

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة البليدة 1

Université Blida 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie et Physiologie Cellulaire

Laboratoire de biotechnologies, Environnement et santé

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master 2 en :

Ecosystème aquatique.

Thème

Caractérisation de la population d'artémia et de son environnement dans la saline de Bethioua(Oran).

Soutenu par : Bensaid Assia.

Toubouache Noura.

Devant le Jury :

M. Grandi	MAA	U.S.D. Blida	Président
M. Bouriache	MAB	U.S.D. Blida	Examineur
MM. Chabet Dis Ch	PHD	ENSSMAL/CNRDPA	promotrice
MM. Belmeskine.H	MCB	U.S.D. Blida	Co-Promotrice

Le 30 /06 /2018

Remerciement

Avant tout, on remercie Dieu tous puissant de nous avoir donné le privilège, la chance d'étudier et de nous avoir donné force, courage et patience pour accomplir ce travail.

*Tout le travail présenté dans ce manuscrit n'aurait pas été possible sans l'aide, l'encadrement et le soutien de notre encadrante **MM. Chabet Dis Chalabia**. Merci madame de nous avoir facilitées beaucoup de choses, de nous avoir encouragées et aidé.*

*Je remercie vivement **M.Bouriache et M.Grandi** qui nous ont fait l'honneur de présider le jury de ce travail. On vous adresse notre profond respect*

*Nous voulions remercier monsieur **le directeur de CNRDPA** de nous avoir accueillies dans son établissement pour l'accomplissement de ce travail.*

*Je tiens à remercier **MM.Belmeskine**, enseignante à la Faculté des Sciences de la nature et la vie de Blida*

*Nos vifs remerciements à tous l'équipe de la division aquaculture de CNRDPA à Bousmail **M.Itchir Rachida, Didani Amira, Ihcen** et l'équipe de laboratoire physicochimique et bactériologique pour leur accueil et leur humeur qui ont contribué au bon déroulement du stage.*

Nos remerciement vont aussi a ceux qui nous ont aidé de près ou de loin, et encouragé pour la réalisation de ce mémoire.

Dédicaces

Au nom d'Allah clément et miséricordieux

Je dédie ce travail

*À mes chers **parents**, merci pour votre soutien moral et financier et vos encouragements tout au long de mes études. Pour vos précieux conseils et l'éducation que vous m'avez apportée.*

Pour votre aide précieuse dans les moments difficiles. Merci infiniment.

*J'ai une pensée toute particulière pour toi **maman** qu'Allah tu accorde Sa Sainte Miséricorde et t'accueille en Son vaste paradis, tu es la personne qui m'a donné la force et le courage de prendre la vie du bon côté, d'être le plus cool possible et de toujours voir la réalité de façon positive. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner.*

*A mon cher mari **oussama** à qui j'exprime mon amour éternel. Ses encouragements et sa patience m'ont été précieux pour terminer ce travail.*

*A ma chère sœur **Sanaa** et mon frère **Rachid** qui mon donnés la force de continuer et d'avancer.*

A mes amours kaoutar, Abd nour et Safia.

Je le dédie aussi A mes amies Sameh, Madina, Dounia, Rayen ,Besma et Bouchra

*Sans oublie mon binôme **Noura**.*

A mes cousines

Imen ,Sarah, Nesrine, Meriem, Selma, Imen, Bahia, Fethia, Safia, Amel, Ikram, Amira et Ilhem.

A mes cousins

A mes tantes, oncles et mes grand mers Safia et Hamida merci pour tous les moments de bonheur partagés, pour m'avoir encouragé et réconforté dans les moments de doute.

A ma belle famille, merci de m'avoir accueilli à bras ouverts dans votre famille.

A tous mes enseignants, je leurs exprime ma profonde gratitude. A tous les étudiants de la promotion hydrobiologie

Et tous ceux que j'aime.

Assia

Je dédie ce modeste travail à tous ceux qui me sont cher

A LA MEMOIRE DE MA MERE

Ce travail est dédié à mon adorable maman, décédée trop tôt, qui m'a toujours poussée et motivée dans mes études. J'espère du monde qui est sien maintenant, elle apprécie cet humble geste comme preuve de reconnaissance, de la part de sa fille qui a toujours priée pour le salut de son âme. Puisse Dieu, le tout puissant l'avoir en sa sainte miséricorde.

A MON CHER PAPA ET TOUTE MA FAMILLE

Aucune dédicace ne serait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que tu as consenti pour mon instruction et mon bien être. Puisse dieu le très haut t'accorde santé, bonheur et longue vie.

A mon cher frère MERZOUK, mes sœurs FATIMA, MALIKA, OUIZA, LYDIA, mes neveux RAYAN, AYLANE, YACINE ma nièces AMEL.

A mes beaux-parents qui mon soutenues durant mes études et toutes ma belle-famille.

A ma tante ZAHRA que j'aime beaucoup et à qui je souhaite une longue vie

A MON CHER MARI MASSI

Merci énormément pour ton soutien plus que précieux, pour ton grand cœur, tes qualités qui seraient très longue à énumérer tu m'as poussé et motivé toute au long de mon mémoire. Ma vie ne serait pas aussi magique sans ta présence et ton amour.

Sans oublier mon petit cœur d'amour AKCEL. Je vous aime de tout mon cœur.

A mes amies et sœurs CHABHA et SOUHILA qui mon jamais laisser tomber je vous souhaite tous le bonheur du monde

A mes copines Besma, Bouchra, Imen, Farida, Khadîdja et toute la promo écosystèmes aquatique

A tous mes enseignants, je leurs exprime ma profonde gratitude.

Sans oublier mon binôme Assia pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension toute au long de ce projet.

Noura

RESUME

L'artémia est un crustacé branchiopode qui vit dans des milieux salés, saumâtre d'où son nom la crevette de saumure. Ses nauplii sont considérés comme nourriture irremplaçable pour les larves des poissons et crustacés grâce à sa valeur nutritionnelle et sa disponibilité.

Dans ce présent travail, nous avons procédé à une caractérisation de la population d'artémia et à la détermination de la relation entre les caractéristiques physico-chimiques du milieu, la population phytoplanctonique, les peuplements zooplanctoniques en rapport avec les modifications environnementales au niveau de sebkha de Béthioua.

Des analyses physico-chimiques, identification du plancton et caractérisation de l'artémia ont été réalisées au niveau du CNRDPA. Un total de 15 espèces phytoplanctoniques, appartenant à 3 groupes taxonomiques différents ont été identifiées (Chlorophycées, Diatomés et Dinoflagellés) avec une dominance de l'espèce *Dunaliella salina* et l'examen qualitatif de la communauté zooplanctonique nous a permis d'identifier 11 genres de copépodes représentant 3 ordres différents (Calanoida, Cyclopoida et Harpacticoida). À l'aide de la morphométrie, la population d'artémia est représentée par l'espèce *Artémia salina*.

Mot clés : Artémia, saumâtre, nauplii, *Dunaliella*, sebkha, Harpacticoida.

ABSTRACT

Artemia is a branchiopod crustacean that lives in salty, brackish land, where the name brine shrimp. Its nauplii are considered irreplaceable food for fish and crustacean larvae thanks to its nutritional value and availability.

In this work, we have carried out a characterization of the artemia population and the determination of the relationship between the physicochemical characteristics of the environment, the phytoplankton population and the zooplankton populations in relation to the environmental modifications at the sebkha level of Béthioua.

Physico-chemical analyzes, plankton identification and artemia characterization were carried out at the CNRDPA level. A total of 15 phytoplankton species belonging to 3 different taxonomic groups were identified (Chlorophyceae, Diatoms and Dinoflagellates) with a dominance of *Dunaliella salina* species and the qualitative examination of the zooplankton community allowed us to identify 11 kinds of copepods representing 3 different orders (Calanoida, Cyclopoida and Harpacticoida). Using morphometry, the artemia population is represented by the species *Artemia salina*.

Key words: Artemia, brackish, nauplii, Dunaliella, sebkha, Harpacticoida.

Liste des figures

Figure 1.Femelle d'artémia adulte (vue sous la loupe optique).....	05
Figure 2.Artémia adulte (A : Adule femelle ; B : Adulte mâle).....	06
Figure 3.Cycle biologique de l'artémia.....	07
Figure 4.Couple d'Artémia en position d'accouplement (Riding position ou position d'équitation) : 1, utérus ; 2, pénis.....	09
Figure 5.Répartition de l'artémia dans le monde.....	10
Figure 6.Localisation de la saline de Béthioua prise par googleearth 2018.....	14
Figure 7.Bassin mère de la saline Béthioua(Oran).....	16
Figure 8.Multiparamètres (WTW multi 340i).....	17
Figure 9.Estimation des matières en suspension (SM) (a : pesée du filtre ; b : filtration de l'échantillon).....	17
Figure 10. Dosage des nitrates.....	18
Figure 11.Dosage des nitrites.....	19
Figure 12.Dosage de phosphore (a : les échantillons ; b : préparation de mélange)....	20
Figure 13.Enrichissement en milieux SFB D/C.....	23
Figure 14.Isolement en milieux SS.....	23
Figure 15. Schéma d'une femelle adulte montrant les différentes mesures utilisés dans l'analyse discriminante.....	24
Figure 16. Etude de la population zooplancton sous la loupe binoculaire.....	25
Figure 17. Etude de la population phytoplancton à l'aide d'un microscope inversé....	26
Figure 18. Boites de dispersion représentant les concentrations en sels nutritifs au niveau de la saline de Béthioua.....	27
Figure 19. Histogramme des valeurs propres.....	31
Figure 20. Variable de corrélation des facteurs abiotiques	33

Figure 21 .Coscinodiscus sp.....	34
Figure 22. Biddulphiaaurita.....	34
Figure 23 .Pleurosigma sp.....	34
Figure 24.Dunaliella salina.....	34
Figure 25.L'abondance des différents groupes phytoplanctoniques observés au cours de l'étude, dans le bassin mère de la saline de Béthioua (Oran).....	36
Figure 26. Sebkhha de Béthioua (mois de mai).....	37
Figure 27.Distribution de trois taxons de copépode dans le bassin mère.....	38
Figure 28.Présentation des différentes mesures utilisées dans l'analyse discriminante.	41
Figure 29. Artémia adulte femelle.....	41
Figure 30. Artémia adulte male.....	42
Figure 31. Analyse discriminante de la morphologie des mâles et des femelles de la population de Béthioua comparée avec une population algérienne de l'Est et du Nouveau Monde.....	44

Liste des Abréviations

AG : Acide gras

BF : Béthioua femelle

BM : Béthioua male

Car : Caroténoïdes

Chla : Chlorophylle *a*

Chlc : Chlorophylle *c*

CNRDPA : Centre national de recherche et de développement de la pêche et de l'aquaculture

DIN : Azote inorganique dissout (somme $\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$)

DIP : Phosphore inorganique dissout (PO_4^{3-})

DiY : Distance entre les yeux

DO : absorbance

DO : Diamètre de l'œil

ET : Ecart type

EZ : Ezzemoule

GSL : Great Salt Lake

IA : Largeur du troisième segment de l'abdomen

LA : Longueur de l'abdomen

LAnt : Longueur de l'antennule

LALT : Le pourcentage représentant la longueur de l'abdomen sur la longueur totale

LF : Longueur de la fourche caudale

IOulSge : Largeur de l'utérus chez la femelle ou du segment génital chez le mâle

LT : Longueur totale

ITe : Largeur de la tête

ME : Maria Estela

MES : Matières en suspension

MgCO₃ : Carbonate de magnésium

Moy : moyenne

N : Nombre d'individus séquencés

N:P : Ratio DIN/DIP

NaCl: Chlorure de sodium

NH₄⁺: Ammonium

NO₂⁻ : Nitrites

NO₃⁻ : Nitrates

OMS: organization mondiale de santé

pH: Potentiel hydrogène

PO₄³⁻: Phosphates

SB : San Francisco Bay

S : Salinité

T : Température

URDPA : Unité de recherche et de développement de pêche et de l'aquaculture

Liste des tableaux

Tableau I. Coefficients de corrélation entre les variables initiales et les axes principaux.....	31
Tableau II. Valeurs propres.....	31
Tableau III. Variables de corrélation des facteurs abiotiques.....	32
Tableau IV. Liste qualitative des espèces phytoplanctoniques identifiées dans la saline de Béthioua 2018.....	34
Tableau V. Liste taxonomiques de la communauté zooplanctonique.....	38
Tableau VI. Comparaison des moyennes de la longueur totale des artémias en fonction du sexe.....	42
Tableau VII. Comparaison des moyennes de la longueur abdominale des artémias en fonction du sexe.....	43

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale.....01

Chapitre I : Généralité

I.1. Classification et systématique de l'artémia.....03

I.2. Morphologie.....04

I.2.1. Tête.....05

I.2.2. Thorax.....05

I.2.3. Abdomen.....05

I.3. Cycle de vie de l'artémia.....06

I.4. Régime alimentaire.....07

I.5. Reproduction.....08

I.6. Répartition géographique de l'artémia.....09

I.7.valeure nutritionnelle.....11

I.8. Importance aquacole et intérêt économique de l'artémia.....11

I.9.Exploitation de l'Artémia.....12

I.10. Présentation du site d'étude.....13

Chapitre II : Matériels et méthodes

II.1.Présentation de lieu de stage.....15

II.2. Echantillonnage.....15

II.3. Facteurs environnementaux.....16

II.3.1. Paramètres physico-chimiques.....	16
II.3.2. Matières en suspension (mg L-1).....	17
II.3.3. Sels nutritifs.....	18
II.3.4. Pigments chlorophylliens (mg.m-3).....	20
II.3.5. Analyse bactériologique.....	21
II.4. Facteurs biotiques.....	23
II.4.1. Etude de la population d'artémia.....	23
II.4.2. Etude de la population zooplanctonique.....	24
II.4.3. Etude de la population phytoplanctonique.....	25
Chapitre III : Résultats et discussion	
III.1. Paramètres physico-chimiques.....	27
III.2. Etude bactériologique.....	29
III.3. Chlorophylle.....	29
III.4. Analyse en composantes principales (ACP).....	30
III.5. Paramètres biologiques.....	33
III.5. 1. Communauté phytoplanctonique.....	33
III.5.2. Communauté zooplantonique.....	38
III.5. 3. Population d'artémia.....	40
Conclusion.....	46

Références bibliographiques

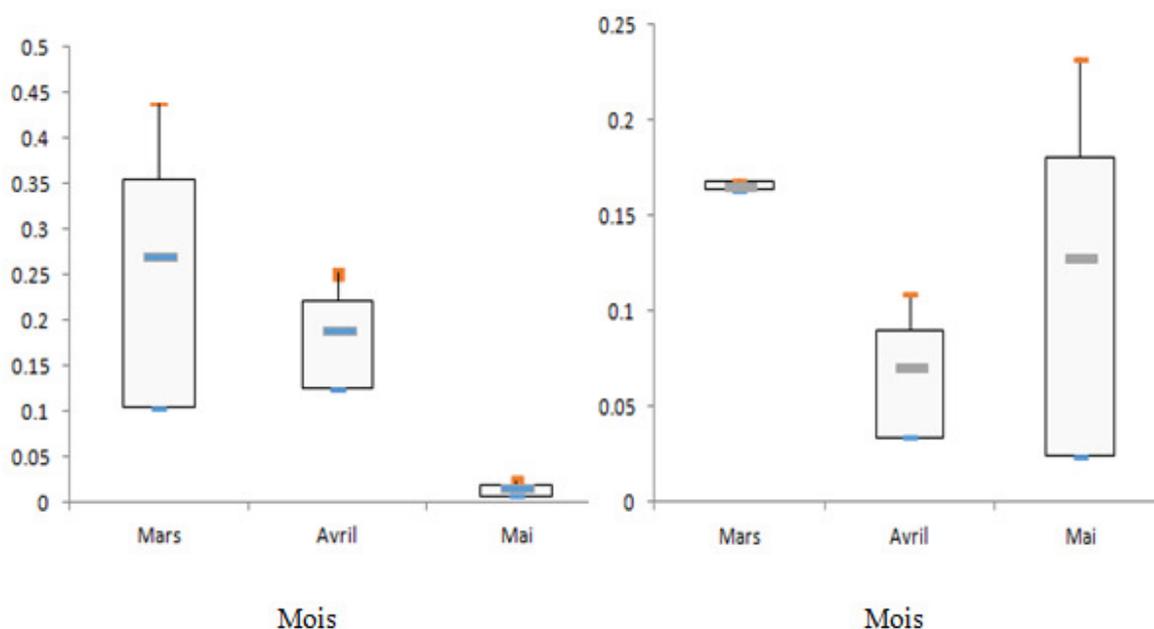
Annexes

III.1. Paramètres physico-chimiques

Durant la saison du printemps, les concentrations en sels nutritifs ont été mises en évidence en regroupant par mois les données récoltées sur l'ensemble de la période allant du mois de mars au mois de Mai au niveau du bassin mère de la saline de Béthioua (Figure7). Les concentrations maximales en phosphore et nitrite étaient observées au cours du mois de Mai avec des concentrations de $0,12 \pm 0,14$ mg/L et de $0,26 \pm 0,36$ mg/L. Cependant les concentrations maximales en ammonium étaient observées durant le mois de Mars avec l'essentiel des concentrations de $0,27 \pm 0,23$ mg/L et diminuées en moi de Mai $0,015 \pm 0,01$ mg/L, par contre les concentrations en phosphore et nitrite durant ce mois étaient de $0,16 \pm 0,003$ mg/L et de $0,11 \pm 0,05$ mg/L. La concentration des nitrates durant le mois d'avril est de $1,77 \pm 0,21$.

