

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieure de la Recherche Scientifique**  
**Université SAAD DAHLEB de Blida 1**  
**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Département de Biologie et Physiologie Cellulaire**



## *Mémoire de fin d'étude*

**Présenté pour l'obtention du diplôme de Master en**  
**SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE**  
**Filière : Hydrobiologie Marine et Continentale**  
**OPTION : ECOSYSTEMES AQUATIQUES**

### **Thème**

**Comparaison de la structure et du fonctionnement  
de deux écosystèmes lacustres algériens  
« Barrage de Djorf Torba (Béchar) » et  
« Barrage de Brézina (El Bayadh) »**

**Présenté par :**

**TAMI Amel**

**YOUCEF KHOUDJA Fatiha**

**Soutenu le 30 juin 2019, Devant le jury composé de :**

**Mme FAIDI H.**

**M.A.A, USDB 1**

**Présidente**

**Mme CHAICHI W.**

**M.A.A, USDB 1**

**Examinatrice**

**Mme EL HAOUATI H.**

**M.R.B, CNRDPA**

**Promotrice**

**Mme KHETTAR S.**

**M.A.A, USDB 1**

**Co-promotrice**

**Année Universitaire : 2018 - 2019**

## RESUME

Cette étude est basée sur deux écosystèmes aquatiques lacustres, le lac du barrage de Djorf Torba (wilaya de Béchar) et le lac du barrage de Brézina (wilaya d'El Bayadh). Comme première étude, on vise à identifier les associations phytoplanctoniques en relation avec les facteurs de l'environnement susceptibles d'influencer sur le développement des espèces phytoplanctoniques en général et connaître la diversité des poissons et leurs relations avec les communautés phytoplanctoniques.

Le suivi de l'évolution des neuf paramètres abiotiques effectués (température, conductivité électrique, salinité, transparence, oxygène dissous, nitrites, azote ammoniacal, nitrates et phosphates) et les paramètres biotiques (évaluation quantitative et qualitative des peuplements phytoplanctoniques, la chlorophylle « a » et la diversité des poissons), durant la période allant du mois de janvier au mois de décembre 2018 dans cinq stations représentatives de chaque site, permet de comprendre les mécanismes fonctionnels et dynamiques des eaux des deux barrages et d'en apprécier leurs qualités.

Les résultats des paramètres abiotiques montrent que les eaux du barrage de Djorf Torba sont classées comme des eaux de bonne qualité et elles sont localisées dans l'état trophique « eutrophe ». L'étude phytoplanctonique montre que le site abrite **160** espèces dominées par les espèces *Monoraphidium contortum*, *Oscillatoria rubescens*, *Monoraphidium griffithii* et *Ceratium hirundinella*.

Par ailleurs, les eaux du barrage de Brézina sont classées comme des eaux de bonne qualité mais se trouvent dans l'état trophique « hyper eutrophe ». L'étude phytoplanctonique montre que le site abrite **36** espèces dominées par les espèces *Pediastrum simplex var. echinulatum*, *Scenedesmus cf. quacanda* et *Cyclotella ocellata*.

**Mot clés :** richesse spécifique, phytoplancton, poisson, lac de barrage, Djorf Torba, Brézina, niveau trophique.

## ABSTRACT

This study is based on two lacustrine aquatic ecosystems, the dam lake Djorf Torba and the dam lake Brézina. As a first study, we aim to identify phytoplankton associations in relation to environmental factors likely to influence the development of phytoplankton species in general and to know the diversity of fish and their relationships with phytoplankton communities.

Monitoring the evolution of the nine abiotic parameters (temperature, electrical conductivity, salinity, transparency, dissolved oxygen, nitrite, ammoniacal nitrogen, nitrate and phosphate) and biotic parameters (quantitative and qualitative assessment of phytoplankton diversity, chlorophyll « a » and the diversity of fish) from January to December 2018 in five representative stations at each site, allows to try to understand the functional and dynamic mechanisms of the waters of the two dams and to appreciate their qualities.

The results of the abiotic parameters show that the waters of the Djorf Torba dam are classified as waters of very good quality they are located in the « eutrophic » trophic state. The phytoplankton study shows that the site is home to 160 species dominated by the species *Monoraphidium contortum*, *Oscillatoria rubescens*, *Monoraphidium griffithii* and *Ceratium hirundinella*.

Moreover, the waters of the Brezina dam are classified as good quality waters and are in the « hyper eutrophic » trophic state, the phytoplankton study shows that the site is home to 36 species dominated by the species *Pediastrum Simplex var. echinulatum*, *Scenedesmus Cf. quacanda* and *Cyclotella ocellata*.

**Key words:** species richness, phytoplankton, fish, dam lake, Djorf Torba, Brezina, trophic state.

## ملخص

تستند هذه الدراسة على نظامين بيئيين مائيين، بحيرة سد جرف تربة التربة وبحيرة سد بريزينة. كدراسة أولية تهدف إلى تحديد روابط العوالق النباتية والتي من المحتمل تتأثر من طرف العوامل البيئية بصفة عامة ومعرفة التنوع السمكي وارتباطاته مع التجمعات العوالق النباتية.

مراقبة تطور المعلمات الغير حيوية التسعة (درجة الحرارة، التوصيلية، الملوحة، الشفافية، الأوكسجين المذاب، النتريت، النيتروجين الأموني، النترات، الفوسفات) والمعلمات الحيوية (التقييم الكمي والنوعي لتنوع العوالق النباتية، الكلوروفيل أ والتنوع السمكي) بداية من شهر جانفي الى غاية ديسمبر عام 2018، في خمسة محطات تمثيلية لكل سد، ويجعل من الممكن محاولة فهم الآليات الوظيفية والديناميكية لمياه السدين وتقدير صفاتهم

تظهر نتائج المعلمات الغير حيوية أن مياه سد جرف تربة تصنف على أنها مياه ذات نوعية جيدة للغاية وتقع في الحالة نوعاً يهيمن عليها جنس مونورافيديوم 160 التغذوية الغنية بالمغذيات. وتُظهر دراسة العوالق النباتية ان الموقع المأوى كونتورتوم، أوسيلاتوريا روبسونس، مونورافيديوم قريفيتي وسوراتيوم إيروندينولا.

بالإضافة إلى ذلك، تصنف مياه سد بريزينة على أنها مياه ذات نوعية جيدة وفي حالة تغذوية " تغذية جد غنية «، تُظهر نوعاً يهيمن عليها أجناس بيدياستروم سمبلاكس فار. إسينولاتوم، 36دراسة العوالق النباتية ان الموقع هو موطن ل سونوسيموس سف. كوادريكودا وسيكلوتيلأ أوسيلاتا

الكلمات المفتاحية: مقارنة، العوالق النباتية، سمك، بحيرة سد، جرف التربة، بريزينة، ثراء الأنواع، المستوى التغذوي.

## Remerciements

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier le Bon Dieu de nous avoir donné courage, volonté et surtout santé pour réaliser ce travail.

Il est tout naturel aussi que nos premiers remerciements soient alloués que ce travail n'aurait pas été réalisable sans le support, les conseils pertinents, les précieux commentaires, la patience et le guide qui grandement aidé tout au long des différentes étapes menant à l'élaboration de ce mémoire à Mme EL HAOUATI Habiba qui nous a encadrés. On tient à lui témoigner toute notre reconnaissance pour son soutien, son écoute et pour nous avoir consacrés autant de temps.

Nous adressons nos sincères remerciements aux membres de jury qui ont accepté d'évaluer ce travail :

o A Madame FAIDI H. de nous avoir fait de l'honneur de présider le jury.

o A Madame CHAICHI W. d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nos remerciements aussi au Co-promotrice Madame KHETTAR S. pour leur encouragement, leur aide et conseils.

Un grand merci à ITCHIR Rachida et CHELIF Halim grâce auxquelles le travail sur le terrain était plus agréable avec leurs encouragements scientifiques et soutien moral, sans oublier le pêcheur de notre sortie BEN GUERMAZ Maamar.

Sans oubliez MAHIDDINE Fatima ZAHRA POUR LEUR grand aide pour terminer ce mémoire et leur encouragement.

Et n'oubliez pas les remerciements de Madame BERRIMI Nadjoua, qui a contribué à l'identification de l'avifaune existante dans les deux barrages.

Aussi remercier toutes les personnes qu'on a pu rencontrer au barrage Djorf Torba et Brézina, les Directeurs des deux barrages pour leurs accueils et leurs sympathies.

Aussi de nombreuses personnes ont contribué à la réalisation de ce travail, nous avons remercié également aux techniciennes et l'ensemble du personnel des deux laboratoires d'aquaculture et d'écosystèmes aquatiques du CNRDPA.

Je tiens tout d'abord à remercier ALLAH le tout puissant de nous avoir donné  
La force nécessaire et la patience qui nous a permis de mener ce modeste  
travail que je dédie ;

A mes chers parents

Aux deux êtres les plus chers au monde qui m'ont donné sens à mon existence, en  
m'offrant une éducation digne de confiance et qui m'ont soutenu nuits et jours et  
durant tout mon parcours à vous mes très chers parents

Ma Mère a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les  
sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa  
présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il,  
l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude

Mon Père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de  
sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie puisse Dieu faire en  
sorte que ce travail porte son fruit ; merci pour les valeurs nobles, l'éducation et  
le soutien permanent venu de toi

A mes frères : Fares, Ihab et ma chère sœur Maria.

A la famille Tami et Boucherit

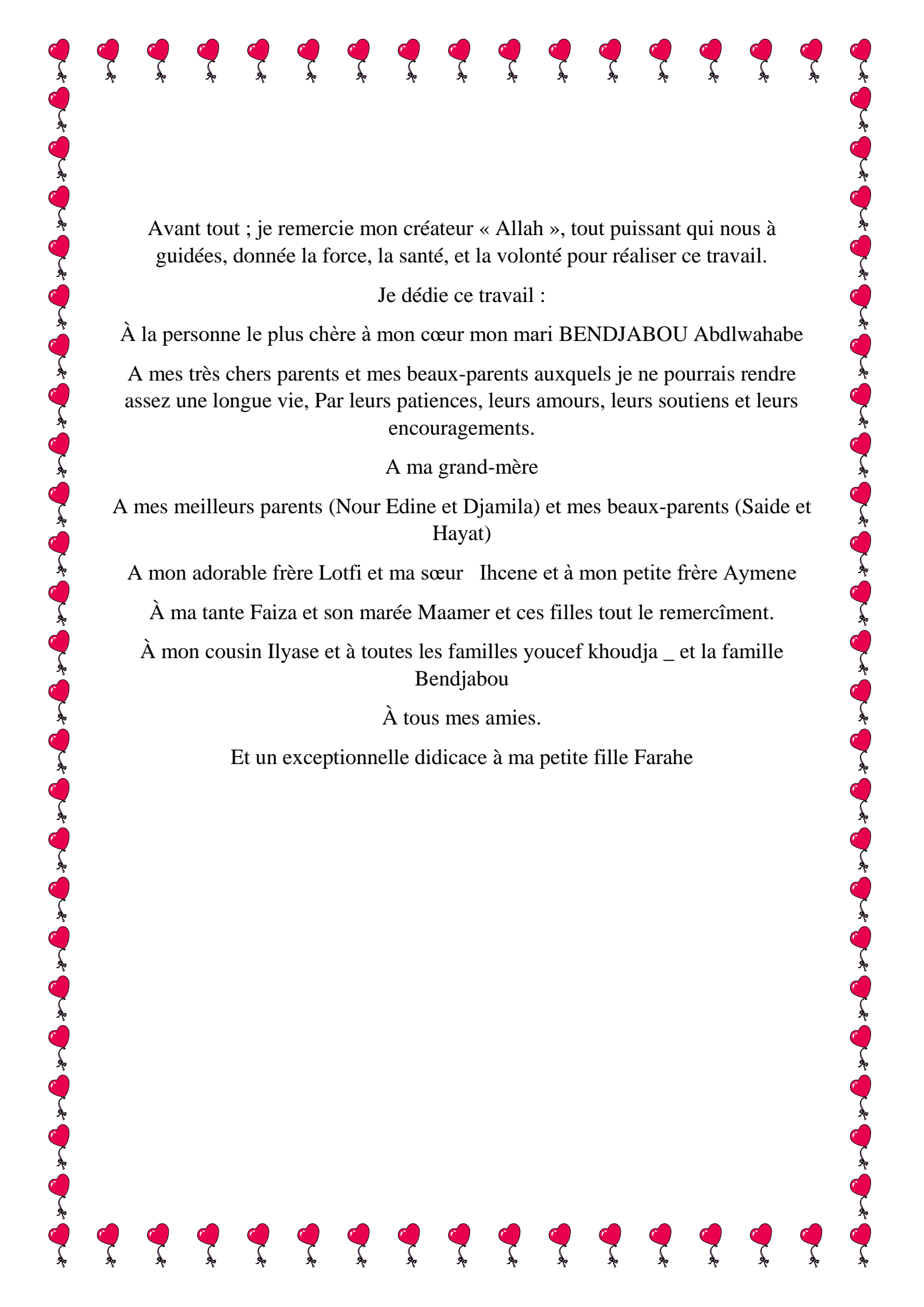
Surtout ma chère grand-mère, ma tante Samiha, Khiera et Halima.

A Rafik qui m'a soutenu à toutes les étapes de ma vie et m'aidait de toutes ses  
forces, merci pour votre compréhension et votre patience.

A mes meilleures copines : Narimene, Naziha et Ilhame qui ont été toujours là  
pour moi pour me remonter le moral

A tous ceux qui m'ont soutenue de près ou de loin.

Un grand merci à vous tous



Avant tout ; je remercie mon créateur « Allah », tout puissant qui nous à guidées, donnée la force, la santé, et la volonté pour réaliser ce travail.

Je dédie ce travail :

À la personne le plus chère à mon cœur mon mari BENDJABOU Abdlwahabe

A mes très chers parents et mes beaux-parents auxquels je ne pourrais rendre assez une longue vie, Par leurs patiences, leurs amours, leurs soutiens et leurs encouragements.

A ma grand-mère

A mes meilleurs parents (Nour Edine et Djamila) et mes beaux-parents (Saide et Hayat)

A mon adorable frère Lotfi et ma sœur Ihcene et à mon petite frère Aymene

À ma tante Faiza et son marée Maamer et ces filles tout le remerciement.

À mon cousin Ilyase et à toutes les familles youcef khoudja \_ et la famille Bendjabou

À tous mes amies.

Et un exceptionnelle didicace à ma petite fille Farahe

# Table des matières

## Liste des figures

## Liste des tableaux

<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
---------------------------	----------

## Chapitre I : Synthèse bibliographique

I. Généralités sur le milieu aquatique .....	2
I.1 Généralités sur le phytoplancton .....	3
I.1.1 Caractéristiques générale du phytoplancton .....	3
I.1.2 Rôle du phytoplancton dans les écosystèmes aquatiques .....	3
1 Photosynthétique .....	3
2 La base de la chaine alimentaire .....	3
3 Une pompe carbonique biologique .....	4
4 La floraison printanière .....	4
I.1.3 Ecologie du phytoplancton .....	4
I.1.4 Ecophysiologie du phytoplancton .....	4
I.1.5 Facteurs influence sur le développement du phytoplancton .....	5
I.1.5.1 Effets des facteurs abiotiques .....	5
I.1.5.1.1 Le climat .....	5
I.1.5.1.1.1 La température .....	5
I.1.5.1.1.2 La précipitation .....	5
I.1.5.1.1.3 Le vent .....	6
I.1.5.1.1.4 La lumière .....	6
I.1.5.1.1.5 Le gaz carbonique .....	6
I.1.5.1.2 Nature géologique du bassin versant .....	6
I.1.5.1.3 Nutriments .....	7
I.1.5.1.3.1 Macroéléments .....	7
I.1.5.1.3.2 Oligoéléments .....	7
I.1.5.2 Effet des facteurs biotiques .....	7



I.2 Généralités sur le poisson .....	8
I.2.1 Morphologie générale de poisson .....	8
I.2.2 La bio-écologie des poissons .....	8
I.2.3 Alimentation des poissons .....	8
I.2.4 Le rôle des poissons dans les milieux aquatiques .....	8
I.2.5 Les poissons d'eau douce en Algérie .....	9
I.2.6 Les facteurs environnementaux influençant sur les poissons .....	9
I.2.6.1 Photopériode .....	9
I.2.6.2 Température .....	9
I.2.6.3 Alimentation .....	9
I.2.6.4 Oxygénation .....	9
I.2.6.5 Vitesse du courant .....	9
I.2.6.6 Salinité .....	9
II Présentation des sites .....	10
II.1. Historique des sites étudiés .....	10
II.1.1 Barrage de Djorf Torba .....	10
II.1.2 Barrage de Brézana .....	11
II.2 Situation géographique .....	11
II.2.1 Barrage de Djorf Torba .....	11
II.2.2 Barrage de Brézina .....	11
II.3 Cadre géologique .....	13
II.3.1 Le barrage de Djorf Torba .....	13
II.3.2 Le barrage de Brézina .....	13
II.4 Réseaux hydrologique .....	13
II.4.1 Le barrage de Djorf Torba .....	13
II.4.2 Le barrage de Brézina .....	14
II.5 Caractéristiques hydromorphométriques des deux barrages étudiés .....	14
II.6 Communauté animale et couverture végétale .....	15
II.6.1 La communauté animale .....	15

II.6.2 La couverture végétale .....	15
II.7 Climatologie .....	15
II.7.1 Précipitation .....	15
II.7.2 Température .....	16
II.7.3 Le vent .....	17
II.7.4 Humidité .....	18
II.7.5 Synthèse climatique .....	19
II.7.5.1 Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен .....	19
II.7.5.2 Quotient pluviométrique d'Emberger .....	20

