; (2) antennule ; (3) L'œil complexe ; (4) mandibule., (LAVENS et al. 1996)

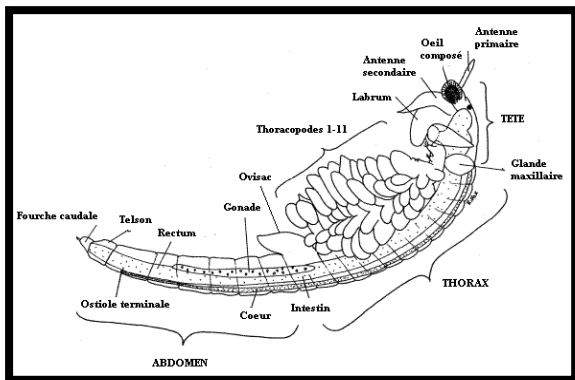


**Figure 09 :** La tête d'une femelle d'*Artemia* adulte. (1) œil nauplien ; (2) œil complexe ; (3) antennule ; (4) antenne ; (5) exopodite ; (6) telopodite ; (7) endopodite., (LAVENS et al. 1996).

Sur les trois segments restants s'insèrent les pièces buccales, une paire de mandibules, couvertes par un labrum ou lèvre supérieure et deux paires de maxilles. Entre le labrum et les pièces buccales se trouve la zone de l'ouverture buccale qui aboutit à l'œsophage recevant les particules alimentaires qui sont expédiés le long du canal ventral.

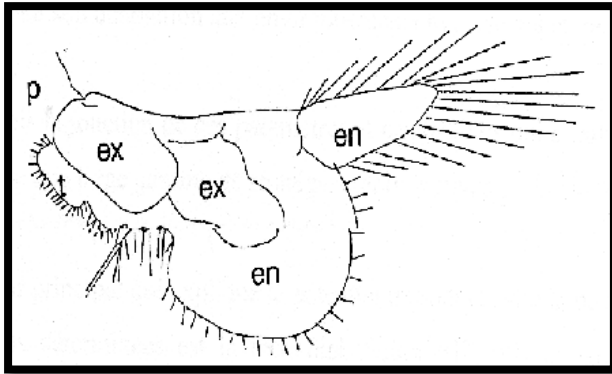
**Le thorax** : il est forme de 11 segments bien délimités, dotés chacun d'une paire d'appendices foliacés, les phyllopoies ou thoracopodes. Ce sont des structures morphologiques identiques mais de dimensions variables grandes au niveau de la partie centrale et réduites au niveau des extrêmes (Fig 10).

Ces thoracopodes ont un rôle dans la natation, la respiration et la filtration des particules alimentaires (Fig. 11). Ils sont dotés d'un mouvement constant battant à un rythme régulier métachronique avec une fréquence de 150 à 200 coups par minute, (**LOCHHEAD, 1914 in HONTORIA 1990**), présentant deux types de formation les exopodites et les endopodites. Les exopodites sont des sacs formés par un tégument fin agissant en mode de branchies, les endopodites en nombre de cinq de forme foliacée pourvus de longues et fines cils ayant un rôle natatoire. L'endopodite le plus proche de l'insertion du thoracopode s'appelle le télépodite chargé de filtrer les particules alimentaires du milieu et les transférer vers le canal ventral qui s'étend le long du corps, (**Par M. GHOMARI, 2013**).



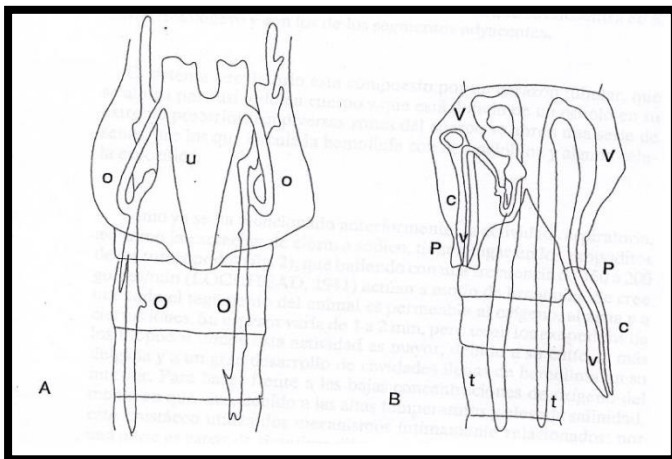
**Figure 10.** Femelle adulte vue latérale.

**Abdomen** : Il est forme de 08 segments apodes. Les plus proches du thorax sont les segments génitaux, les autres proprement abdominaux et se terminent par le telson pourvu d'une fourche caudale. L'insertion entre thorax et abdomen est très claire chez l'espèce sexuée.



**Figure 11:** Thoracopode vue dorsale (HONTORIA, 1990) ; ex, exopodite ; en, endopodite ; t, télépodite ; p,protopodite.

de la zone Eurasienne et Méditerranéenne, précisément entre l'insertion du 11<sup>ème</sup> thoracopode et le bord antérieur de l'utérus se présente une ceinture bien marquée principalement chez les femelles. Les segments génitaux sont plus volumineux que les autres thoraciques et abdominaux, hypertrophiés au niveau ventral donnant lieu à l'appareil génital : sac ovigère ou utérus chez la femelle et la vésicule séminale et pénis chez le mâle. Les gonades, ovaires et testicules en paires se présentent en forme de cordons fins, atteignant le 5 et 6<sup>ème</sup> segment abdominal en sens parallèles (Fig. 12), (Par M.GHOMARI, 2013).



**Figure 12. A.** Appareil reproducteur de la femelle, vue ventrale, (HONTORIA, 1990):

O, ovaires; o, oviductes; u, uterus.

**B.** appareil reproducteur du mâle, vue ventrale, (HONTORIA, 1990) : c, cirre ; P, pénis ; t, testicules ; V, vésicules séminales ; v, vaisseaux efférents.

Chez les femelles de chaque ovaire sort un oviducte qui conduit les ovocytes à un utérus moyen unique. Dans l'utérus les œufs commencent leur division après la fécondation et terminent leur développement comme embryon jusqu'à la formation du nauplius ovovivipare où au moment de la phase embryonnaire gastrula, se couvre d'une coquille protectrice (chorion) et sera émis au milieu sous forme d'œuf cystique ou de durée. La substance qui

forme le chorion provient de la glande coquillière, composée de quatre formations granulaires visibles dans l'utérus. Elle a une couleur marron rougeâtre foncée spécialement lorsque la femelle prévoit de produire l'œuf de durée.

Chez le mâle les produits séminaux provenant des testicules parcourent les vésicules séminales en forme de U de chaque côté et sortent à l'extérieur par les vaisseaux efférents. Le pénis possède une capacité rétractile. En absence d'activité sexuelle se rencontre au repos en forme rétracté, mais peut augmenter doublement sa longueur habituelle pour projeter le liquide séminal dans l'utérus de la femelle au moment de la fécondation.

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

La fourche caudale est la structure anatomique la plus variable chez *Artemia*, son aspect peut changer notablement d'une race à l'autre ou parfois pour la même race en fonction des conditions du milieu particulièrement la salinité. A de fortes salinités, la fourche peut disparaître ou ne présente pas de soies, par contre dans des salinités voisines à l'eau de mer, la fourche est bien développée avec jusqu'à plus de 20 soies par lobe.

En conditions normales, on peut observer différentes formes de la fourche pour les différentes espèces ou variétés. Ce caractère morphologique très variable a fait l'objet de beaucoup de divergences entre les premiers auteurs qui ont travaillé sur la morphologie de l'*Artemia*. Cependant il s'avère judicieux de ne pas accorder beaucoup d'importance taxonomique à la morphologie de la fourche caudale, mais dans certains cas il reste comme caractère d'orientation, (**Par M. GHOMARI , 2013**).

### I-3 - Ecologie de l'artémia

#### I-3 -1-Composition ionique et salinité

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

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

Ces milieux sont caractérisés par un climat tropical, sub-tropical et tempéré.

La majorité des biotopes colonisés par l'artémia sont constitués de saumures peu profonds (salines), mais parfois présentant une certaine profondeur avec une stratification physico-chimique et biologique importante (lacs salés comme de Grand Lac salé Utah U.S.A).

L'artémia est une espèce euryhaline grâce à sa capacité de tolérer des valeurs très élevées de salinité. En effet, cette espèce a développé un système de défense écologique qui lui permet de supporter des compositions ioniques et des salinités létales pour la majorité des autres espèces aquatiques. Ce système d'osmorégulation exceptionnel a fait d'elle la meilleure espèce des métazoaires aquatiques en terme de résistance à la salinité (**COLE et BROWN, 1967**) puisqu'elle peut vivre dans des eaux de salinités comprises entre 9 g<sup>l</sup><sup>-1</sup> (**BRISSET, 1981**) et 340 g<sup>l</sup><sup>-1</sup> (**POST et YOUSSEF, 1977**). La salinité a un impact très important sur la production des cystes du fait que la femelle ne peut l'émettre qu'à partir d'un certain niveau qui est de 85 g<sup>l</sup><sup>-1</sup> pour la souche californienne de la baie de San Francisco (**SORGELOOS, 1980**).

Son hémolymph est maintenue hypotonique par rapport au milieu environnant (**CROGHAN, 1985**) grâce à l'excrétion active des sels par le biais des exopodites des thoracopodes ou périopodes. On peut rencontrer les populations de ce crustacé dans des eaux riches en chlorures, sulfates, carbonates, potasses etc., dont la composition ionique est totalement différente à ceux de l'eau de mer (**COLE et BROWNE 1967 ; BOWEN et al., 1985**).

### **I -3-2-Température**

L'artémia est une espèce eurytherme pouvant vivre dans des milieux à température comprise entre 6°C et 37°C et survivre pendant quelques jours à une température de 40°C (VOS et TRANSUTAPANIT, 1979), alors que son optimum de croissance, variable entre les souches, est compris entre 25°C et 30°C. Ces limites ne sont pas fixes et restent liés aux caractéristiques de chaque population et espèce (AMAT ,1985).

La tolérance vis-à-vis de ce paramètre varie en fonction des stades du développement : Les cystes peuvent tolérer des températures élevées.

Les larves peuvent tolérer des températures comprises entre 6°C et 40°C (SKOULTCHI et MOROWITZ, 1964 ; HINTON, 1964).

### **I -3-3-Oxygène**

L'artémia est une espèce euroxybionte car elle peut vivre dans une gamme très large d'oxygène dissous. Elle peut proliférer dans des milieux où le taux de saturation d'oxygène est de 150% (lors d'un « bloom » algal) ainsi qu'à un taux de 2% (milieux pauvres en oxygène dissous) (Par M. GHOMARI , 2013).

### **I -3-4- Potentiel hydrogène**

L'artémia n'est rencontrée qu'en milieu neutre (pH= 7) ou alcalin (pH> 7). En effet, les informations relatives à l'influence du pH sur la croissance des juvéniles et sur le maintien des adultes sont rares ; en revanche, ce paramètre joue un rôle capital lors de l'éclosion (SATO, 1967) et à des valeurs inférieures à 6 devient létal pour l'Artémia (BRISSET, 1984).

### **I -3-5- Dispersion**

Les principaux facteurs qui sont à l'origine de la dispersion des cystes sont le vent et les oiseaux (LOFFER, 1964 ; MAC DONALD, 1980). Cependant, de nos jours, l'homme joue également un rôle important dans la dispersion de cette espèce par l'inoculation.

### **I -3-6- Compétition, prédation et parasitisme**

Cette espèce n'a pas de compétiteurs, du moins dans les milieux hypersalés, mais à des salinités inférieures à 70 g/kg, quelques groupes d'invertébrés peuvent entrer en compétition avec elle comme les rotifères, les ciliés et plus rarement divers crustacés (anostracés et copépodes).

Les prédateurs de cette espèce sont nombreux et le sont d'autant plus lorsque la salinité est proche de celle de l'eau de mer, car tous les zooplanctophages trouvent dans l'artémia un aliment facile à capturer à cause de la lenteur de sa nage en pleine eau en position renversée (ALOUÏ, 2003).