Ammonium (mg/L)

Phosphore (mg/L)



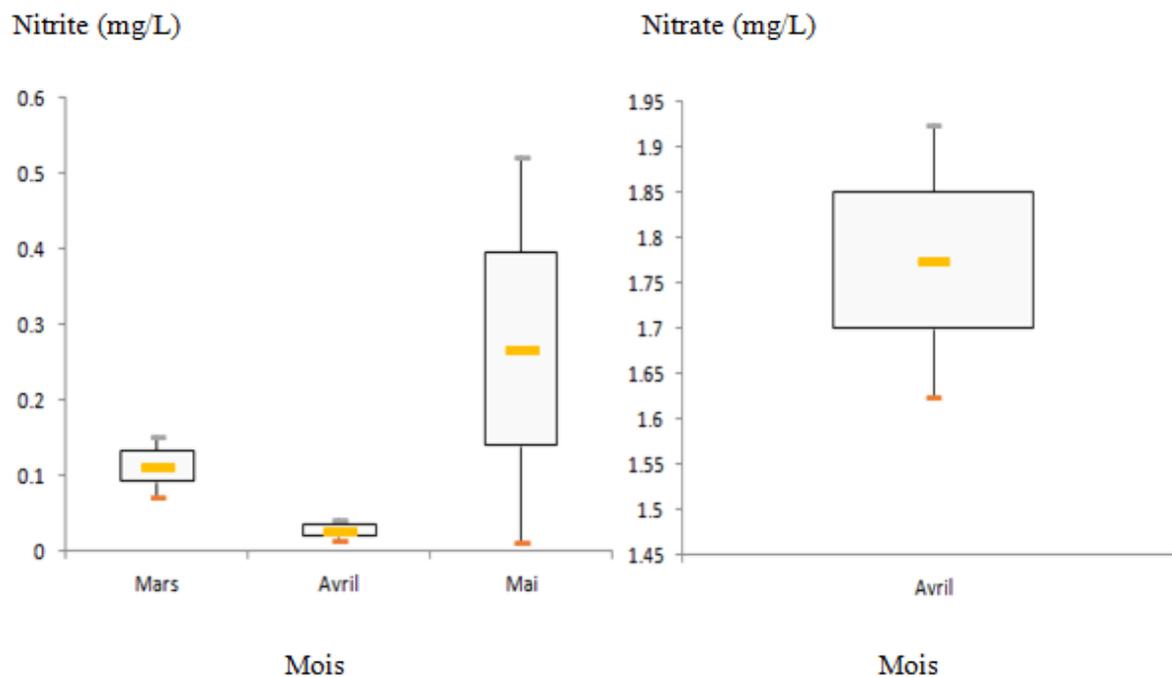


Figure 18. Boîtes de dispersion représentant les concentrations en sels nutritifs au niveau de la saline de Béthioua.

La moyenne de N:P est de 27.91 durant le mois d'avril dans le bassin mère. La valeur est supérieure au rapport de Redfield (16) indiquant un faible taux de phosphore dans ce bassin.

Les paramètres des sels nutritifs étudiés au cours de cette période reflètent la richesse de la saline en éléments azotés (nitrates et azote total) dans le bassin mère. Les résultats des recherches effectuées par **Ben Naceur et al., 2009** sur l'artémia de sebkha El Adhibet ont montré une richesse du milieu en nitrates et en ammoniacque qui constituent une source de développement des micro-algues.

Les valeurs des sels nutritifs ne dépassent pas les normes établies par l'OMS (Annexe). Les nitrates sont les principaux responsables de l'eutrophisation des milieux aquatiques (**B. Benhanianw, 2012**), ils présentent une concentration de $1.77 \pm 0.21 \text{ mg/L}$ en mois d'avril, qui reste toujours inférieure à la norme de l'OMS.

Le phosphore, le nitrite et l'ammoniacque constituent des éléments nutritifs pour le phytoplancton, en les utilisant pour la synthèse des acides aminés constituant essentiels des protéines.

Les recherches effectuées par **J.C.Chen et al.,1989** sur l'action conjoint de l'ammoniaque et du nitrite sur les nauplii d'artémia ont montré qu'une exposition à une dose de 1000 mg/L de l'azote ammoniacal total pendant 48h et 4000 mg/L de nitrite pendant 24h provoque la mort de 100% des nauplii. Toutefois on signale que les concentrations maximales de nitrite et d'ammoniaque de 0.26 ± 0.36 mg/L et $0,27 \pm 0,23$ mg/L ne dépassent pas ces valeurs de toxicité pour la population d'artémia et la communauté zooplanctonique dans la sebkha de Béthioua.

De plus dans le bassin mer, N:P est supérieur à 16 en avril, ce qui indique une faible concentration de phosphore, ce nutriment est consommé par le phytoplancton (**Abid et al., 2008**). **Dolapsakis et al.,2005** ont montré que des concentrations élevées en phosphore ont un effet positif sur la densité des microalgues dans le cas d'une forte salinité.

III.2. Etude bactériologique

En ce qui concerne, les coliformes fécaux, totaux, les streptocoques fécaux, totaux et les salmonelles, les résultats montrent une absence totale des germes dans le bassin mère de la sebkha de Béthioua.

A la lumière de ses résultats d'analyse bactériologique, la sebkha de Béthioua ne présente pas une contamination des eaux par les coliformes fécaux, totaux, *Escherichia coli* et les streptocoques totaux, fécaux qui sont des témoins d'une pollution fécale. Ces germes présentent un danger pour les espèces qui vivent dans ces milieux et même pour l'homme. L'absence de ces germes peut être expliquée par le taux de salinité élevé au niveau du bassin mère en inhibant le développement de ces bactéries.

III.3.Chlorophylle

Les résultats obtenue nous montre une importance concentration en chlorophylle a et c avec une concentration de 0.03 et 0.01 mg.m^{-3} et en caroténoïde de 0.01 mg.m^{-3} .

La méthode standard la plus utilisée pour déterminer la biomasse phytoplanctonique est le dosage de la chlorophylle *a* par spectrophotométrie ou fluorimétrie (**Aminot et Kérouel,2004**). L'analyse des cortèges pigmentaires par chromatographie (HPLC, **Mantoura et Llewellyn, 1983**) est plus précise, bien que moins répandue que les méthodes déterminant la concentration en chlorophylle *a*, et permet d'obtenir des informations sur les principaux groupes phytoplanctoniques en présence (**Jeffrey et al., 1997**). Cependant, ces méthodes

CHAPITE III : RESULTATS ET DISCUSSION

pigmentaires sont certes rapides mais ne permettent pas d'évaluer directement les espèces et leur abondance.

La présence de La chlorophylle a dans tous les espèces phytoplanctoniques eucaryote et procaryote, constitue un facteur estimatif de la biomasse phytoplanctonique le plus connu et le plus utilisé (**Gregor et Marsalek, 2004**). La concentration de la chlorophylle à, qui est un indicateur de l'abondance du phytoplancton, favorise le développement du zooplancton. En effet, l'abondance de la plupart des espèces de copépodes est positivement corrélée avec la chlorophylle a. En comparant ces résultats avec ceux trouvés par **Dahesht et al., (2013)** qui ont enregistré des valeurs comprises dans l'intervalle de $0,46 \pm 0,2 \mu\text{g/l}$ et $2,4 \pm 0,2 \mu\text{g/l}$ en Urmia Lake (Iran), nous pouvons annoncer que la saline de Béthioua est riche en microalgues qui constituent l'aliment essentiel de l'Artémia.

Les pigments caroténoïdes présentent une forte concentration liée à la forte salinité, une valeur élevée en caroténoïdes est, par conséquent, un indicateur de la présence de phytoplancton adapté aux fortes salinités le cas de la présence de *Dunaliella salina* avec une abondance importante en mois de mai dans une salinité élevée.

III.4. Analyse en composantes principales (ACP)

L'histogramme des valeurs propres indique qu'avec deux axes on explique 85% de l'inertie totale, On choisira donc de ne décrire que les deux premiers axes F1 et F2.

L'examen de l'organisation des variables sur les plans F1-F2 de l'ACP, représentée par la (Figure 20), et les coefficients de corrélation entre les variables initiales et les axes principaux (Tableau I), a révélé, que l'axe factoriel F1 est fortement corrélé négativement avec les MES et l'ammonium, et positivement avec la température, La chlorophylle a et c, caroténoïde. Ces variables ont un rôle dominant dans la construction de la première composante principale. L'axe factoriel F2 est déterminé essentiellement par les nitrites, nitrate, et le phosphore.

CHAPITE III : RESULTATS ET DISCUSSION

Tableau I. Coefficients de corrélation entre les variables initiales et les axes principaux.

	Comp1	Comp2
T	0.99698732	-0.03240761
NO2.	0.53761007	-0.75437652
NH4.	-0.81281232	-0.13710136
PO43.	-0.02062771	-0.96344241
NO3.	-0.18991612	-0.76345962
chla	0.99285388	-0.03478820
chlc	0.95585524	0.26987871
Caro	0.94819525	0.25600716
MES	-0.70277863	0.43342855

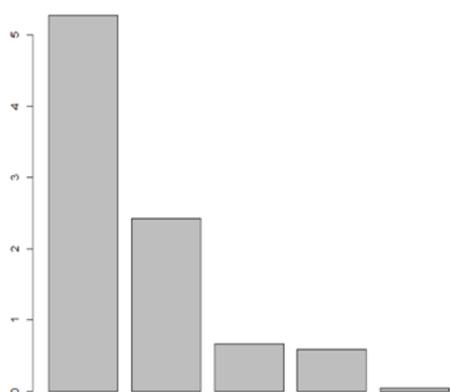


Figure 19. Histogramme des valeurs propres.

Tableau II. Valeurs propres.

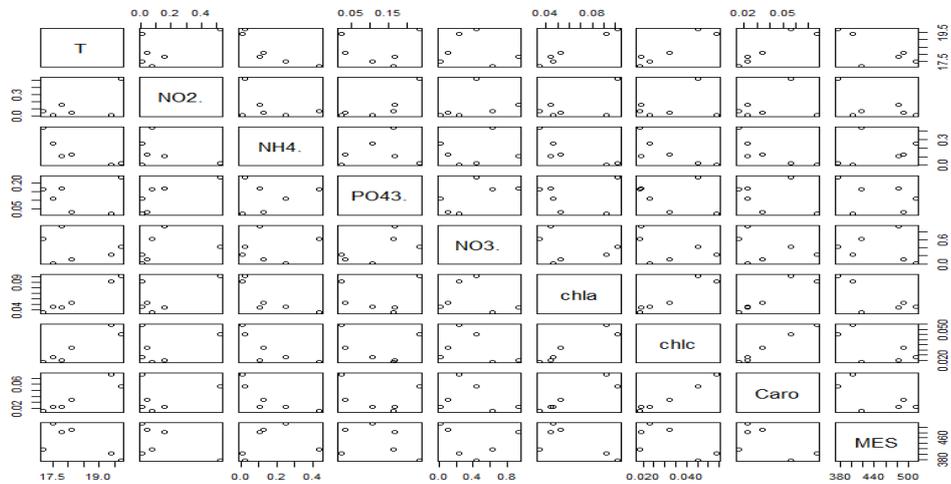
F1	F2	F3	F4	F5
58.58	85.55	92.91	99.49	99.99

La chlorophylle a et c et caroténoïde sont fortement corrélés positivement avec la température, et négativement avec l'ammonium, et MES. (Figure 20), (Tableau III).

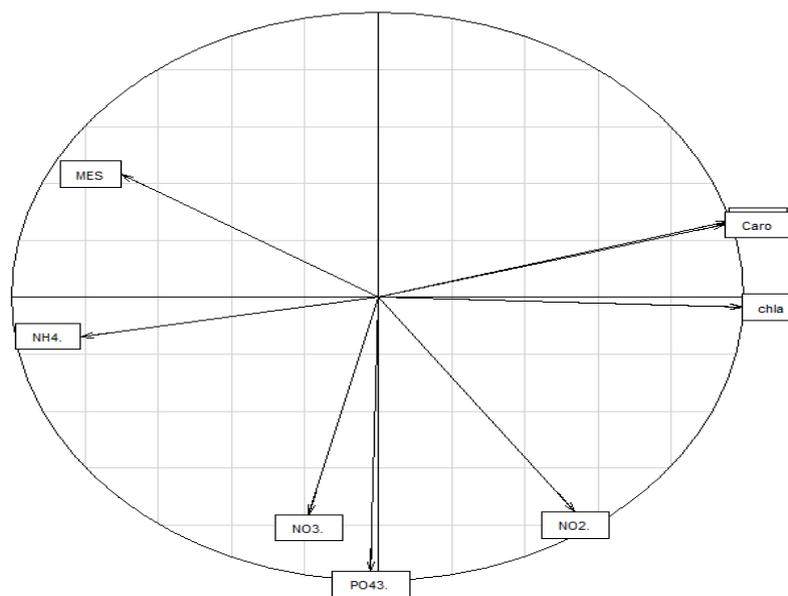
CHAPITE III : RESULTATS ET DISCUSSION

Tableau III. Variables de corrélation des facteurs abiotiques.

	T	NO2.	NH4.	PO43.	NO3.	Chla	chl c	Caro	MES
T	1								
NO2.	0.58	1							
NH4.	-0.84	-0.38	1						
PO43.	0.01	0.78	0.16	1					
NO3.	-0.16	0.30	0.11	0.61	1				
Chla	0.99	0.58	-0.78	0.04	-0.22	1			
Chlc	0.94	0.28	-0.76	-0.29	-0.38	0.94	1		
Caro	0.93	0.25	-0.78	-0.29	-0.30	0.92	0.99	1	
MES	-0.68	-0.57	0.24	-0.34	-0.22	-0.70	-0.62	-0.62	1



(a)



(b)

Figure 20. Variable de corrélation des facteurs abiotiques.

La photosynthèse est un processus biologique qui consiste à utiliser la lumière pour produire des sucres (ou matière organique). Plus précisément, l'énergie lumineuse est captée par la chlorophylle présente dans les parties photosynthétiques du phytoplancton, et permet de convertir l'eau et le CO₂ en matière organique. Certains facteurs environnementaux comme la qualité et la quantité de lumière, la teneur en CO₂ de l'air et la température ambiante ont un impact important sur l'efficacité de la photosynthèse.

Poiroux-Gonord et al., ont montré en 2012 qu'à partir des approches plus ciblées d'écophysiologie, la température et la lumière constituent des facteurs prédominants qui influencent les caroténoïdes.

Aussi **Jean-Baptiste Féret** a signalé en 2009, que l'équipement pigmentaire foliaire est conditionné par la luminosité et la température.

III.5. Paramètres biologiques

III.5. 1. Communauté phytoplanctonique

Un total de 15 espèces phytoplanctoniques, appartenant à 3 groupes taxonomiques différents, a été collecté au cours de la période du printemps, de la saline de Béthioua: Chlorophycées, Diatomés et Dinoflagellés. Le groupe taxonomique le plus représenté en nombre d'espèces a été celui des diatomées (9 espèces).