## **Chapitre II : Matériel et méthodes**

1. Présentation des Compagnes de prélèvement .....	22
2. Présentations des points de prélèvements .....	22
3. Principe de prélèvement .....	25
3.1 Prélèvement de l'eau .....	25
3.2 Conservation des échantillons .....	25
3.3 Transport des échantillons .....	25
4. Les analyses physico-chimiques .....	26
4.1 Paramètre physique (in situ) .....	26
4.1.1 La température .....	26
4.1.2 pH .....	26
4.1.3 L'oxygène dissous .....	26
4.1.4 Conductivité électrique .....	26
4.1.5 La salinité .....	26
4.1.6 La transparence .....	26
4.2 Paramètres chimiques (ex-situ) .....	27
4.2.1 Nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) .....	27
4.2.2 Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) .....	27
4.2.3 Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) .....	27
4.2.4 Phosphates (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ) .....	27

5. Paramètres biologiques .....	28
5.1 Etude du phytoplancton .....	28
5.1.1 Conservation des échantillons .....	28
5.1.2 Préparation de l'échantillon pour étude microscopique .....	28
5.1.3 Identification et comptage du phytoplancton .....	28
5.1.4 Organisation et structure du peuplement .....	29
5.1.4.1 La richesse spécifique .....	29
5.1.4.2 La densité des espèces .....	29
5.1.4.3 L'abondance ou la fréquence relative .....	29
5.1.4.4 Etude de l'évolution spatio-temporelle de la diversité spécifique .....	30
5.1.4.5 Diagramme rang fréquence .....	31
5.2 Etude de la faune ichthyologique .....	31
5.2.1 Méthodes de capture aux filets maillants horizontaux .....	31
5.2.2 Récupérer le filet et prélever les poissons .....	32
6. Analyses multivariées .....	32

### **Chapitre III : Résultats et discussion**

III.1. Les facteurs abiotiques .....	33
III.1.1 Les paramètres physiques .....	33
III.1.1.1 Température .....	33
III.1.1.2 Conductivité électrique .....	34
III.1.1.3 La salinité .....	35
III.1.1.4 Transparence d'eau .....	36
III.1.1.5 L'oxygène dissous .....	37
III.1.2 Les paramètres chimiques .....	39
III.1.2.1 Nitrites .....	39
III.1.2.2 L'azote ammoniacal .....	40
III.1.2.3 Nitrates .....	41
III.1.2.4 Phosphate .....	42
III.1.3 : Synthèse sur les paramètres abiotiques .....	43

III.1.4 La chlorophylle « a » .....	44
III.1.5 Evaluation de l'état trophique .....	44
III.1.6 Analyse des données physico-chimiques de l'eau .....	45
III.1.6.1 Analyses en composantes principales .....	45
III.1.6.2 Classification hiérarchique des stations selon l'analyse physico-chimiques de l'eau	46
III.2 Etude du peuplement phytoplanctonique .....	48
III.2.1 Etude qualitative du peuplement phytoplanctonique .....	48
III.2.2 Etude quantitative du peuplement .....	53
III.2.2.1 Variation spatio-temporelle du peuplement algal .....	53
III.3 Evolution spatio-temporelle de la diversité spécifique .....	56
III.3.1 L'indice de Shannon (H') et l'Equitabilité (E) .....	56
III.3.2 Analyse du diagramme de Frontier (Diagramme Rang fréquence) .....	57
III.4 Etude du peuplement des poissons .....	60
Conclusion .....	65

## Tables des Figures

Fig. 01 : Relations entre les différents composants du réseau trophique de plan d'eau .....	2
Fig. 02 : Barrage de Djorf Torba en cours de construction en 1968 .....	10
Fig. 03 : Barrage de Brézina en cours de construction en 1997 .....	11
Fig. 4 : Situation géographique des sites d'étude .....	12
Fig. 05 : Réseau hydrographique du barrage de Djorf Torba .....	13
Fig. 06 : Réseau hydrologique du barrage de Brézina .....	14
Fig. 07 : Régime de la pluviométrie mensuelle de la région de Béchar et El Bayadh (2006-2015) .....	16
Fig. 08 : Variation mensuelle de la température dans la région de Béchar .....	17
Fig. 09 : Variation mensuelle de la température dans la région d'El Bayadh .....	17
Fig. 10 : Variation mensuelle de la vitesse du vent de la région de Béchar et El Bayadh .....	18
Fig. 11 : Variation moyenne mensuelle du taux d'humidité des régions de Béchar et El Bayadh pour la période 2006-2015 .....	19
Fig. 12 : Diagramme ombrothermique de la région de Béchar .....	20

Fig. 13 : Diagramme ombrothermique de la région d'El Bayadh .....	20
Fig. 14 : Localisation des deux barrages étudiés sur le climagramme d'Emberger .....	21
Fig. 15 : Répartition des stations de prélèvements dans le barrage de Djorf Torba .....	24
Fig. 16 : Répartition des stations de prélèvements dans le barrage d'El Bayadh .....	24
Fig. 17 : Evolution des diagrammes rangs-fréquences au cours d'une succession .....	31
Fig. 18 : Filet maillant tendu à partir du rivage .....	32
Fig. 19 : Variation spatio-temporelle de la température de l'eau dans les deux barrages de Djorf Torba (Béchar) et Brézina (El Bayadh) .....	34
Fig. 20 : Variation spatio-temporelle de la conductivité électrique dans le barrage de Djorf Torba et le barrage de Brézina .....	35
Fig. 21 : Variation spatio-temporelle de la salinité de l'eau (PSU) dans le barrage de Djorf Torba (Béchar) et le barrage de Brézina (El Bayadh) .....	36
Fig. 22 : Variation spatio-temporelle de la transparence de l'eau (cm) dans le barrage de Djorf Torba et le barrage de Brézina .....	37
Fig. 23 : Variation spatio-temporelle du taux de l'oxygène dissous dans le barrage de Djorf Torba (Béchar) et le barrage de Brézina (El Bayadh) .....	38
Fig. 24 : Variation spatio-temporelle du taux de saturation en oxygène dans le barrage de Djorf Torba (Béchar) et le barrage de Brézina (El Bayadh) .....	39
Fig. 25 : Variation spatio-temporelle du Nitrites dans le barrage de Djorf Torba (Béchar) et le barrage de Brézina (El Bayadh) .....	40

Fig. 26 : Variation spatio-temporelle de l'azote ammoniacal dans le barrage de Djorf Torba (Béchar) et le barrage de Brézina (El Bayadh) .....	41
Fig. 27 : Variation spatio-temporelle du Nitrates dans le barrage de Djorf Torba (Béchar) et le barrage de Brézina (El Bayadh) (A.N.R.H, 2018) .....	42
Fig. 28 : Variation spatio-temporelle du phosphate dans le barrage de Djorf Torba (Béchar) le barrage de Brézina (El Bayadh) .....	43
Fig. 29 : Variation annuelle et spatiale de la Chlorophylle a dans le barrage de Djorf Torba (Béchar) et le barrage de Brézina (El Bayadh) .....	44
Fig. 30 : ACP des variables physico-chimiques de Djorf Torba .....	45
Fig. 31 : ACP des variables physico-chimiques de Brézina .....	46
Fig. 32 : La classification hiérarchique ascendante des stations pendant 3 saisons dans le barrage de Djorf Torba.....	47
Fig. 33 : La classification hiérarchique ascendante des stations pendant 3 saisons dans le barrage de Brézina .....	48
Fig. 34 : Variations des abondances des groupes phytoplanctoniques dans le barrage de Djorf Torba .....	49
Fig. 35 : Variations des abondances des groupes phytoplanctoniques dans le barrage de Brézina .....	52
Fig. 36 : Variation annuelle des abondances des groupes phytoplanctoniques du barrage de Djorf Torba .....	54
Fig. 37 : Variation annuelle des densités des groupes phytoplanctoniques du barrage de Djorf Torba .....	54
Fig. 38 : Variation annuelle des abondances des groupes phytoplanctoniques du barrage de Brézina .....	55

Fig. 39 : Variation annuelle des densités des groupes phytoplanctoniques du barrage de Brézina .....	55
Fig. 40 : Variation de la richesse spécifique (S) et l'indice de Shannon (H') de Barrage de Djorf Torba .....	56
Fig. 41 : Variation de la richesse spécifique (S) et l'indice de Shannon (H') de Barrage de Brézina .....	57
Fig. 42 : Variation de l'allure de la courbe Rang Fréquence du barrage de Djorf Torba en hiver .....	58
Fig. 43 : Variation de l'allure de la courbe Rang Fréquence du barrage de Djorf Torba en été .....	58
Fig. 44 : Variation de l'allure de la courbe Rang Fréquence du barrage de Djorf Torba en Automne .....	59
Fig. 45 : Variation de l'allure de la courbe Rang Fréquence du barrage de Brézina en hiver... ..	59
Fig. 46 : Variation de l'allure de la courbe Rang Fréquence du barrage de Brézina en été .....	59
Fig. 47 : Variation de l'allure de la courbe Rang Fréquence du barrage de Brézina en Automne .....	60
Fig. 48 : Variations des abondances des poissons en hiver dans le barrage de Djorf Torba ....	60
Fig. 49 : Variations des abondances des poissons en été dans le barrage de Djorf Torba .....	61
Fig. 50 : Variations des abondances des poissons en automne dans le barrage de Djorf Torba .....	61
Fig. 51 : Variations des abondances des poissons pendant les 3 saisons dans le barrage de Djorf Torba .....	62



Fig. 52 : Variations des abondances des poissons en hiver dans le barrage de Brézina ..... 62

Fig. 53 : Variations des abondances des poissons en été dans le barrage de Brézina ..... 63

Fig. 54 : Variations des abondances des poissons en automne dans le barrage de Brézina .... 63

Fig. 55 : Variations des abondances des poissons pendant 3 saisons dans le barrage de Brézina  
..... 64

## Liste des Tableaux

Tab.1 : Données hydromorphométriques des barrages étudiés .....	14
Tab.2 : Calendrier des prélèvements .....	22
Tab.3 : Les critères de choix des stations d'échantillonnage dans les deux barrages étudiés...	23
Tab.4 : Normes de qualité des eaux des masses d'eau naturelle (SEQ-EAU) et les moyennes trouvées dans les deux sites étudiés durant l'année 2018 .....	43
Tab.5 : Etat trophique du barrage de Djorf Torba et le barrage de Brézina selon les critères de l'O.C.D.E. (1982) .....	45
Tab.6 : Valeurs de l'indice de diversité de Shannon et de l'équitabilité des espèces phytoplanctonique trouvées au niveau des deux barrages .....	57

## Liste des abréviations

**A.C.P** : Analyses en Composantes Principales

**A.N.B.T** : Agence Nationale des Barrages et Transfert

**A.N.R.H** : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques

**C.N.R.D.P.A** : Centre Nationale de Recherche et Développement de la Pêche et de l'Aquaculture

**D.R.F** : Diagramme Rang Fréquence

**O.C.D.E** : Office Cadre Directive Européenne

**O.N.M** : Office National de Météorologie

**Tab** : Tableau

**Fig** : Figure

**H** : Hiver

**E** : Eté

**A** : Automne



# *Introduction générale*

## Introduction générale

---

Les lacs de barrages constituent un type de zones humides continentales de plus en plus important. Ils forment une source naturelle considérable pour les humains puisqu'ils fournissent l'eau pour divers usages domestiques, industriels, la pêche et l'irrigation. Certains réservoirs jouent un rôle important pour la faune et la flore et remplacent de manière efficace les lacs naturels qui ont disparus (**PEARCE et CRIVELLI, 1994**).

Un écosystème aquatique est caractérisé par l'existence d'un réseau trophique au sein duquel la production primaire, source essentielle d'oxygène pour les organismes hétérotrophes, est assurée par le phytoplancton. Le zooplancton forme également une composante indispensable dans la chaîne trophique (**AKLI-BIDI, 2014**). Il constitue un lien entre le phytoplancton et les poissons (**HAMAIDI-CHERGUI, 2012**). Ces derniers participent au maintien de l'équilibre total de l'écosystème.

La relation entre la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes est une question écologique fondamentale : pour comprendre la structure et le fonctionnement d'un écosystème, il est indispensable de connaître les différents éléments qui le composent, et la relation liée aux variations de plusieurs facteurs abiotiques et biotiques.

Les producteurs primaires représentés par le phytoplancton constituent le premier maillon du réseau trophique d'un écosystème aquatique. Toute modification de leurs abondances et de leurs compositions spécifiques va donc affecter les niveaux supérieurs du réseau et l'équilibre de l'écosystème. Les poissons planctonophages appartiennent au premier type de consommateurs. Ces derniers herbivores sont la proie d'organismes carnivores qui représentent le second type de consommateurs (**HAMAIDI-CHERGUI, 2012**).

Le but principal de ce travail est d'étudier deux écosystèmes aquatiques situés dans une zone saharienne et d'évaluer qualitativement et quantitativement les peuplements phytoplanctoniques et ichtyologiques existants dans ces zones en relation avec les principaux facteurs influençant sur leurs abondances et sur la qualité physico-chimiques de ces eaux.

Ce mémoire est composé de trois chapitres :

Le premier est consacré à la recherche bibliographique, où nous avons donné des généralités sur les groupes du phytoplancton et des poissons étudiés. Ainsi présenter les deux lacs de barrage (situation géographique, hydrologie, géologie et climatologie).

Le deuxième démontre les techniques d'échantillonnages utilisés ainsi que toutes les méthodes d'analyse, que ce soit physico-chimiques, biologique (analyse quantitative et qualitative) et statistique.

Afin d'atteindre nos objectifs, un troisième chapitre est présenté pour discuter nos résultats obtenus, tout en soulignant les principaux axes de cette recherche.

Enfin, un bilan de ces résultats est dressé en conclusion ouvrant des perspectives de recherche issues de notre travail.



***Chapitre 1 :***  
***Synthèse bibliographique***

## I. Généralités sur le milieu aquatique

On estime à 1360 millions de km<sup>3</sup> le volume d'eau accumulé sur la terre dont 99.5% se trouve sous la forme salée ou glacée et 0.5% seulement (soit environ 7 millions de km<sup>3</sup>) sert d'eau utile à la vie (CAZALAS et GAUTRON, 1993).

Les ressources en eau sont scindées en deux grands groupes :

- Les eaux souterraines réparties en nappes captives, libres, phréatiques.
- Les eaux de surface comme cours d'eau, lacs, étangs, barrages, réservoirs...

L'eau, qui sous ses trois états (liquide, solide, gazeux) joue un rôle considérable sur la terre, et il est un élément dont dépendent d'une façon extrêmement étroite les êtres vivants à respiration aquatique (ARRIGNON, 1998).

Les plans d'eau sont des écosystèmes aquatiques définies comme des ensembles intégrés du milieu (dissocié en composantes ou paramètres) et des peuplements associés (espèces vivantes) ou comme des unités fonctionnelles résultant de l'ensemble des relations, des interactions existant entre espèces, entre paramètres puis entre espèces et milieu. L'énergie qui est fournie par le soleil est utilisée par les organismes producteurs (plancton végétal, macrophytes aquatiques et bactéries autotrophes) pour fabriquer de la matière vivante végétale selon le processus de photosynthèse. Cette matière végétale est consommée et transformée par le plancton animal, qui est à son tour ingéré par les poissons carnivores et autres prédateurs (VERNEAUX, 1980) (Fig.1).

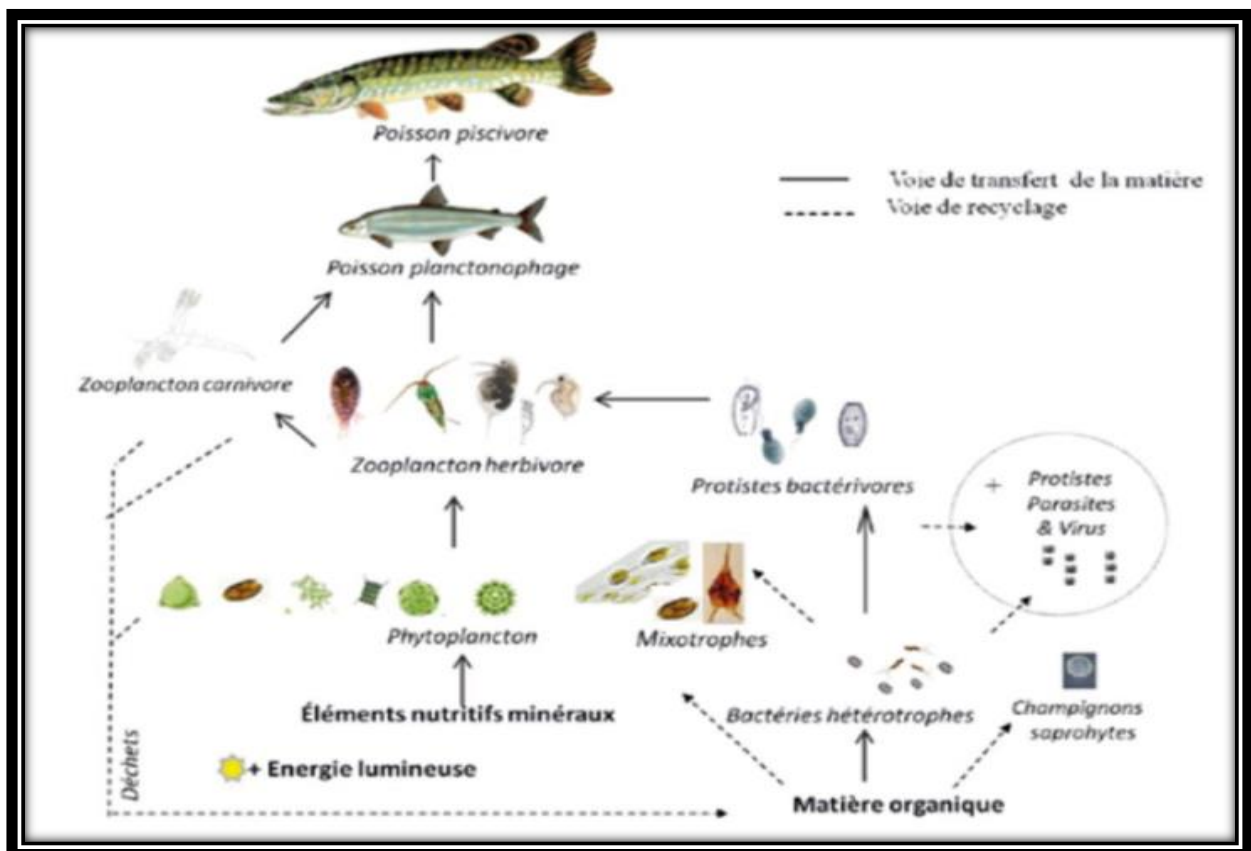


Fig.1 : Relations entre les différents composants du réseau trophique de plan d'eau (BURLLOT et al., 2000)

## I.1 Généralités sur le phytoplancton

Le phytoplancton ou plancton végétal désigne l'ensemble des algues pélagiques flottant librement au gré des déplacements des eaux ; il est réparti sur la totalité des zones photiques et assure l'essentiel de la production primaire (BARBAULT, 2000).