L'artémia est sujette à des maladies dues à des parasites mais peu de littérature existe sur ce point (SORGÉLOOS, 1980).

### **I -3-7- Régime alimentaire**

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

\_ Chez les nauplii, elle est assurée par la deuxième paire d'antennes.

\_ Chez l'adulte, elle est assurée par les thoracopodes (11 paires d'appendices thoraciques remplacés au fil des mues) (TOBIAS *et al.*, 1980).

L'artémia capte, par battements rythmiques et coordonnés, toutes particules inertes ou vivantes en suspension grâce aux soies garnissant les thoracopodes (VOLMER, 1952). L'Artémia peut absorber des particules de quelques micromètres (comme les bactéries) jusqu'à des tailles de 25 microns (SEKI, 1966 ; TAKANO, 1967) ; mais d'une façon générale, elle est capable d'ingérer toute particule dont la taille est inférieure à 60 microns (REEVE, 1963).

Des études faites au « *Laboratoire d'aquaculture et centre de référence d'artémie* » (ARC) ont permis de déterminer la taille optimale des particules alimentaires (phytoplancton, bactéries et détritiques) qui est de 25 à 30 microns pour le nauplius et 40 à 50 microns pour l'adulte (DOBELLEIR *et al.*, 1980).

Lorsque le phytoplancton devient rare, L'artémia se positionne sur les fonds vaseux et agite les microparticules organiques sédimentées afin de les mettre en suspension pour les filtrer

et les ingurgiter. Si le milieu est pauvre en nourriture, la croissance de l'artémia sera lente et une forte mortalité sera observée (**KELLOG, 1906**).

La composition des aliments ne présente pas une préférence particulière chez l'artémia, d'où l'intérêt économique indéniable pour son élevage. Cette absence de sélectivité augmente considérablement l'éventail des aliments

nécessaires au développement de l'artémia. Donc, quel que soit la matière choisie, vivante ou inerte, elle doit présenter deux caractéristiques primordiales pour être ingérée par l'artémia : l'insolubilité et la petitesse de la taille (<50 microns).

### **I -3-8-Test de toxicité**

L'artémia est utilisée comme modèle vivant dans les expériences toxicologiques, bien que l'on sache qu'il s'agit d'un organisme fort et sain, mais il est très sensible aux toxicités, c'est donc une espèce limitante.

L'artémia est utilisée dans la recherche sur la pollution et, dans certaines circonstances, il est acceptable de l'utiliser comme méthode alternative pour tester la toxicité de certaines substances en laboratoire.

# **CHAPITRE II**

## **Artémia dans le monde**

## II- 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 considéré 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 Chott, Sebka ou saline qui sont repartis sur toutes les zones climatique tropicales, subtropicales et tempérées (Fig.13), (**Madi Farida, Mahloul Khadidja,2017**)



**Figure 13:** Répartition géographique de l'artémia dans le monde (**LAVENS et SORGeloos 2000**)

- Les différents pays du monde dans lesquels se trouve cette ressource naturelle sont résumés dans le tableau 01.

**Tableau 01 : Pays hôte d'Artémia dans le monde (Sorgeloos et al. 1986)**

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

## **II -1- Production d'artémias dans le monde**

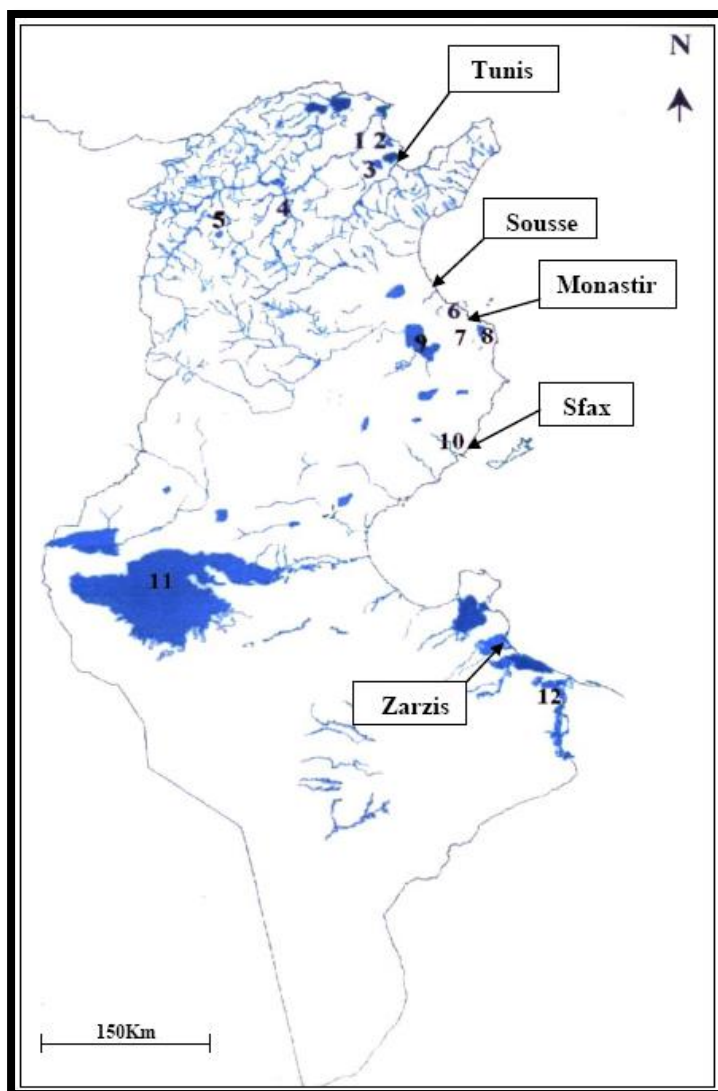
Environ 80% de la production mondiale de crevettes de saumure est produite aux États-Unis, où elle est récoltée dans le Grand lac saumâtre (SALT LAKE). L'importance de l'artémia par rapport à la production de larves de poisson découle du fait que l'artémia est considérée comme un aliment indispensable pour l'incubation des larves de poisson, en raison de sa petite taille (400-450 microns). Son contenu nutritionnel en raison de contenir un pourcentage élevé de protéines animales riches en acides aminés originaux, pas moins de 55%, en plus de quantités élevées et variées d'acides gras saturés avec les deux parties chaînes carbonées courtes et longues.

La qualité du type d'artémia est déterminée par plusieurs facteurs, dont les plus importants sont la taille et l'éclosion, en plus des œufs, en particulier les types de graisses des chaînes carbonées insaturées.

## II-2- En Tunisie

La présence de l'Artémia a été notée pour la première fois en Tunisie dans le Chott d'Ariana par **Seurat (1921)**, ensuite dans les anciens ports de Carthage par **(Held ,1926)** et dans la sebkha de Sidi-El-Hani par **(Gauthier,1928)**. Des études effectuées par **(Ben Abdelkader,1985)** ; **(Turki ,1986 et 1988)** ; **(Khemakhem ,1988)** ; **(Aloui ,1992, 1995, 1998 et 2003)** et

**Ghlala (2002)** ont montré que l'Artémia est présente dans de nombreux sites tunisiens (salines, sebkhas, chotts, etc...). Parmi ces sites, la saline de Sfax constitue un site potentiel pour la production de l'Artémia. La figure 4 illustre la répartition de l'Artémia en Tunisie, **(Trigui,2021)**



**Figure 14** : Répartition géographique de l'Artémia en Tunisie **(d'après Aloui, 1998)**

1 : Chott Ariana ; 2 : Saline de Mégrine ; 3 : Sebkha Sijoumi ; 4 : Sebkha Korsia ; 5 : Saline de Sers ; 6 : Saline de Sahline ; 7 : Sebkha El Moknine ; 8 : Saline de Bkalta ; 9 : Sebkha Sidi El Hani ; 10 : Saline de Sfax ; 11 : Chott Djérid ; 12 : Sebkhet Edhibet.

## **II-3- Type d'Artémia**

### **II -3-1- Artémia franciscana**

Est la préférée parmi toutes les espèces en aquarium, en aquariophile et en aquaculture de poissons ornementaux. C'est même la seule souche qui sont exploitable en remplacement d'autres nourritures planctonique en élevage de poissons marins comme le poisson - clown. La caractéristique première d'*Artémia franciscana* est sa taille, tant sa longueur que son envergure générale: elle est d'environ 20% plus petit que d'autre espèce particulièrement bien connue (**HFATH,1924**).

### **II-3-2- Artémia salina**

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

### **II-3-3- Classification systématique**

Jusqu'à assez très peu de temps, on dénommé à toutes les populations d'*Artemia* du monde comme *Artémia salina*. Actuellement, il a été démontré l'existence de plusieurs espèces dans le genre *Artémia*, qui regroupe des souches diploïdes, avec des individus de sexes séparés, et des souches haploïdes parthénogénétiques (asexuées). Les souches bisexuées existent préférentiellement dans les latitudes tempérées (entre 25 et 40°C), alors que les souches asexuées (composées exclusivement par des femelles) sont rencontrées seulement en Asie et en Europe, préférentiellement dans les basses et hautes latitudes (des températures < à 25°C et > à 40°C dans les 2 hémisphères). La classification systématique de l'*Artémia* jusqu'au niveau du genre est donnée par (**FLÖSSNER, 1972**).

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

- *Artemia salina* (**Linnaeus1758**) à **Lymington, Angleterre (actuellemente extincta)**.
- *Artemia tunisiana* **Europa et le Nord Africain**.
- *Artemia franciscana* **Franciscana Kellogg 1906 en Amérique (Nord, Centre et Sud)**.

- *Artémia persimilis* **Piccinelli et prosdocimi 1968 en Argentine.**
- *Artémia urmiana* **Iran.**
- *Artémia franciscana monica.* **Verril 1869.**
- *Artémia urmiana.* **Gunther 1900.**
- *Artémia sinica.* **Yaneng 1989.**
- *Artémia* parthénogénétique. **Barigozzi 1974.**

Plusieurs populations parthénogénétiques sont connues en Europe et en Asie. En raison des importantes différences entre ces populations (par exemple le nombre de chromosomes) il est difficile de justifier leur articulation dans la classification taxonomique comme une septième espèce sœur la « *Artémia* parthénogénétique ».

#### **II-4- Méthodologie pour distinguer les différents types d'*Artémia* dans le monde**

Rappels bibliographiques sur la morphométrie de l'*Artémia* Les premières études de classification systématique des espèces du genre *Artémia* furent basées sur la morphologie des individus des différentes populations. Ces études furent réalisées sur des individus de populations naturelles sujettes directement aux grandes fluctuations environnementales. Les observations ainsi obtenues, ont conduit à de grandes erreurs taxonomiques et systématiques. Cependant plusieurs formes et espèces ont été décrites, il s'est avéré par la suite, qu'ils étaient dues à l'influence de la salinité (**GILCHRIST, 1960; BARIGOZZI, 1974; AMAT, 1979, 1980c**).

Postérieurement, il a été démontré la possibilité d'identifier une population à travers une série de mesures du corps et d'appendices des individus issus de cette population et élevée en conditions standards de laboratoire. Les paramètres morphométriques considérés dans ces méthodes sont la longueur de l'abdomen, la longueur de la fourche caudale ainsi que le nombre et l'insertion des soies par rapport à la taille et le sexe.

AMAT (1979, 1980b) réalise 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.

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. Les femelles des formes sexuées et parthénogénétiques diploïdes dépassent rarement la taille de 13 mm alors que les femelles des souches parthénogénétiques tétraploïdes atteignent de grandes tailles et peuvent dépasser les 18 mm de longueur.

Les individus de la souche sexuée diploïde américaine originaire de San Francisco Bay (Californie) dépassent en taille ceux de la souche sexuée diploïde autochtone et présentent un aspect plus robuste.

Parmi les caractères étudiés pour la différenciation morphologique de ces diverses espèces d'*Artémia* on définit : la morphologie de l'utérus chez la femelle, la morphologie de la fourche caudale le nombre et la forme d'insertion des soies et la morphologie de la tête ainsi que les organes implantés dessus. La variabilité de ces caractères est présente dans les figures 12, 13 et 14.