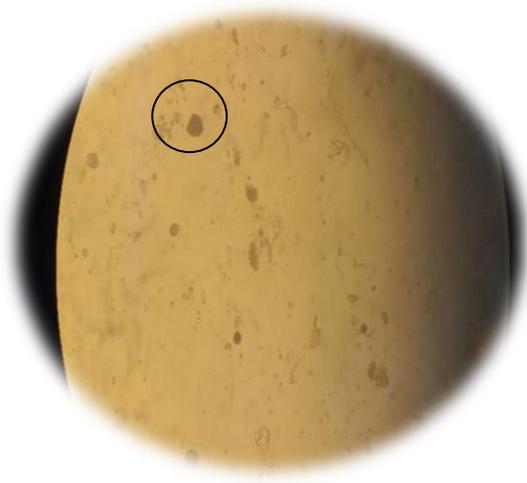


Figure 21. *Coscinodiscus sp.*

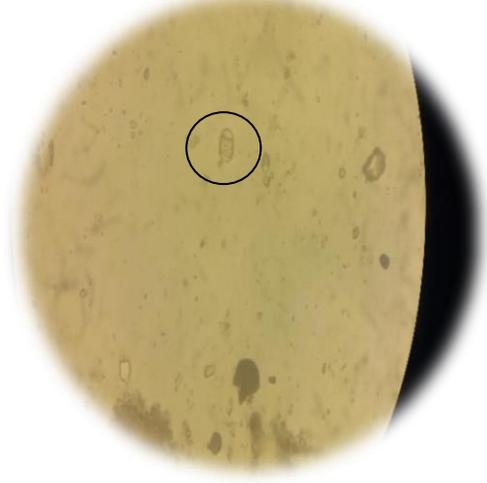


Figure 22. *Biddulphiaaurita*

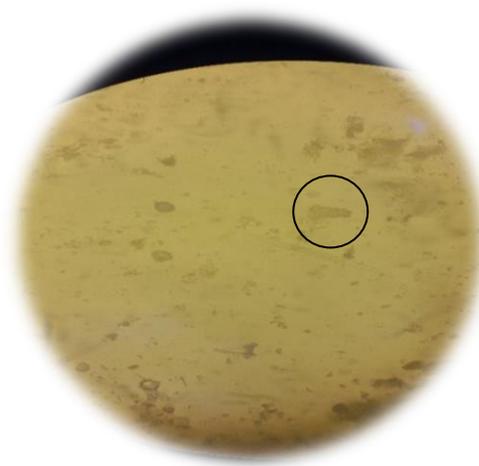


Figure 23. *Pleurosigma sp.*



Figure 24. *Dunaliella salina*

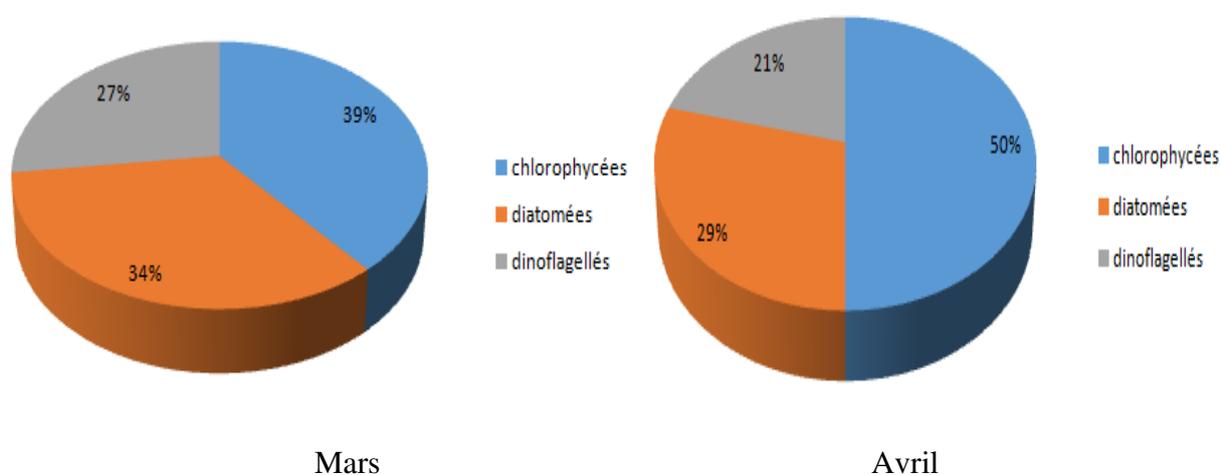
Tableau IV. Liste qualitative des espèces phytoplanctoniques identifiées dans la saline de Béthioua 2018.

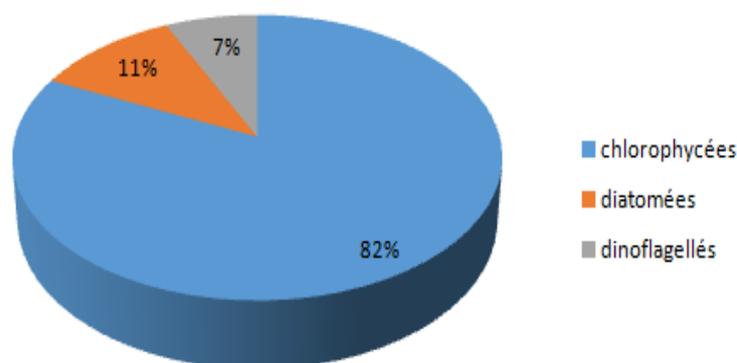
Taxon	
Le groupement taxonomique	Les espèces
Chlorophycées	<i>Dunaliella salina</i> <i>Haematococcuspluvialis</i>
Diatomées	<i>Amphiproraalata</i> <i>Asterionellasp.</i> <i>Climacospheniasp.</i> <i>Coscinodiscussp.</i>

CHAPITE III : RESULTATS ET DISCUSSION

	<i>Ditylumbrightwelli</i> <i>Gyrosigma</i> sp. <i>Pleurosigma</i> sp. <i>Rhizosoleniastyliformi</i> <i>Thalassiosira</i> sp.
Dinoflagellés	<i>Ceratiumfurca</i> <i>Gonyaulax</i> sp. <i>Peridiniumoblongum</i> <i>Prorocentrummicans</i>

Durant les trois mois d'étude on a constaté une abondance importante de l'espèce *Dunaliella salina* avec 39%, 50% et 82% qui forment l'essentiel du peuplement phytoplanctonique. Cependant les diatomées présentes une abondance faible en mai avec 11% et une moyenne en mars et avril puisqu'elles représentent, respectivement 34%,29% de l'abondance totale. Les dinoflagellés représentent un faible pourcentage durant la période d'étude avec une abondance de 27%,21% et 7% de l'abondance phytoplanctonique totale du bassin mer. L'abondance des principaux groupes taxonomiques dans le bassin durant la période d'étude est présentée sur la Figure 25.





Mai

Figure 25. l'abondance des différents groupes phytoplanctoniques observés au cours de l'étude, dans le bassin mère de la saline de Béthioua (Oran).

La croissance des algues est influencée par divers facteurs tels que la température, la transparence de l'eau, la concentration de nutriments (notamment le phosphore et l'azote) et la quantité d'organismes qui se nourrissent des algues (**Babaoumail, 2014**).

L'identification de quelques algues de sebkha de Béthioua dans les 02 sites choisis a montré l'existence de différentes espèces sur chaque site. La différence dans la répartition des espèces dans les sites est en rapport avec les conditions du milieu.

Dans le bassin mère, on a noté une faible diversité d'algues (composé majoritairement par l'espèce *Dunaliella salina* en mois de mai, ce qui explique la couleur brune rougeâtre du lac), Ce phénomène a également été observé dans différents milieux similaires, notamment dans les marais salants de Giraud en France (**Thomaset Geisler, 1982 ; Noël, 1982**) et de Long Island aux États-Unis d'Amérique (**Davis, 1978**), de même que dans la lagune de Boughrera en Tunisie (**Kefi, 1993**). En effet, ce site présente des conditions peu favorables pour le développement des micros algues telle que les diatomées et les dinoflagellés à cause de la salinité extrêmement élevée en ce mois.



Figure 26. Sebkha de Béthioua (mois de mai).

Beaucoup d'auteurs ont constaté que des milieux dont la constitution chimique paraît identique abritent des groupements planctoniques différents. Parmi les causes possibles de cette diversité, il ne faut pas exclure des cycles de développement, s'étendant sur plusieurs années, de certaines espèces qui peuvent ainsi présenter soit une très grande rareté, soit, au contraire, une abondance extraordinaire (**Cosandey, 1954**).

La population phytoplanctonique présente dans la saline de Béthioua est donc dépendante de la salinité. L'effet sélectif de ce paramètre contraignant réduit, pour les plus fortes concentrations, considérablement la richesse et la diversité spécifiques, aboutissant à une communauté algale à tendance monospécifique très marquée, où domine largement l'espèce *Dunaliella salina*.

Il est important de qualifier et de quantifier l'abondance et la biomasse du phytoplancton afin de comprendre et de définir au mieux la place de ce compartiment au sein de l'écosystème. La définition des assemblages phytoplanctoniques ne correspond pas nécessairement à une classification taxonomique des organismes, mais il s'agit de regroupements d'espèces en fonction de leur physiologie, morphologie ou autres facteurs qui répondent de la même manière aux variations récurrentes des conditions environnementales (**Estrada, 2000**).

CHAPITE III : RESULTATS ET DISCUSSION

III.5.2. Communauté zooplanctonique

L'examen quantitatif de la communauté zooplanctonique nous a permis de constater que les espèces de copépodes constituent la composante la plus représentative du compartiment zooplanctonique au niveau du bassin mère de la saline de Béthioua.

Le bassin abrite 11 genres de copépodes (Tableau V) représentant 3 ordres différents (Calanoida, Cyclopoida et Harpacticoida).

En effet, les Harpacticoida dominent et représentent 41.79 % de l'abondance totale des copépodes, alors que les Calanoida se figurent avec un pourcentage de 34.32%, et les Cyclopoida sont faiblement représentés dans ce bassin avec 23.88% de l'abondance totale de copépodes. (Figure 27).

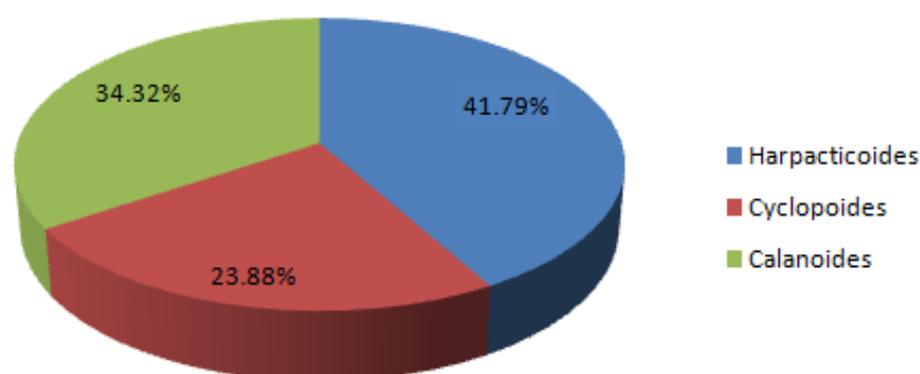


Figure 27 .Distribution de trois taxons de copépode dans le bassin mère.

Tableau V. Liste taxonomiques de la communauté zooplanctonique.

Taxon	
Ordre	Calanoidés
Genre	<i>Batheuchaeta</i> <i>Aetideopsis</i> <i>Aetideus</i> <i>Paracartia</i> <i>Acartia</i>

CHAPITE III : RESULTATS ET DISCUSSION

	<i>Heterorhabdus</i>
Espèce	<i>Paracartiagrani</i> <i>Acartiadiscaudata</i> <i>Acartiaclausii</i> <i>Heterorhabdusnorvegicus</i>
Ordre	Cyclopoides
Genre	<i>Oithona</i> (adultes et nauplii) <i>Halicyclops</i>
Espèce	/
Ordre	Harpacticoides
Genre	<i>Bryocamptus</i> <i>Euterpina</i> <i>Microstella</i>
Espèce	<i>Microstellanorvigica</i>

Les résultats obtenus fournissent des informations concernant les processus impliqués dans la distribution des espèces zooplanctoniques dans la saline de Béthioua.

En effet, les facteurs environnementaux notamment la salinité ont un effet prononcé sélectif sur la composition et la distribution du zooplancton (**Hammer, 1986 ; Ayadi et al., 2002 ; Toumi et al., 2005**). Et l'augmentation de la salinité réduit la diversité des espèces, cela est montré dans divers environnements salins, allant des estuaires aux salines (**Colburn, 1988 ; Williams, 1998 ; Thiéry et Puente, 2002 ; Tripp et Collazo, 2003 ; Sánchez et al., 2006 ; Horváth et al., 2014**). En outre, la salinité est le principal facteur qui influence la composition des invertébrés dans les autres systèmes (**Wollheim et Lovvorn, 1995 ; Hart et al., 1998**).

Ghomari a signalé en 2013, que L'artémia se retrouve exclusivement au niveau des écosystèmes hypersalins caractérisés par une richesse en sulfate, carbonates ou encore en potassium et une faible diversité biologique et par l'absence de prédateurs.

La salinité peut être considérée comme un facteur limitant pour la diversité de la faune aquatique. Ce résultat est en accord avec d'autres études réalisées dans d'autres salines (**Britton et Johnson, 1987 ; Colburn, 1988 ; Williams, 1998 ; Amaral et Costa, 1999 ; Thiéry et Puente, 2002 ; Evagelopoulos et al., 2007**).

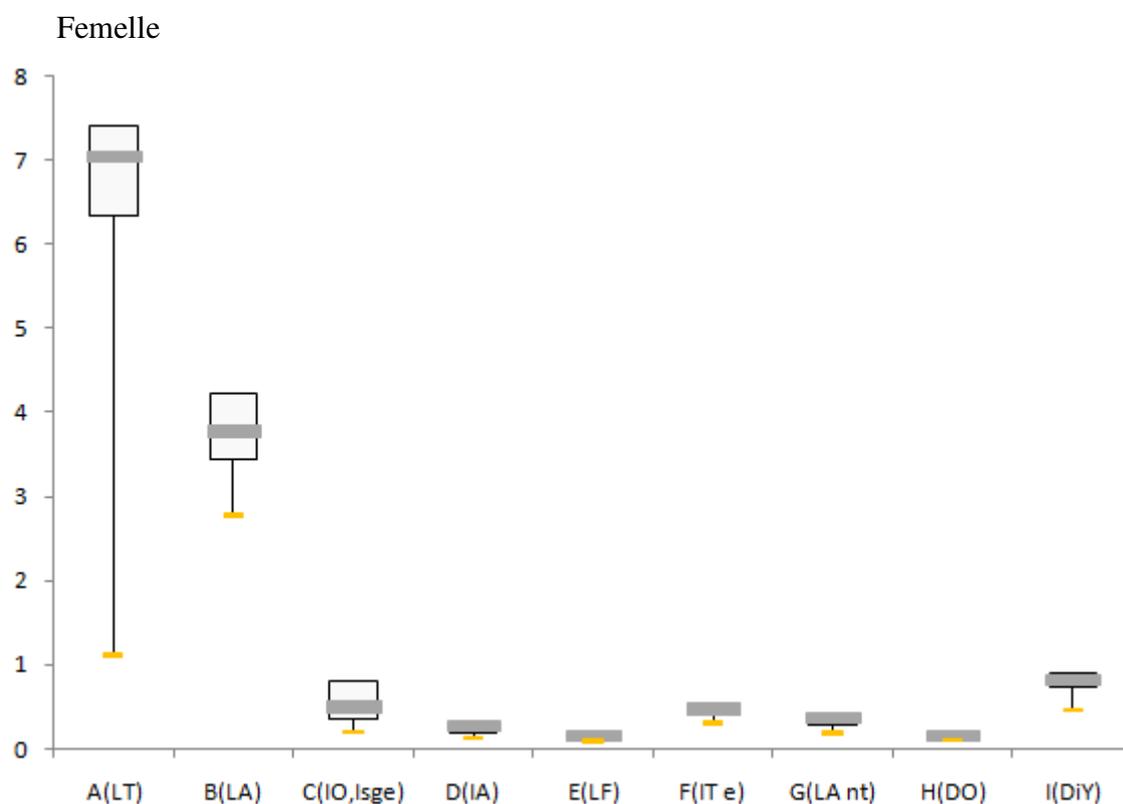
CHAPITE III : RESULTATS ET DISCUSSION

Williams a signalé en 1998, que qu'il existe une valeur seuil de salinité au-dessus de laquelle seules les espèces tolérantes aux fortes teneurs en sel survivent.

La tolérance ou l'intolérance des espèces à la salinité est probablement liée à leur capacité ou à leur inaptitude à réagir métaboliquement aux fortes teneurs en sel. Seuls les organismes halophiles ont des caractéristiques écophysiologiques et biologiques spécifiques qui leur permettent de résister à un tel stress (**EleviBardavid et Oren, 2008**). Les copépodes répondent à ce stress en activant une série de mécanismes de défense (**Lauritano et al., 2012**). Ces mécanismes incluent l'accumulation d'osmolytes organiques intracellulaires comme les prolines (**Willett et Burton, 2002**) et l'induction de la glutathion-réductase qui est une enzyme qui lutte contre les radicaux libres en transformant le disulfure de glutathion en glutathion (**Lauritano et al., 2012 ; Seo et al., 2006**).

III.5. 3. Population d'artémia

Les résultats des variables morphologiques mesurées sur les adultes de la population d'artémia de la saline de Béthioua étudiées sont représentés dans les figures 28,29 et 30.