Il est constitué d'un ensemble hétérogène de microalgues unicellulaires pouvant être solitaires ou groupées en colonies (STICKNEY *et al.*, 2000).

Si les organismes phytoplanctoniques représentent seulement 1% de la biomasse des organismes photosynthétiques sur terre, ils assurent 45% de la production primaire (CHISHOLM, 1995 ; BEHRENFELD *et al.*, 2001).

### I.1.1 Caractéristiques générale du phytoplancton :

Le phytoplancton est l'ensemble des algues microscopiques formées d'une seule cellule (microalgues). Bien qu'elles soient unicellulaires, les microalgues présentent une grande diversité de tailles, de couleurs et de formes qui peuvent être très élaborées (MOLLO et NOURY, 2013).

La taille des cellules phytoplanctoniques varie de quelques microns jusqu'à quelques centaines de microns. Caractérisé par la présence de pigments chlorophylliens majoritairement la chlorophylle « a », leur métabolisme est dominé par le mode de vie autotrophe basé sur la photosynthèse, qui est la source principale de leur énergie (DAUTA et FEUILLAD, 1995).

Dans l'annexe II, sont résumées les caractéristiques des différentes classes algales trouvées dans différents milieux lacustres algériens et leurs caractéristiques principales basées sur des aspects morphologiques et cytologiques (EL HAOUATI, 2015).

### I.1.2 Rôle du phytoplancton dans les écosystèmes aquatiques :

Le phytoplancton possède d'importants rôles, dont les plus connus sont :

- **Photosynthétique :**

L'importance du phytoplancton dans les milieux aquatiques est due à leur capacité de synthétiser des hydrates de carbone et de l'oxygène, à partir des éléments minéraux dissous dans l'eau et de l'énergie lumineuse (STUMM et MORGAN, 1996).

- **La base de la chaîne alimentaire :**

La production de biomasse par le phytoplancton (20 milliards de tonnes de carbone organique par année, presque autant que la production terrestre) est à la base de la chaîne alimentaire.

Le phytoplancton est assimilé par les animaux herbivores microscopiques, le zooplancton, qui sert à son tour de nourriture aux petits poissons, et ainsi de suite jusqu'aux niveaux supérieurs.

Le phytoplancton est situé à la base de la chaîne trophique, il est responsable d'une part essentielle de la production primaire dans les milieux aquatiques (REYNOLDS, 1998). De ce fait, il conditionne la production de poissons, de moules, d'huîtres, de crevettes et d'autres produits (HANSEN *et al.*, 2001)



### ▪ Une pompe carbonique biologique :

Le phytoplancton consomme annuellement une quantité de gaz carbonique équivalente approximativement à toute la végétation terrestre (CHRISTOPHER *et al.*, 1998). Dix gigatonnes de carbone est ainsi séquestré chaque année par cette pompe biologique carbonique. Un léger changement dans la croissance du phytoplancton peut donc avoir un impact sur la concentration de gaz carbonique dans l'atmosphère et par le fait même sur le climat terrestre (LINDSEY et SCOTT, 2010)

### ▪ La floraison printanière :

La croissance du phytoplancton dépend de la disponibilité du CO<sub>2</sub>, de la lumière et de nutriments. Généralement, le phytoplancton a besoin de nitrate, de phosphate, de silicate et de fer pour se développer, mais la quantité et les types de nutriments nécessaires varient selon les groupes. La température et la salinité de l'eau, la profondeur et la présence de prédateurs sont autant de facteurs qui peuvent influencer sa croissance. Lorsque les conditions sont réunies, le phytoplancton peut croître de façon exponentielle. Selon l'hypothèse de Sverdrup, lorsque la profondeur de la couche de mélange est en deçà d'un seuil minimale critique, la concentration de phytoplancton explose : c'est la floraison printanière (SVERDRUP, 1955).

## I.1.3 Ecologie du phytoplancton :

Le phytoplancton a une possibilité d'adaptation à la température et une excellente adaptabilité aux variations lumineuses grâce à une composition pigmentaire. Il évolue de façon saisonnière aussi bien en milieu lacustre (AMBLARD, 1987).

Les organismes qui constituent le phytoplancton est d'une extrême plasticité écologique. Ces espèces très ubiquistes colonisent les biotopes terrestres et aquatiques (FOGG *et al.*, 1973), et se retrouvent dans l'eau douce, saumâtre ou salée. Certaines espèces vivent en association avec des animaux comme des protozoaires, des éponges ou des ascidies, ou avec des végétaux comme des fougères aquatiques ou des angiospermes (COUTE et BERNARD, 2001). Elles peuvent aussi vivre en symbiose avec des champignons et des algues vertes comme dans le cas des lichens. Au cas où elles sont strictement aquatiques, elles peuvent être vivant dans la colonne d'eau, ou benthiques, fixées ou très proches des divers substrats (roches, coraux, algues, animaux) (MUR *et al.*, 1999 ; COUTE et BERNARD, 2001).

## I.1.4 Ecophysiologie du phytoplancton :

Le phytoplancton est ubiquiste et possède une grande adaptabilité à son environnement écologique, de ce fait la relation entre la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes est une question écologique fondamentale.

Pour comprendre la structure et le fonctionnement d'un écosystème, il est indispensable de connaître les différents éléments qui le composent, exemple : la distribution des organismes dans le temps et dans l'espace (BENGTSSON, 1998). Les conséquences éco-physiologiques associées à la richesse spécifique des populations phytoplanctoniques sont nombreuses, car les différentes espèces ne réagissent pas de la même manière aux facteurs du milieu. Afin de faire face aux variations environnementales, les espèces phytoplanctoniques ont développé des stratégies adaptatives telles que :

- ✱ Différents mécanismes, favorisant la mobilité et la migration vers des zones riches en nutriments et en lumière.
- ✱ La compétition interspécifique et les mécanismes de défense contre la prédation, ainsi que le mode de nutrition mixotrophe (**GAILHARD, 2003**).

### **I.1.5 Facteurs influençant sur le développement du phytoplancton :**

La dynamique des populations phytoplanctoniques est influencée par de nombreux facteurs environnementaux, qui agissent sur les populations et par conséquent sur la dynamique des espèces (**HUTCHINSON, 1957**).

On appelle facteurs écologiques tout élément susceptible d'agir sur les êtres vivants, au moins durant une partie de leur développement (**LEVEQUE, 2001**). On distingue classiquement les facteurs abiotiques et les facteurs biotiques.

#### **I.1.5.1 Effets des facteurs abiotiques :**

D'après **FINDLEY et KLINGH (1994)**, les populations phytoplanctoniques varient avec les saisons et dépendent de facteurs à la fois physiques et chimiques. La dynamique d'un écosystème, en fonction de sa localisation géographique est ainsi sous le contrôle de plusieurs paramètres abiotiques en interaction qui relèvent à la fois du climat et des conditions lithologiques.

##### **I.1.5.1.1 Climat :**

Le climat est le principal facteur de répartition et de dynamique des écosystèmes (**ANGELIER (2003)** et **RAMADE (2005)**).

Les principaux paramètres climatiques qui influent sur les écosystèmes, il s'avère que l'altération des caractères physico-chimiques de l'eau est doublée par une variabilité des conditions météorologiques (**CHAOCACHI et al., 2002**).

La pression des changements climatiques, certains modèles indiquent une diminution de la productivité du phytoplancton et des modifications dans sa composition (**LINDSEY et SCOTT, 2010**).

##### **I.1.5.1.1.1 Température :**

La température joue un rôle primordial, car elle exerce une action directe sur l'évaporation de l'eau et par conséquent sur la salinité (**BELKHEIR et HADJ ALI, 1981**). En plus, elle représente un facteur limitant de toute première importance, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition des espèces (**RAMADE, 1984**).

##### **I.1.5.1.1.2 Précipitation :**

Les précipitations d'une région sont intimement liées au climat. Les précipitations varient dans le temps et dans l'espace. Des régions sont plus arrosées que d'autres et des mois qui sont plus pluvieux que d'autres (**BELARBI, 2010**).

Le débit ou le régime d'un cours d'eau n'est pas constant au cours du temps. En réalité il est d'abord influencé par les précipitations que reçoit son bassin versant et ces précipitations seront d'abord en fonction du climat qui règne sur le bassin (**HAMZAOUI, 2015**).

#### ***I.1.5.1.1.3 Vent :***

Il joue un rôle important dans le cycle de l'eau. Il augmente l'évaporation consommatrice d'énergie et a donc un pouvoir de refroidissement considérable (**RICKLIFS et MILLER, 2005**). Le vent a une grande influence sur la transparence de l'eau et le déplacement des espèces (**DEMERS et al., 1987**)

#### ***I.1.5.1.1.4 Lumière :***

La lumière est un facteur de très grande importance pour le phytoplancton, du fait qu'elle intervient dans la photosynthèse. Le phytoplancton requiert un éclairage minimal pour accomplir la photosynthèse, cette dernière est inhibée à des intensités d'éclairages trop élevées (**GAYRAL, 1975**).

Le phytoplancton a développé des stratégies photo-adaptatives pour faire face aux variations de l'éclairage telles que :

- ✱ Le phytoplancton exposé à des périodes de faible intensité lumineuse augmente la concentration en chlorophylle (**GAILHARD, 2003**).
- ✱ Le phytoplancton subit dans la journée des migrations verticales au cours desquelles, il s'enfonce pendant les heures de fort éclairage et remonte plus près de la surface au fur et à mesure de la décroissance du jour (**GAYRAL, 1975**).

#### ***I.1.5.1.1.5 Gaz carbonique***

Le gaz carbonique dissout dans l'eau entre dans le processus de la photosynthèse. Le CO<sub>2</sub> vient des échanges gazeux (CO<sub>2</sub> – O<sub>2</sub>) avec l'atmosphère et il est présent partout (**MOLLO et NOURY, 2013**).

#### **I.1.5.1.2 Nature géologique du bassin versant :**

Les bassins versants constituent un système dynamique d'érosion, de transport et de sédimentation. C'est un système ouvert qui est le siège d'entrée et de sortie et transfert des flux de matières et d'énergie (**LEVEQUE, 2001**). Il est donc évident pour cet auteur que les facteurs géolithologiques, la nature des terrains traversés, la couverture végétale, les activités anthropiques ainsi que la profondeur, la morphométrie de la cuvette et la stratification thermique exercent une influence importante sur la composition de la communauté phytoplanctonique en imposant la qualité physico-chimique de l'eau.

### I.1.5.1.3 Nutriments :

Les nutriments essentiels pour le développement planctonique et en particulier pour le compartiment bactérien et phytoplanctonique sont le phosphore, l'azote et le silicium (**KROM et al., 1991**).

#### I.1.5.1.3.1 Macroéléments :

L'azote et le phosphore représentent des éléments essentiels à la croissance du phytoplancton, car ils rentrent dans le cycle métabolique (**BA, 2006**).

☀ **Le phosphore** : est un élément constitutif nécessaire à la matière vivante. donc le phytoplancton devra trouver une source de phosphate dans son milieu (**BOUGIS, 1974**). Le phytoplancton utilise le phosphate sous la forme d'ortho-phosphates ; quelques-uns peuvent assimiler le phosphore organique (**GAYRAL, 1975**).

☀ **L'azote** : est un élément qui rentre dans le cycle métabolique (**BA, 2006**). Le phytoplancton devra trouver une source d'azote, sa croissance est proportionnelle à la quantité d'azote dans le milieu (**BOUGIS, 1974**).

#### I.1.5.1.3.2 Oligoéléments :

Les oligoéléments tels que le soufre et le chlore, ne sont jamais ou rarement liés à une limitation de la croissance du phytoplancton (**MOSS, 1980**). Cependant le fer et le zinc pourraient être, à l'origine de la synthèse des toxines chez les Cyanobactéries (**LUKAC et AEGERTER, 1993**).

### I.1.5.2 Effet des facteurs biotiques :

Appelés aussi facteurs dépendants de la densité, correspondent à l'ensemble des interactions entre individus (prédation, compétition, mutualisme) (**LEVEQUE, 2001**).

Etendant sa définition, **RAMADE (2005)** réunit sous ce vocable la totalité des paramètres biologiques qui découlent de l'existence de l'action des êtres vivants entre eux et sur les milieux. Cet auteur distingue :

a/ **Les facteurs intra-spécifiques** : qui regroupent les interactions se déroulant à l'intérieur d'une même espèce (entre individus).

b/ **Les facteurs interspécifiques** : qui concernent les interactions entre populations d'espèces différentes (facteurs de prédation et de parasitisme).

## I.2 Généralités sur les poissons d'eau douce

Les poissons d'eau douce représentent une partie importante de la biodiversité. Ils ont une très grande valeur économique et sociale. De plus, avec près de 30 000 espèces vivantes. La diversité en poissons est aussi particulièrement surprenante. Ainsi, bien qu'il y ait 10 000 fois plus d'eau salée dans les mers et océans que d'eau douce dans les lacs et rivières, les poissons d'eau douce représentent un peu plus de 40 % de la diversité en espèces de poissons (**MOYLE et CECH, 2004**). Le poisson constitue aujourd'hui une source importante d'aliments nutritifs et de protéines animales pour une grande part de la population mondiale (**BILLARD, 2005**).

### I.2.1 Morphologie générale de poisson

On associe en général au terme poisson l'existence d'un corps de forme plus ou moins hydrodynamique, possédant de nombreuses nageoires et recouvert d'écailles. Si certaines espèces répondent effectivement assez bien à ce portrait classique. Il est de nombreuses exceptions et les variations très importantes rencontrées sont utilisées pour la séparation des Familles et des genres. Par ailleurs, de nombreux caractères de la tête et de la bouche peuvent être utilisés (**DURAND et LEVEQUE 1981**).

### I.2.2 Bio-écologie des poissons

La classe des poissons est de loin le groupe le plus divers parmi les vertébrés vivants. Selon **NELSON (1994)**, il existe 482 familles contenant 24618 espèces de poissons, dont presque 10000 espèces d'eau douce. Ces dernières possèdent un degré particulièrement élevé d'endémisme, ce qui attribue aux régions géographiques où ils habitent un caractère de patrimoine unique. Cependant, l'influence humaine continue à menacer cet héritage. Globalement, considérant la pénurie d'information sur le statut de conservation de taxa les moins connus, entre 4% et 20% de toutes les espèces connues de poissons seront perdues à jamais dans un proche avenir (**DUNCAN et LOCKWOOD, 2001**).

### I.2.3 Alimentation des poissons

L'étude des régimes alimentaires renseigne sur le comportement du poisson et sur ses relations avec les niveaux trophiques inférieurs. Les sources de nourriture sont très variées et cette diversité se reflète dans la variété des adaptations du système digestif. C'est ainsi que les poissons peuvent se nourrir de végétaux supérieurs, d'algues planctoniques, de périphyton, de zooplancton, de détritus végétaux et animaux, de stades larvaires benthiques, de mollusques, d'insectes de surface, de crustacés, de poissons (**LAUZANNE, 1988**).

### I.2.4 Rôle des poissons dans les milieux aquatiques

Les poissons d'eau douce jouent un rôle fondamental dans la vie humaine. Ils représentent une source de nourriture non négligeable à côté des végétaux et du bétail, qu'ils soient pêchés ou élevés en pisciculture. Ils sont aussi exploités à des fins récréatives et exposés dans de grands aquariums publics. Ils ont également un rôle important dans l'écosystème en contribuant notamment au cycle de carbone (**AZZOUZI, 2013**). Les poissons peuvent jouer un rôle indirect par le recyclage des éléments nutritifs, et qui jouent un rôle dominant dans les chaînes trophiques.

## I.2.5 Poissons d'eau douce en Algérie

Sur la base des données bibliographiques portant sur l'ichtyofaune des eaux continentales d'Algérie, nous avons dressé un inventaire exhaustif de 67 espèces appartenant à 27 familles et 45 genres : 47 sont autochtones dont 6 endémiques et 20 introduites (Annexe II, Tab1). Ce peuplement est caractérisé par la prédominance des Cyprinidae (18 espèces) et des Cichlidae (8 espèces). Toutefois, certaines déterminations sont sans doute inexactes ou devront au moins être confirmées. En Algérie, cette ichthyofaune est caractérisée par la prédominance des éléments de la famille des Cyprinidae avec 11 genres et 18 espèces et dans une moindre mesure, les Cichlidae (5 genres avec 8 espèces), les Mugilidae (3 genres avec 5 espèces) et les Cyprinodontidae (1 genre avec 4 espèces) (DOADRIO, 1994 ; AZEROUAL *et al.*, 2000).