La forme de l'utérus fût le caractère de différenciation le plus stable chez les différentes espèces. Elle est bien visible chez les femelles adultes sexuellement actives ou au 29 moment où les oocytes sont en plein développement avant la première ponte, ou bien quand l'utérus est plein de cystes ou de nauplii au moment de la naissance.

## **II-5- Effet de la température, de la salinité, de l'éclairage et du déjeuner sur les artémias**

### **II-5-1- Effet de la température et de la salinité**

Le degré de salinité et de température est l'un des paramètres physiques les plus importants affectant les organismes dans les environnements naturels (**Browne et Wanigasekera 2000**), et il existe toujours une relation complexe entre ces deux facteurs (**Williams et Geddes 1991**).

De nombreuses études ont montré l'effet de la température sur le taux de survie, la longévité de l'organisme, les caractéristiques de reproduction et les mesures morphométriques dans les communautés d'artémias (**Wear et Haslett 1987**), ainsi que l'effet du facteur de salinité (**Medina et al. 2007**) et d'autres des études qui ont montré l'effet de la température sur la distribution des artémias (**Abatzopoulos et al 2003**) ou l'effet du degré de salinité sur la distribution des crevettes de saumure (**Kaiser et al 2006**). En conséquence, l'étude de chacun de ces facteurs séparément peut montrer l'étendue de la tolérance physiologique des espèces dans la société et donner une idée de la compétition entre les espèces (**Barata et al 1996b**), mais

Étant donné que l'effet combiné des facteurs environnementaux auxquels les organismes sont exposés est généralement plus proche de la réalité dans la nature environnement des fermes de culture.

il serait donc préférable d'étudier plusieurs facteurs ensemble pour répondre à de nombreuses questions, souvent complexes (**Browne et Wanigasekera 2000**). Ainsi, de nombreux scientifiques ont étudié l'effet combiné de la température et de la salinité sur la vie des artémias, période de reproduction, taux d'éclosion et taux de survie, production et autres facteurs affectant l'organisme dans ses aspects sexuel (croissance des larves) et primordial (croissance des œufs) (**Baxevanis et al. 2004**) et ces études ont permis de comprendre bon nombre des théories liées à cet égard (**Barata et al.**).

L'artémia est considérée comme une espèce qui aime la température (**Stephens et Gillespre 1972**) et elle habite les régions tropicales et subtropicales où la température varie considérablement (**Sorgeloos 1980**) et a

différents niveaux de tolérance à la température et à la salinité (**John et al. 2004**) et que la différence de tolérance est due à des raisons génétiques qui caractérisent chaque souche (**Baxevanis et Abatzopoulos 2004**), et de nombreuses études ont montré que les conditions appropriées de température et de salinité diffèrent d'une souche d'Artemia à une autre (**El-Bermawi ou al 2004**) et parmi les nombreux types d'Artemia fanciscana a la plus grande capacité de production au cours de sa durée de vie, et al. Il a également une grande flexibilité pour résister aux changements de température et de salinité et est considéré comme le meilleur parmi toutes les autres souches d'Artémia (**Bowen 1991**) et il peut gagner et rivaliser même avec d'autres endémiques espèces d'Artémia lorsqu'elles sont incubées dans toute autre zone écologique (**Amat et al 2005**), et c'est en raison de sa grande adaptation (**Browne et al 1988**) et cette espèce est considérée comme l'une des espèces les plus efficaces et les plus résistantes par rapport à toutes les autres espèces avec un schéma dichotomique de reproduction sexuée dû à la capacité de production de la femelle et à la durée de vie et de reproduction, (**Par M. Aljabor, 2014**).

Il existe de nombreuses études menées dans la région méditerranéenne pour étudier les crevettes de saumure, en particulier en Europe (**Tnantaphyllidis et al. 1993**), mais peu d'études ont été menées dans la région sud du bassin méditerranéen, comme l'Algérie (**Amarouyache et al. 2012**) et la Tunisie (**Ben Naceur et al 2010ab**) et le Maroc (**Sadkaou, 2000**) et la Libye (**El-Magsodi et al 2005**) en plus des quelques études dans le bassin oriental de la Méditerranée

comme l'Egypte (**2004 2003 El Bermawi**) et la Turquie ( **Basbug et Demirkalp 1997**), dont la plupart sont des espèces de confiance avec un mode de reproduction primordial, et nous essaierons de faire la première Une étude scientifique et pratique dans la région de la Syrie et du Liban pour étudier l'effet de la température et de la salinité sur le taux de survie , les caractéristiques de reproduction et la durée de vie de la tasse.

### **II-5-2- Effet d'éclairage**

La lumière est considérée comme l'un des facteurs abiotiques affectant de nombreux organismes tels que les insectes et les crustacés (**1972 Shlova et Zelentsov**) Elle affecte directement ou indirectement le mouvement, la nourriture, la reproduction, la mue et l'éclosion (**Asil et al 2012**). plantes et la

reproduction dans les œufs a été étudiée lorsque les gastéropodes par de nombreux scientifiques (1966) Stross et (1970) Shan et (1977) Takahash et (1970) Hempel Zaitkowska qui ont montré l'effet positif de la lumière et la période d'exposition à celle-ci, et les tasses qui ont été affectés par la lumière sont le genre Chydorus de Shan et Frey 1968 (Cladoceram) Ainsi que le sexe de Stross et Hill, 1965 (Daphma) et les artémias ( **Ali et al, 2011**) et cet effet varie en fonction de l'intensité lumineuse et la période de temps à laquelle ces organismes ont été exposés ou affectés par la composition du spectre lumineux et l'angle auquel la lumière se diffuse, il était donc nécessaire d'étudier cet effet sur les artémias. En étudiant le pourcentage et l'efficacité de l'éclosion, comme ainsi que l'étude de l'effet de la lumière sur le taux de survie et de croissance à différentes périodes. L'étude de l'effet de la lumière sur les processus d'éclosion des artémias a été étudiée et décrite pour la première fois par Sorgeloos (1973), qui a remarqué une augmentation du taux d'éclosion qui atteignait 50 % lorsque les œufs étaient exposés à la lumière sur le type d'artémias franciscana de la côte du golfe de San Francisco, ainsi qu'une augmentation des taux d'éclosion entre les œufs exposés à la lumière et ceux éclos dans l'obscurité, ( **Par M. Aljabor,2014**).

De nombreuses études ont été menées pour connaître l'effet de l'intensité lumineuse sur le taux de respiration chez les crevettes de saumure, y compris l'étude de (**Rayam ,1976**) et (**Asil et al ,2012**).Il existe d'autres études qui se sont concentrées sur le comportement des crevettes de saumure. (**Ali et al 2011**) , ainsi que Hin (**1975, Sargeloos**) et al. L'effet du temps d'éclairage sur les crevettes de saumure en incubant des œufs du Grand Lac Salé à une température de 225 m et un degré de salinité de 35% avec des pertes différentes répartis comme suit : La photopériode n'a rien à voir avec le mode de reproduction, tant que les deux types de

reproduction ne peuvent pas exister en même temps chez une Artemia femelle (1967, Nimura) et il y a aussi beaucoup de recherches qui ont étudié le mécanisme de reproduction et ne traitait pas de la capacité de reproduction (Segal, 1970).

### **II-5-3 - Effet des degrés de salinité sur le taux de survie d'Artemia (Egypte)**

(2004,El-Bermawi) et al ont étudié l'effet du taux de survie, de la croissance et des caractéristiques paramétriques de quatre types d'Artemia présents en Égypte, trois espèces avec un mode de reproduction primordial et un type de reproduction sexuée dicotylédone. le degré de salinité est de 35-80-120‰ par rapport aux deux degrés de salinité 150-200‰, où le sujet de supériorité était grand le dix-septième jour de l'expérience, ( Par M. Aljabor,2014).

### **II-5-4 -Effet de la température et de la salinité sur le taux de survie d'Artemia**

**(Argentine)**

(2007)Medina et al ont étudié l'effet de la température et de la salinité sur la survie, la prématurité, la reproduction et le cycle de vie de deux espèces d'Artemia en Argentine, *Afranciscana* et *persimilis*. , et ce sont deux espèces avec deux modèles de reproduction sexuée et en étudiant ces organismes dans différents environnements, vous pouvez comprendre leur réponse à différentes conditions environnementales ainsi que mieux comprendre leur répartition géographique.L'étude a été réalisée à différents degrés de salinité (30- 60-90- 120) et à différentes températures (12-21- Les résultats ont montré que l'espèce *franciscana* donne de la fertilité et un taux de survie élevé à des températures de 21-28 0 C à tous les degrés de salinité, mais sa période de pré-maturation est plus courte que l'*Artemia paratrogène* sauf à 15 C. Elle s'en distingue car elle peut exister dans des paramètres biologiques différents du fait de sa flexibilité par rapport au type *Artemia parthenogenme*.

## II-5-5 -Effet de la température et de la salinité sur le taux de survie d'*Artemia* (Mexique)

L'effet du degré de salinité sur le taux de survie de l'espèce franciscana trouvée au Mexique, où différentes températures de salinité ont été utilisées (40-60-80-100-120 ‰) et une température de 25 °C, en utilisant un éclairage continu avec ventilation et en utilisant un moyen de ruche de riz et *Tetraselmis* pendant une période de jours 21. Le meilleur taux de survie et de croissance était dans les deux degrés de salinité 100-120‰ avec un taux de perte allant jusqu'à 100% dans le degré de salinité 40 ‰ et cette expérience a montré que le taux de survie augmente avec l'augmentation du degré de salinité et ce pourcentage augmente avec un degré de salinité inférieur à 60‰ et supérieur à 200‰ Le taux de croissance est étroitement lié au degré de salinité, ( Par M. Aljabor,2014).

## II-5- 6 -Des conditions idéales pour les espèces d'*Artemia* dans le monde

**Abréviations:** Temp: température; Sal: salinité; I.lum: intensité lumineuse; Alim: aliment.

**Tableau 02 :** Tableau récapitulatif illustrant les différentes conditions optimales pour élever les espèces de l'Artémia, TRIGUI KHALIL ,2021,Dissertation Recherches sur l'éco-biologie de l'Artémia (*Artemia salina*).

Espèces	Valeurs	Auteurs
<i>Artemia salina</i> (Tunisie)	Temp: 25-27°C, Sal: 37 psu, O <sub>2</sub> :7mg/l, I.lum: 10 lux, Alim: <i>D.salina</i>	Présente étude
<i>Artemia</i> sp. (Lac de Tuz: Turquie)	Temp: 22-26°C	Yasemin et Demirklap (2002)
<i>Artemia franciscana</i>	Temp: 20-25°C	Vanhaechke et al. (1984)
<i>Artemia franciscana</i> (Vietnam et USA)	Temp: 25°C	Liyng Sui et al. (2012)
<i>Artemia</i> sp. (Egypte)	Sal: 80 psu	El Bermawi et al. (2004)
<i>Artemia parthenogenetica</i> (Egypte)	Sal: 150-200 psu	El Bermawi et al. (2004)

<b><i>Artemia parthenogenetica</i></b> <b>(Margherita di savoia: Italie)</b>	<b>Sal: 60-180 psu</b>	<b>Browne &amp; Wanigasekera (2000)</b>
<b>A.franciscana, A. parthenogenetica</b> <b>(Portugal)</b>	<b>I.lum: lumière continue</b>	<b>Pedro et al. (2013). Peu d'information disponible</b>
<b>Artemia franciscana</b> <b>(San Francisco bay: USA)</b>	<b><i>Alim: Dunaliella tertiolecta</i></b>	<b>Naegel (1999)</b>
<b>Artemia franciscana</b> <b>(San Francisco bay: USA)</b>	<b><i>Alim: Tetraselmis suecica</i></b>	<b>Fábregas et al. (1996)</b>
<b>Artemia franciscana</b> <b>(Argentine)</b>	<b><i>Alim: Chaetoceros muelleri</i></b>	<b>Vilchis &amp; Voltolina, (2003)</b>

# **CHAPITRE III**

## **Artémia en Algérie**

### III- Artémia en Algérie

L'artémia, présente dans un certain nombre de Sebkhha et de marais en Algérie, est une richesse à valoriser, et ce type de crustacé, très demandé dans le domaine de l'aquaculture, compte tenu de son utilisation, notamment comme nourriture pour les poissons, ouvrirait de nouvelles opportunités d'investissements avec de larges perspectives en Algérie qui est riche en sites. Des études scientifiques menées ces dernières années sur ce type de crustacé ont abouti à l'identification de plusieurs zones humides dans lesquelles vit Artémia. (**Tableau3**).