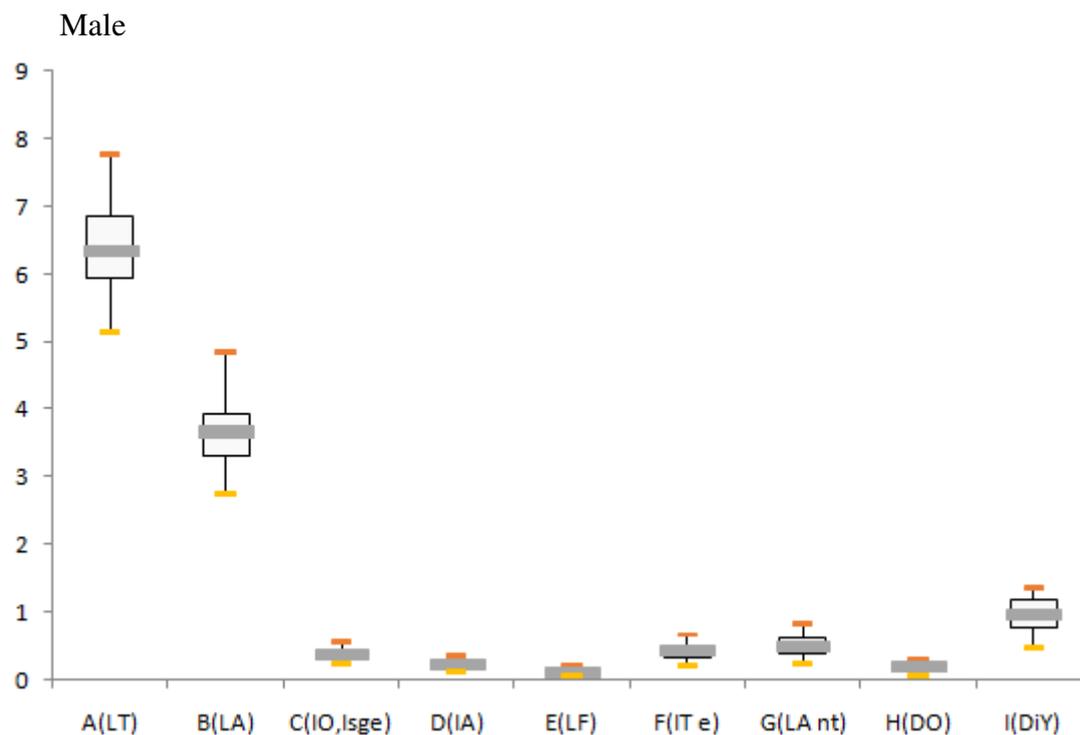


Figure 28. Présentation des différentes mesures utilisées dans l'analyse discriminante. longueur totale (LT) ; longueur abdominal (LA); largeur de l'utérus de la femelle, segment génital du mâle (IO, ISge); largeur du 3ème segment de l'abdomen (IA); longueur de la fourche(LF); largeur de la tête (ITe); longueur de l'antennule (LA nt); diamètre de l'œil (DO); distance entre les yeux (DiY).

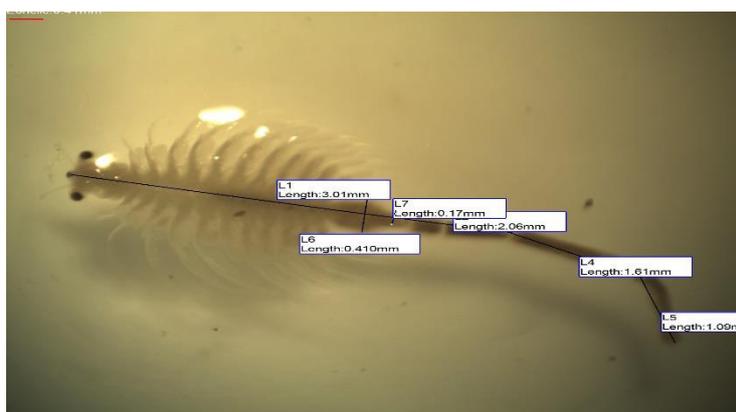


Figure 29. Artémia adulte femelle.



Figure 30. Artémia adulte male.

D'après l'étude **d'Amat (1980)** qui est réalisé sur la morphométrie des 22 populations méditerranéennes comparées à la souche franciscana (Californie, USA), en utilisant les paramètres biométriques. Cette étude nous a permis de caractériser les populations d'artémia au niveau du sebkha de Béthioua qui est l'espèce sexuée : *artémia salina*.

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

De plus, les femelles trouvées au niveau de ce biotope ont une taille moyenne de $6,69 \pm 1,2$ mm avec un maximum de 8,43 mm alors que les femelles des souches sexuées et parthénogénétiques diploïdes dépassent rarement la taille de 13 mm alors et les femelles des souches parthénogénétiques tétraploïdes atteignent de grandes tailles et peuvent dépasser les 18 mm de longueur.

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

Tableau VI. Comparaison des moyennes de la longueur totale des artémias en fonction du sexe.

CHAPITE III : RESULTATS ET DISCUSSION

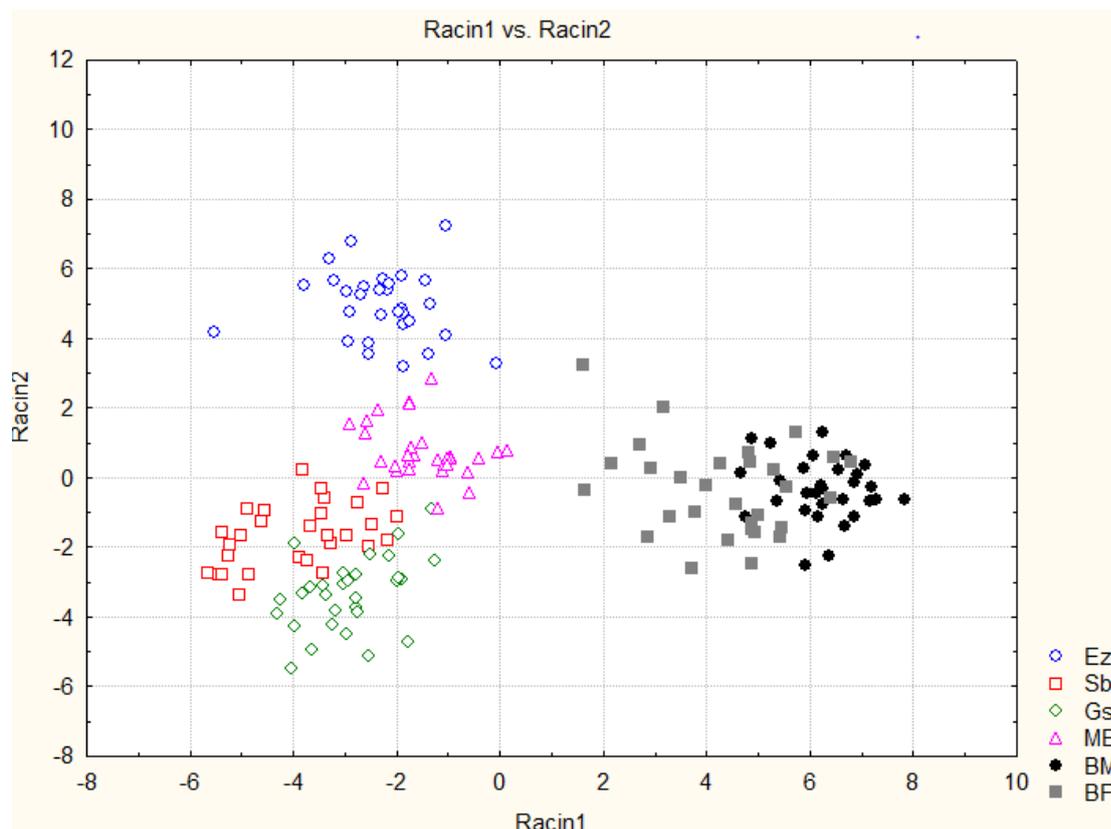
Sexe	N	Valeur minimale	Valeur maximale	Moy ± ET	ε
Male	34	1,12	8,43	6,69 ± 1,28 a	a vs. b : 1,186
Femelle	35	5,13	7,77	6,40 ± 0,65 b	

Tableau VII. Comparaison des moyennes de la longueur abdominale des artémias en fonction du sexe.

Sexe	N	Valeur minimale	Valeur maximale	Moy ± ET	ε
Male	35	2,74	4,86	3,64 ± 0,51	1,569
Femelle	34	2,78	5,92	3,87 ± 0,67	

La comparaison des moyennes de deux à deux des moyennes soit pour la longueur totale ou la longueur abdominale chez l'ensemble des individus étudiés d'artémia montre qu'il n'y a pas une différence significative entre les mâles et les femelles.

Un traitement des données morphologiques à l'aide de l'analyse discriminante a été réalisé afin de maximiser les différences et de caractériser la souche étudiée et les résultats morphométriques sont comparés à d'autres populations de différente origines utilisées comme références, issus de la base de données morphologiques et statistiques de l'Institut d'Aquaculture de Torre de la Sal (Espagne) (**Hontoria et Amat ,1992b**). Ces résultats sont représentés dans la Figure 31.



EZ : Ezzemoule ; SB : San Francisco Bay ; GSL : Great Salt Lake ; ME : Maria Estela ; BM : Béthioua male ; BF : Béthioua femelle.

Figure 31. Analyse discriminante de la morphologie des mâles et des femelles de la population de Béthioua comparée avec une population algérienne de l'Est et du Nouveau Monde.

L'analyse discriminatoire ne place ni les femelles ni les mâles de la population de Béthioua (wilaya d'Oran) étudiée parmi les centroides appartenant aux autres espèces américaines ou celle de l'est de l'Algérie (Ezzamoul, Oum el Bouaghi). On peut considérer de ce fait que la biodiversité des populations d'*Artemia* au niveau de l'Ouest (sebkha de Béthioua, wilaya d'Oran) n'est pas identique à celle rencontrée à l'Est de l'Algérie. Cela peut être expliqué par le cadre géographique et climatique.

En effet, les populations d'*artémia franciscana* présentent une distance génétique moyenne élevée par rapport aux autres espèces du vieux continent, ce qui indique une substantielle divergence des espèces (**Beardmore et al., 1995**).

Aussi, 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 (**Ghomari, 2013**).

CHAPITE III : RESULTATS ET DISCUSSION

Selon **Ghomari (2013)**, l'aspect général le plus robuste qui distingue l'espèce native des salines de San Francisco Bay est la largeur de la tête aussi bien chez le mâle que chez la femelle. Chez les individus de l'espèce sexuée autochtone de la même taille, la largeur céphalique est plus réduite. L'espèce américaine montre un contour céphalique arrondi adoptant presque une forme parfaitement elliptique. Par contre chez l'espèce autochtone du vieux continent, le profil céphalique montre des irrégularités qui sont plus apparentes chez les souches parthénogénétiques. Le contour de la tête adopte des fois une forme presque rectangulaire.

I.1. Classification et systématique de l'artémia

D'après **Kuenen (1939)**, le genre *artémia* fut décrit pour la première fois par **Schlosser (1755)**, plus tard par **Linnaeus (1758)**. De nos jours, ces crustacés sont considérés comme les plus primitifs. Ils se caractérisent par l'absence de carapace et la possession d'appendices thoraciques en forme de feuilles, exerçant une triple fonction locomotion, respiration et filtration. Ils se distinguent aussi par la présence d'une fourche caudale avec deux rames et par un régime alimentaire filtreur planctophage.

La classification systématique du genre est comme suit :

Embranchement : Arthropodes.

Classe : Crustacés.

Sub-classe : Branchiopodes.

Ordre : Anostraca.

Famille : Artemiidae.

Genre : *Artemia* (**Leach, 1819**).

Espèce : *Artemia salina* (**Linnaeus, 1758**).

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

Ensuite, ils se sont intéressés au mode de reproduction et à l'étude simultanée des chromosomes, ce qui a permis la détermination des deux souches d'artémia : une souche bisexuée et une souche parthénogénétique (**Browne et Bowen, 1991**).

Les populations parthénogénétiques sont appelées : *Artemia parthenogenetica* suivis par le nom de la localité d'origine (**Barigozzi, 1980**). Ils sont prédominants dans les conditions de perturbation et de stress du point de vue température, salinité et alimentation (**Browne et Bowen, 1991 ; Lenz et Browne, 1991**). Ces souches présentent différents degrés de ploïdie; il existe des espèces tétraploïdes à 84 chromosomes (souches en provenance de la mer adriatique) et des espèces diploïdes à 42 chromosomes (en provenance de Cagliari) (**Artom, 1931**).

CHAPITRE I : GENERALITES

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

Actuellement, on compte 9 espèces du genre Artémia :

Artemia salina: population type de Lynington disparus.

Artemiafranciscana: Amérique : nord, centre et sud (**Kellog 1906**).

Artemiapersimilis: Argentine (**Piccinelli et prosdocimi 1968**).

Artemiaurmiana: Iran (**Gunther, 1890**).

Artemiamonica: Mono lake (**Virrill 1869**), Californie-USA (**Browne et Bowen, 1991**).

Artemiasinica: Chine (**Cai, 1989**).

Artemiatibetiana: Tibet (**Abatzopouloset al., 1998**).

Artemia salina: Europe et Afrique du nord (**Bowen et sterling 1978**).

Artemiaparthenogenetica (**Barigozzi, 1980**).

I.2. Morphologie

L'artémia est un petit crustacé aquatique de forme allongée et dépourvu de carapace(anostracée) mais clairement segmenté, le corps est allongé avec une paire d'yeux latéraux, deux paires d'antennes, 11 paires de thoracopodes et un tube digestif long et visible par transparence, la taille habituelle est comprise entre 8 et 12 mm de longueur totale, dépasse rarement les 17 et 18 mm, sa coloration va du blanc laiteux au bleu vert jusqu'au rouge brique (**Sorgeloos, et al., 1998**).



Figure 1. Femelle d'artémia adulte (vue sous la loupe optique).

L'anatomie externe permet de distinguer trois parties bien différenciées la tête, thorax et abdomen.

I.2.1. Tête

La tête renferme un œilnauplien médian, une paire d'yeux latéraux pédonculés et un simple cerveau en forme d'anneau comme une structure autour de la bouche. Chez le mâle, les antennes 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, alors que chez la femelle, elles sont beaucoup plus réduites. Sur la tête se trouve la cavité buccale qui est représentée par un large labrum, une paire de mandibules et deux paires de maxillaires. Ces diverses pièces constituant la cavité buccale sont reliées à l'œsophage qui aboutit dans l'estomac.

I.2.2. Thorax

Le thorax est formé de 11 segments bien délimités, dotés chacun d'une paire d'appendices foliacés, les phyllopoies ou thoracopodes. Les 11 paires de phyllopoies, tous semblables, interviennent dans l'alimentation, la natation et la respiration (**Haddag, 1991**).

I.2.3. Abdomen

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

L'abdomen renferme huit segments où les 2 premiers segments dit génitaux (deux pénis chez le mâle/la poche incubatrice des femelles) et le dernier segment abdominal a deux

appendices tenant de longues soies. L'anus se trouve entre ces appendices (**Dhont et Van Stappen, 2003**).



Figure 2. Artémia adulte (**Abatzopoulosetal., 2010**)

A : Adule femelle ; B : Adule mâle.

I.3. Cycle de vie de l'artémia

Selon les conditions environnementales, les femelles peuvent se reproduire en donnant directement des nauplii ou bien des œufs de durée ou cystes qui sont très résistants à la salinité élevée (**Whitaker, 1940**). Ces cystes flottent à la surface de l'eau et sont transportés par l'action du vent vers les berges où ils se mélangent avec le sable.

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

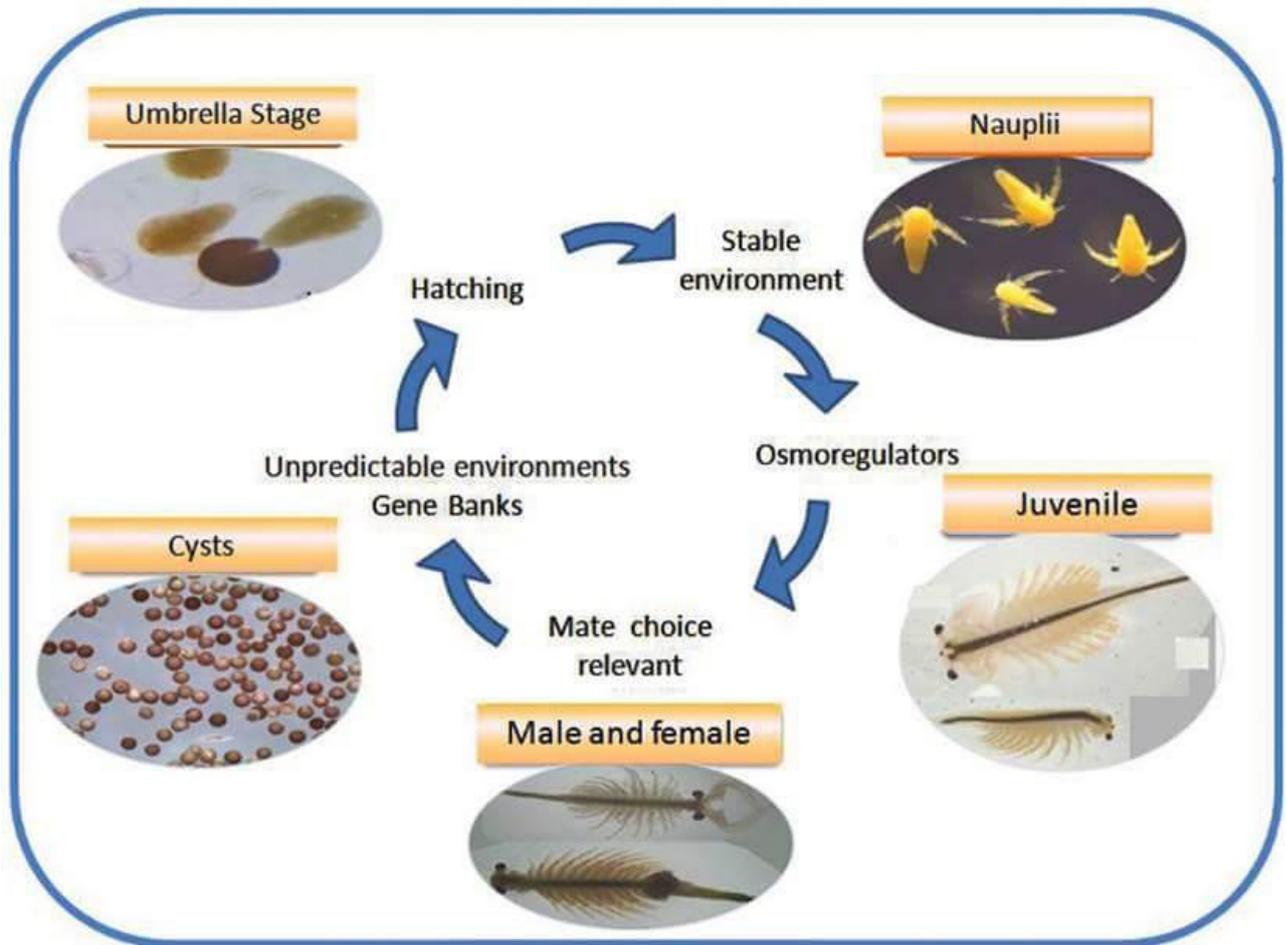


Figure 3. Cycle biologique de l'artémia (Defayeet *al.*, 1998)

I.4.Régime alimentaire

L'artémia est un crustacé filtreurphagotrophe (Provasoli et Shiraishi, 1959) qui s'alimente en se déplaçant perpétuellement. Le processus d'alimentation de cette espèce diffère selon les stades de développement :

Les nauplii n'ont pas d'appendices bien développées, donc ils capturent l'aliment à l'aide des cils insérés au bord des antennes secondaires.