## I.2.6 Facteurs environnementaux influençant sur les poissons

### I.2.6.1 Photopériode :

Des auteurs ont démontré le rôle saisonnier de la photopériode sur la reproduction des poissons, deux modes d'action de la photopériode ont été signalés, un premier par la valeur absolue de la durée d'éclairement et un deuxième par la variation de la durée d'éclairement (BARAS, 1992).

### I.2.6.2 Température

Les poissons ne se reproduisent pendant la saison printanière qu'après le réchauffement de l'eau à une température optimale (HUET, 1962). La température joue un rôle très important dans la ponte des poissons et aussi bien sur la maturité ovocytaire et l'ovulation que sur la spermiation.

### I.2.6.3 Alimentation

Les besoins métaboliques sont couverts par l'alimentation qui est le premier facteur de régulation de la gamétogenèse, une alimentation naturelle plus riche pourrait alors fournir les matières nutritives nécessaires au développement ovarien (VINCENT et SAIDOU, 1990).

### I.2.6.4 Oxygénation

La consommation horaire d'oxygène des géniteurs est de l'ordre de 100 mg /kg de poids vif. Le taux minimal d'oxygène dans l'eau est de l'ordre de 6 mg/L, il doit être à saturation lors de l'ovulation (après hypophysation). Une diminution de la température ne compense pas un déficit en oxygène au cours de cette phase (BARNABE, 1989).

### I.2.6.5 Vitesse du courant

Il affecte profondément la distribution des poissons dans les cours d'eau, à chaque fois que la vitesse de mouvement des poissons est grande, ils résistent mieux au courant (HUET, 1962).

### I.2.6.6 Salinité

La salinité de l'eau pendant la saison de frai a une influence sur le succès de la reproduction. Il est cependant signalé une adaptation d'une espèce à des conditions élevées de salinité (KARAIEM et PATTEE, 1988).

## II. Présentation des sites

L'Algérie a réalisé une avancée considérable en matière d'accès à l'eau afin d'assurer la couverture des besoins en eau domestique, industrielle et agricole. Le nombre de barrages en Algérie a atteint 80 barrages en 2018 avec une capacité de stockage de 8.7 milliards/m<sup>3</sup>.

Les barrages sont des ouvrages hydrauliques qui barrent sur toute la largeur une section d'une vallée et créent ainsi une cuvette artificielle géologiquement étanche.

L'Algérie se caractérise par une grande diversité physionomique constituée des éléments naturels suivants : une zone littoral (véritable façade maritime) sur plus de 1200 km, une zone côtière riche en plaines, des zones montagneuses, des zones steppiques, des zones humides, des grandes formations sableuses (dunes et ergs), de grands plateaux sahariens.

À ces ensembles géographiques naturels correspondent des divisions biogéographiques bien délimitées, des bioclimats variés (de l'humide au désertique) et une abondante végétation méditerranéenne et saharienne qui se distribue du Nord au Sud selon les étages bioclimatiques.

Le Sahara algérien, partie demeurée stable de la plaque africaine, occupe la partie occidentale de la dalle précambrienne et représente l'un des plus importants bassins sédimentaires dans le monde.

Nous avons étudiés deux lacs de barrages situés dans deux zones presque similaires soit du terme de sol ou de climat, l'une dans la steppe et l'autre dans la porte du désert.

Le barrage de Djorf Torba est localisé dans la wilaya de Béchar, cette dernière est située dans l'ouest du Sahara algérien ; elle correspond à une partie de la Saoura. Par ailleurs, le barrage de Brézina se trouve à El Bayadh qui est située dans l'ouest de pays à 500 km au Nord-Est de Béchar.

### II.1. Historique des sites étudiés

#### II.1.1 Barrage de Djorf Torba :

Le barrage Djorf Torba (Fig. 2) construit dans les années 60, a une capacité de 360 millions de m<sup>3</sup>. Sa mise en service décidée en 1969 avait pour but l'irrigation la plaine d'Abadla avec 60 millions de mètres cube par an pour trois villes : Béchar, Kenadsa et Abadla (KABOUR *et al.*, 2011).



**Fig. 2 : Barrage de Djorf Torba en cours de construction en 1968 (Anonyme A).**

### II.1.2 Barrage de Brézina :

Le barrage de Brézina (Fig. 3) est construit dans les années 90, à une capacité de 123 millions de m<sup>3</sup>. Sa mise en service décidée en 2000, le barrage permettra l'irrigation des surfaces agricoles situées à 23 km environ au sud du barrage, ainsi qu'une nette amélioration de l'alimentation en eau du village de Brézina (A.N.B.T, 2019)



**Fig.3** : Barrage de Brézina en cours de construction en 1997 (Anonyme B)

## II.2 Situation géographique

### II.2.1 Barrage de Djorf Torba :

Le barrage est situé dans la région de Kenadsa à Béchar (Fig. 4), en empruntant l'Oued Guir qui est l'un des têtes d'oued Saoura et qui vient du Haut Atlas Marocain.

Il est Situé à 60 km à l'Ouest de la ville de Béchar et à 25 km de Kenadsa, le barrage Djorf Torba à pour limites : La commune de Kenadsa à l'Est, celle de Meridja à l'Ouest et au Sud la commune d'Abadla (KACI, 2013).

Les coordonnées géographiques sont : altitude de 729 m du barrage, à 31°30'19'' latitude Nord et 2°46'10'' longitude Ouest.

### II.2.2 Barrage de Brézina :

Le barrage est situé dans la commune du même nom au sud d'El Bayadh (Fig. 4), la vallée où il se déverse est Seggueur qui alimente la nappe phréatique d'oasis. Elle s'éloigne du chef-lieu de la wilaya d'El Bayadh de 87 Km. Elle est limitrophe : À l'Ouest de la commune El Abiad Sidi Cheikh, au Nord la commune Kerakda, Stiten et Sidi Taifour, à l'Est par la wilawa de l'Aghaout et Au Sud par la wilaya de Ghardaia et la wilaya d'Adrar (YAMANI, 2005).

Les coordonnées géographique sont : altitude de 985 m, à 33°9'2.01'' latitude Nord et 1°15'56.37'' longitude.



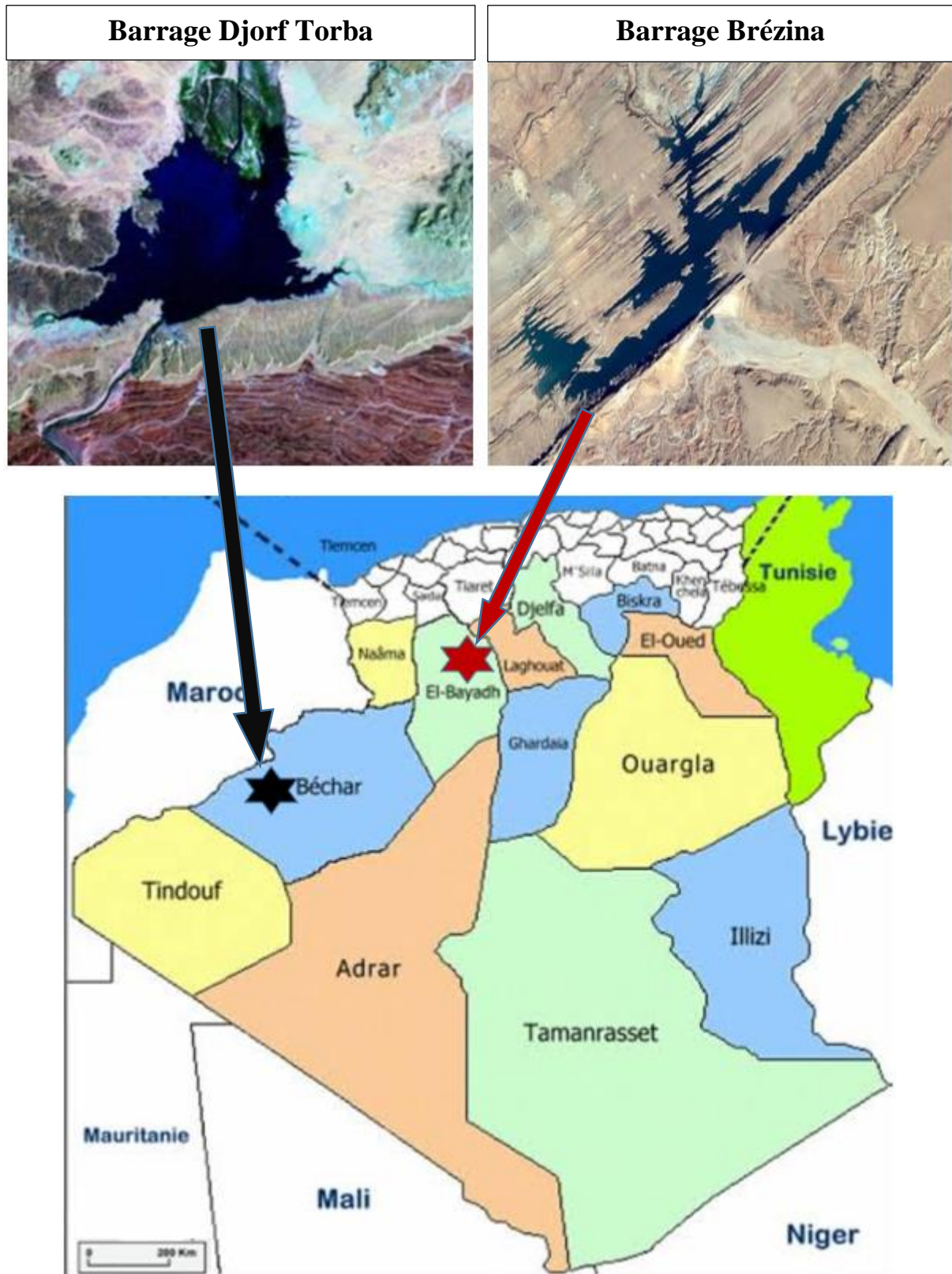


Fig. 4 : Situation géographique des sites d'étude (Anonyme B)

## II.3 Cadre géologique

### II.3.1 Barrage de Djorf Torba :

La région d'étude appartient au cadre général de la géologie saharienne et plus particulièrement à celle du nord du Sahara occidental dont elle forme la partie située le plus à l'Est. La plateforme saharienne constitue le bord septentrional de la vieille masse occidentale et peut se résumer en un socle antécambrien, métamorphique et granitisé, une série paléozoïque plus ou moins plissée, des couvertures tubulaires, secondaires et tertiaires ; des placages quaternaires et subactuels (**DOROTHEE, 1952**).

### II.3.2 Barrage de Brézina :

Le substratum de la majeure partie du site est constitué de couches clastiques sénoniennes et du Mésozoïque inférieur. Ces couches sont composées de grès et de siltstones. Le long du secteur aval du fond du barrage de Brézina, une couche de gypse y est intercalée. Au sud de ces couches clastiques sénoniennes, suit de manière concordante une bande de couches calcaires du cénomanien et du Turonien. Ces couches, très abruptes, constituent la barre de Djebel Diss, où est encaissé le barrage. Sur le côté aval du barrage se sont déposées les couches clastiques discordantes de l'Eocène (**YAMANI, 2005**).

## II.4 Réseaux hydrologique

### II.4.1 Barrage de Djorf Torba :

Le barrage de Djorf Torba est retenu comme étant parmi les plus grands barrages d'Algérie, il est le seul milieu aquatique implanté en région saharienne. Ce dernier est alimenté par des petites et grandes vallées du Maroc dont celle de Zelmou. Qui représente le cours d'eau principal du barrage appelé localement l'oued GUIR, sa longueur est environ de 500 Km, ce dernier rejoint ceux de Béchar et Zousfana pour former l'oued Saoura (Fig. 5) (**KACI, 2013**).

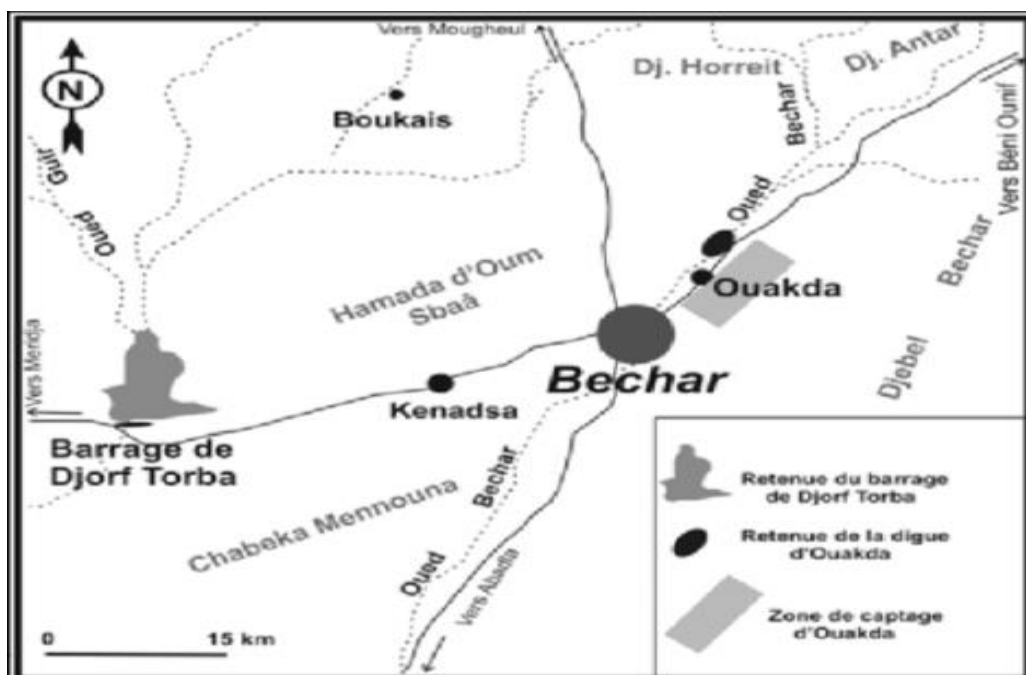


Fig. 5 : Réseau hydrographique du barrage de Djorf Torba (**KABOUR et al., 2011**)

### II.4.2 Barrage de Brézina :

Le bassin versant du barrage de Brézina (Fig. 6) s'étend sur une superficie de 3677.5 km<sup>2</sup>, laquelle est drainée par les oueds Ghasoul et oued Rahoul affluent d'Oued SEGGUEUR sur lequel a été conçu le barrage et ses ouvrages annexes. L'Oued principal prend sa source plus au Nord, au niveau d'El Bayadh, et parcourt 160 Km avant de déboucher au niveau du site du barrage, au lieu-dit « Khang Larouia ». Le cours d'eau quitte les Monts de l'Atlas, en direction d'Oued Namous qui se perd dans le désert de la Saoura. Dans son passage, Oued Seggueur alimente la nappe phréatique de l'oasis de Brézina (DMRH, 1976).

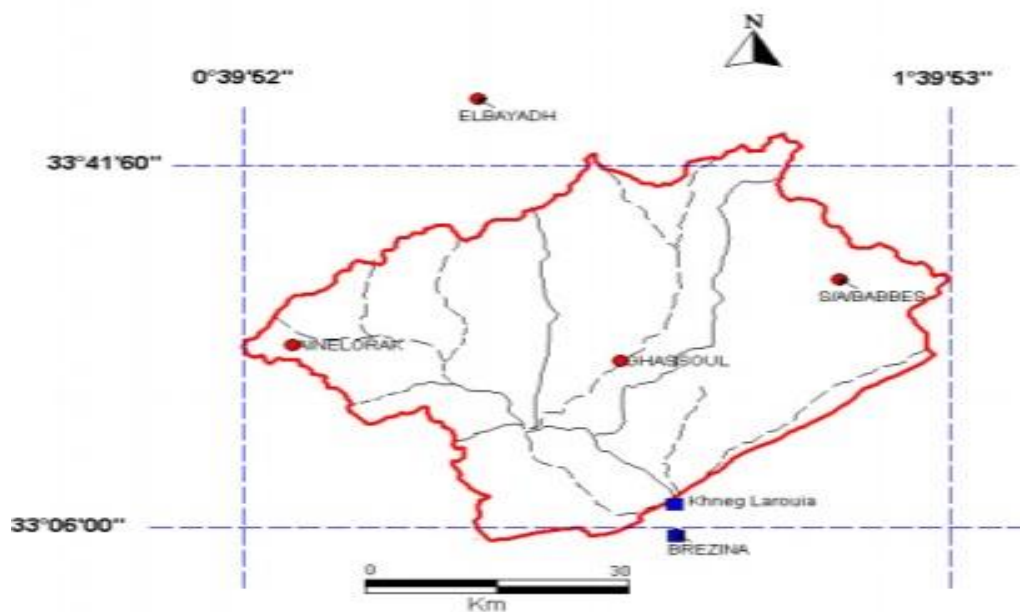


Fig.6 : Réseau hydrologique du barrage de Brézina (TALIA et MEDDI, 2011)

### II.5 Caractéristiques hydromorphométriques des deux barrages étudiés :

L'hydrologie des systèmes lacustres dépend étroitement du climat local, des apports entre le bassin versant et de la morphologie de la cuvette lacustre.