D'après (**Haddag, 1991 et Kara 1994**, les travaux réalisés sur l'Artémia, en Algérie sont peu nombreux, l'espèce se rencontre dans les chotts et sebkhas, et à l'état actuel, aucun site en Algérie ne fait l'objet d'une exploitation. Néanmoins, Kara et Amrouayache ont recensé 11 sites potentiels de présence d'Artémia en Algérie (Tableau 03). (**kara et Amarouyache, 2012**).

**Tableau 03** : les sites potentiels d'Artémia connus en Algérie,( **Madi Farida, Mahloul Khadidja,2017**)

Région	Sup (ha)	Coordonnées géographiques	Espèce	Références
Sebkhat Oran	43.000	35°43'N	inconnue	(Sorgeloos et al. (1986), Ghomari et al. 2011)
Chott Ouargla	6.853	31°57'N 05°20PE	Inconnue	(sorgeloos et al. (1986)
Chott Marouane (El Oues)	36.000	34°03'N	A.Salina	(Sorgeloos et al. (1986) (Zemmouri, 1991), (Kara et al. 2004), (Samraoui et al. 2006), (Amaouyache et al. 2009), (Amarouyache et Kara, 2010)

<b>Sebkhat Ez Zemoul (Oum El Bouagui)</b>	<b>6.100</b>	<b>35°53'N 06°33'E</b>	<b>A.Salina</b>	<b>(Sorgeloos <i>et al.</i> (1986) (Zemmouri, 1991), (Kara 1998), (Samraoui <i>et al.</i> 2006), (Amarou ayache et Kara., 2010 /2012)</b>
<b>Arzew Saltern (Bethioua ; Oran)</b>	<b>2.900</b>	<b>35°41N- 00°17W</b>	<b>A.tunisiana</b>	<b>(Zemmouri, 1991), (Haddag 1991), (Samraoui <i>et al.</i> 2006), (ghomari <i>et al.</i> 2011).</b>
<b>Garaet El</b>	<b>33.460</b>	<b>35°42'N</b>	<b>A.Salina</b>	<b>(Kara, 1998), (Haddag, 1991)</b>
<b>Chott Melghir</b>	<b>48.000</b>	<b>34°10'N 06°17'E</b>	<b>A.Salina</b>	<b>(Gagneur and Kara, 2001), (Ghomari <i>et al.</i> 2011)</b>
<b>Sebkhat Sidi Bouziane (Relizane)</b>	<b>1.740</b>	<b>35°50'N 00°39'W</b>	<b>A.Salina</b>	<b>(Zemmouri, 1991 , Ghomari <i>et al.</i> 2011)</b>
<b>El-Bahira Lake (Setif)</b>		<b>35°50'N 05°15'E</b>	<b>Inconnue</b>	<b>(Sorgeloos et al 1986), (Derbal <i>et al.</i> 2010), Ghomari <i>et al.</i> 2011).</b>
<b>Goléa Salt Lake (Ghardaia)</b>	<b>18.947</b>	<b>30°28'N 02°55'E</b>	<b>Inconnue</b>	<b>(Ghomari <i>et al.</i> 2011)</b>
<b>Dayet Morseli (Oran)</b>	<b>150</b>	<b>35°30'N 00°46'W</b>	<b>Inconnue</b>	<b>(Sorgeloos <i>et al.</i> 1986).</b>

### **III-1- Localisations géographiques et répartition de l'Artémia en Algérie**

La position géographique de l'Algérie et sa configuration physique permet de distinguer deux zones climatiques, le nord (Tell) avec un climat méditerranéen typique et le sud (haute plaines et Sahara) avec un climat semi- aride à aride. (GAGNEUR et al. 2001).

Cette climatologie hétérogène confère à l'Algérie une importante richesse en zones humides qui abritent une grande diversité d'écosystèmes. Parmi ces zones humides il y a les milieux hypersalins. Ce sont des dépressions continentales, fréquentes dans les zones arides et semi-arides, peu profondes remplies d'eau salées et étalées sur de grandes surfaces, représentées généralement par les Chotts et Sebchas Il est considéré comme la maison d'Artémia, Ils constituent le refuge des oiseaux migrateurs et l'unique lieu de la faune et flore adaptée aux conditions extrêmes et dures. Les plus importants sont situés au niveau des hautes plaines entre l'atlas tellien et l'atlas saharien.

La différence entre ces deux types de zones humides réside dans le mode d'alimentation. Les sebchas sont sous la dépendance de l'apport des eaux de crue, alors que les chotts sont alimentés respectivement par les apports de ruissellement et aussi par les nappes artésiennes profondes (POUGET, 1971).

#### **III-1-1- Zones humides de l'ouest d'Algérie**

Le complexe des zones humides de l'ouest Algérien, englobe principalement la Sebkhia d'Oran, les Marais de la Macta, le Lac Télamine (Saline de Bethioua), Dayet Morsli, Sebkhia de Ben Freha et la Sebkhia de Sidi Bouziane (Fig15).

Le site fait partie du plan administratif de la Wilaya d'Oran, Daïra de Bethioua et communes de Bethioua, Boufatis, Aïn Biya et Benfreha et de la wilaya de Mascara et s'étendant jusqu'à la wilaya de Rélizane.

Il est caractérisé par l'étage bioclimatique semi-aride à aride, à variante chaude, avec une pluviométrie annuelle comprise entre 300 et 400 mm et des températures avec 9°C pour janvier, le mois le plus froid, et 32°C en Août, le mois le plus chaud.

Les lacs du complexe sont alimentés par les eaux de pluies et les eaux de ruissellement. Les sels tirent leur origine des eaux de pluie ou lors des ruissèlements et directement par évaporation de l'eau de mer principalement pour les Sebkhass proches de la mer (BENZIANE 1982) Seulement trois sites ont révélé la présence du crustacé Artémia (M. GHOMARI, 2013) :

- La Grande Sebkhass d'Oran (35° 33'N 00° 49'W)
- La Sebkhass de Telamine (Saline de Bethioua 35° 42'N 00° 17'W)
- La Sebkhass de Sidi Bouziane (35° 50N 00° 39'E)



**Figure 15:** Répartition géographique de la présence d'Artémia dans les zones humides de l'ouest algérien, (M. GHOMARI, 2013).

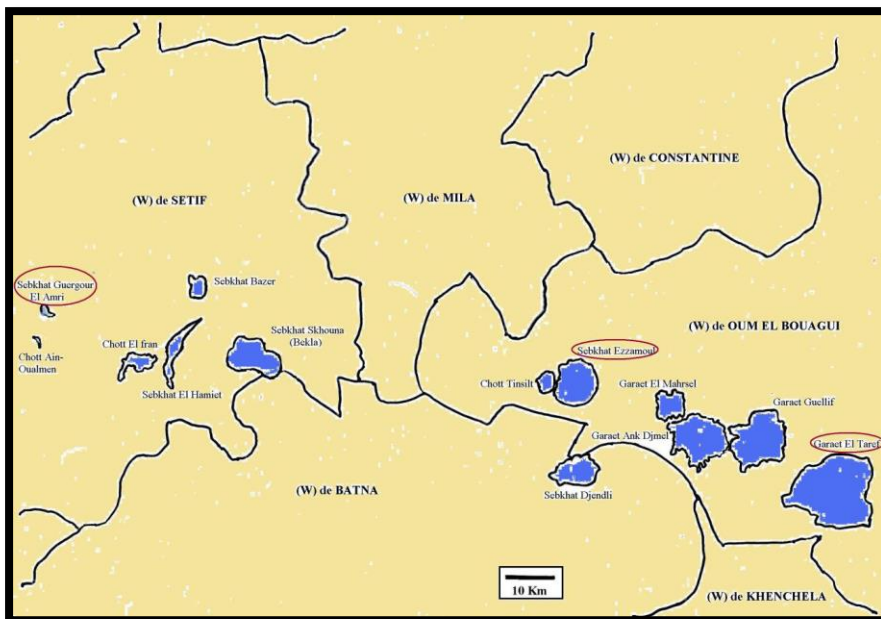
### III-1-2- Zones humides des hautes plaines de l'Est Algérien

Le complexe des zones humides des hautes plaines de l'est algérien, est composé d'une bande discontinue de plans d'eau s'étendant sur 175 km du sud de la Wilaya de Sétif passant par la Wilaya d'Oum Bouagui jusqu'à la Wilaya de Khenchela. Il est composé respectivement de l'ouest vers l'est : Sebkhass Guergour El Amri, Chott el Fran, Sebkhass El Hamiet, Sebkhass Bazer, Chott Skhouna (Bekla), Chott Tinsilt, Sebkhass Ezzemoul, Sebkhass Djendli, Garaet et Mahrsel, Garaet Ank Djemel, Garaet Guellif, et Garaet El Tarf (Fig 16 ).

Le climat de cette zone est semi-aride à aride à hiver froid, avec un à deux mois de gelée par an. Le vent dominant est du secteur Nord-Ouest. Les précipitations moyennes comptent 430 mm par an. Les lacs s'assèchent généralement en été, l'évaporation est très intense et l'eau est salée, (M. GHOMARI ,2013).

Trois sites révélant la présence de l'Artémia

- Sebkhha Ezzamoule (35° 53N 06° 30'E)
- Garaet El Taref (35° 40' 07° 00'E)
- Guergour EL Amri(36°° 00'N 05° 19'E)



**Figure 16:** Répartition géographique de la présence d'Artémia dans les zones humides des hauts plateaux de l'est algérien(M. GHOMARI ,2013).

### III-1-3- Zones humides sahariennes

#### III-1-3-1- La vallée d'Oued Ghir

Elle est située dans le nord-est du Sahara Algérien, s'étale des communes de Still et Oum Tiour au nord jusqu'à la ville de Touggourt au sud. Cette région constitue une vaste cuvette allongée et représente un type assez rare de zones humides semi-permanentes dans une région steppique. Elle se trouve à des altitudes pouvant descendre jusqu'à 30 m , au dessous du niveau de la mer et constitue par conséquent le point le plus bas du Sahara.