Chez l'adulte, l'alimentation est assurée par les thoracopodes (11 paires d'appendices thoraciques remplacés au fil des mues) (Tobias *etal.*, 1980). Son alimentation est basée sur la capture des particules de quelques micromètres comme les bactéries halophiles (*Halobacterium* et *Holococcus*) jusqu'à des tailles de 25 μ (Seki, 1966 ; Takano, 1967), mais d'une façon générale, elle est capable d'ingérer toute particule dont la taille est inférieure à

CHAPITRE I : GENERALITES

60 μ (Reeve, 1963), ainsi qu'elle est alimentée par les algues unicellulaires (*Dunallielliasp* et autres Diatomés et Cyanophycés), les petits protozoaires et autres particules organiques en suspension dans son milieu de vie. La composition des aliments ne présente pas une préférence particulière chez l'artémia. 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).

En outre, l'artémia est considérée comme une proie préférentielle pour les oiseaux vivant dans les milieux hyper salins (Thiery et Puente, 2002) tels que les flamants roses (Torretera et Dodson, 2004).

I.5. Reproduction

Le mode de reproduction chez l'artémia dépend également des conditions du milieu (Mac Donald et al., 1980). Si le milieu est défavorable (forte ou faible salinité, température trop élevée ou trop faible, changement de saison, pollution, manque de nourriture etc.).

les femelles pondent des cystes (oviparité) qui devront subir une dessiccation osmotique pour pouvoir éclore parfois plusieurs années plus (Mac Donald, 1980 ; Persoone et Sorgeloos, 1980 ; Aloui, 1998). Ces derniers libérés dans le milieu et peuvent rester en diapause (métabolisme embryonnaire bloquer en métaphase) à condition qu'ils restent secs dans les conditions anaérobiques avec une salinité supérieure à 85 psu qui est le seuil d'éclosion (Personne et Sorgeloos, 1980). Ils supportent ainsi les conditions limites et ils assurent l'apparition d'une nouvelle population en conditions favorables (Lenz, 1987).

Lorsque le milieu est favorable les femelles sont ovovivipares. Les conditions du déclenchement de l'ovoviviparité ne sont pas connues, Les femelles peuvent avoir une fécondité de l'ordre de 50 nauplii par jour. Si, la salinité du milieu par exemple augmente suite à un assèchement progressif (le cas dans les marais salants, les femelles produisent à nouveau des œufsoucyctes qui font flotter, s'échouer sur des berges et sécher).

Le séchage est indispensable pour que les cystes puissent éclore, afin d'aboutir à un nauplius libre les cystes ont besoin d'eau pour s'hydrater et l'oxygène pour initier et compléter le métabolisme (Abatzopolulos et al, 2010)

Les facteurs environnementaux déterminent le mode de reproduction chez l'Artémia et ils sont spécifiques et multiples pour chaque population. On suppose qu'en conditions

CHAPITRE I : GENERALITES

environnementales favorables le processus de développement ovovivipare est habituel. (Drinkwater et Clegg, 1991)

Chez les espèces sexuées, Le mâle s'accroche à la femelle en permanence (Figure.4). C'est celle-ci qui tire celui-ci en une nage rapide et désordonnée. Il arrive que deux mâles se mettent sur la même femelle

Il maintient l'utérus par le biais de ses appendices céphaliques, tout en fléchissant son abdomen et introduit l'un de ses deux pénis dans l'appareil génital de la femelle et libère ainsi son sperme. Le couple peut rester dans cette position durant un certain temps jusqu'à ce que le processus de la fécondation soit achevé (Lavens et al, 1996).



Figure 4. Couple d'*Artémia* en position d'accouplement (Riding position ou position d'équitation) ; (Lavens et al., 1996) : 1, utérus ; 2, pénis.

I.6. Répartition géographique de l'artémia

L'artémia fait partie du groupe cosmopolite qui peut survivre à des conditions environnementales stressantes : salinités extrêmes, faibles ou fortes températures et anoxie (Torretera et Dodson, 2004). De ce fait, les habitats de ces organismes sont distribués partout dans le monde à l'exception de l'Antarctique (Browne et Mac-Donald, 1982). Ils vivent dans les lacs salés et hyper salés (Thiéry et Puente, 2002), les lagunes côtières et dans les étangs (Triantaphyllidis et al., 1996). D'après (Sorgeloos et al., 1986) 80% des populations étudiées dans l'hémisphère occidentale sont bisexuée, alors que 70% de celle de l'hémisphère oriental sont parthénogénétiques. Actuellement, il existe plus de 300 biotopes d'artémia.

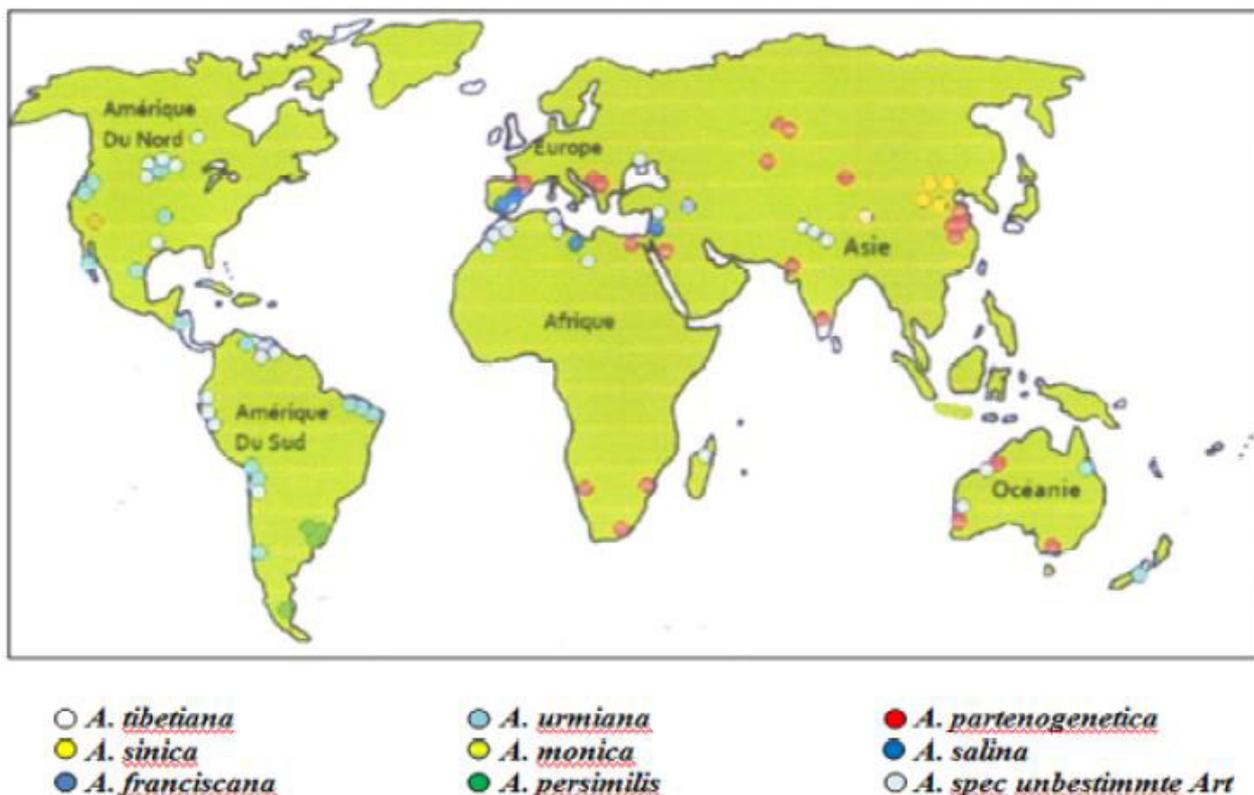


Figure 5. Répartition de l'artémia dans le monde (Lavens et Sorgeloos, 2000).

En Algérie, **Samraoui et al.,(2006)** annoncent la présence de l'artémia dans les salines de Bethioua, sebkha l'Ezzemoul, chotts Merouane et Melghir dans le Hautes Plaines du Sud (Sahara). Ces auteurs font également référence à des notices antérieures dues à (**Gauthier ,1928**),(**Haddag ,1991**), (**Zemmouri ,1991**) et(**Beladjal et al., 1995**). Un rapport limnologique élaboré sur la présence de A .Salina dans deux sites hyper salins intérieurs en Algérie (**McCarragher ,1972**).

Par la suite, Artemia a été cité par (**Kara et al., 2004**).Kara et Amarouayache on recenser 11 sites d'où vivent l'Artemia en Algérie.

- Sebkhath Oran (**Sorgeloos et al., (1986)**).
- Chott Ouargla (**Sorgeloos et al., 1986**).
- Chott Marouane (El Oued) (**Sorgeloos et al., 1986**), (**Kara et al., 2004**),(**Samraoui et al.,2006**).
- Sebkhath Ez-Zemoul (Oum ElBouagui) (**Sorgeloos et al., 1986**), (**Samraoui et al.,2006**).
- Saline d'Arzew (Béthioua, Oran) (**Haddag, 1991**), (**Samraoui et al., 2006**).

CHAPITRE I : GENERALITES

- Garaet El Tarf (Oum El Bouagui) (**Haddag, 1991**)
- ChottMelghir(Biskra) (**Samraoui et al., 2006**).
- SebkhatSidiBouziane(Relizane).
- Lac El-Bahira (Setif) (**Sorgeloos et al., 1986**)
- Lac salédeGoléa S(Ghardaia).
- DayetMorseli(Oran) (**Sorgeloos et al., 1986**).

I.7. Valeur nutritionnelle

L'artémia présente une haute valeur nutritionnelle notamment les protéines, et de la variation de son contenu biochimique en acide gras, acide aminé, vitamine pigment (canthaxanthine), minéraux et oligo-éléments (**Van Stappen, 1996**).

Les résultats d'une expérimentation effectuée sur le poisson chat montrent que les larves qui ont subi un régime alimentaire basé exclusivement sur l'artémia sont plus performantes que celles qui ont subi un régime alimentaire complexe (artémia+d'autres ingrédients alimentaires) (**Lavens et Sorgeloos, 1996**). L'artémia dans tous ses stades de vie a le grand avantage de satisfaire les exigences nutritionnelles d'une grande variété d'organismes (**Espinosa-Fuentes et al., 1989**). Cependant l'artémia adulte possède une valeur nutritionnelle supérieure à celle des nauplii (**Leger et al., 1986**).

L'efficacité nutritionnelle d'un aliment est déterminée essentiellement par sa digestibilité et par conséquent par sa taille et sa forme (**Van Stappen, 1996**).

I.8. Importance aquacole et intérêt économique de l'artémia

Grâce à sa valeur nutritive en protéines et en acides gras, l'artémia est considérée comme une nourriture potentielle pour les larves d'écloserie et les espèces d'aquariophilie (**Guermazi et al., 2008**).

C'était en 1948 aux Etats Unis que l'exploitation et la commercialisation de l'artémia ont commencé car elle est indispensable dans les écloseries pour des raisons suivantes :

- La facilité d'utilisation : récolte des cystes du milieu naturel, les traiter et les stocker
- Les nauplii fraîchement éclos constituent une bonne nourriture aussi bien sur le plan sanitaire qu'énergétique.
- La dimension des nauplii adaptée à la dimension de la bouche des larves.

CHAPITRE I : GENERALITES

- La facilité de conservation des cystes pendant plusieurs années.
- La facilité de l'obtention des nauplii : l'incubation des cystes dans l'eau de mer pendant 24 heures permet la libération des nauplii.

Toutefois, le développement de la pisciculture au niveau mondiale fait appelle à une forte demande de commercialisation d'artémia. Actuellement environ 2000 tonnes/an de cystes d'artémia commercialisés dans le monde, à raison de 200 à 500 €/Kg de cystes (**Sorgeloos et al. 2001**). Les pays producteurs de cystes d'artémia peu nombreux, sont les suivants : USA (Souche de Great Salte Lake et San Francisco : 4400 Km²), Argentine (Souche Argentine), Brésil (Souche Macau), Chine (Souche chinoise), France (Souche Lavalduc) et Espagne (Souche Espagnole) (**Aloui, 2003**). Par conséquent, le développement des projets aquacoles dans de nombreux pays du monde a mis en valeur les cystes d'artémia dont leur coût d'importation devient de plus en plus important.

I.9. Exploitation de l'Artémia

- Dans les habitats naturels

L'exploitation de l'Artémia, sous forme de cystes ou biomasses dans les habitats naturels, pour des fins aquacoles est pratiquée dans tous les pays possédant des salines et où l'activité aquacole est développée. Il s'agit de récolter l'artémia dans les salines au moment de sa prolifération de façon spectaculaire en période printanière et pré-estivale. D'après (**Divanach et al.,1983**) les récoltes de l'Artémia dans les bassins de la saline de Villeroy (France) d'une manière rationnelle et sélective accroissent aussi bien sa production que la durée de son exploitation.

- Exploitation intensive de l'Artémia

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

I.10. Présentation du site d'étude

CHAPITRE I : GENERALITES

Une sebkha est un bassin occupant le fond d'une dépression à fort salinité plus ou moins séparé d'un milieu marin, dans des régions arides, il peut être toujours en contact avec le milieu marin par un très faible filet d'eau (bassin d'eau profonde), dans ce dernier cas il peut se produire des débordements périodique d'eau ver le bassin.

La saline de Bethioua(Arzew) a été exploité depuis 1884 par la société française Nobel Bozel et sa filial Bozel Mactera, il fut nationalisé en février 1970 et est actuellement régie sous la direction de l'ENSAL. Cette saline est établi sur la rive sud de dépression appelée « lac salé d'Arzew » d'une superficie de 2700 hectares, éloignée de 15 km de la côte méditerranéenne, elle se situe à 20 km au sud de la ville d'Arzew et à 50 km du chef-lieu de la wilaya d'Oran.

Elle est alimentée par les eaux de pluies et les eaux de ruissèlement avec une profondeur moyenne maximale d'environ 1.2m .Dans ces dépressions s'accumulent des dépôts continentaux transportés par l'eau avec notamment d'importances accumulation de sel par lessivage des terrains salifères superficiels souterrains du miocène et du trias. Cette dernière renferme dans les régions proches de la cote, une certaine quantité de chlorure qui va en diminuant au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la mer. La production du sel à partir de cette saline se réalise grâce à des conditions climatologiques favorables (**Scholer, 1963**).

Elle 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 (**Ghomari, 2013**).



Figure 6. Localisation de la saline de Béthioua prise par Google earth 2018.

INTRODUCTION

La vie se développe parfois dans des biotopes pouvant être considérés comme "extrêmes" où les organismes doivent s'adapter à des conditions environnementales stressantes. Seuls certains microorganismes sont capables de peupler les milieux hyper salés naturels ou artificiels. Le fonctionnement de ces écosystèmes est largement influencé par les facteurs biotiques, comme la biodiversité et les interactions interspécifiques, eux-mêmes liés aux facteurs abiotiques.

Au sein de la chaîne trophique de ces milieux, qualifiée plus simple que celle des milieux d'eau douce, le branchiopode artémia représente le principal organisme vivant colonisant les milieux salins, où ils prospèrent dans les salines solaires côtières ainsi les lacs salés intérieurs (**Triantaphyllidis et al., 1998, Muñoz et Pacios, 2010**).

L'Algérie est dotée d'un climat adapté à la présence de nombreux biotopes propres au développement des populations d'artémia (**Vanhaecke et al., 1987**). Trois espèces fréquentent la région méditerranéenne *A. parthenogenetica*, *A. salina* (**Triantaphyllidis et al., 1998**) et l'espèce *A. franciscana*, originaire du continent américain, qui a récemment envahi l'Espagne, le Maroc, la France (A.J. Green et al., 2005), l'Italie (**Mura , 1993**) .