Les données hydromorphométriques des barrages étudiés sont résumées dans le tableau ci-dessous (Tab.1)

Tab.1 : Données hydromorphométriques des barrages étudiés (A.N.B.T, 2019)

	Djorf Torba	Brézina
La Wilaya	Béchar	El-Bayadh
Année de construction	1966	1990
Année de mise en eau	1969	2000
Capacité initiale	350,00 hm <sup>3</sup>	122,50 hm <sup>3</sup>
Capacité dernier levé (2004)	260,25 hm <sup>3</sup>	108,47 hm <sup>3</sup>
Surface du bassin versant	22 000 km <sup>2</sup>	3 680 km <sup>2</sup>
Affluent principal	GUIR	SEGGUEUR
Hauteur	38 m	63 m
Longueur	949 m	151,50 m
Apport moyen annuel	120 hm <sup>3</sup> /an	26,54 hm <sup>3</sup> /an

## II.6 Communauté animale et couverture végétale :

### II.6.1 Communauté animale :

Parmi les espèces qui existent dans le barrage de **Djorf Torba** nous citons :

- ❖ Les poissons : Carpe argentée (*Hypophthalmichthys molitris*), Carpe grande bouche (*Aristichthys nobilis*), Tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) ; Barbeau : *Barbus antinorii* (**BOULENGER, 1911**), Carassin : *Carassius carassius* et Carpe commune : *Cyprinus carpio* (**LINNE, 1758**), Pseudorasbora : *Pseudorasbora parva* (**TEMMINCK et SCHELGEL, 1846**) et Ablette commune : *Alburnus alburnus* (**LINNAEUS, 1758**)
- ❖ Les oiseaux : Héron cendré, Fuligule morillon et Goëland leucophée.

Par ailleurs, dans le barrage de **Brézina** nous trouvons :

- ❖ Les oiseaux : Grand cormoran et Goëland leucophée.

### II.6.2 Couverture végétale :

L'écosystème saharien occupe les deux régions du Béchar et El Bayadh. On a une grande variété de plantes s'y trouvent.

La végétation est essentiellement de type désertique. Les rares précipitations influent sur le développement végétal.

Les deux régions sont d'un couvert végétal relativement faible. Cette couverture est très dégradée, présente par faible quantité de recouvrement et de régénération. Trois types d'occupation caractérisent la région saharienne : le sol nu, couvert herbe saharien, présence faible des plantes adaptatives.

## II.7 Climatologie

Le climat est un facteur important dans la vie et l'évolution d'un écosystème aquatique car il détermine entre autres, les variables abiotiques, la stratification de la colonne d'eau, la période de croissance végétale et le taux de renouvellement d'eau (**RYDING et RAST, 1994**).

Le climat est constitué par l'ensemble des phénomènes météorologique qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère en un point donné sur la surface terrestre (**PARADIS, 1979**).

Parmi les éléments du climat susceptibles d'influer sur la biologie du lac, essentiellement sur le développement des algues, il faut citer la température (qui est un facteur énergétique), la pluviosité (un facteur hydrologique) et le vent (un facteur mécanique) (**LEVEQUE, 2001**).

Le climat désertique (dit parfois aride) est caractérisé par une sécheresse et une aridité permanente qui dure toute l'année et aussi un manque important d'eau liquide au sol et dans l'air ambiant. Ce climat impliquant une pluviométrie faible et les températures sont différentes dans les déserts froids et les déserts chauds

### II.7.1 Précipitations

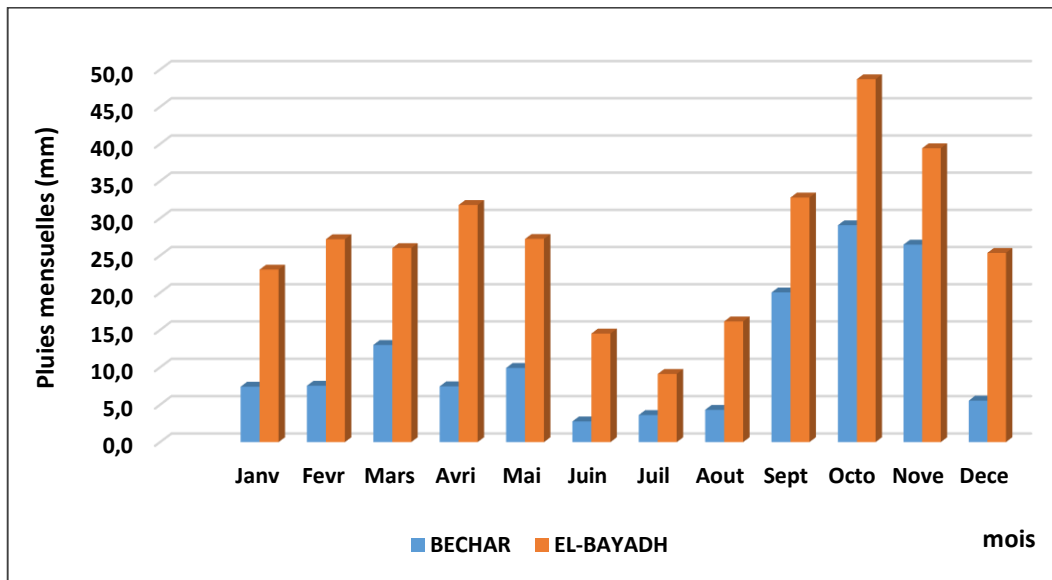
Les précipitations sont l'un des facteurs climatiques qui conditionnent le maintien et la répartition du tapis végétal, l'alimentation des nappes, des lacs et les cours d'eau et parfois contribuent à la dégradation du milieu naturel par le phénomène d'érosion.

Les précipitations liquides constituent le facteur essentiel où leur quantité moyenne et maximale mensuelle et annuelle est l'un des paramètres qui permettent de caractériser le climat d'une région (EL HAOUATI, 2009).

Les données d'observations utilisées sont celles des précipitations mensuelles enregistrées au niveau de la station de Béchar et d'El Bayadh durant la période allant de 2006 au 2015. Ces données sont représentées par la figure 7 :

Dans la région de Béchar, un pic de précipitation est enregistré au mois d'octobre avec 29.1 mm. Par ailleurs, le mois juin constitue le mois le moins pluvieux avec 2.8 mm.

Dans la région d'El Bayadh, un pic de précipitation est enregistré au mois d'octobre avec 48.7 mm. Par ailleurs, le mois de juillet constitue le mois le moins pluvieux avec 9.1 mm.



**Fig.7** : Régime de la pluviométrie mensuelle de la région de Béchar et El Bayadh O.N.M (2006-2015)

## II.7.2 Température

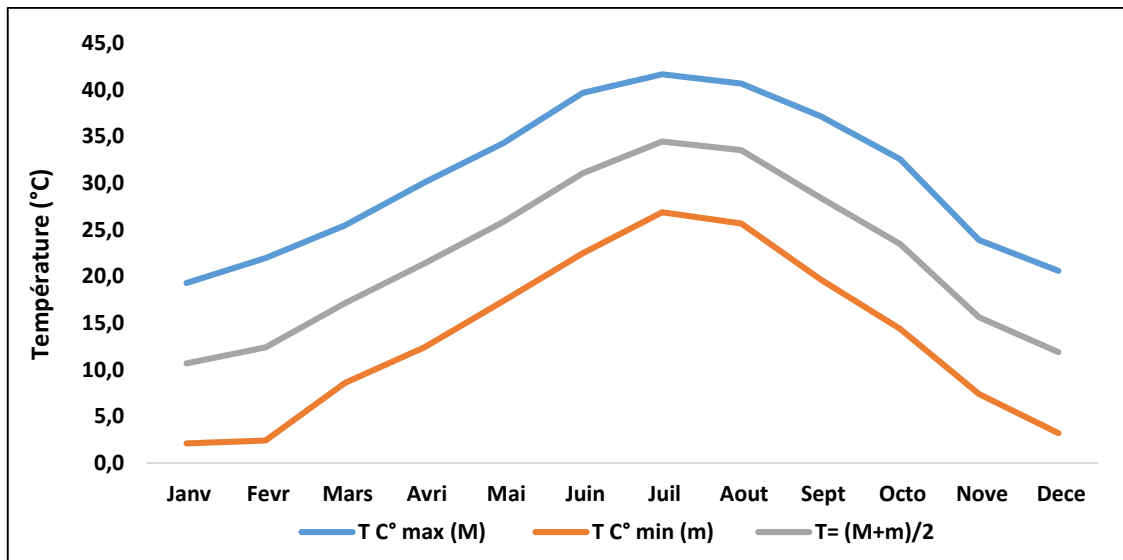
C'est un paramètre très important dans n'importe quels écosystèmes aquatiques car toutes les constantes physico-chimiques sous sa dépendance (BONTOUX, 1993).

Les températures moyennes mensuelles et annuelles agissent directement sur le climat en interaction avec d'autres facteurs météorologiques et biogéographiques (EL HAOUATI, 2009).

Ces variations influent d'une manière spectaculaire sur l'écosystème lacustre, en trainant des phases alternées de stratification et d'homogénéisation thermique (EL HAOUATI, 2006).

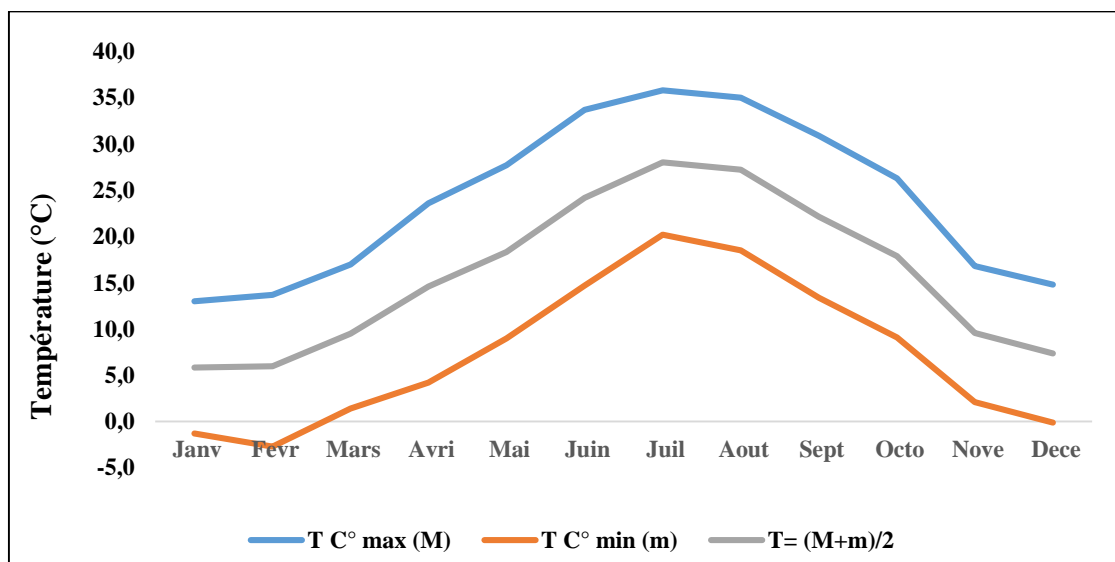
Les moyennes mensuelles des températures enregistrées pour une période de 2006 au 2015 dans les stations de Béchar et El Bayadh sont représentées dans les figures 8 et 9.

Pour la région de Béchar, la moyenne des minimums du mois le plus froid est de 2.1 °C en janvier et la moyenne des maximums du mois le plus chaud est de 41.7 °C en juillet.



**Fig. 8 :** Variation mensuelle de la température dans la région de Béchar

Pour la région d'El Bayadh, la moyenne des minimums du mois le plus froid est de  $-2.7\text{ °C}$  en janvier et février et la moyenne des maximums du mois le plus chaud est de  $35.8\text{ °C}$  en juillet.



**Fig. 9 :** Variation mensuelle de la température dans la région d'El Bayadh.

### II.7.3 Vent

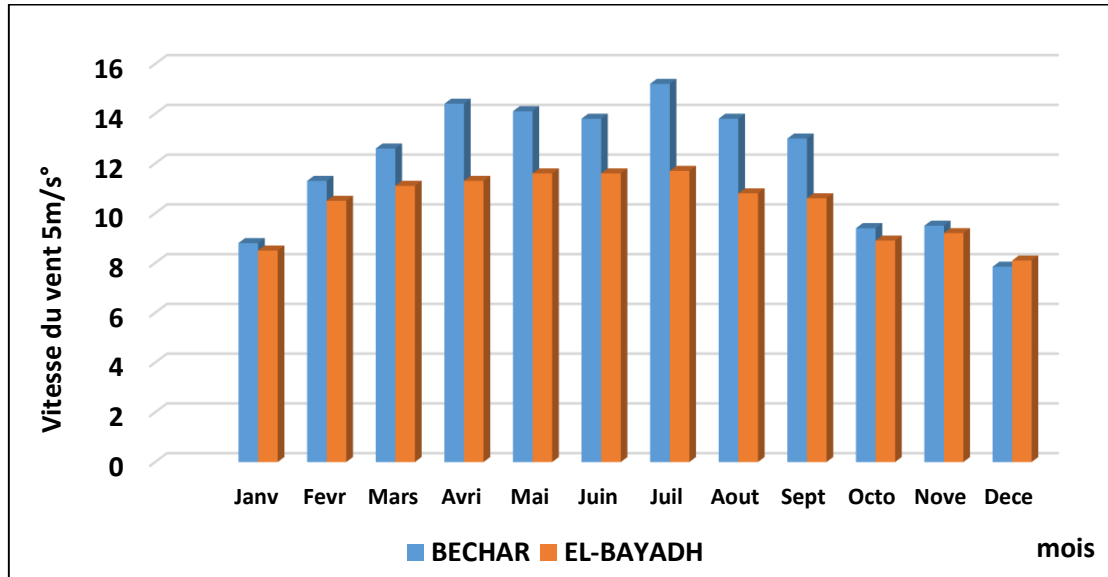
Le vent présente une action directe sur le couvert végétal comme il peut influencer sur le climat par sa charge en humidité. C'est un élément climatique défini par la vitesse et la direction (LACOSTE et SALANON, 2001). Il a une action indirecte en modifiant la température et l'humidité (DAJOR, 2000).

En principe le vent peut occasionner une distribution latérale hétérogène des matières dissoutes. Il chasse fréquemment les algues (LEVEQUE, 1996).

Les moyennes mensuelles des vitesses du vent enregistrées sur la période (2006-2015) pour les stations de Béchar et El Bayadh sont représentées par figure 10.

Dans la région de Béchar, une vitesse maximale du vent est marquée au mois de juillet avec 15.2 m/s. Par contre, la vitesse minimale est observée en décembre avec 7.9 m/s

Par ailleurs dans la région d'El Bayadh, une vitesse maximale du vent est marquée au mois de juillet avec 11.7 m/s. Par contre la vitesse minimale est observée en décembre avec 8.1 m/s



**Fig.10** : Variation mensuelle de la vitesse du vent de la région de Béchar et El Bayadh (2006-2015)

#### II.7.4 Humidité :

L'humidité est la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère, cette vapeur d'eau provient de l'évaporation (des océans, des lacs, des rivières etc.), de la sublimation des glaces et de la neige, de l'évaporation des précipitations et de l'évapotranspiration des animaux et des végétaux.

L'atmosphère contient toujours une certaine quantité d'eau sous forme de vapeur d'eau mais, il est d'une quantité maximale de vapeur d'eau que l'air peut contenir. Dès que l'air atteint cette quantité, on dit qu'il est saturé. La concentration maximale de l'air en vapeur d'eau est en fonction de la température (MAHIDDINE, 2017).

La région de Béchar indique un maximum de 59.7% au mois de décembre et un minimum de 19.5% en juillet.

Par ailleurs, la région d'El Bayadh marque un maximum de 74% en décembre et un minimum de 25.9% au mois de juillet (Fig. 11).

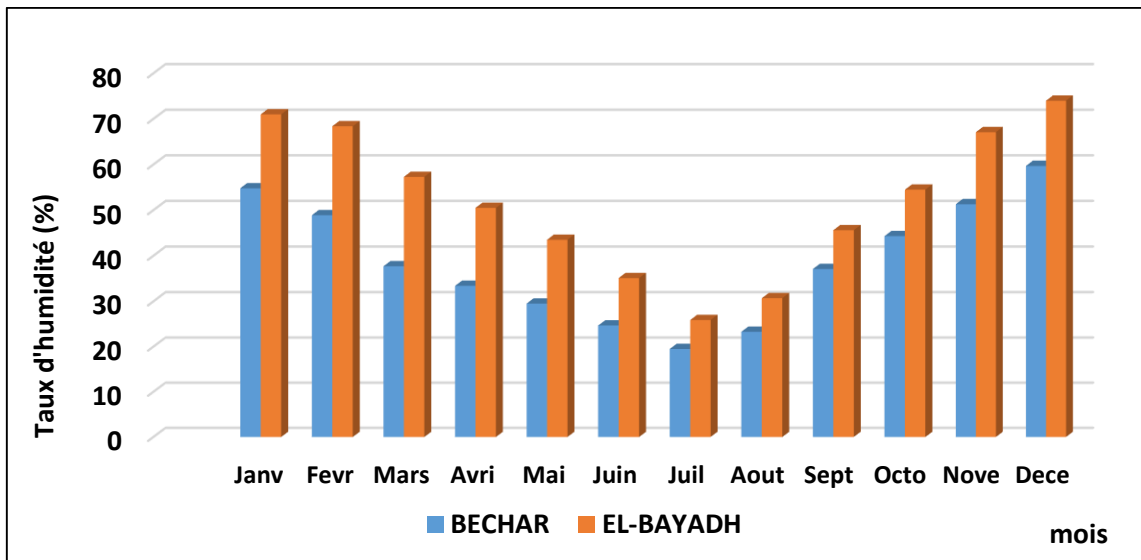


Fig. 11 : Variation moyenne mensuelle du taux d'humidité des régions de Béchar et El Bayadh pour la période 2006-2015 (O.N.M, 2019)

## II.7.5 Synthèse climatique

La température et la pluviosité, sont les deux éléments principaux du climat. Ils sont employés dans le calcul de la plupart des indices climatiques, car ils sont les deux facteurs les mieux connus, et pour lesquels on dispose le plus d'information possible (DAJOZ, 2000).