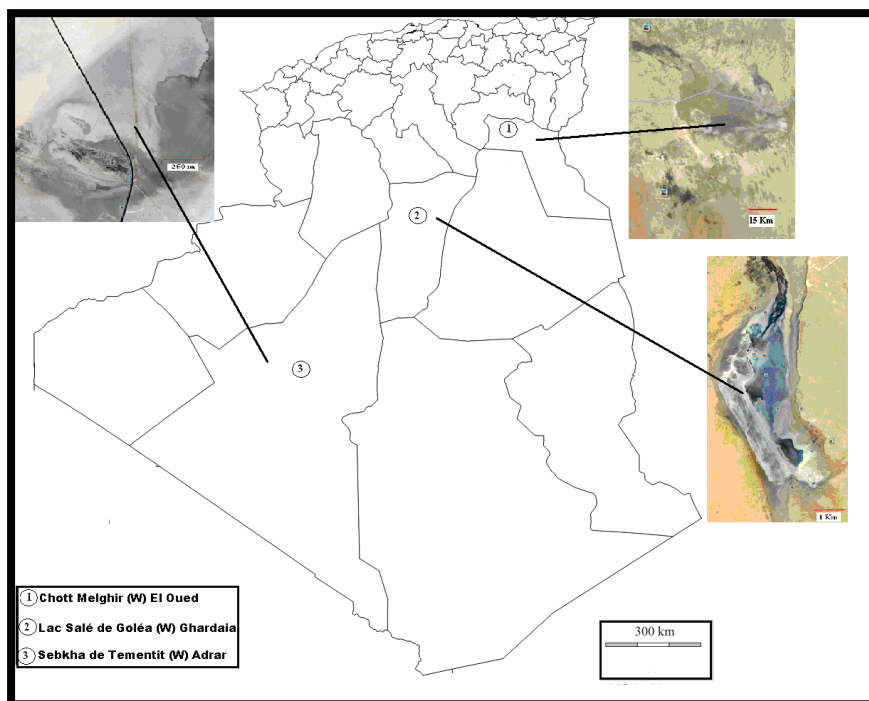
Le complexe est composé d'une chaîne continue de Chotts : Chott Mélghir (34°10 N, 06°17 E) couvre une surface de 532.426 Ha suivi de Chott Hamraia (34°05 N, 06° 13 E) d'une surface de 30 Ha, Chott Merouane (34°02 N, 5°58 E) avec une superficie de 337.700 Ha, Chott Tindla (33°39 N, 06° 02 E) étalé sur 600 Ha et en fin Chott Tighdidine (33°31 N, 06° 02 E) qui s'étend sur une surface de 200Ha. Du point de vue climatologie, ces Chotts se situent dans l'étage bioclimatique semi-aride à aride. La pluviométrie annuelle moyenne est faible, environ 140 mm par an. Ils sont alimentés par les apports de ruissèlement à partir des principaux Oueds environnants, et par les nappes artésiennes profondes arrivant en surface par des sources. Chott Mélghir de la Wilaya d'El Oued (Fig 17), a été retenu comme zone d'étude en raison de la disponibilité de la ressource naturelle Artemia, (M. GHOMARI ,2013).

### **III-1-3-2- Lac salé d'El Goléa**

Le lac salé d'El Goléa (02°55'19N 30°29'04'W), se situe à une altitude de 368 m de la mer. Il se trouve à environ 12 Km d'El Goléa et à 280 km au sud ouest de la ville de Ghardaia, chef lieu de wilaya (Fig. 17).

C'est une dépression endoréique constituée de sols salés qui se compose de deux plans d'eau : un bassin supérieur à salinité modérée variant entre 0 et 4‰ avec une profondeur de 2 m, très riche du point de vue diversité biologique et se présente en étang. Le bassin inférieur considéré comme Sebkhata ou lac salé dénudé a une salinité de 35‰ en amont et 250‰ en aval avec une profondeur moyenne entre 30 et 50 cm et dont les berges sont couvertes de sel.

Les fluctuations du niveau d'eau dépendent de la pluviométrie et de la température, mais le site reste permanent. Les entrées d'eaux proviennent de la pluviométrie, de la remontée de la nappe phréatique, des excès d'eau d'irrigation, d'émergence de sources et des rejets d'eaux usées des agglomérations riveraines, (M. GHOMARI ,2013).



**Figure 17:** Répartition géographique des zones humides Sahariennes abritant le crustacé Artémia

Le climat de la région de Ghardaïa est typiquement Saharien du type aride, il se caractérise par deux saisons : une saison chaude et sèche (d'Avril à Septembre) et une autre tempérée (d'Octobre à Mars) et une grande différence de températures entre l'été et l'hiver.

La température , moyenne annuelle est de l'ordre de 25°C. Les précipitations moyennes sont très faibles varient entre 20 à 60 mm/an, par contre l'évaporation est élevée environ 2000 mm par an.

### III-1-3-3- Sebkhha d'Adrar

La sebkhha d'Adrar est l'une des formes morphologiques qui fait partie de la région de l'Oasis de Tamentit. Elle est située à une dizaine de kilomètres du chef lieu de la wilaya d'Adrar (27° 47'N 00° 16'W) (Fig. 17). Le climat de la région est du type saharien hyperaride, caractérisé par une intense évaporation. Le mois le plus froid est janvier (12°C à 16°C) et le mois le plus chaud est juillet (36°C à 39°C). La pluviométrie est de 10 mm/an. Les ressources en eau proviennent de l'aquifère.

### III-2- L'économie d'Artemia en Algérie

Du point de vue économique, les cystes d'Artémia peuvent jouer un rôle non négligeable en raison de la forte demande de cette proie vivante en aquaculture. L'Artémia est utilisé en routine dans les écloseries et son prix sur le marché dépend essentiellement de la qualité nutritionnelle des souches. En Algérie, les milieux hypersalins représentés par les sebkhas et les chotts, hébergent cette ressource mais l'importance de la biomasse naturelle exploitable et sa durabilité reste mal connue, C'est de cette manière que les chotts et les sebkhas seront, valorisés et pourront contribuer à l'essor de l'aquaculture marine par l'approvisionnement en aliment naturel..

En effet, les perspectives de développement sont prometteuses vu les niveaux de maîtrise et les investigations qui sont menées à l'échelle nationale pour connaître et domestiquer les principales espèces et de les élever dans une perspective de diversification en accord avec les besoins actuels du marché mondial des produits de l'aquaculture.

Dans ce contexte, des résultats très intéressants concernent les performances exceptionnelles de développement du bar *Dicentrarchus labex* (**Kara, 1992 ; Saadi et Amiri, 1994**) et de la daurade *Sparus aurata* (**Menasria et Kennouche, 1998**) (poisson marins dont la zootechnie de souches locales d'Artémia pourraient donc encourager les promoteurs nationaux est la mieux maîtrisée) sont obtenus sur le littoral d'Annaba, ce qui constitue un atout considérable pour le grossissement de ces espèces.

La disponibilité et l'utilisation et étrangers à l'investissement aquacole.

Aujourd'hui, on estime que plus de 85% des animaux marins en élevage sont nourris principalement d'Artémia, utilisée seule ou combinée avec d'autres aliments (**Barnabe, 1986**), et que presque 2000 tonnes de cystes sont commercialisés chaque année dans le monde à des prix qui oscillent entre 30\$ et 100\$ le kilogramme, en fonction de la qualité des souches (**Sorgeloos et Coutteau, 1994**).

En plus de son intérêt capital dans l'industrie aquacole, Artémia est directement liée à l'amélioration de la qualité et de la quantité de sel alimentaire (**Silas, 1984 ; Sorgeloos et al. 1986**). Récemment, l'emploi de ce branchiopode s'est élargi jusqu'au domaine de la médication (**Chair et al. 1991**).

### **III-3-Comparaison des crevettes de saumure trouvées dans le Lac salé de Bethioua « Oran » et Lac salé d'Utah«USA»**

#### **III-3-1- Présentation Des Deux Régions**

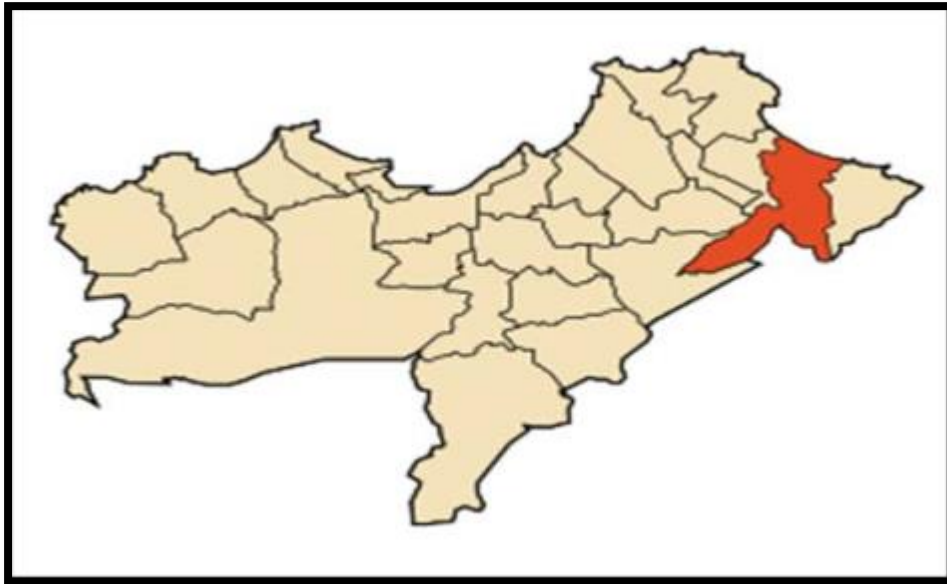
##### **III-3-1-1- Lac salé de Bethioua « Oran »**

Le salin de Bethioua (Oran), a été exploité 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'ENASE.

Ce salin est établi sur la rive sud de la dépression appelée « lac salé d'Arzew« d'une superficie de 2700 hectares (fig.18, 19). Les pluies d'hiver remplissent le lac et dissolvent la couche de sel qui en tapisse le sol Quand, vers la fin d'Avril, les eaux ont atteint la concentration voulue, elles sont envoyées par pompage sur des tables salantes (6 tables) d'une superficie d'environ 60 hectares chacune, où elles déposent leur sel. La récolte se fait à l'automne. La production annuelle de cette saline avoisine les 87000 tonnes de sel par an, et représente 65% de la production nationale. Depuis quelques années, à cause notamment de la faible pluviométrie, la production- extraction du salin de Bethioua ne dépasse plus 44500 t/an. Depuis 2002, une attention accrue fut accordée à la gestion et aux installations techniques (construction de hangars de stockage et de laboratoire, ainsi de l'acquisition de certains équipements) (Enasel, Unité de Bethioua),( **Par BEKHELIFA Et LARBI DAOUADJI ,2016**).



**Figure 18** : salines de Bethioua (Oran) ( **Par BEKHELIFA Et LARBI DAOUADJI ,2016**).



**Figure 19** : cadre de cartographie de la localisation de la commune dans la wilaya d'Oran, ( Par **BEKHELIFA Et LARBI DAOUADJI** ,2016).

### **III- 3-1-2- Présentation du site de souche importé de lac salé d'Utah de (USA)**

Le Grand Lac Salé, en anglais Great Salt Lake, est un lac du nord de l'État de l'Utah aux États-Unis (fig.20). Il s'agit du plus grand lac salé du continent américain le quatrième lac endoréique du monde et il fait partie des cinquante plus grands lacs de la planète, (**Morgan et Dale L, 1947**). Suivant les fluctuations saisonnières, la superficie normale du lac est 4 400 km<sup>2</sup> mais sa taille fluctue selon le volume des précipitations. Ainsi, en 1963, le lac ne recouvrait plus que 2 460 km<sup>2</sup> alors que sa taille était 8 547 km<sup>2</sup> en 1983. (**Peter G, 1976**).

Le lac actuel est un vestige d'un vaste lac préhistorique — le lac Bonneville— qui s'étendait sur toute la partie occidentale de l'Utah durant la Préhistoire. Bien qu'on le surnomme parfois la « Morte américaine »<sup>7</sup>, le lac attire une multitude d'oiseaux comme le phalarope de Wilson<sup>8</sup>. (**Keck, 1993**).

Le lac est une altitude de 1 280 mètres, dans la région aride du Grand Bassin, privé de toute influence océanique par les montagnes rocheuses. Sa présence adoucit les températures et a favorisé l'implantation des mormons à Salt Lake City dès 1847. (**Keck, 1993**).