Ce branchiopode devient un aliment irremplaçable dans l'élevage des larves de poissons et de crustacés, il est riche en acides gras essentiels à la croissance et à la survie des larves des espèces marines (**Léger et al., 1986**). Dernièrement, l'emploi de cet animal s'est élargie jusqu'au domaine de la médication (**Chair et al., 1991**). Cependant, la demande des cystes d'artémia est en augmentation et atteint 40% de la demande totale des aliments aquacoles (**Sorgeloos et al., 2001; Kolkovski et al., 2004**) et les ressources mondiales actuellement en exploitation ne peuvent faire face à la forte demande dans le secteur aquacole, ce qui se traduit par une augmentation du prix sur le marché international.

Vu sa place privilégiée dans la chaîne alimentaire, ce matériel biologique a attiré l'attention des scientifiques et a fait l'objet d'abondants travaux de recherche dont nous citons: Seurat (1921) ; Gauthier (1928) ; Sorgeloos et al., (1977, 1980, 1983) ; Aloui et al., (2002, 2003, 2010, 2012) ; Dahesht et al., (2013) ; Elena et Shadrin (2014), Chao-Qun Zheng et al., (2015).

INTRODUCTION

En Algérie peu de travaux ont été réalisés dans ces biotopes hyper salés, malgré le rôle important des communautés qui y habitent. Notre étude a pour objectif de déterminer et de comprendre l'interaction entre les êtres vivants, particulièrement l'artémia et leurs environnements, en mettant en place l'importance de l'artémia dans la chaîne trophique et en déterminant l'organisation spatiale de la faune pélagique en relation avec les variations abiotiques au niveau de la saline de Béthioua (Wilaya d'Oran).

Le présent travail comporte trois chapitres organisés comme suit :

- Le premier chapitre est consacré à la présentation de l'artémia, Il s'agit d'une synthèse qui traite la systématique, la répartition géographique et la biologie.
- Le deuxième chapitre est réservé à la présentation du site étudié (saline de Bethioua) et les différentes méthodes d'analyses.
- Le troisième synthétise les résultats et la discussion de ces derniers.

II.1. Présentation de lieu de stage

Nous avons réalisé tous les analyses physicochimique et bactériologique ainsi que l'identification des communautés phyto et zooplanctonique au niveau du centre national de recherche et de développement de la pêche et de l'aquaculture (CNRDPA) de Bou-Ismaïl (Algérie) qui dispose d'un siège national et d'une station d'expérimentation en aquaculture.

Le centre conjugue la recherche scientifique et le développement des procédés, en prenant en compte les enjeux économiques et environnementaux à l'échelle nationale et internationale, il est chargé de réaliser les études nécessaires à l'évaluation des ressources halieutiques et des capacités nationales en matière de pêche et aquaculture. Pour la gestion administrative financière et des équipements, le CNRDPA est structuré en quatre départements, soient ; département des finances et de l'administration des moyens, département des ressources humaines et des relations extérieures, département des moyens scientifiques, techniques et de l'information et un département de flottille pour la partie scientifique, le centre est constitué d'une unité de recherche (URDPA : unité de recherche et de développement de pêche et de l'aquaculture) et deux divisions de recherche : (industrie et transformation et écosystème aquatique). Parmi les thèmes de recherche traités :

- Etude de la pêcherie du thon rouge capturé le long de la côte Algérienne.
- Etude dynamique d'espèce pêchée aux filets maillants.
- Evaluation des ressources halieutiques de l'Algérie.
- Mise en place d'un réseau d'échantillonnage biologique des espèces démersales et des petits pélagiques en Algérie.
- Reproduction avancée de tilapia.
- Gestion et exploitation des filières conchylicoles au niveau de la baie de Bou Ismaïl.
- Suivi national des plans d'eaux continentaux.
- Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique de deux plans d'eaux : barrage de Boukerdane et Barrage de Meured (Tipaza).

II.2. Echantillonnage

L'étude a porté sur le milieu d'une part et sur l'artémia, d'autre part où les prélèvements ont été réalisés régulièrement chaque mois à partir du 05 Mars 2018 au 22 mai

CHAPITRE II : MATÉRIELS ET MÉTHODES

2018 au niveau du bassin mère sur deux points, N=3542,406° et W=00016,870°, N=3542,493° et W=00016,980°, (à l'exception d'une date quand l'accès à la saline était impossible ou un seul échantillonnage a été achevé). Ce bassin est caractérisé par une faible profondeur de l'eau.

Les prélèvements ont été achevés à l'aide d'un GPS de type 72H Garmin.



Figure 7. Bassin mère de la saline Béthioua (Oran).

II.3. Facteurs environnementaux

II.3.1. Paramètres physico-chimiques

Le contrôle des paramètres physico-chimiques (température) sont réalisés en utilisant un multiparamètre de type WTW multi 340i.



Figure8. Multiparamètres (WTW multi 340i).

II.3.2. Matières en suspension (mg L^{-1})

L'estimation des matières en suspension (SM) est faite par la pesée de la matière retenue sur un filtre GF/C de porosité $0,45 \mu\text{m}$ et séchée à l'étuve (jusqu'à poids constant à 120°C) après filtration sous vide d'un volume d'eau défini (V), ce volume dépend de la qualité de l'eau. Les SM sont calculés suivant la formule suivante :

$$\text{SM} = [(m_1 - m_0) / V] * 1000.$$

m_0 : masse initiale du filtre GF/C (mg).

m_1 : masse finale (filtre GF/C + matières retenues) après filtration et séchage (mg).

V : volume d'eau filtrée (ml).



a



b

Figure 9. Estimation des matières en suspension (SM)

a : pesée du filtre ; b : filtration de l'échantillon.

CHAPITRE II : MATÉRIELS ET MÉTHODES

II.3.3. Sels nutritifs

Les dosages des sels nutritifs (les nitrites, l'azote ammoniacal et le phosphore) de l'eau sont réalisés au laboratoire de recherche au CNRDPA selon le protocole d'Aminot et Chaussepied (1983) et à l'aide d'un spectrophotomètre de type : 6405 UV/Vis. Marque : Jenway.

Toutefois il faut signaler que le dosage des nitrates est réalisé par la méthode au salicylate de sodium.

➤ Dosage des nitrates

On ajoute 1 ml de solution de salicylate de sodium à 10 ml de l'échantillon et on laisse s'évaporer à sec sur une plaque chauffante. Après refroidissement, on ajoute au mélange 2 ml d'acide sulfurique concentré (densité=1.84).

On attend 10mn avant d'ajouter 15ml d'eau distillée et 15ml de solution d'hydroxyde de sodium et tétra double de sodium et de potassium.

La mesure de l'absorbance est faite à une longueur d'onde de 415 nm.



Figure10.Dosage des nitrates.

➤ Dosage des nitrites (NO₂)

Nous procédons au mélange de 50 ml de l'échantillon avec 1 ml de réactif R1 (solution de sulfamide) dans une fiole. Deux à huit minutes après, nous ajoutons 1ml de réactif R2 (solution de N-1naphthyenediamine). Il faut attendre au moins 10 mn et ne pas dépasser 2 heures pour obtenir une coloration rose.

Nous mesurons l'absorbance à 543 nm.



Figure11.Dosage des nitrites.

➤ Dosage de l'azote ammoniacal (NH_4^+)

Nous procédons au mélange de 100 ml de l'échantillon d'eau avec 3 ml de réactif R1 (solution de phénol-Nitroprussiate de sodium) dans une bouteille puis nous l'agitons pour homogénéiser la solution, ensuite nous ajoutons sans attendre 3 ml de réactif R2 (solution d'alcaline d'hypochlorite). La bouteille fermée doit être placée à l'abri de la lumière pendant une nuit. Nous mesurons l'absorbance à 630 nm.

➤ Dosage du phosphore (PO_4^-)

Pour le dosage du phosphore, nous avons utilisé les réactifs suivant :

Réactifs R1 : Solution de molybdate d'ammonium.

Réactifs R2: 2.5 mol/L (H_2SO_4) d'acide sulfurique.

Réactifs R3 : Solution d'acide ascorbique.

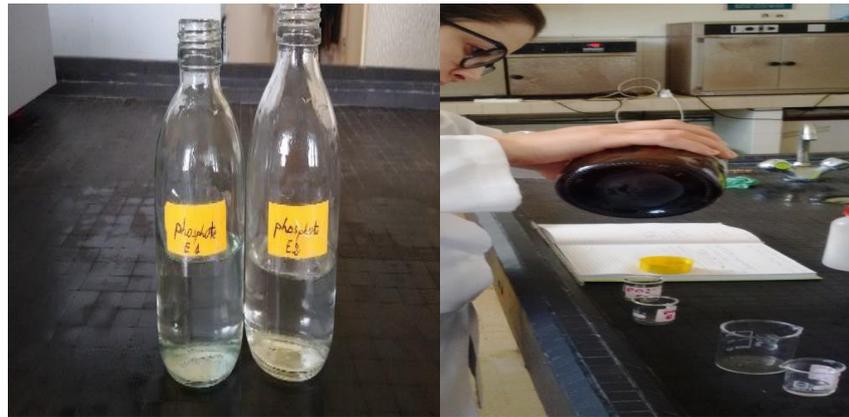
Réactifs R4 : Solution d'oxytatrate de potassium et d'antimoine.

Réactifs R5 : mélange des réactifs 1, 2,3 et 4.

Réactifs R6 : solution étalon primaire de phosphate.

Réactifs R7 : Solution étalon secondaire de phosphate.

➤ Pour préparer le mélange des réactifs, nous avons mis 100 ml de l'échantillon plus 10 ± 0.5 ml de réactifs R5 dans une fiole. Nous mélangeons et laissons reposer 5 mn. Nous mesurons l'absorbance à 885 nm.



a

b

Figure 12. Dosage de phosphore

a : les échantillons ; b : préparation de mélange

La moyenne N:P représente le ratio DIN/DIP où DIN est l'azote inorganique dissous (somme $\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$) et DIP est le phosphore inorganique dissous (PO). Cette valeur est comparée au rapport de Redfield (16N:1P) pour déduire le potentiel limitant des nutriments.

II.3.4. Pigments chlorophylliens ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$)

Pour le dosage de ces pigments, sur un filtre GF/C de $0,45 \mu\text{m}$ de porosité, on procède à une filtration d'un volume d'eau, avec addition d'une pincée de carbonate de magnésium (MgCO_3) pour fixer les pigments. Le filtre est conservé à -20°C jusqu'à l'extraction.

L'extraction des pigments est faite dans 10 ml d'acétone 90 % pendant 5 heures à l'obscurité et à 4°C . Après centrifugation, le surnageant est récupéré et son absorbance est mesurée à l'aide d'un spectromètre aux longueurs d'ondes suivantes : 480, 630, 645, 663 et 750 nm.

Les concentrations en chlorophylle a et c sont calculées à partir des équations proposées dans le rapport du groupe de travail **Scor-Unesco (1966)**.

$$[\text{Cha}] = [(11,64 \text{ DO}_{663\text{nm}} - 2,16 \text{ DO}_{645\text{nm}} - 0,1 \text{ DO}_{630\text{nm}}) * v] / (V * L).$$

$$[\text{Chc}] = [(54,22 \text{ DO}_{630\text{nm}} - 5,53 \text{ DO}_{663\text{nm}} - 14,81 \text{ DO}_{645\text{nm}}) * v] / (V * L).$$

Les concentrations en caroténoïdes sont calculées suivant l'équation proposée par **Parsons et Strickland (1963)**.

CHAPITRE II : MATÉRIELS ET MÉTHODES

[Caroténoïdes]= $[10(DO_{480nm}-3DO_{750nm})\cdot v]/(V\cdot L)$.

V : volume de l'échantillon filtré (ml).

v : volume de l'extrait acétonique (10 ml).

L : longueur du trajet optique (1 cm).

DO : absorbance.

II.3.5. Analyse bactériologique

L'étude de la variation de la population bactérienne globale, le dénombrement et la recherche des bactéries d'origine fécale et la recherche des bactéries pathogènes sont les grandes lignes des analyses bactériologiques des eaux (**Guiraud J. P, 1998**). Les dénombrements des coliformes totaux et fécaux et des Streptocoques fécaux ont été effectués par la méthode de nombre le plus probable (NPP respectivement sur milieux BCPL et milieux Rothe appelée aussi Colimétrie) (**Rejsek F, 2002**), les Salmonelle sur milieu SFBD avec enrichissement et ensemencement en milieu SS.

▪ Matériels utilisés pour les analyses bactériologiques

a – Petits matériels.

- Tubes à essai.
- Portoir pour tubes à essai.
- Pipettes pasteur.
- Pipettes graduées.
- Flaquons stériles pour échantillons.
- Boîtes de pétri stériles.
- Pincettes stériles.
- Anse d'inoculation et support.
- Bec Benzène.

b- Milieux de culture.

- Milieu BCPL.
- Milieu Rothe.
- Milieu SFBD.

➤ Dénombrement des coliformes totaux et fécaux

Nous avons ensemencé une série de 9 tubes (avec cloche de Durham) de BCPL dont 3 tubes en double concentré avec 10 ml d'échantillon, 3 tubes en simple concentré avec 1

CHAPITRE II : MATÉRIELS ET MÉTHODES

mld'échantillon, et 3 tubes en simple concentré avec 0.1 mld'échantillon. L'incubation est faite à 37°C pendant 48 h.

A partir d'un tube suspect de BCPL, nous ensemençons par 1ml un tube de 10ml contenant de l'eau peptonée exempt d'indole avec la cloche de Durham. L'incubation des tubes se fait à 44°C pendant 24 h. Après l'incubation, nous ajoutons au tube quelques gouttes du réactif de Kovacs.

➤ Recherche des streptocoques fécaux

Un ensemencement d'une série de tubes contenant le milieu de Rothe a été réalisé où :

- > 3 tubes de Rothe D/C avec 10ml d'eau.
- > 3 tubes de Rothe S/C avec 1ml d'eau.
- > 3 tubes de Rothe S/C avec 0,1ml d'eau.

L'incubation se fait à 37°C pendant 48h (présomption) et la confirmation se réalise à partir du tube suspect (virage, trouble du milieu) et le repiquage s'effectue sur l'EVA Litsky à une température de 37°C pendant 24h.

➤ Recherche des salmonelles

La recherche de Salmonella a été faite en 4 étapes selon la norme ISO 6579: le pré-enrichissement, l'enrichissement, l'isolement et enfin l'identification.

➤ Le pré-enrichissement

La prise d'essai (10ml) de l'eau à analyser est directement faite dans 90 ml d'eau peptonée tamponnée, puis placée à l'étuve à 37°C pendant 20 heures. Ceci permet aux salmonelles (éventuellement présentes) de se multiplier en abondance où elles deviennent facilement détectables par la suite.

➤ Enrichissement

Dans 10 ml de bouillon sélénite cystéine (SFB D/C) nous mettons 1 ml de pré-enrichissement, à l'aide d'une pipette stérile. Le bouillon est ensuite incubé à l'étuve à 37°C pendant une durée de 18 à 24 heures. La sélectivité du bouillon et la température d'incubation relativement élevée entraînent l'élimination d'une grande partie de la flore d'accompagnement et favorisent la croissance des salmonelles.



Figure 13. Enrichissement en milieu SFB D/C.

➤ Isolement

La gélose sélective SS a été utilisée. Elle est ensemencée par la technique de stries d'épuisement à partir d'un même bouillon d'enrichissement et elle est mise en incubation à l'étuve 37°C.



Figure 14. Isolement en milieu SS.

II.4. Facteurs biotiques

II.4.1. Etude de la population d'artémia

Un échantillonnage au hasard non stratifié a été réalisé à l'aide d'une époussette au niveau du bassin mère. Les échantillons sont conservés dans une solution de formaldéhyde à une concentration finale de 4 %.

Chaque individu est prélevé à l'aide d'une pipette puis placé sur une lame, sous une loupe binoculaire équipée d'une caméra et d'un système informatique : Optika version pro pour la lecture et Optika version lite 2,1 pour les mesures.