### II.7.5.1 Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson

Le diagramme ombrothermique permet de déterminer les périodes sèches et humides des régions à partir de l'exploitation des données des précipitations mensuelles et des températures moyennes mensuelles (DAJOZ, 2000).

Une période de l'année est considérée comme sèche lorsque la pluviosité exprimée en millimètre, est inférieure au double de la température, exprimée en degré Celsius (DAJOZ,

2000).

$$P \leq 2 T \quad \text{avec} \quad T = (M+m) / 2$$

**T**: Température moyennes mensuelle (°C).

**M**: Température moyenne des maxima du mois le plus chaud (°C).

**m**: Température moyenne des minima du mois le plus froid (°C).

**P**: Moyenne annuelle des précipitations (mm).

Les diagrammes ombrothermiques qui mettent en évidence les périodes humides des deux régions « Béchar et El Bayadh » allant de la période (2006-2015) sont représentées par les figures (Fig. 12 et 13) :



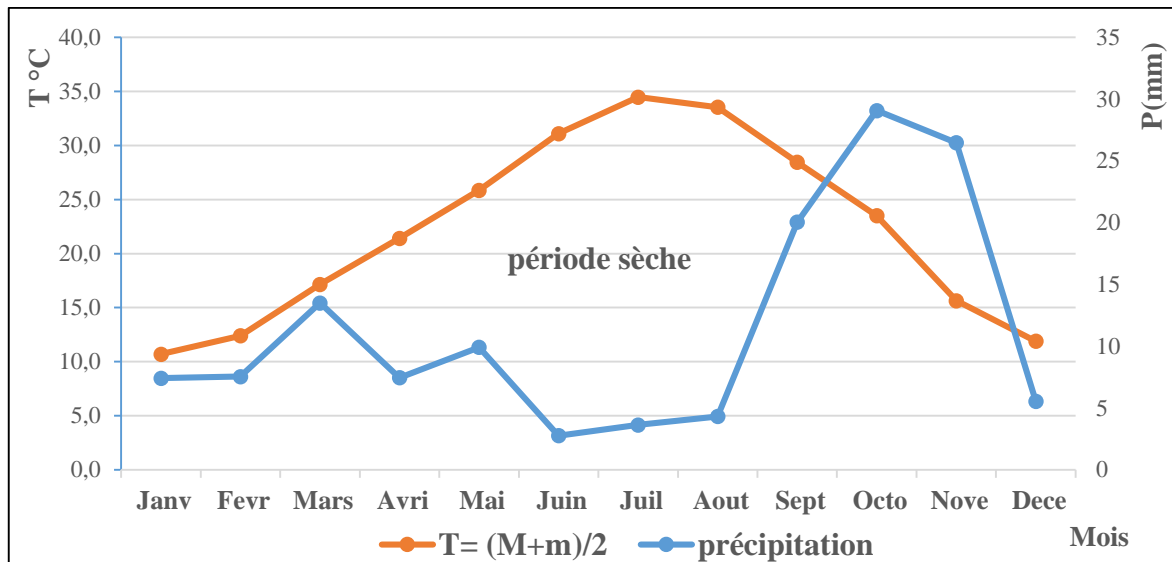


Fig.12 : Diagramme ombrothermique de la région de Béchar

La région de Béchar est caractérisée par une saison sèche de 09 mois (du mois de janvier jusqu'au du mois de septembre) et une saison humide qui s'installe sur 03 mois.

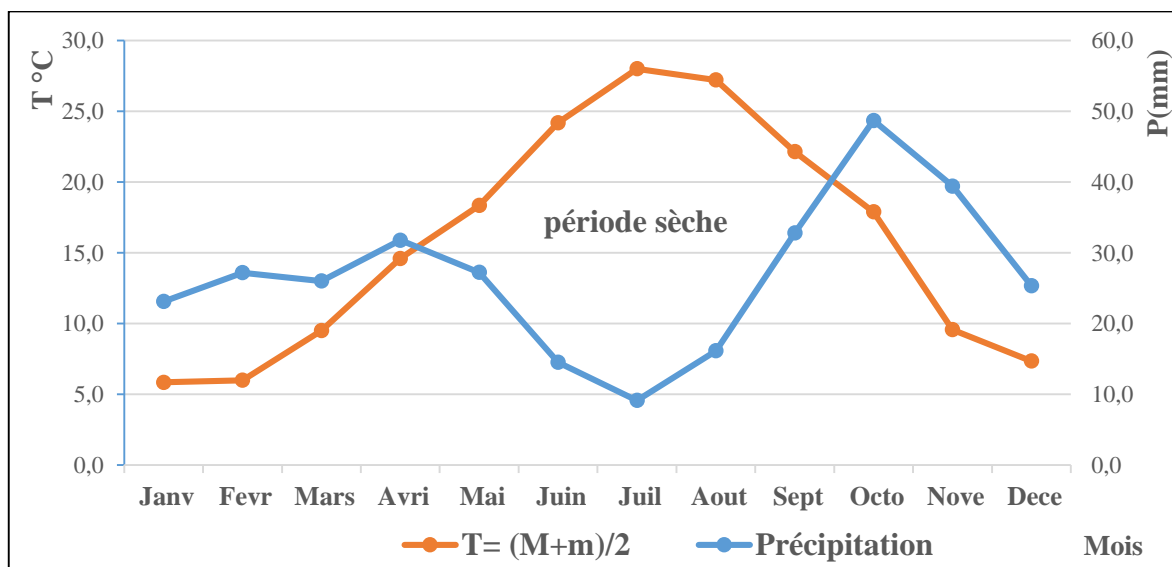


Fig.13 : Diagramme ombrothermique de la région d'El Bayadh

La région d'El Bayadh est caractérisée par une saison sèche de 05 mois et demi (de la moitié du mois de avril jusqu'au mois de septembre) et une saison humide qui s'installe sur 06 mois et demi.

### II.7.5.2 Quotient pluviométrique d'Emberger

En 1955, Emberger a proposé un quotient pluviométrique et un climagramme qui permet de séparer les différents étages bioclimatiques méditerranéens (humide, sub-humide, semi-aride, aride et saharien) ainsi que les variantes de chaque étage (hiver doux, frais, froid ou chaud) (DAJOZ, 2000).

Il est défini par l'équation de  $Q_2$  :

$$Q_2 = 2000 P / (M+m) (M-m)$$

Avec

**P** : précipitations moyennes annuelles en mm

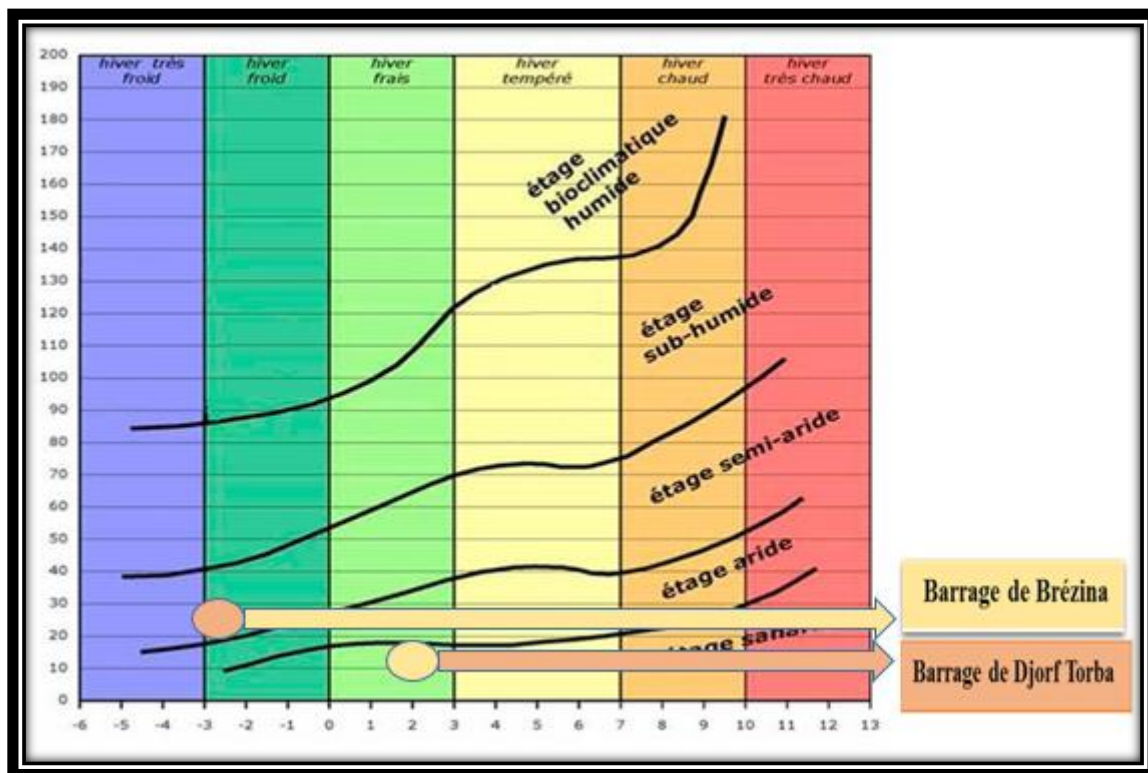
**M** : température moyenne maximale mensuelle en degré Kelvin

**m** : température moyenne minimale mensuelle en degré Kelvin

Ce quotient est très utile en écologie, en particulier pour l'étude de la répartition spatiale des espèces et des peuplements d'être vivants (**RAMADE, 1993**).

Selon les résultats, la valeur de  $Q_2$  pour la région de Béchar est égale 11.26 avec  $m = 2.1$  °C et pour la région d'El Bayadh la valeur de  $Q_2$  égale 25.54 avec  $m = -2.7$  °C.

Suivant ce climagramme, la région de Béchar se situe dans l'étage bioclimatique **saharien** caractérisée par des **hivers froids** et la région d'El Bayadh se situe dans l'étage bioclimatique **semi-aride** caractérisée par des **hivers froids**.



**Fig 14** : Localisation des deux barrages étudiés sur le climagramme d'Emberger pour la période (2006-2015)



***Chapitre 2 :***  
***Matériel et méthodes***

Afin d'établir une comparaison de la structure et du fonctionnement des systèmes lacustres, deux barrages ont été choisis. Dans chaque barrage, nous avons effectué un prélèvement saisonnier de l'eau, du phytoplancton et de poisson. La période d'échantillonnage est étalée du mois de janvier au mois de décembre 2018.

Notre travail a nécessité des prélèvements saisonniers durant l'année 2018 dans les deux barrages. Ces prélèvements permettent d'avoir des échantillons d'eau pour analyses physico-chimiques, l'étude du phytoplancton ainsi l'étude ichtyologique.

## 1. Présentation des Campagnes de prélèvement

Le choix des périodes de prélèvement est un élément crucial pour les analyses des communautés. Leurs mauvais positionnements dans l'année entraînent des biais (manque de certains cortèges algaux) dans l'interprétation des données collectées. Le tableau suivant met en évidence le calendrier de ces prélèvements (Tab. 2). Les prélèvements d'hiver et été sont effectués par C.N.R.D.P.A.

**Tab.2** : Calendrier des prélèvements

Saison	Barrage de Djorf Torba	Barrage de Brézina
Hiver	31-01-2018	28-01-2018
Eté	07-08-2018	10-08-2018
Automne	10-12-2018	16-12-2018

## 2. Présentations des points de prélèvements

Le choix des deux sites est motivé par le fait que ces milieux présentent un état écologique différent. La fréquence des échantillonnages dépend en grande partie de la morphologie et des caractéristiques hydrodynamiques du plan d'eau. C'est la raison pour laquelle, il est important de localiser toutes les principales entrées et sorties d'eau (OCDE, 1982). Il est nécessaire d'avoir des points d'échantillonnages fixes dans le lac, car ils permettent d'évaluer les paramètres de qualité des eaux avec le temps, et ils constituent des bases de comparaison pour d'autres parties du lac (EL HAOUATI, 2015).

Le choix des stations, pour chaque barrage, a été fait selon : la topographie du milieu, la morphométrie (les principaux cours d'eaux qui déversent au niveau du lac), la profondeur, la nature de la couverture végétale, l'ombrage, les activités agricoles et le pâturage.

Il faut prendre en considération que le site d'échantillonnage soit à distance de 10 m de la berge pour s'affranchir des contaminations par les algues périphytiques et par les efflorescences accumulées sur les berges par les vents.

Le tableau suivant résume les caractéristiques de chaque point choisi (Tab. 3).

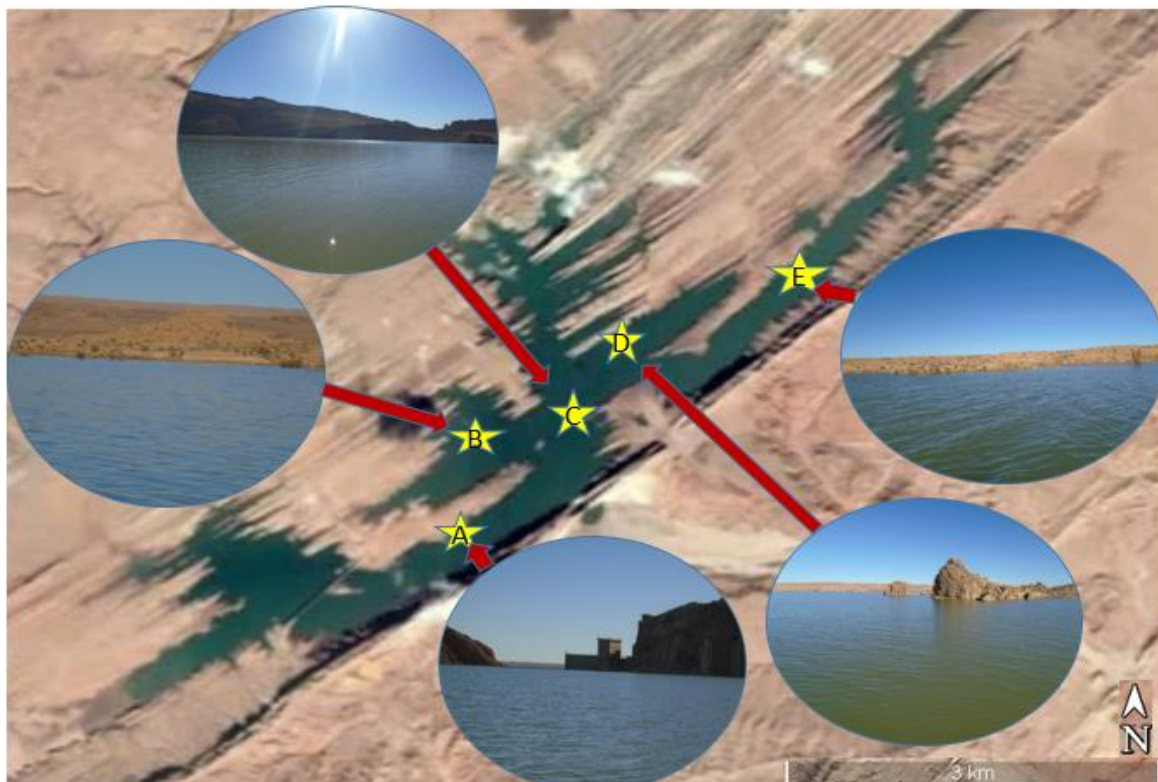
**Tab.3** : Les critères de choix des stations d'échantillonnage dans les deux barrages étudiés.

Barrage	Station	Latitude	Longitude	Caractéristiques
<b>Djrof Torba</b>	A	31°32'31.02''N	2°45'12.93''O	Située en amont du barrage, à l'opposé de la station E, où déverse oued Guir, abondante des végétations aquatiques sur la berge.
	B	31°30'55.88''N	2°47'25.20''O	Située en aval du barrage, à proximité de la rive droite et à l'opposé de la station D.
	C	31°31'42.37''N	2°45'33.66''O	Station dénudé, se trouve au milieu du plan d'eau, loin des rives. la station est bien ensoleillée.
	D	31°31'5.92''N	2°43'44.62''O	Située en aval du barrage, à proximité de la rive gauche, dans un bras mort du barrage, ombragée abritée du vent.
	E	31°30'41.95''N	2°46'7.20''O	Située en aval du barrage, à proximité de la digue, présence de pompage d'eau.
<b>Brézina</b>	A	33°9'4.46''N	1°15'50.74''E	Située en amont, à proximité de la digue.
	B	33°9'29.31''N	1°15'56.33''E	Située en amont ouest du barrage à l'opposé de la digue
	C	33°9'39.33''N	1°16'26.94''E	Centre du barrage, à côté de la digue et proche du déversement d'oued Seggueur. la station est bien ensoleillée
	D	33°10'0.28''N	1°16'45.49''E	Située à l'opposé de la station B, à proximité d'oued Seggueur.
	E	33°10'20.87''N	1°17'35.70''E	Située en aval du barrage, ombragée abritée du vent.

Dans les figures 15 et 16, nous avons présentés les photos des points de prélèvements dans chaque barrage.



**Fig. 15 :** Répartition des stations de prélèvements dans le barrage de Djorf Torba  
(Photo du Google Earth 2019, modifiée)



**Fig. 16 :** Répartition des stations de prélèvements dans le barrage d'El Bayadh  
(Photo du Google Earth 2019, modifiée)

### **3. Principe de prélèvement**

L'évaluation de la qualité des eaux superficielles est régie par un certain nombre de principes :

✓ Comme base, il faut déterminer les différentes propriétés naturelles de l'eau, données par des gammes de valeurs paramétriques des stations sélectionnées.