**Figure 20** : Carte cartographique de lac salé d’Utah (USA)

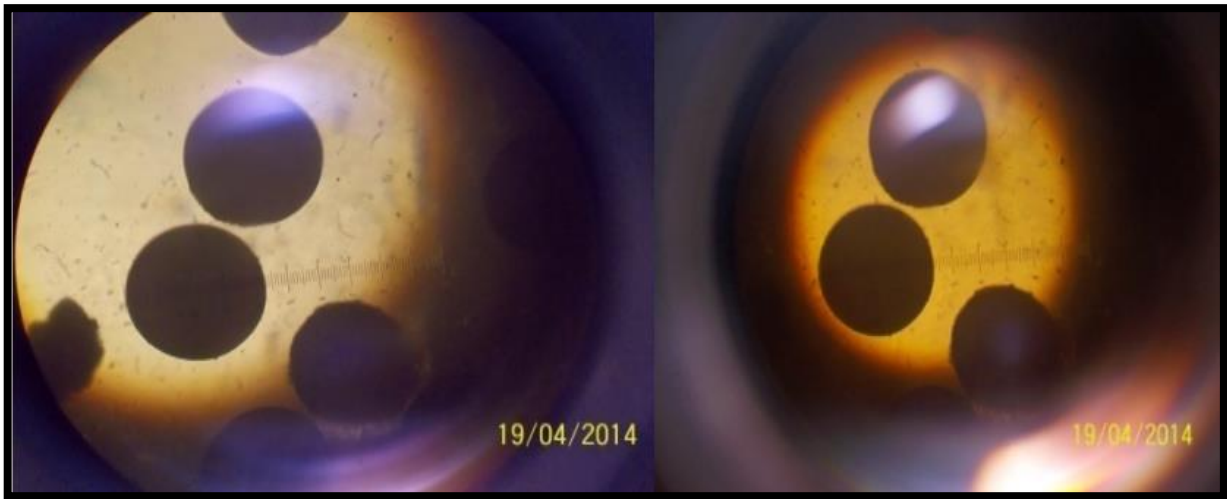
### III -3-2 Mesures biométriques des deux souches

Afin d’étudier les deux populations d’*Artémia* provenant de Bethioua (SB) et souche Utah (SH), réalisé (**BEKHELIFA Et LARBI DAOUADJI , 2016**) effectué des mesures sur les cystes secs, les cystes hydratés non décapsulés (2 heures d’hydratation) et sur les cystes hydratés décapsulés selon la méthode de (**Vanhaecket al ,1980**).

D’autres mesures ont été portées sur les nauplius fraîchement éclos, et sur des adultes mâles et femelles, conformément à la méthode (**d’Amat ,1980**).

#### III-3-2-1- Diamètre des cystes

Les cystes collectés des deux sites d’étude ont été lavés et séchés. Le diamètre du même nombre (n=100) de cystes secs, de cystes hydratés non décapsulés (CH) et de cystes hydratés décapsulés (CD) a été mesuré sous un microscope muni d’un micromètre oculaire (**Vanhaeke et Sorgeloos.1980**). La différence entre les deux diamètres moyens (CH et CD) divisée par deux, permet de déterminer l’épaisseur du chorion. (Fig. 21), (**Par BEKHELIFA Et LARBI DAOUADJI , 2016**).



**Figure 21:**Photo des cyste.de SB, (Par BEKHELIFA Et LARBI DAOUADJI, 2016).

### **III- 3-2-2- Longueur totale des nauplius**

Afin d'analyser les caractéristiques biométriques des nauplius, les cystes sont incubés dans l'eau de mer naturelle (35‰) à 25°C et une illumination de 1000 lux (fig.22, 23).



**Figure 22 :** Nauplii d'Artemia salina sous, (Par BEKHELIFA Et LARBI DAOUADJI, 2016).



**Figure 23** : Nauplii d'*Artémia franciscana* Microscopique Gr x10x4  
Microscopique Gr x10x4, (Par **BEKHELIFA Et LARBI DAOUADJI, 2016**).

### **III-3-2-3- Etude de la qualité d'éclosion des cystes**

En vue d'une utilisation optimale de l'*Artémia* en aquaculture, la connaissance de la qualité d'éclosion est très utile. Des méthodes standard ont été mises au point pour calculer les paramètres déterminant la qualité d'éclosion à savoir :

- 1/Le taux d'éclosion (**Bruggeman et al.1980**).
- 2/L'efficacité d'éclosion (**Sorgeloos et al.1978**).

Une méthode décrite par (**Van Steppen 1996**) a été appliquée lors de (Expériences du Dr Bachir Bouiadgra Abdellah Mme Terbèche Moofida,2016).

d'éclosion des cystes. Cette méthode permet de déterminer à la fois les deux paramètres cités ci-dessus, (Par **BEKHELIFA Et LARBI DAOUADJI, 2016**).

### **III-3-2-4- Taux d'éclosion**

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

- 10 échantillons de cystes (250  $\mu$ l x 10) sont prélevés à l'aide d'une micropipette.
- Le nombre exact de cystes est compté sur chaque échantillon à l'aide d'une loupe binoculaire.
- La moyenne des cystes est calculée.
- Les cystes de chaque échantillon sont ensuite placés dans une boîte de pétri contenant de l'eau de mer artificielle (35‰). (Parfois de l'eau de mer naturelle filtrée) préalablement aérée.

- Les cystes sont incubés pendant 48 heures.
- Après cette période d'incubation, les nauplius sont fixés en ajoutant quelques gouttes d'une solution d'iode.
- Sous la loupe binoculaire, le nombre des nauplius est compté.
- La moyenne des nauplius (N) est calculée.
- Le pourcentage d'éclosion est déterminé par la formule suivante :

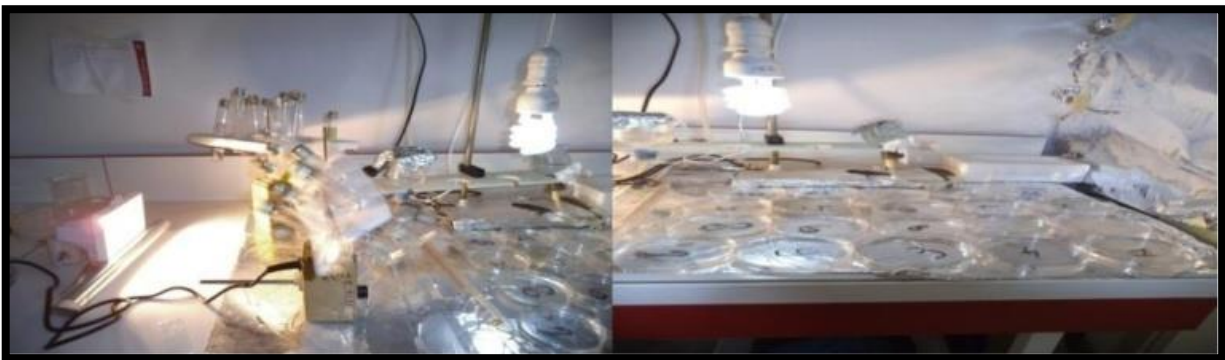
$$\text{Pourcentage d'éclosion PE} = N \times 100 / C$$

**PE** : Pourcentage D'éclosion

**N** : La Moyenne Des Nauplius

**C** : Nombre De Cyste

Ce paramètre exprime le nombre de nauplii éclos à partir de 100 cystes, mais ne donne pas une idée complète sur la qualité d'éclosion, car le degré d'impureté de l'échantillon de cystes n'est pas pris en considération, les cystes peuvent être de bonne qualité d'éclosion mais inutilisables vu la multitude de débris auxquels ils pourraient être mélangés (Fig. 24), (Par **BEKHELIFA Et LARBI DAOUADJI, 2016**).



**Figure 24:** Mode experimental du taux d'éclosion SB, (Par **BEKHELIFA Et LARBI DAOUADJI, 2016**)

### **III-3-2-5- Efficacité d'éclosion**

Les cystes sont incubés dans des récipients cylindro-coniques en verre (en trois répétitions), (Par **BEKHELIFA Et LARBI DAOUADJI, 2016**).

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

- De chaque récipient, sont prélevés 10 échantillons de cystes (250µl x 10) à l'aide d'une micropipette.

- Les cystes de chaque échantillon sont mis dans des tubes en plastique de 5 ml, et le volume d'eau est ajusté à 4 ml à l'aide de l'eau de mer artificielle (35‰) ; les tubes sont ensuite fermés.
- Les cystes sont maintenus en suspension, sous l'action d'un moteur qui fait tourner les tubes.
- Les cystes sont incubés dans ces tubes pendant 48 heures.
- Après cette période d'incubation, les nauplius sont fixés en ajoutant quelques gouttes d'une solution d'iode.
- Le comptage des nauplius se fait sous une loupe binoculaire pour chaque échantillon.
- La moyenne des nauplius est calculée pour chaque répétition.
- La moyenne générale des nauplius (N) est ensuite calculée pour l'ensemble des trois répétitions.

L'efficacité d'éclosion des cystes est donnée par la formule suivante :

<b>Efficacité d'éclosion (E.E)= <math>N \times 4 \times 100 \times 4</math></b>
---

**N** : Moyenne générale des nauplii calculée pour les trois répétitions.

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

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

**4** : Pour convertir les microlitres (250 µl) en millilitres.

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

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

### **III-3-2-6- Etude biométrique des cystes et des nauplii**

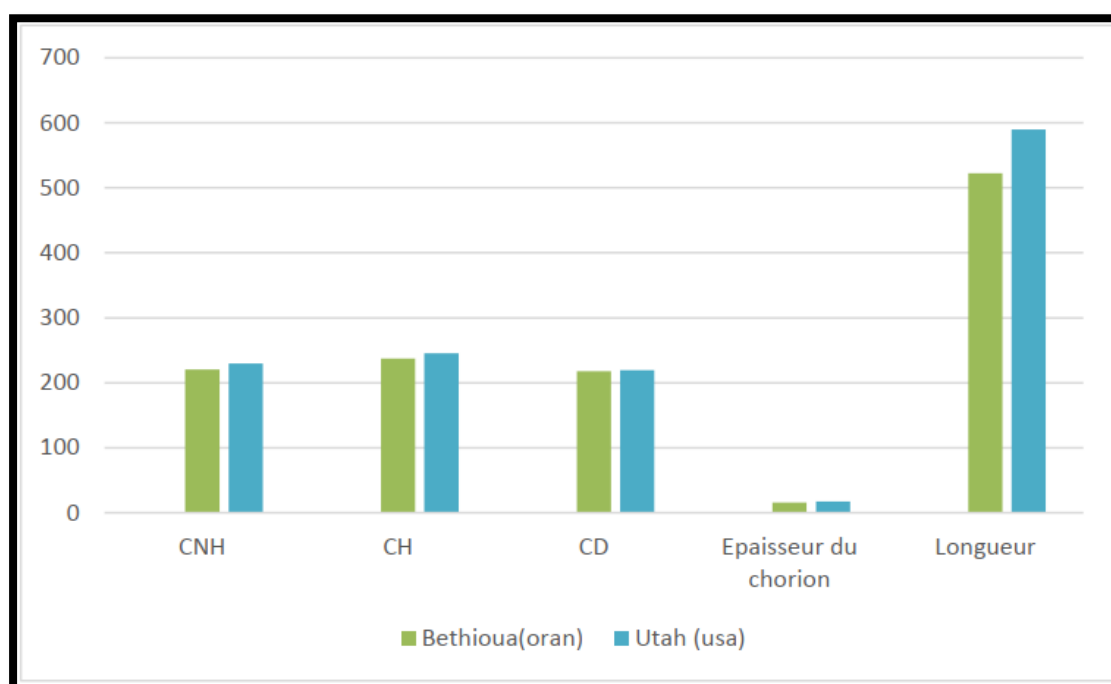
Le comptage des cystes déshydraté (cd), hydraté non décapsulé, décapsulé et la **(Par BEKHELIFA Et LARBI DAOUADJI, 2016)**

longueur des nauplius après l'éclosion pendant 48 heure les deux souches sont représenté dans le tableau ci-dessous et illustrées par la figure 25.

**Tableau 04** : Biométrie des cystes et nauplii des populations de Bethioua et Utah ( $\mu\text{m}$ ), (Par BEKHELIFA Et LARBI DAOUADJI, 2016).