Pour l'identification morphométriques de l'artémia, on s'est basé sur les caractères morphologiques les suivants :

CHAPITRE II : MATÉRIELS ET MÉTHODES

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

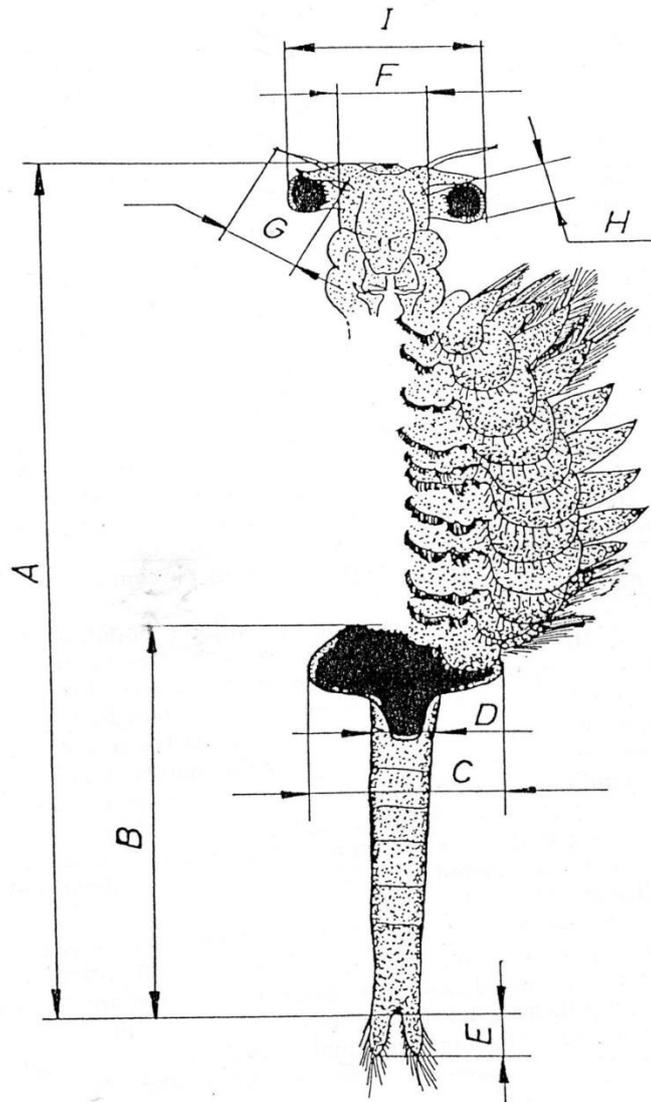


Figure 15. Schéma d'une femelle adulte montrant les différentes mesures utilisées dans l'analyse discriminante. (A) longueur totale (LT) ; (B) longueur abdominal (LA); (C) largeur de l'utérus de la femelle, segment génital du mâle (IO, ISge); (D) largeur du 3ème segment de

CHAPITRE II : MATÉRIELS ET MÉTHODES

l'abdomen (IA); (E) longueur de la fourche(LF); (F) largeur de la tête (ITe); (G) longueur de l'antennule (LAnt); (H) diamètre de l'œil (DO); (I) distance entre les yeux (DiY).

II.4.2. Etude de la population zooplanctonique

Les échantillons de zooplancton ont été collectés après filtration d'un volume de 5L d'eau du bassin avec un tamis de 100 μ m de maille et ils sont conservés dans une solution de formaldéhyde à 4%.

L'identification des différents groupes de copépodes a été réalisée sous une loupe binoculaire de type Optika, basée sur la littérature de référence : **Rose, 1933; Boxshall et Halsey, 2004.**



Figure 16. Etude de la population zooplancton sous la loupe binoculaire.

II.4.3. Etude de la population phytoplanctonique

Nous avons utilisé les protocoles couramment appliqués par les équipes de l'IFREMER dans le cadre du réseau d'observation et de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines (REPHY), pour la détermination de l'abondance et de la composition en espèce phytoplanctonique marin, en nombre de cellule par litre, dans un échantillon d'eau fixée au lugol, à l'aide d'un microscope inversé de type Optika et de chambres de sédimentation.



Figure 17. Etude de la population phytoplancton à l'aide d'un microscope inversé.

ملخص

الأر تيميا نوع من القشريات التي تعيش في البيئات المالحة والمائلة للملوحة بحيث تعتبر غذاء لا بديل له ليرقات الأسماك والقشريات بفضل قيمتها الغذائية ووفرتها.

في هذا العمل تطرقنا الى وصف كائنات الأر تيميا وتحديد العلاقة ما بين الخصائص الفيزيائية والكيميائية للوسط ومجموعة العوالق النباتية والحيوانية وعلاقتها بالتغيرات البيئية في سبخة بطيوة بولاية وهران.

أجريت التحاليل الفيزيائية والكيميائية، تحديد العوالق ووصف الأر تيميا على مستوى المركز الوطني للبحث والتنمية في الصيد البحري وتربية المائيات.

وقد تم تحديد 15 نوعاً من العوالق النباتية التي تنتمي إلى 3 مجموعات تصنيفية مختلفة.

(الكلوروفيسية، الدياتومات والدينوفلاجيليت) مع سيطرة (دونا ليلا سلينا). وقد سمح لنا الفحص النوعي لمجتمع

العوالق الحيوانية بتحديد 11 نوعاً تمثل 3 مجموعات مختلفة (كلا نواد سكلوبوادا و ارباكتكوادا). وباستخدام

طريقة المرفوم تري تم تمثيل كائنات الأر تيميا بنوع الار تيميا ساليانا.

الكلمات المفتاحية: الأر تيميا، المالحة، دونالييلا، سبخة.

CONCLUSION

Conclusion

Les paramètres biotiques et abiotiques ont été déterminés entre le mois de mars et mai 2018 au niveau du bassin mère de la saline de Béthioua. Les organismes qui vivent dans la saline sont capables de résister à de fortes salinités.

Parmi les organismes qui forment une importante partie de la biomasse dans ce biotope, le zooplancton est constitué majoritairement, de copépodes et d'artémies. L'analyse qualitative et quantitative a montré que les peuplements de crustacés de bassin mère étaient constitués de copépodes appartenant à 3 ordres différents (Calanoida, Cyclopoida et Harpacticoida) répartis en 11 genres. Ainsi que l'observation des caractères morphométriques de communauté phytoplanctonique récoltés dans le bassin ,nous a permis d'identifier 15 espèces. Ces derniers sont repartis en 03 classes (les chlorophycées, les diatomées et les dinoflagellés).

Nous pouvons conclure aussi que la saline est généralement exempt de germe pathogène .En effet l'eau analysée est confort aux normes, et riche en éléments azoté durant le printemps.

Les caractères morphologiques associés à une analyse discriminatoire ou appliquée sur la population d'artémia du sebkha de Béthioua, ont permis de différencier et de caractériser l'espèce sexuée *Artémia salina*. Cependant, l'état actuel de cette ressource naturelle doit faire l'objet d'autres investigations afin de confirmer ou d'infirmier son adaptation à l'industrie aquacole.

A la fin une étude de la qualité de cette population doit être établie, cette dernière dépend également de leur composition, en acide docosahexaénoïque (22 :6n-3) et en acide eicosapentaénoïque (20 :5n-3) est d'une grande importance, spécialement pour l'aquaculture marine.

RÉFÉRENCE BIBLIOGRAPHIQUE

A

- *Abatzopoulos, t.j., b. Zhang and P. Sorgeloos.1998. International study on artemia. lix. artemia tibetiana: preliminary characterization of a new artemia species found in tibet (people`s republic of china). int j salt lake res, 7: 41-44.
- *Abatzopoulos, T.J., J. Beardmore., J. Clegg., P. Sorgeloos. 2010. Artemia. Basic and applied biology. Kluw. Acad. Publ., 1: 286.
- *Abid O., Sellami–Kammoun A., Ayadi H., Drira Z., Bouaïn A., Aleya L. 2008. Biochemical adaptation of phytoplankton to salinity and nutrient gradients in a coastal solar saltern, Tunisia. Estuarine Coastal and Shelf Science 80 : 391-400.
- *Aloui, N. 1998. Les salines, sebkhas, chotts et l'Artémia en Tunisie : étude de cas de l'Artémia dans la saline de Mégrine. Mar. Mari. Aquacult. Act. Coll. IFREMER France., 19:
- *Aloui, N. 2003. Bio-écologie de l'Artémia: Artemia salina (Branchiopodes, Anostracés) et optimisation des conditions de sa production en Tunisie. Ph.D. Thesis. Univ. Tunis Manar. Fac. Sci. Tunis., 1-300.
- *Amaral MJ., Costa MH. 1999. Macrobenthic communities of salt pans from Sado estuary (Portugal). Acta Oecologica 20 : 327-332.
- *Amat, F. 1985a. Biologia de Artemia. Inf Técn. Inst. Inv. Pesq., 126-127: 1-60. 61-69.
- *Amat, F. 1980a. Differentiation in Artemia strains from Spain: 19-39. En: The Brine Shrimp Artemia. Vol. 1. G. Persoone, P. Sorgeloos, O. Roels y E. Jaspers (Eds.). Univerlsa Press. Wetteren (Belgium). 345 pp.
- *Amat, F. 1979. Differentiation y distribution de las poblaciones Artemia (Crustaeo Branquipodo) de Espana. Ph.D. Thesis. Univ. Barcelona. Spain. 251.
- *Aminot A, Kérouel R. (2004). Hydrologie des écosystèmes marins. Paramètres et analyses. Ifremer : 336 pp.
- *Artom, C. 1931. L'origine e l'evoluzionedellapartenogenesiattraverso I differentibiotope di una speciecollective (Artemia sauna L) con specialerefiremento al biotipo partenogenetico di sete. Mem. Acad. Ital. Ct. Sci. fsi. Mat. Nat., 2: 1-57.
- *Ayadi H., Toumi N., Abid O., Medhioub K., Hammami M., Sime-Ngando T., Amblard C., Sargos D. 2002. Étude qualitative et quantitative des peuplements phyto et zooplanctoniques dans les basins de la saline de Sfax, Tunisie. Revue des Sciences de l'eau 15 : 123-135.

B

- *Babaousmail M. 2014. Identification des algues du Sahara septentrional : l'effet des algues sur le stress salin (cas de la région de Ouargla). Thèse de Master. Université de Kasdi Merbah.
- *B. Benhanianw, Etude de la qualité microbiologique des salines de Bathioua, mémoire de Magister, Université d'Oran. 250 p, (2012).
- *Barigozzi, C. 1974. Artemia: a survey of its significance in genetic problem. *Evol. Biol.* In: Than, D.T., Hech, M.K., W.C. Steere (eds). *Plen. Press. New York. USA*, 7: 221-252.
- *Barigozzi, C. 1980. Genus Artemia: problems of systematic. *Brine Shrimp Artemia Appl: Morphol, General, Radiobiol, Toxicol.* In: Persoone, G., P. Sorgeloos., O.A. Roels., E. Jaspers (eds). *Univ. Press. Wett. Belgium*, 1: 147-154.
- *Beardmore, J.A., E.J. Pilla and K.M. Thomas. 1995. Genetic variation: speciation, reproductive mode and potential for exploitation. In: *Book of abstracts of contributions presented at the International Conference "Improvement of the commercial production of marine aquaculture species"*. G.gajardo and P Couteau (eds), Puerto Montt, Chile, Dec.5-9.
- *Beladjal, L., J. Mertens et HJ Dumont. 1995. Une analyse du modèle d'établissement les membres chez Anostraca (Crustacea) ; en utilisant l'espèce algérienne comme exemple. *Hydrobiologia*, 298 : 263-280
- *Ben Naceur, H., Ben rejeb Jenhani, A., M.S. Romdhane. 2009. Ecological survey of the brine shrimp Artemia salina from Sabkhet El Adhibet (south-east Tunisia). *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 89. 6: 1109-1116.
- *Bowen S.T., Davis.ML; Fenster S.R., G.A. Lindwall. 1980. Sibling species of Artemia. *Brine Shrimp Artemia Appl: Morphol, General, Radiobiol, Toxicol.* In: Persoone, G., P. Sorgeloos., O.A. Roels., E. Jaspers (eds). *Univ. Press. Wett. Belgium*, 1: 155-167.
- *Bowen, s.t. and g. sterling. 1978. esterase and malate dehydrogenase isozym polymorphisms in 15 artemia populations. *Comparative biochemistry and physiology.* 61b: 593-595.
- *Boxshall GA, Halsey SH. 2004. *An Introduction to Copepod Diversity*. Ray Society, London, Publication No. 166, 2 vols., pp. xv+966.
- *Britton RH., Johnson AR. 1987. *An ecological account of a Mediterranean salina:*

the Salin de Giraud, Camargue (S. France). *Biological Conservation* 42 : 185-230.

*Browne RA., Mac Donald GH. 1982. Biogeography of the brine shrimp, *Artemia*: distribution of parthenogenetic and sexual populations. *Journal of Biogeography* 9: 333-338.

*Browne, r.a. and s.t. bowen. 1991. taxonomy and population genetics of artemia. in:browne, r.a., sorgeloos, p., trotman, c.n.a. (eds). *artemia biology*, crc press, boca raton, florida, u.s.a: 221-235.

C

*Cai, y. 1989. a redescription of the brine shrimp (*artemia sinica*). *wasmann journal of biology* 47: 105-110.

*Chair, M. Romdhane, M. Dehasque, M. Nelis, H. Deleenheer, A. and Sergeloos, P. 1991. Live food mediated drug delivery as a tool for disease treatment in larviculture. A case study with European Sea bass. *European Aquaculture Society, Special Publication No. 15*, Ghent, Belgium. P: 412-41.

*Chen, J.-C., Chen, K.-J. and Liao, J.-M. 1989. Joint action of ammonia and nitrite on *Artemia nauplii*. *Aquaculture*, 77: 329-336.

*Chiaudani G,G.F.Gaggino et M.vighi.1983 synoptic survey of the distribution of nutrients in Italian Adriatic coastal Water.*Thalassia jugoslavia* 19:77-86.

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

*Colburn EA. 1988. Factors influencing species diversity in saline waters of Death Valley, USA. *Hydrobiologia* 158: 215-226.

*Cosandey F. 1954. Lausanne, (Etude hydrobiologique du lac de Bret') *Ecologie, systématique et associations du phytoplancton*.

D

*Daheht, L. E., Q. Mustafayev., F. Mohebbi., R. Ahmadi. 2013. *Artemia* and chlorophyll a fluctuations in Urmia Lake. *Braz. J. Aquat. Sci. Technol.*, 17. 2: 1-6.

*Davis j.s. 1978. Biological communities in ambient enriched salina. *Aquatic Botany*, 4, 29-42. *de l'eau* 15 : 123-135.

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

*Del Campo J.A., Garcia-Gonzales M., Guerrero M.G. 2007. Outdoor cultivation of

microalgae for carotenoid production: current state and perspectives. *Applied Microbiology and Biotechnology* 74, 1163–1174.

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

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

*Dolapsakis NP., Tafas T., Abatzopoulos TJ., Ziller S., Economou–Amilli A. 2005. Abundance and growth response of microalgae at Megalon Embolon solar saltworks in northern Greece : An aquaculture prospect. *Journal of Applied Phycology* 17 : 39-49.

*Drinkwater, L.E and J.S. Clegg. 1991. In: Artemiobiology (Browne, R.A., Sorgeloos, P., and Troman, C.N.A., eds) CRC Press, Boca Raton :93-118.

E

*Elevi Bardavid R., Oren A. 2008. Dihydroxyacetone metabolism in *Salinibacter ruber* and in *Haloquadratum walsbyi*. *Extremophiles* 12 : 125-131.

*Espinosa-Fuentes A., Ortega-Salas, A. 1997 Two experimental assays to produce biomass of *artemia franciscana* (anostraca). *Rev. Biol, trop.* 44(3):565-572.

*Estrada M. 2000. Persistence and variability of phytoplankton assemblages. Implications for monitoring. In: Fisher J, Baretta J, Colijn F, Flemming N (Eds.), *Bio-ecological Observations in Operational Oceanography*. EuroGOOS Publication, Southampton: pp. 14-15.

*Evagelopoulos A., Spyrakos E., Koutsoubas D. 2007. The biological system of the lower salinity ponds in Kalloni Saltworks (NE. Aegean Sea, Greece) : phytoplankton and macrobenthic invertebrates. *Transitional Waters Bulletin* 3 : 23-25.

G

*Gauthier, H. 1928. Nouvelles recherches sur la faune des eaux continentales de l'Algérie Et la Tunisie. (Minerva, Alger).

*Ghomari Sidi Mohammed. 2013, Localisation et caractérisation de la ressource naturelle Artemia dans les milieux salins algériens. (Zones Humides de l'Ouest, de l'Est et Sahariennes). These de doctorat en sciences filière: Sciences Agronomiques, Spécialité: Aquaculture, algerier. pp.32.

*Gregor J., Marsalek B. 2004. Freshwater phytoplankton quantification by chlorophyll a : a comparative study of in vitro, in vivo and in situ methods. *Water Research* 38 : 517-522.

*Guermazi W., Elloumi J., Ayadi H., Bouaïn A., Aleya L. 2008. Coupling changes in fatty acid and protein composition of *Artemia salina* with environmental factors in the Sfax solar saltern (Tunisia). *Aquatic Living Resources* 21 : 63-73.

*Guiraud J. P. 1998. *Microbiologie alimentaire*. Dunod. France. 652p.

*Gunther, r.t. 1890. crustacea. in: günther, r.t. (ed.) contributions to the natural history of lake urchi, n.w. persia and its neighbourhood. *journal of the linnean society (zoology)* 27: 394-398.

H

*Haddag, M. 1991. Contribution à l'étude d'une souche d'*Artemia* (*Artemia tunisiana*) endémique aux eaux de la saline d'Arzew, Algérie. Th. Magis. Sci Biol. Aquacult. Inst Scie. Mer. Aménag. Litto. Alger. Algérie. 68.

*Hammer UT. 1986. *Saline lake ecosystems of the world*. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, 616 pp.