✓ Analyser les différents paramètres physico-chimiques de l'eau prélevée, physiques comme : la température (de l'air et de l'eau), pH, conductivité électrique, salinité et essentiellement l'oxygène dissous et la transparence ; et chimiques comme (les sels nutritifs) : Nitrites ( $\text{NO}_2$ ), Nitrates ( $\text{NO}_3$ ), phosphates ( $\text{PO}_4$ ), azote ammoniacal ( $\text{NH}_4$ ).

✓ Déterminer les communautés phytoplanctoniques et étudier la diversité ichthyologique existante dans les deux barrages.

#### **3.1. Prélèvement de l'eau :**

Lors de chaque campagne, les échantillons sont prélevés dans cinq stations différentes en surface, à l'aide des bouteilles de 1 litre pour les analyses physico-chimiques et pour l'étude phytoplanctonique.

Pour les poissons, nous choisissons le bon endroit pour déposer les filets (trémail de 50 mm et mono filament de 18 et 45 mm) en fonction de la capacité du poisson à migrer du fond à la surface pour se nourrir, c'est souvent près de la digue.

#### **3.2. Conservation des échantillons**

Les échantillons prélevés, sont placés dans des flacons propres et conservés dans des glacières à une température de 4 °C. Les analyses chimiques se font au laboratoire du C.N.R.D.P.A.

Pour la détermination des espèces phytoplanctoniques, les échantillons sont conservés dans des piluliers étiquetés avec indication du nom de barrage, la station et la date de prélèvement. On ajoute ensuite quelques gouttes de Lugol à une concentration de 5% pour assurer la conservation du phytoplancton en rendant la sédimentation plus facile.

Par rapport aux poissons que nous chassons, nous sauvons presque comme le phytoplancton en les mettant dans réfrigérateur à une basse température d'environ 4 °C et les prendre au laboratoire pour étudier dans une période ne dépassant pas deux jours. Tout ce que nous avons besoin de savoir, dans notre cas, nous avons arrêté à l'étude de la diversité des poissons dans les deux barrages.

#### **3.3 Transport des échantillons :**

Le transport d'échantillon chimique doit se faire obligatoirement en glacière à une température inférieure à 4°C. Enfin, les prélèvements sont placés aux froids dès leurs arrivés au laboratoire avant de commencer les analyses.

## 4. Analyses physico-chimiques

### 4.1 Paramètres physiques (in situ) :

Les facteurs écologiques n'agissent jamais isolément mais simultanément (**RAMADE, 1984**). Sur site, nous avons effectué diverses mesures des paramètres physiques à l'aide d'un analyseur multi-paramètre de type WTW 340I, ces mesures sont : La température (de l'air et l'eau), la conductivité électrique, la salinité, l'oxygène dissous, le pH. Par ailleurs, la transparence de l'eau a été mesurée par le disque de Secchi.

#### 4.1.1 Température

La température de l'eau, joue un rôle non négligeable dans l'intensité de la sensation de l'eau. Elle représente un facteur plus apprécié pour une eau destinée à la consommation. Elle est mesurée par un thermomètre (**GREGORIO et PIERRE-MARI, 2007**)

#### 4.1.2 pH

Le pH joue un rôle important dans la répartition des organismes aquatiques (**DAJOZ, 2000**). Le pH est en relation avec la concentration des ions d'hydrogène présent dans l'eau. La différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence plongeant dans la même solution est mesuré par le pH mètre (**ABDESSELEM, 1999**)

#### 4.1.3 Oxygène dissous

C'est un élément important dont les teneurs dépendent des phénomènes qui tendent soit à un enrichissement grâce aux échanges avec l'atmosphère, (**LACAZE, 1996**). Etant l'un des plus importants indicateurs sur le degré de la pollution des eaux. Il est un facteur écologique essentiel car sa présence permet la respiration des êtres vivants aquatiques. Mesuré également in situ grâce à un oxymètre étalonné de type WTW 340I. Le taux d'O<sub>2</sub> dissous est affiché en mg/l ou en % ou degré de saturation (**ANGELIER, 2003**).

#### 4.1.4 Conductivité électrique

La conductivité d'une eau est sa capacité à conduire plus au moins un courant électrique (**RODIER et al., 1996**). Elle est déterminée in situ par la méthode électrique à l'aide d'un conductimètre.

#### 4.1.5 Salinité

La salinité d'une eau est sa concentration en électrolyte, c'est-à-dire les anions et les cations dissous dans l'eau, elle permet donc d'apprécier la qualité des ions dans l'eau (**LEVEQUE, 1996**).

#### 4.1.6 Transparence

Elle s'agit de l'absorbance de la lumière par la colonne d'eau, elle est mesurée par le disque de Secchi. C'est un disque de 25 cm de diamètre coloré alternativement de quartiers noir et blanc, lesté et pendu à un fil, est immergé dans l'eau, par convention, la transparence est la profondeur à laquelle le disque ne devient plus visible lorsqu'on l'immerge dans l'eau. Cette mesure correspond à la profondeur à laquelle l'éclairement résiduel est de 16 à 20% celui de la surface (**LEVEQUE, 1996**).



## 4.2 Paramètres chimiques (ex-situ) :

Au niveau du laboratoire d'écosystèmes aquatique du C.N.R.D.P.A, nous avons fait le dosage des paramètres suivants : nitrate, nitrite, azote ammoniacal et phosphate en utilisant plusieurs méthodes de dosage chimique (Annexe I, Tab.1-4).

### 4.2.1 Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )

Dans le cycle de l'azote, les nitrites sont considérés comme étant des ions intermédiaires entre les nitrates et l'azote ammoniacal, ce qui explique les faibles concentrations rencontrées dans le milieu aquatique (AMINOT, 1983). Les nitrites ont été dosés par la méthode de Zambelli au spectrophotomètre modèle HACH Dr 400 UV à 435nm (RODIER *et al.*, 2007).

### 4.2.2 Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )

Selon LACHEVANNE (1980), la présence de l'ion ammonium dans l'eau est un signe de pollution, il est peut-être exogène (apporté par les eaux) ou endogène (décomposition bactérienne des composés organiques azotés). L'ammoniac forme une monochloroamine avec l'hypochlorite en milieu basique cette dernière réagit avec le phénol en présence d'un excès d'hypochlorite pour former le bleu d'indophénol, dosage au spectrophotomètre modèle HACH Dr 400 UV à 630 nm (RODIER *et al.*, 2007)

### 4.2.3 Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )

Les nitrates jouent un rôle particulièrement important dans le métabolisme général des eaux et représentent une forme directement assimilable par la végétation. Ils proviennent de la dégradation des matières organiques azotées. La variabilité des taux de nitrates des plans d'eau dépend de la saison et de l'origine des eaux (RODIER *et al.*, 1996), le nitrate est très important pour la croissance du phytoplancton via les chaînes alimentaires ; grâce à la photosynthèse, le phytoplancton fixe du gaz carbonique pour fabriquer ses tissus. Dosage par la méthode de salicylate de sodium (RODIER *et al.*, 2007). Appareil utilisé spectrophotomètre modèle HACH Dr 400 à 415 UV à 415 nm.

**4.2.4 Phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) :** le phosphore joue un rôle important dans le développement des algues en favorisant leurs multiplications dans les réservoirs où il contribue à l'eutrophisation. Dans les milieux lacustres, le phosphore est présent dans l'eau sous différentes formes, la forme la plus assimilable est la forme minérale dissoute (phosphate) (LEVEQUE, 2001).

Tous les méthodes de dosage des éléments chimiques sont indiquées en annexe I.

## 5. Paramètres biologiques

L'ensemble des organismes peuplant un habitat est l'expression synthétique des facteurs qui conditionnent le milieu. L'analyse des compositions faunistiques et floristiques permet donc une évaluation de l'état de ce milieu. Toute perturbation provoquant des modifications plus ou moins marquées des communautés vivantes qu'il héberge.

L'utilisation de variables biologiques s'est ainsi progressivement imposée comme moyen d'apprécier la qualité des eaux et des systèmes aquatiques, car elles présentent un certain nombre d'avantages et de complémentarités par rapport aux variables physico-chimiques. En raison du caractère intégrateur des organismes étudiés, elles permettent de diagnostiquer, par exemple une pollution ou une dégradation globale de l'habitat sans préjuger des causes de ces altérations (RAMADE, 2005).

### 5.1 Etude du phytoplancton

Le phytoplancton étudié a été récolté en surface à l'aide des bouteilles à renversement de 1 litre qui sera par la suite filtré en utilisant des piluliers de 50 ml et un filet phytoplanctonique de 20 µm de vide de maille.

#### 5.1.1 Conservation des échantillons

L'échantillon de phytoplancton récupéré dans le pilulier est fixé à l'aide d'une solution de lugol afin d'obtenir une concentration finale de 1% dans l'échantillon. Cette concentration finale peut s'apprécier à la couleur brune claire que doit avoir l'échantillon. Une décoloration peut se produire avec le temps et/ou à la lumière ; dans ce dernier cas nous avons rajouté quelques gouttes de lugol pour bien maintenir la fixation de l'échantillon.

#### 5.1.2 Préparation de l'échantillon pour étude microscopique

L'échantillon et le matériel utilisé (chambre ou cuve de sédimentation) sont mis à la même température ambiante afin de permettre une sédimentation aléatoire du phytoplancton dans la chambre de sédimentation. L'échantillon est alors agité quelques fois doucement pour homogénéiser son contenu puis versé dans la chambre de sédimentation. Une chambre de 10 ml est employée. La chambre ainsi remplie, est laissée à l'obscurité, dans un lieu sans vibration afin de permettre une sédimentation correcte de l'échantillon. Le temps de sédimentation est de 4 heures/cm de hauteur de la colonne de sédimentation pour un échantillon d'eau douce fixé au lugol. Un échantillon de 10 ml devra sédimenter au moins 4 heures (CEMAGREF, 2007).

#### 5.1.3 Identification et comptage du phytoplancton

L'analyse du phytoplancton se fait conformément aux recommandations de la norme guide pour le dénombrement du phytoplancton par microscope inversé, norme NF en 15204 de décembre 2006, correspondant à la méthode d'Utermohl (UTERMOHL, 1958)

Après la sédimentation, les examens quantitatifs et qualitatifs sont faits au microscope inversé avec un grossissement X 40 et parfois X 25 pour obtenir les espèces grandes.

#### ➤ Etude qualitative du phytoplancton

L'observation et la numération des échantillons, ont été réalisées sur un microscope inversé de type Optika, en utilisant l'objectif 40. L'échantillon à analyser est agité pour homogénéiser son

contenu, une partie seulement est mise à sédimenter dans une cuve de 10 ml durant quatre heures. Les taxons sont identifiés d'après les travaux de **BOURRELLY (1972, 1981 et 1985)** ; **AVANCINI et al., (2006)**, **BELLINGER et SIGEE (2011)** in **EL HAOUATI, 2015**.

En plus des observations, des photographies des taxons ont été réalisées grâce à un appareil photo numérique (SONY DSC-W800) pour permettre des mensurations plus aisées

#### ➤ **Etude quantitative du phytoplancton**

Le comptage est réalisé suivant la méthode d'UTERMOHL (1958) au microscope inversé. Les résultats sont exprimés en nombre d'algues et de cellules par litre d'eau brute.

### **5.1.4 Organisation et structure du peuplement**

Les résultats bruts des échantillons ne permettent pas de comprendre la structure des communautés. Afin de suivre l'évolution de la population dans le temps et d'évaluer son niveau de maturité, il est nécessaire de suivre les différents stades des successions écologiques au cours d'un cycle annuel. Dans cette étude, nous avons utilisé plusieurs paramètres pour évaluer cette structure :

#### ✓ **Richesse spécifique :**

Le peuplement phytoplanctonique est également caractérisé, après description de sa composition taxonomique, par sa richesse et son abondance. La richesse spécifique d'un peuplement est le nombre d'espèces qui le constituent (**BARBAULT, 1993**).

#### ✓ **Densité des espèces :**

C'est un paramètre quantitatif important pour décrire la structure d'un peuplement donné. La densité des espèces phytoplanctoniques a été calculée selon la méthode de comptage d'UTERMOHL (**EL HAOUATI, 2009**).

$$\text{Densité} = \frac{\text{Nombre d'organismes dénombrés} \times \text{Nombre de champs} \times 100}{\text{Nombre de champs prospectés} \times \text{Volume concentré}}$$

#### ✓ **Abondance ou fréquence relative**

C'est une caractéristique d'une population, qui permet de connaître l'importance d'une espèce dans une communauté. Elle représente le rapport du nombre d'individu ( $n_i$ ) d'une espèce donnée, sur le nombre total d'individus ( $N$ ) pour un échantillonnage considéré. Elle est exprimée en pourcentage.

$$D (\%) = (n_i/N) \times 100$$

#### ✓ **Etude de l'évolution spatio-temporelle de la diversité spécifique**

La richesse spécifique est le nombre total des diverses catégories taxonomiques auxquelles appartiennent les organismes prélevés à une station d'échantillonnage. Elle mesure la diversité la plus élémentaire, fondée directement sur le nombre total d'espèces dans un site. Un grand nombre d'espèces fait augmenter la diversité spécifique. Toutefois, cette méthode dépend de la

taille des échantillons et ne considère pas l'abondance relative des différentes espèces. Sa valeur écologique est donc limitée (Travers, 1964).

### 1. Indice de Shannon

L'indice de Shannon-Weaver est une expression quantitative qui nous renseigne sur la structure d'un peuplement. (DAJOZ, 2000).

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i \quad \text{avec } P_i = N_i/N$$

$H'$  : indice de Shannon est exprimé en bits par individus, compris entre 0 et  $\log S$  ( $S$  : richesse spécifique).

$P_i$  : fréquence relative de l'espèce  $i$ .

$n_i$  : nombre d'individu de l'espèce  $i$ .

$N$  : nombre total de tous les individus de toutes les espèces.

- Une valeur élevée de  $H'$  révèle que le peuplement se compose d'un grand nombre d'espèces pour un petit nombre d'individus. On dit qu'il y a équitabilité.

- Une valeur basse de ce dernier révèle que le peuplement est dominé par une espèce présentant une abondance élevée.

- $H'$  est égale à 0 lorsque tous les individus appartiennent à la même espèce. Donc  $H'$  traduit en général, le degré d'évolution structurale, la maturité et la stabilité d'un écosystème (VERLAQUE, 1977).

### 2. Indice de Daget (Régularité R ou Equitabilité E) :

La diversité spécifique est généralement complétée par l'indice d'équitabilité  $E$ , proposé par (DAGET, 1976).

On appelle régularité d'un échantillon le rapport de sa diversité sur  $\log_2 S$  (FRONTIER et al., 1993).

$$R = E = H' / H'_{\max} = H' / \log_2 S$$

$S$  : somme des espèces.  $H'$  : indice de Shannon.  $R$  : régularité.  $E$  : équitabilité.

L'indice de régularité varie de 0 à 1, il tend vers 0 quand la quasi-totalité est concentrée sur une espèce par contre celui-ci tend vers 1 quand la majorité des espèces présentent des abondances équilibrées (communauté est en équilibre).

### ✓ Diagramme de Frontier (Diagramme rang fréquence)

Le diagramme rang-fréquence (DRF) est utilisé pour compléter les paramètres étudiés précédemment, il permet de visualiser la distribution, et le recouvrement des différents taxons.

Le diagramme rang-fréquence offre une représentation synthétique d'une communauté (pouvant représenter un échantillon unique, ou bien un cumul d'échantillons récoltés dans des conditions similaires) (FRONTIER *et al.*, 1990).

Cette représentation a été choisie pour décrire la diversité spécifique de l'ensemble des cortèges floristiques obtenus. L'échelle est logarithmique, l'allure des courbes du DRF suffit à caractériser chacun des trois stades de la succession écologique. Ces tracés donnent une image synthétique de la population et caractérisent son degré d'avancement au long d'une succession. Les différents stades sont les suivants (Fig. 17) :

**Stade 1** (début de succession) : il correspond à un faible nombre d'espèces abondantes accompagnées de quelques espèces rares ; le diagramme est concave, indiquant une diversité faible, il s'agit donc d'un écosystème juvénile ou en déséquilibre.

**Stade 2** (maturité du système) : caractérisé par un nombre important d'espèce avec une égalité d'abondance. L'indice de diversité et de régularité est élevé et la courbe est entièrement convexe, ce qui correspond à un écosystème mature.

**Stade 3** (fin de succession) : l'allure est sensiblement rectiligne expliquée par une diminution de la diversité spécifique, c'est un écosystème sénescent

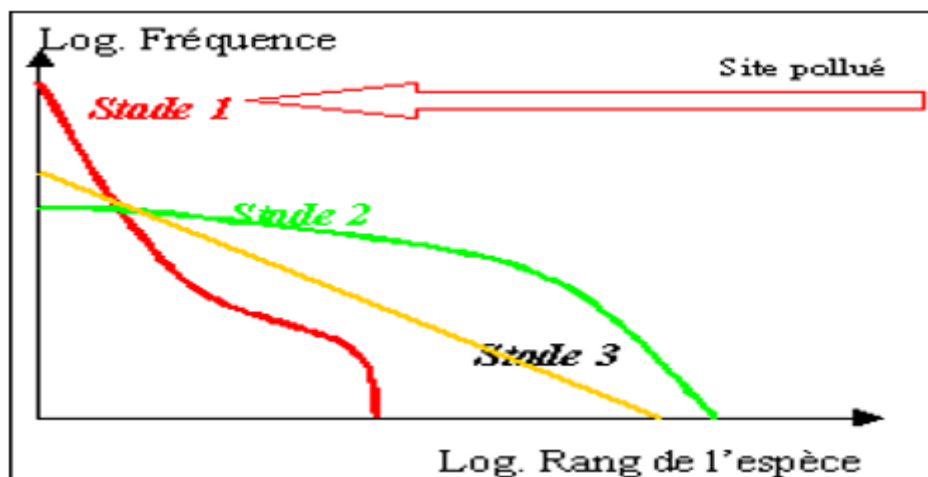


Fig.17 : Evolution des diagrammes rangs-fréquences au cours d'une succession

(FRONTIER, 1969)

## 5.2 Etude de la faune ichtyologique

### 5.2.1 Méthodes de capture aux filets maillants horizontaux

La technique de pêche aux filets maillants horizontaux a été utilisée (Fig. 18). Ces filets possèdent une ralingue de fond légèrement plombée et une ralingue supérieure comportant des flotteurs incorporés. Ils peuvent être adaptés à la pêche en surface. La pêche des spécimens des espèces étudiées a été faite par un filet trémail de 50 mm de maillage et aux filets maillants de type mono filament de 18 et 45 mm de maillage de façon à capturer à la fois des individus de petites, de moyennes et de grandes tailles.