Source	Date de prélèvement	CNH	CH	CD	Epaisseur du chorion	Longueur Nauplius
Bethioua (Oran)	28-2-2014	220.41 $\mu\text{m}$	237.18 $\mu\text{m}$	217.66 $\mu\text{m}$	15.58 $\mu\text{m}$	522.36 $\mu\text{m}$
Utah (usa)	2015	229.68 $\mu\text{m}$	245.26 $\mu\text{m}$	219.45 $\mu\text{m}$	17.49 $\mu\text{m}$	589.55 $\mu\text{m}$

Les diamètres moyens sont illustrés par figure 25, celui des cystes hydratés non décapsulés est de 220,4  $\mu\text{m}$ , tandis que pour les cystes décapsulés ça varie de 217,66  $\mu\text{m}$  a 215  $\mu\text{m}$  et 218  $\mu\text{m}$ .



**Figure 25** : la Biométrie des cystes et nauplii des populations de Bethioua et Utah., (Par BEKHELIFA Et LARBI DAOUADJI, 2016).

Concernant les valeurs des différents paramètres biométriques des cystes, on les a résumés au niveau du tableau :

**Tableau 05:** Biométrie des cystes (en  $\mu\text{m}$ ) des différentes populations d'*Artémia* étudiée en Algérie, (Par BEKHELIFA Et LARBI DAOUADJI, 2016).

Source	Date de prélèvement	CNH	CH	CD	Epaisseur du chorion	Longueur Nauplius
Relizane Sifi	2005	--	210	168	21	469.00
Bethioua Haddag 1991	1991	--	239.1	222.2	8.5	--
Ghardaïa Toufik 2008	2008	245	263.9	234.2	29.1	516.8

Ces données montrent que le diamètre moyen des cystes varie considérablement d'une population à l'autre et d'une période d'échantillonnage à l'autre, Les données représentées dans les tableaux (4 et 5) confirment bien les résultats pour la population de Bethioua. Utah Les données paraissent très proches, (Par BEKHELIFA Et LARBI DAOUADJI, 2016).

Concernant l'épaisseur du chorion, celle-ci est variable d'une population à l'autre leurs mensurations se rapprochent de ceux des populations de Relizane et de Ghardaïa. D'après (Vanhaecke et Soorgelos, 1980), l'épaisseur du chorion n'est en aucun cas fonction du diamètre des cystes. Autrement dit, de gros cystes peuvent avoir un chorion mince et inversement.

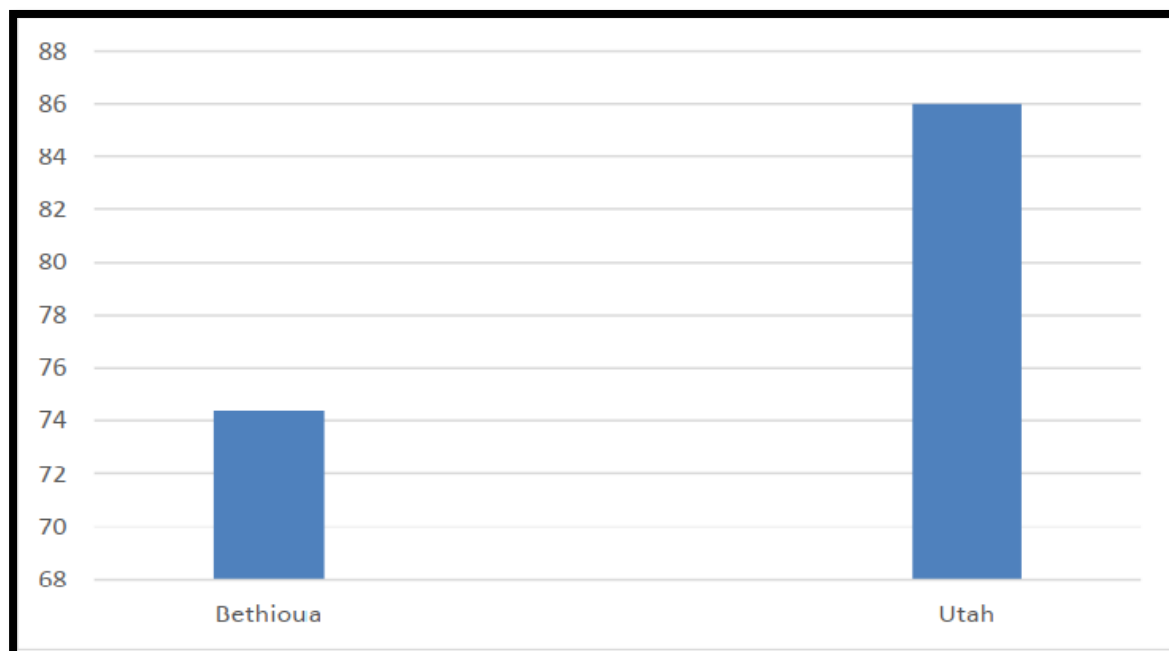
En effet, les paramètres biométriques, et plus particulièrement les caractéristiques du cyste peuvent constituer un outil pour la caractérisation et la différenciation des populations d'*Artémia*, et même déterminer l'origine inconnue d'un échantillon de cystes.

### III-3-2-7- Etude de la qualité d'éclosion

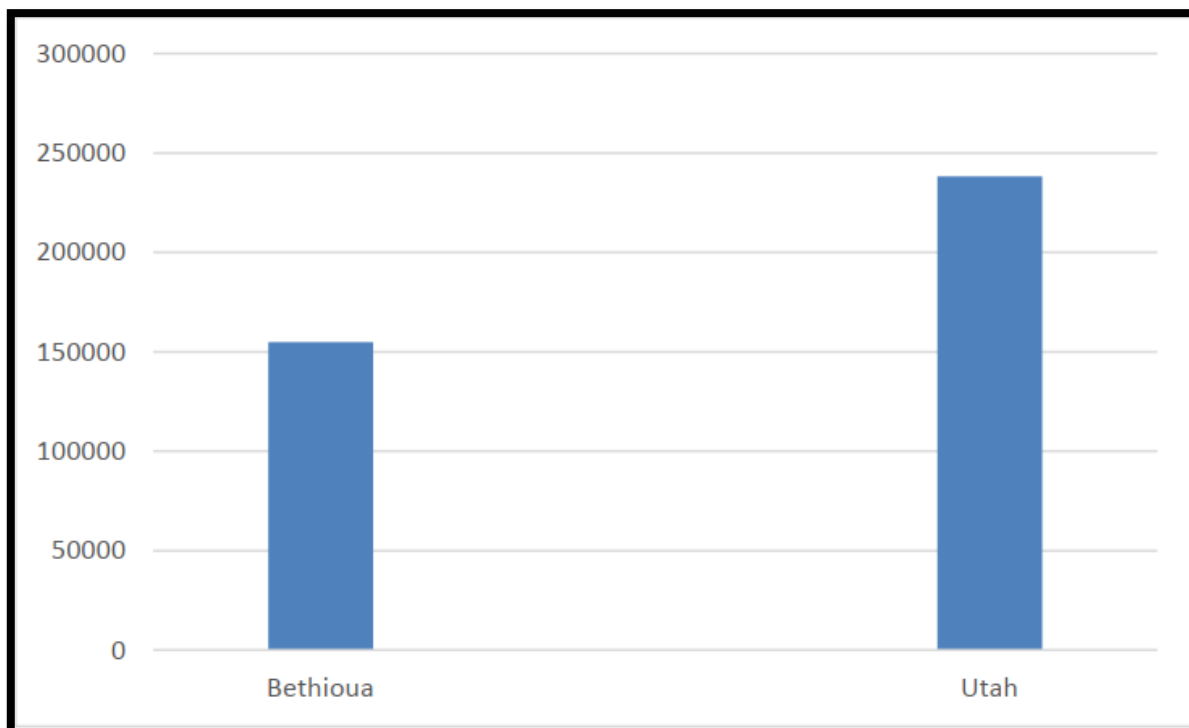
Les résultats concernant la détermination des paramètres d'éclosion des cystes provenant de Bethioua, à savoir le pourcentage d'éclosion, l'efficacité d'éclosion, sont représentés dans les tableaux (06 et 07), (Par BEKHELIFA Et LARBI DAOUADJI, 2016).

**Tableau 06:** Résultats des paramètres d'éclosion (taux et efficacité) des cystes d'*Artémia* provenant de saline de Bethioua et Utah (usa) (Par BEKHELIFA Et LARBI DAOUADJI, 2016).

Source	Date de prélèvement	Taux d'éclosion	Efficacité d'éclosion
Bethioua	28/02/2014	74.40% (48 h)	154880 nauplii/gram
Utah	01/01/2016	85,99% (48h)	238240 nauplii/gram



**Figure 26 :** le taux d'éclosion des cystes d'*Artémia* provenant de saline de Bethioua et Utah (USA), (Par BEKHELIFA Et LARBI DAOUADJI, 2016).



**Figure 27** : efficacité d'éclosion des cystes d'*Artémia* provenant de saline De Bethioua et Utah (USA) (Par BEKHELIFA Et LARBI DAOUADJI, 2016).

Selon les résultats illustrées par les figures 26 et 27 des taux d'éclosion et l'efficacité d'éclosion des cystes d'*Artémia* provenant de saline de Bethioua et Utah(USA), on remarque que les cystes issus du l'Utah présentent un taux et une efficacité d'éclosion plus importante que ceux issus de Bethioua avec respectueusement (85.99 % et 238240 nauplii / gram) et (47.40 % et 154880 nauplii /gram), on a regroupés les différentes données ultérieures des différents travaux d'auteurs dans le tableau 07 a fin de pourvoir comparés nos résultats avec ceux de la littérature, (Par BEKHELIFA Et LARBI DAOUADJI, 2016).

**Tableau 07** : Résultats des paramètres d'éclosion (taux et efficacité) d'autres travaux réalisés en Algérie pour différentes salines en Algérie, (Par BEKHELIFA Et LARBI DAOUADJI, 2016).

Source	Date de prélèvement	Taux d'éclosion	Efficacité d'éclosion
Bethioua (Haddag)	1991	9.5% (48 h)	56607 nauplius

<b>Relizane (Sifi)</b>	<b>2005</b>	<b>16% (48 h)</b>	<b>4532 nauplius</b>
<b>Ghardaïa (Boukhatem)</b>	<b>2008</b>	<b>39.4% (48 h)</b>	<b>22400 nauplius</b>
	<b>2008</b>	<b>40% (48 h)</b>	<b>22400 nauplius</b>

L'échantillon des cystes provenant de la saline de Bethioua montre un taux d'éclosion de 74.40% et une efficacité d'éclosion de 154.880 nauplii /g de cystes secs. Ces résultats représentés dans le tableau 07 laissent montrer que ces cystes sont de bonne qualité comparés à la souche importé de lac Utah (usa) qui a donner un taux d'éclosion plus important dépassant 85,99% à intervalle de 10% par rapport à la souche locale (lac de bethioua) et une efficacité d'éclosion de 238240 nauplii dépassant le double, (**Par BEKHELIFA Et LARBI DAOUADJI, 2016**).

### III-3-2-8- Composition biochimique

Hormis le régime alimentaire le plus habituellement suivi constitué des nauplii fraîchement éclos et/ou les nauplii enrichis pendant 24 heures, l'utilisation des cystes décapsulés, des juvéniles et les adultes d'*Artémia* est également appliquée pour certaines espèces de poisson d'eau douce (**Dhert et al. 1997**).