*Hart CM., Gonzalez MR., Simpson EP., Hurlbert SH. 1998. Salinity and fish effects on Salton Sea microecosystems: zooplankton and nekton. *Hydrobiologia* 381 : 129-152.

*Heip, C., Willems, K.A., A. Goossens. 1977. Vertical distribution of meiofauna and the efficiency of the Van Veen grab on sandy bottoms in lake Grevelingen. Reprinted from *Hydrobiol. Bull. Dep. Zool. State University of Ghent. Belgium. Delta Inst voor Hydrobiol. Onderzoek. Yerseke. "De Nieuwe Schouw" Press. Zeist. Amsterdam. The Netherlands.*, 11: 35-45.

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

*Horváth Z., Vad CF., Tóth A., Zsuga K., Boros E., Vörös L., Ptacnik R. 2014.

*Opposing patterns of zooplankton diversity and functioning along a natural stress gradient: when the going gets tough, the tough get going. *Oikos* 123 : 461-471.

J

*Jean-Baptiste Féret. 2009. Apport de la modélisation pour l'estimation de la teneur en pigments foliaires par télédétection. Thèse de doctorat. Université pierre et marie

curie.

*Jeffrey, S.W., and Mantoura, R.F.C. 1997. Development of pigment methods for oceanography: SCOR-supported Working Groups and objectives. In *Phytoplankton pigments in oceanography: guidelines to modern methods*, pp. 19–36. Ed. by S.W. Jeffrey, R.F.C Mantoura, and S.W. Wright. UNESCO, Paris, France.

K

*Kara M.H. and Amarouayache M. 2012. Review of the biogeography of *Artemia* Leach, 1819 (Crustacea, Anostraca) in Algeria. *Int. J. Artemia Biol.* 14 (1): 40-50.

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

*Kefi O. 1993. Contribution à l'étude du milieu et du phytoplancton de la lagune de Boughrera. DEA, Univ. du Sud, Sfax, Tunisie, 197 p.

*Kellogg, v.l. 1906. a new artemia and its life conditions. *science*, 24: 594-596.

*Kolkovski, S., Curnow, J., J. King. 2004. Intensive rearing system for fish larvae research II. *Artemia* hatching and enriching system. *Aquacult. Eng.*, 31: 309-317.

*Kuenen, d.j. 1939. systematical and physiological notes on the brine shrimp, *artemia* arch néerl zool 3: 365-449.

L

*Lauritano C., Procaccini G., Ianora A. 2012. Gene expression patterns and stress response in marine copepods. *Marine Environmental Research* 76 : 22-31.

*Lavens, P., Sorgeloos, P. 1996. *Manuel On The Production and the use of live food for aquaculture*. FAO technical paper No.361. Food and agriculture Organisation of the united Nation, Rome.

*Leach, w.e. 1819. *entomostraca*. in: *dictionnaire des sciences naturelles* 4:524-543 leger, p., p.

*Léger, P.H., Bengtson, D.A., Simpson, K.L., Sorgeloos, P. 1986. The use and nutritional value of *artemia* as a food source, *Ocean agar*, *Mar, Biol, Ann. Rev.* 24:521-623.

*Lenz, P.H. and 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.

*Lenz, p.h. 1987. Ecological studies on *artemia*: a review. In: *artemia research and its*

applications. vol. 3.ecology, culturing, use in aquaculture. P. sorgeloos, d.a. bengtson, w. decler and e. jaspers (eds.). universa press. wetteren (belgium). , p.5-18.

*Les eaux du monde : 1-38. Commission du jeu et des parcs du Nebraska. Recherche

*Linnaeus, C. 1758. Syst. Nat. Hafnia., 1: 634.

*Linne, c.1758. systema naturae, ed. x. i-iafniae. 634 pp.

M

*Mac Donald, G. 1980. The use of Artemia cysts as food by flamingo (phoenicopterus ruber roseurs) and the shelduck (Tadorna tadorna). Brine Shrimp Artemia: Ecol, Cult, Use Aquacult. In: Persoone, G., P. Sorgeloos., O.A. Roels., E. Jaspers (eds). Univ. Press. Wett. Belgium., 3 : 97-104.

*Mantoura RFC,Llewellyn CA . 1983.The rapid determination of algal chlorophyll and carotenoid pigments and their breakdown products in natural waters by reverse-phase high-performance liquid chromatography.analytica chimica Acta.151 :297-314.

*McCarragher. DB. 1972. Bibliographie préliminaire et indice lacustre du minéral intérieur.

* Muñoz , J. and F. Pacios . 2010. Biodiversité mondiale et répartition géographique de la diapause invertébrés aquatiques : le cas de la Anostraca). Crustaceana crevette saline cosmopolite Artemia (Branchiopoda), 83 (4) : 465-480.

*Mura, Seasonal distribution of Artemia salina and Branchinella spinosa in a saline astatic pond in south west Sardinia Italy (Anostraca). Crustaceana, Vol. 64 Issue 2, 1993, p. 172-191.

*Mura G,Brecciaroli B. 2004.Use of morphological characters for species separation within the genus artemia(crustacea,Branchiopoda).Hydrobiologia 520:179-188.

N

*Noël D. 1982. Les diatomées des saumures des marais salants de Giraud (Sud France). Geol. Médit, 4, 413-446.

P

*Parsons TR.,Strickland JDH. 1963.Discussion of spectrophotometric determination of marine plant pigments, with revised equations for ascertaining chlorophylls and carotenoids.Journal of Marine research 21:155-163.

*Persoone, G. and P. Sorgeloos. 1980. General aspects of ecology and biogeography of Artemia. Brine Shrimp Artemia: Ecol, Cult, Use Aquacult. In: Persoone, G., P. Sorgeloos., O.A. Roels., E. Jaspers (eds). Univ. Press. Wett. Belgium., 3: 3-24.

- *Piccinelli, m. and t. prosdocimi. 1968. descrizione tassonomica delle due specie artemia salina l. artemia persimilis. rend. inst. lomb. sci lett classe sci 102(b):113-118.
- *Poiroux-Gonord F., Fanciullino A.-L., Bert L., Urban L. 2012. Effect of fruit load on maturity and carotenoid content of clementine (*Citrus clementina* Hort. ex Tan.) fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 92, 2076-2083.
- *Provasoli, L. and K. Shiraishi. 1959. Axenic cultivation of the brine shrimp *Artemia salina*. *Biol. Bull.*, 117: 347-355.

R

- *Reeve, M.R. 1963. The filter-feeding of *Artemia*. II. suspension of various particles. *J. Exp. Biol.*, 40: 207-214.
- *Rejsek F. 2002. Analyse des eaux- Aspects réglementaires et techniques, *Biologie technique CRDP d'aquitaine*. 358p.
- *Rose M. 1933. Copépodes pélagiques. *Faune de la France* 26, 375 pp.

S

- *Samraoui, B., K. Chakri et F. Samraoui. 2006. Grands branchiopodes (Branchiopoda: Anostraca, Notostraca et Spinicaudata) des lacs salés d'Algérie. *Journal de limnologie*, 65 (2): 83-88.
- Zemmouri, A., 1991. Une note sur le genre *Artemia* en Algérie. *Hydrobiologia*, 212 : 231-233.
- *Sánchez MI., Green AJ., Castellanos EM. 2006. Temporal and spatial variation of an aquatic invertebrate community subjected to avian predation at the Odiel salt pans (SW Spain). *Archiv für Hydrobiologie* 166 : 199-223.
- *Schlosser, d. 1756. Extrait d'une lettre de monsieur le docteur schlosser concernant un insecte peu connu. *Observations périodiques sur la physique, l'histoire naturelle et les beaux-arts de gantier* : 58-60.
- *Scoler.M, 1963.in Dalhoum Lhouari, 2007.
- *Scor-UNESCO. 1966.Determination of phytoplanktonic pigments in sea water.UNESCO,Paris.
- *Seki, H. 1966. Studies on microbial participation to food cycle in the sea. III. Trial cultivation of brine shrimps to adult in a chemostat. *J. oceanogr. Soc. Japan.*, 22. 3: 105-110.
- *Seo JS., Lee YM., Park HG., Lee JS. 2006. The intertidal copepod *Tigriopus japonicus* small heat shock protein 20 gene (Hsp 20) enhances thermotolerance of transformed *Escherichia coli*. *Biochemical and Biophysical Research*

Communications 340 : 901-908.

*Sorgeloos, P., Coutteau, P., Dhert, P., Merchie, G., P. Lavens. 1998. Use of brine shrimp *Artemia* sp in larval crustacean nutrition. *Rev. Fish. Sci.*, 6: 55-68.

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

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

*Sorgeloos, o.m. millamena and k.l. simpson. 1985. isa. xxv. factors determining the nutritional effectiveness of *artemia*, the relative impact of chlorinated hydrocarbons and essential fatty acids in san francisco bay and san pablo bay *artemia*. *j. exp. mar. Biol. ecol*, 93:71-82.

T

*Takano, H. 1967. Rearing experiments of brine shrimp on diatom diet. *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.*, 52: 1-11.

*Thiéry A., Puente L. 2002. Crustacean assemblage and environmental characteristics of a man-made solar saltwork in southern France, with emphasis on anostracan (Branchiopoda) population dynamics. *Hydrobiologia* 486 : 191-200.

*Thomas J.S., Geisler D. 1982. Peuplements benthiques à cyanophycées des marais salants de Giraud (Sud France). *Geol. Médit*, 4, 391-411.

*Tobias., W.J., Sorgeloos, P., Roels, O., B.A. Shrfstein. 1980. International study on *Artemia* XIII. A comparaison of production data of 17 geographical strains of *Artemia* in the St. Croix Artificial Up-welling Mariculture System. *Brine Shrimp Artemia: Ecol, Cult, Use Aquacult*. In: Persoone, G., P. Sorgeloos., O.A. Roels., E. Jaspers (eds). *Univ. Press. Wett. Belgium.*, 3: 383-392.

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

*Toumi N., Ayadi H., Abid O., Carrias JF., Sime-Negando T., Boukhriss M., Bouain A. 2005. Zooplankton distribution in four ponds of different salinity : a seasonal study in the Solar Saltern of Sfax (Tunisia). *Hydrobiologia* 534 : 1-9.

*Triantaphyllidis GV. Abatzopoulos TJ. Miasa E., Sorgeloos P. 1996. International study on *Artemia*. LVI. Characterization of two *Artemia* populations from Namibia and Madagascar : cytogenetics, biometry, hatching characteristics and fatty acid

profiles. *Hydrobiologia* 335 : 97-106.

*Triantaphyllidis, G.V., T.J.Abatzopoulos and P.Sorgeloos. 1998. Review of the Biogeography of the genus *Artemia* (Crustacea, Anostraca). *Journal of Biogeography* 25: 213-226.

*Tripp KJ., Collazo JA. 2003. Density and distribution of water boatmen and brine shrimp at a major shorebird wintering area in Puerto Rico. *Wetland Ecological Management* 11 : 331-341.

V

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

*Van Stappen, G.,Sorgeloos,P. 1996. Guppy laps e,Bulletin.April 2004 issue.

*Verrill, a.e. 1869. contribution to zoology from the museum of yale college. iii. descriptions of some new american phyllopod crustacea. *amer j science arts ser* 2(43):244-254.

W

*Ward BB, Kilpatrick KA, Renger EH, Eppley RW. 1989. Biological nitrogen cycling in the nitracline. *Limnol Oceanogr* 34: 493-513.

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

*Willett CS., Burton RS. 2002. Proline biosynthesis genes and their regulation under salinity stress in the euryhaline copepod *Tigriopus californicus*. *Comparative Biochemistry and Physiology, part B : Biochemistry and Molecular Biology* 132 : 739-750.

*Williams WD. 1998. Salinity as a determinant of the structure of biological communities in salt lakes. *Hydrobiologia* 381 : 191-201.

*Wollheim WM., Lovvorn JR. 1995. Salinity effects on macroinvertebrate assemblages and waterbird food webs in shallow lakes of the Wyoming High Plains. *Hydrobiologia* 310 : 207-233.

Site internet

<https://earth.google.com/web>.

ANNEXE

➤ Courbe d'étalonnage pour nitrite

Préparer l'étalon secondaire, introduire dans des fioles jaugées de 500 ml 1-2-5-10-20 ...etc. De la solution étalon secondaire et compléter à 500 ml avec de l'eau de mer pour obtenir la gamme de concentrations : 0.1-0.2-0.5-1.0 $\mu\text{mol/l}$. Et on ajoute les réactifs 1 et 2 (1ml ; 1ml). Faire des mesures d'absorbance, retrancher la valeur d'absorbance obtenue avec l'eau de mer non dopé et tracer la courbe d'étalonnage (1mg /l $\text{NO}_2^- = 0.046\mu\text{mol}$).

➤ Courbe d'étalonnage pour l'azote ammoniacal

Préparer l'étalon secondaire ,introduire dans des fioles jaugées de 500ml 0.5-1-2-5-10-20ml...etc., de la solution étalon secondaire et compléter à 500ml avec de l'eau de mer pour obtenir la gamme de concentrations : 0.5-1-2-5-10-20 $\mu\text{mol/l}$ /ET on ajoute les réactifs 1 et 2 (3ml ; 3ml). faire des mesures d'absorbance ,retrancher la valeur d'absorbance obtenue avec l'eau de mer non dopé et tracer la courbe d'étalonnage .(1mg/l $\text{NH}_{3,4} = 0.014\mu\text{mol/l}$, pour NH_3 multiplier par 0.017 et 0.018 pour NH_4^+).

➤ Courbe d'étalonnage pour nitrate

Préparer l'étalon secondaire (500 $\mu\text{mol/L}$) de nitrite ,introduire dans des fioles jaugées de 500ml 2.5-5-10-15-20-25-30-35-40ml...etc., de la solution étalon secondaire et compléter à 500ml avec de l'eau de mer pour obtenir la gamme de concentrations : 2.5-5-10-15-20-25-30-35-40 $\mu\text{mol/l}$. On prend des échantillons de 50 ml et on ajoute 1ml de chlorure d'ammonium concentré au chaque échantillon .et on ajoute les réactifs 1 et 2 (1ml ; 1ml). Faire les mesures d'absorbance, retrancher la valeur d'absorbance obtenue avec l'eau de mer non dopé et tracer la courbe d'étalonnage. (1mg/l $\text{NO}_2 = 0.046\mu\text{mol/l}$).

ANNEXE

Tableau I .moyenne et Ecart type des concentrations en sel nutritif durant le mois de Mars,Avril et Mai 2018.

Date	sel nutritifs	site 1	site2	moyenne	Ecart type
MARS	Nitrite	0.0723	0.1532	0.11275	0.05720494
	Ammoniac	0.4371	0.1043	0.2707	0.23532514
	Phosphore	0.1637	0.1689	0.1663	0.00367696
AVRIL	Nitrite	0.0135	0.0435	0.0285	0.0212132
	Ammoniac	0.2523	0.1247	0.1885	0.09022683
	Phosphore	0.1088	0.0339	0.07135	0.0529623
	Nitrate	1.625	1.925	1.775	0.21213203
MAI	Nitrite	0.5236	0.0128	0.2682	0.36119014
	Ammoniac	0.02331	0.00749	0.0154	0.01118643
	Phosphore	0.2324	0.0243	0.12835	0.14714892

Tableau II .Directive de l'OMS 2002.

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

ANNEXE

Sulfates.....	250 mg/l
Solides totaux en solution.....	1000 mg/l
Zinc.....	3mg/l

Réactif de Kovacs

- Paradiméthylaminobenzaldéhyde 5g
- Alcool iso-amylique 75ml
- Acide chlorhydrique 25ml

Milieu Rothe (milieu simple et double concentration) en g/l d'eau distillée

	S/C	D/C
• Hydrolysat tryptique de caséine	12.6	25.2
• Peptone bactériologique	8	16
• Glucose	5	10
• Chlorure de sodium	5	10
• Phosphate dipotassique	2.7	5.4
• Phosphate monopotassique	2.7	5.4
• Acide de sodium	0.2	0.4

Milieux Evalitsky en g/l d'eau distillée

- Peptone 20g
 - Glucose 5g
 - Chlorure de sodium 5g
 - Phosphate dipotassique 2.7g
 - Phosphate monopotassique 2.7g
 - Azohydrate de sodium 0.3g
 - Ethyle-violet 5ml
 - Eau distillée 1000ml
- Ph final : 6.8

Bouillon au sélénite du sodium

Composition type en g/l

- Peptone 5g

ANNEXE

- Tryptone 4g
 - Chlorure de sodium 5g
 - Phosphate dipotassique 27g
 - Phosphate monopotassique 0.2g
- Ph finale : 6.9
- Phosphate disodique 4g
 - Mannitol
 - Cystéine
- Ph final : 7

120°C pendant 15min à autoclave.

Tube ou cloche de Durham

- Pour la récupération de gaz en bactériologie.
- En verre sodocalcique.
- Diamètre : 7mm.
- Longueur : 50mm.

Appareillages



Figure 1. Etuve (Memmert).



Figure 2. Spectrophotomètre
(6405UV/Vis .Jenway).

ANNEXE



Figure 3. Centrifugeuse (C2 série).



Figure 4. Plaque chauffant

Echantillonnage



Figure 6. Fixation du phytoplancton avec 5ml de lugol.