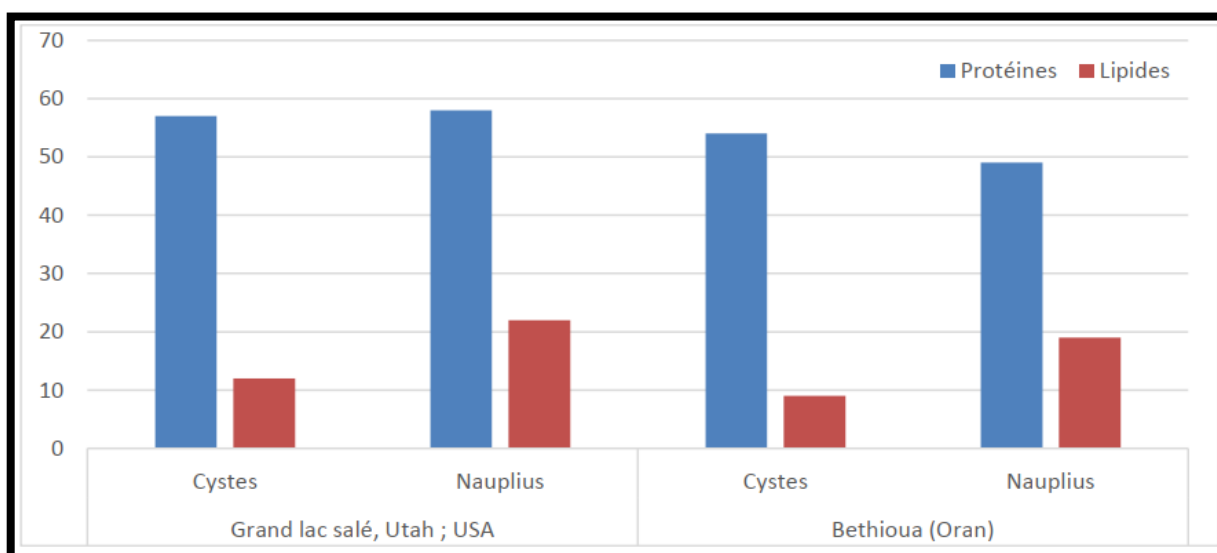
Du point de vue nutritionnel (tab 08), la composition biochimique des cystes décapsulés est comparable à celle des nauplii fraîchement éclos (Garcia Ortega et al 1998), d'ailleurs leur contenu en réserves énergétiques est 30 à 40% plus élevé (**Wouters et al. 2001**).

**Tableau08:** Composition biochimique des cystes d'*Artémia* décapsulés et les nauplii de Grand lac salé, Utah (USA) et Bethioua (Oran), (**Par BEKHELIFA Et LARBI DAOUADJI, 2016**).

	<b>Grand lac salé, Utah ; USA</b>		<b>Bethioua (Oran)</b>	
	<b>Cystes</b>	<b>Nauplius</b>	<b>Cystes</b>	<b>Nauplius</b>
<b>Protéines</b>	<b>57</b>	<b>47-58</b>	<b>54</b>	<b>40-49</b>
<b>Lipides</b>	<b>12</b>	<b>15-22</b>	<b>9</b>	<b>16-19</b>

Les données de ce tableau sont illustrées par la figure 28, montrent que la teneur en protéines varie considérablement. La valeur la plus importante qui est de 57% et plus, fût enregistrée avec les cystes décapsulés de la population d'*Artémia* de Grand lac salé, Utah ; USA comparée à 54 % enregistrés pour les cystes décapsulés de la population d'*Artémia* de Bethioua (Oran).

Les niveaux de protéines trouvés au niveau des échantillons sont à considérer acceptables contrairement à ceux des lipides qui restent vrai semblablement faibles ne dépassant pas 14% pour les cystes des deux souches.



**Figure 28** : la Composition biochimique des cystes d'*Artémia* décapsulés et les nauplii de Grand lac salé, Utah (USA) et Bethioua (Oran), (Par BEKHELIFA Et LARBI DAOUADJI, 2016).

Résultat,(Par BEKHELIFA Et LARBI DAOUADJI, 2016), des niveaux de protéines et des lipides chez les adultes d'*Artémia* rejoignent ceux rapportés par (Léger et al. ,1986).

( Sandoval ,1993) indique que les cystes d'Utah (USA) renferment entre 47 et 58% de protéines et des lipides de 15 et 22%, ceci fut confirmé bien que la qualité des cystes d **Bethioua (Oran)** renfermant entre 40 et 49% de protéines et des lipides de 16 et 19% se rapproche de celle de la souche provenant de l'Utah (USA).

# CONCLUSION

---

Cette étude à pu montrer que les Artémias sont des crustacés faciles à élever, surtout si les bonnes conditions telles que la température, la salinité et l'éclairage sont fournies, ils vivent dans des environnements très salins et ne tardent pas à éclore

L'Artémia est une richesse qui mérite plus d'appréciation et d'attention en raison de sa disponibilité naturelle en Algérie et dans plusieurs régions. Il semble qu'il soit possible d'adapter l'Artémia algérienne à l'industrie aquacole. Cependant, l'état actuel de cette ressource naturelle doit faire l'objet d'investigations plus approfondies car trois grandes zones ont été fouillées dans les zones humides d'Algérie dans lesquelles il est possible de trouver l'Artémia sont les zones humides de l'ouest algérien, qui contiennent les 3 marais les plus importants, à savoir : la Grande Sebkhah d'Oran, la Sebkhah de Télamine et la Sebkhah de Sidi Bouziane

Celles des zones humides des hautes plaines de l'est algérien sont les marais les plus importants avec la Sebkhah Ezzamoule et Enfin, les zones humides désertiques Du type sabkha shatt, qui sont répartis dans plusieurs régions du désert algérien, dont la vallée d'Oued Ghir, le lac salé d'El Goléa et la Sebkhah d'Adrar

Après une comparaison entre les artémias trouvées dans le lac Bethioua à Oran et celles de Salt Lake (Utah) aux Etats-Unis d'Amérique, en ce qui concerne l'étude de la qualité des deux souches de sacs, les résultats obtenus dans le cadre de notre travail a révélé que le lac Bethioua Malha (Oran) pourrait faire l'objet d'une exploitation saline en Algérie en raison de la qualité des espèces qui y sont présentes.

# BIBLIOGRAPHIE

---

**HADDAG, M. (1991).** Contribution à l'étude d'une souche d'*Artémia* (*Artémia tunisiana*) endémique aux eaux de la saline d'Arzew (Algérie), mémoire de Magister en Sciences Biologiques, Université d'Alger. 161 p.

**GHOMARI, S.M (2013)** Localisation et caractérisation de la ressource naturelle Artemia dans les milieux salins algériens.(Zones Humides de l'Ouest, de l'Est et Sahariennes), thèse de doctorat en sciences. université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem. Algérie. P.01-145

**DHONT, J., VAN STAPPEN, G. (2003)** Biology, Tank production and Nutritional Value of Artemia

**KARA 1994 :** qualité de l'Artémia du chott Marouane (biskra, Algérie):vers une valorisation aquacole de l'ecosystème.Séminaire international sur les milieux arides et semis-arides, (eco-dev,Adrar,)

**KECK, 1993:** Historical notes on *Artemiasalina*. In Biology. Tank production and nutritional value of Artemia. Dhont J. Vanstappen. 158, 195. European aquaculture society. Special publication.

**KELLOG, 1906:** A new *Artémia* its life condition. Science, 24,594-596. (Sorgeloos et al. 1986),

**LA VENSET SORGELOOS, 2000:** The history present status and prospect of the availability of *Artémia* cysts for Aquaculture, 181,397-403.

**MORGANE, DALE L. 1947:** Some notes on the effects of low salinity on brine shrimp, *Artémia Salina* (L., 1758) in the Great Salt Lake, Utah (Branchiopoda, Anostraca) Crustaceana, 59(2), 218-220.

**SAADIET AMIRI, 1994:** The biochemical composition of the cysts of some Mexican populations of *Artémiafranciscana* .Kellog, 1906. Comparative biochemistry and physiology, 104B: 163-167

**SIFI M., 2005 :** Approche d'une étude de reconnaissance de la souche d'Artemia au niveau de la saline de Sidi-Bouziane wilaya de Relizane. 52, 53. mémoire d'ingénieur d'état en agronomie, université de Mostaganem.

**SORGELOOS 1977:** Air water pumps as sheap and convenient tools for high dencity culturing of microscopical algae. Proc. 8th. Ann. Workshop. World Maric. Soc., San José (CostaRica), January 9-13, 1977 pp.173-183.

**SORGELOOS Et COUTTEAU, 1994:** Correct taxonomic identification of *Artémiaspecies*.Aquacult.Research, 26:147.

**SORGELOOS, 1986:** live animal food for larval rearing in Aquaculture: The brine shrimp *Artémia*, in realism in aquaculture: achievements, constraints, perspective, Bilio, M. Rosenthal, H. and sindermann,C. J. Eds. European aquaculture society, Bredene, Belgium.pp.199.

**SORGELOOS, 1979:** the brine shrimp, *Artemiasalina*: A bottleneck in Mariculture: 321-324. In: FAO Technical Conference on Aquaculture, Koyoto 1976. Pillay, T.V.R. Dill, Wm. A. (Eds). Fishing New Books Ltd., Farnham, England, 653 pp.

**SORGELOOS, 1980**The life history of the brin shrimp *Artémia*,. Vol. 1. In: book of Abstract 2nd international symposium on the brine shrimp *Artemia*, Jaspers, E. Sorgeloos,P. Moens, L. declair, W (Eds). UniversityofAntwerp, Belgium. 1985. pp, 151.

**TOUFIK B ; 2008 :** Approche d'une étude de reconnaissance de la souche d'artémia salina de sebkh el malh d'el meniaa (ghardaïa).université de Mostaganem.

**VANHAEKE Et SORGELOOS .1980:** International study on *Artémia*. IV. The biometrics of *Artémia* strains from different geographical origin. In: Persoone, G. sorgeloos,P. Roels, O. and Jaspers (eds). *Artémia Research and its Application*, Vol. 3, Ecology, culture use in aquaculture. Universa Press, Wetteren, Belgium, pp. 393-405.

**VERRIL 1869:** Contribution to zoology from the museum of Yale College.III. Description of some new American phyllopod Crustacea. *American Journal of Science and the Arts Series*, pp. 244-254.

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

**LAVENS, P. & SORGELOOS, P. 1996.** Manual on the production and use of live food for aquaculture. *FAO Fisheries Technical Paper* 361:175-180.

**LAVENS, et SORGELOOS. 1987a.** The cryptobiotic state of *Artemia* cysts its diapause deactivation and hatching: a review.: 27-63. En: *Artemia Research and its Applications*. Vol. 3. P. Sorgeloos, D.A. Bengtson, W. Declair y E. Jaspers (Eds.), Universa Press. Wetteren (Belgium). 556 pp.

**HONTORIA, F. (1990).** Caracterización de tres poblaciones originarias del área levantina española del crustáceo branquiópodo *Artemia*. Aplicación en acuicultura. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona, España, 326 pp.

**HEATH, H.1924.** The external development of certain phyllopods. *J. Morphol.* 38, 453-483

**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.

**SORGELOOS,P.,P.LAVENS,P.LEGER,W.TACKAERT & D.VERSICHELE.1986.** Manual for the culture and use of brine shrimp *Artemia* in aquaculture. State University of Ghent. (Belgium).319pp.

**TACKAERT, W., P. VANBAECKE & P. SORGELOOS. 1987.** Preliminary data on the heritability of some quantitative characteristics in *Artemia*.: 241-248. In: *Artemia Research and its Applications*, Vol. 1. P. Sorgeloos, D.A. Bengtson, W. Declair and E. Jaspers (Eds.). UniversaPress.Wetteren(Belgium)380pp.

**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.

**TRIGUI KHALIL ,2021,**Dissertation Recherches sur l'éco-biologie de l'Artémia (Artemia salina)de la saline de Sahline et effet des principaux facteurs externes sur sa survie en vue de maîtriser son élevage,PublisherFaculté des Sciences de Bizerte (Tunisia) date 09/12/2021.

**BEKHELIFA ROMAÏSSA et LARBI DAOUADJI ABIR ,2016 ,**Pour l'obtention du diplôme deMaster IIEn Hydrobiologie Continentale Et MarineSpécialité: RESSOURCES HALIEUTIQUES ET EXPLOITATION DURABLE, Université Abdelhamid IbnBadis-MostaganemFaculté des Sciences de la Nature et de la Vie 114pp.

**MADI FARIDA , MAHLOUL KHADIDJA,2017,** environnement et santé. Mémoire de projet de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme Master Filière : Hydrobiologie marine et continentale Option : Ecosystème aquatique Etude de la dynamique de la population d'artémia provenant de la sebkha d'Oran dans un milieu contrôlé, faculté des sciences biologiques département de biologie et physiologie cellulaires laboratoire de recherche