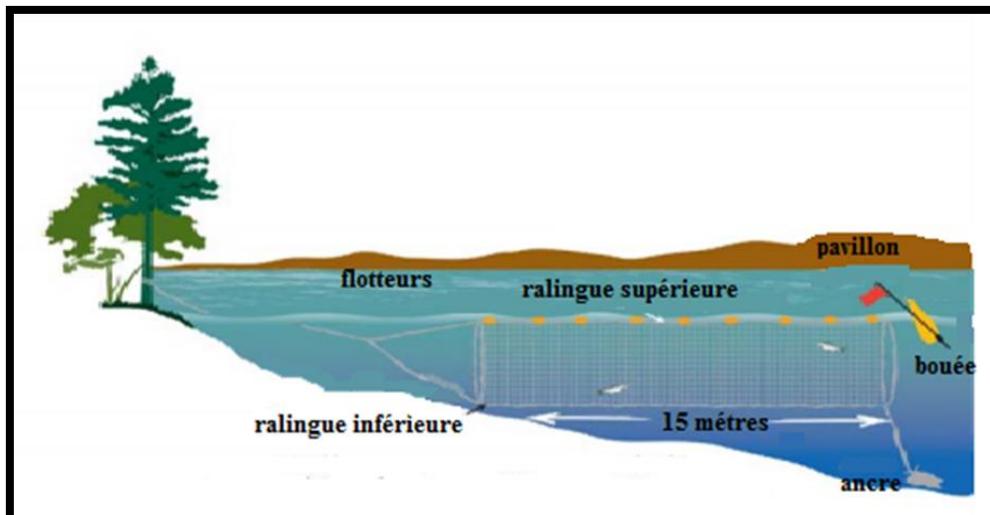


Fig.18 : Filet maillant tendu à partir du rivage (Anonyme C, 2019)

### 5.2.2 Récupérer le filet et prélever les poissons :

- S'accroupir pour saisir la ralingue supérieure et longer le filet avec l'embarcation pour vérifier la capture de poissons.
- Après l'avoir laissé sous l'eau pendant la période requise (2 jours).
- Lorsqu'on aura suffisamment de poissons, revenir au rivage en récupérant le filet.
- Recueillir les poissons capturés et placer les dans une glacière.
- Retourner au laboratoire pour mesurer, disséquer et peser les organes des poissons, ainsi que des prélèvements des écailles qui sont utilisés dans une étude ultérieure.

## 6. Analyses multivariées

L'étude d'un écosystème à travers la biocénose, le milieu et leurs interactions dans ses dimensions espace-temps, conduit à l'obtention d'un ensemble complexe de données tridimensionnelles (variables x temps x espace) qui s'organisent naturellement sous la forme de plusieurs tableaux. En statistique, des méthodes dites multi-tableaux ont été spécifiquement créées pour analyser simultanément plusieurs tableaux de données (BLANC, 2000).

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) est une analyse multivariée simple, son objectif général est une étude exploratoire qui se propose de fournir des représentations synthétiques de vastes ensembles de valeurs numériques, sous forme de visualisations graphiques (LEBART *et al.*, 2006).

L'ACP s'applique à des tableaux à deux dimensions croisant des individus et des variables quantitatives. Selon un usage bien établi, les lignes du tableau représentent les individus et les colonnes représentent les variables (ESCOFIER et PAGES, 2006). Les termes d'individus et de variables recouvrent des notions différentes. Dans notre cas, les individus sont les stations et les variables sont les paramètres physico-chimiques de l'eau.

L'ACP est utilisé pour explorer la structure de nos données, elle s'avère plus adaptée aux données quantitatives dont nous disposons.

Les analyses multivariées ont été réalisées à l'aide du package Ade-4 sous l'environnement R (EL-HAOUATI, 2015).



***Chapitre 3 :***  
***Résultats et Discussion***

### III.1. Facteurs abiotiques :

Les qualités d'eau résultent de la capacité d'autoépuration qui dépend des caractéristiques morpho-dynamiques, des processus physico-chimiques comme les échanges eau-air, et de la composition biologique de l'eau (NISBET et VERNEAUX, 1970)

#### III.1.1 Les paramètres physiques

##### III.1.1.1 Température :

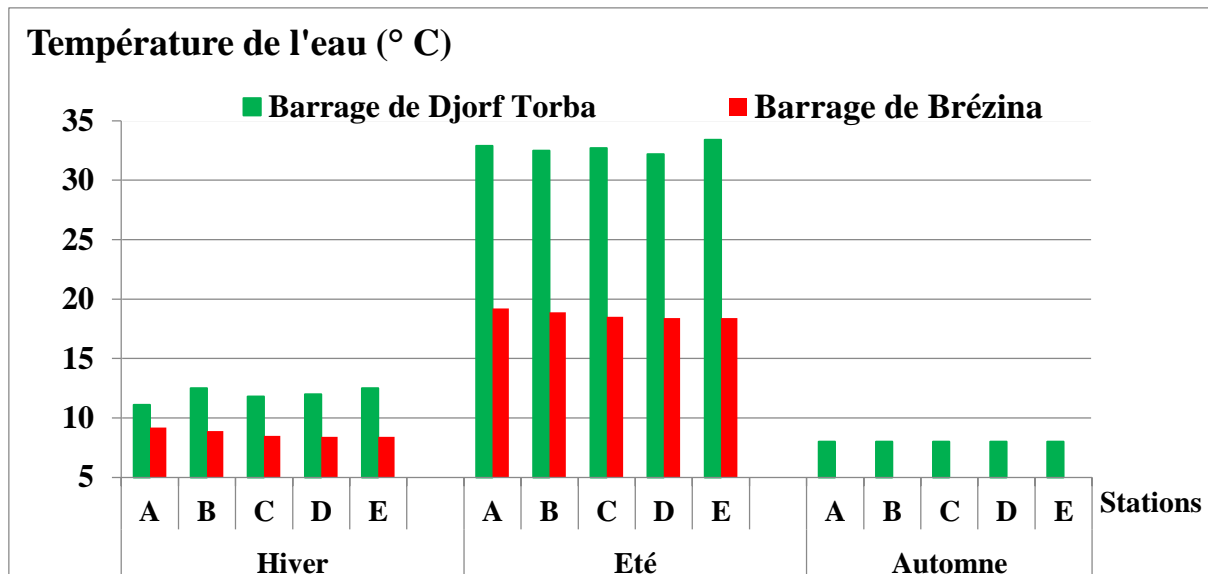
On remarque à partir de l'analyse thermique de l'eau dans les deux sites étudiés (Fig. 19) que le maximum de la température est de 33.4 °C enregistré en été dans le barrage de Djorf Torba à la station E. Par ailleurs, les faibles valeurs sont enregistrées dans toutes les stations du barrage de Djorf Torba en automne avec une valeur de 8 °C, et une valeur de 8.4 °C est enregistrée dans les stations D et E pendant la saison hivernale dans le barrage de Brézina (Fig. 19).

Nous avons enregistré durant la période d'étude, une perturbation progressive de la température de l'eau, où nous avons remarqué que la température dans le barrage de Djorf Torba est très élevée de 14 °C par rapport à la température de l'eau dans le barrage Brézina. Ceci peut-être expliqué par la localisation géographique des deux barrages et par rapport au réchauffement climatique, parce que la région de Béchar est connue par son hiver tempéré et la région d'El Bayadh par son hiver froid. Indiquant qu'en général la surface de l'eau des lacs est réchauffée par l'énergie solaire (POURRIOT, 1982), ainsi que l'allongement des jours et la durée d'ensoleillement (BOUGIS, 1974).

La température de l'eau joue un rôle important dans la solubilité des gaz, dans la dissolution des sels et donc sur la conductivité électrique et dans la détermination du pH. Cette mesure est très utile pour les études limnologiques (ARAB, 1989). C'est un paramètre très important dans n'importe quel écosystème aquatique car toutes les constantes physico-chimiques sont sous sa dépendance (BONTOUX, 1993).

Globalement, les plans d'eau subissent des variations de température normale, au gré des fluctuations climatiques. Ces variations se produisent lors des cycles saisonniers, mais s'observent également à l'échelle de la journée. Les fluctuations saisonnières conduisent à des températures minimales en hiver ou durant les périodes humides, et atteignent leurs valeurs maximales en été ou lors de saisons sèches (CELLAMARE, 2009). Certes, toute variation brusque de ce paramètre entraîne une perturbation dans l'équilibre de l'écosystème aquatique (BENAABIDETE, 2000). L'augmentation de la température favorise le développement des micro-organismes donc consommation de l'oxygène et par conséquent la réduction de la teneur en oxygène dissous (JACQUES.2006).





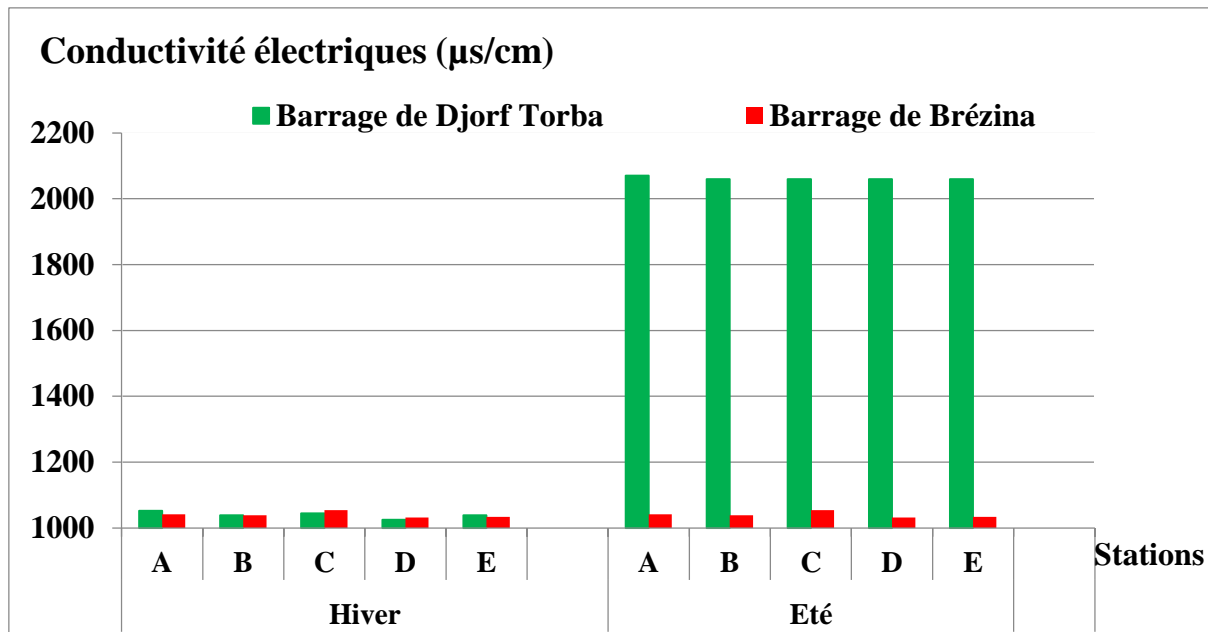
**Fig. 19 :** Variation spatio-temporelle de la température de l'eau dans les deux barrages de Djorf Torba (Béchar) et Brézina (El Bayadh)

### III.1.1.2 Conductivité électrique :

Les résultats de la mesure de la conductivité dans les eaux des deux barrages (Fig. 20) ont montré que les eaux du barrage Djorf Torba sont caractérisées par une conductivité électrique maximale de 2070  $\mu\text{S}/\text{cm}$  dans la station A en été, et une valeur minimale de 1025  $\mu\text{S}/\text{cm}$  dans la station D en hiver. En comparaison au barrage de Brézina, la valeur maximale de la conductivité électrique a été observée dans la station C avec 1054  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et la valeur minimale est enregistrée dans la station D avec 1032  $\mu\text{S}/\text{cm}$

La mesure de la conductivité de l'eau nous permet d'apprécier la quantité des sels dissous dans l'eau (chlorures, sulfates, calcium, sodium, magnésium...). Elle est plus importante lorsque la température de l'eau augmente (**RODIER et al., 1996**). Cette variabilité justifiée que l'eau du barrage de Djorf Torba présente une minéralisation importante en été par rapport au Brézina. Mais toutes les valeurs trouvées ne dépassent pas la norme algérienne de potabilité fixée à 2800  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (**AYAD, 2017**).

La conductivité électrique varie suivant la concentration ionique de l'eau, elle reflète la concentration de l'ensemble des minéraux dissous. Elle donne une indication sur la minéralisation globale de l'eau (**MAHIDDINE, 2017**). Selon **RODIER et al., (2009)**, la variation de conductivité est induite par la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Cette mobilité dépend de la nature des ions dissous et de leur concentration. Généralement, la conductivité électrique augmente avec la concentration des ions en solution et la température (**DIB, 2009**).



**Fig. 20** : Variation spatio-temporelle de la conductivité électrique dans le barrage de Djorf Torba et le barrage de Brézina

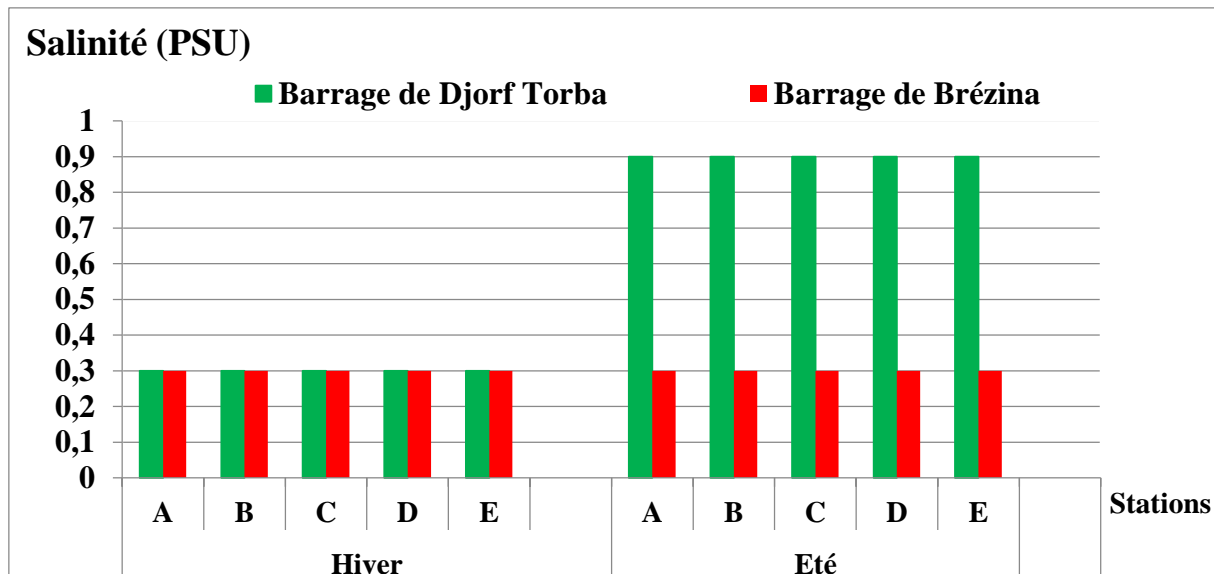
### III.1.1.3 La salinité :

Les valeurs de la salinité (Fig. 21) sont enregistrées comme suite : Pour le barrage de Djorf Torba, une valeur maximale de 0,9 PSU est enregistrée dans toutes les stations de prélèvement pendant la période estivale. Par contre, les valeurs minimales sont similaires de 0.3 (PSU) pendant toute la période hivernale. Concernant le barrage de Brézina, les valeurs sont similaires pour les deux périodes estivale et hivernale avec une valeur fixée à 0.3 PSU.

En eau douce, la salinité est en fait très variable, quantitativement (plus forte, par exemple, au voisinage des sources thermales) et qualitativement (dépendant des terrains parcourus) (**FRONTIER et PICHOD, 1999**). Elle indique la teneur d'un milieu en sel, et permet de connaître la circulation des eaux, d'identifier les masses d'eaux d'origine différentes (**AMINOT, 1983**).

Les teneurs en sels sont dépendantes de la géologie du site, des renouvellements des eaux et du climat (notamment l'ensoleillement provoquant l'évaporation) (**MULHAUSER et MONNIERS, 1995**). La salinité présente des variations presque similaires dans les deux sites. Elle augmente avec la température (**HACINI et al., 2008**).

Finalement, le degré de salinité permet de classer l'eau selon les catégories suivantes : Eau douce (< 0,5 g/l), eau douce à saumâtre (0,5 à 5 g/l), eau saumâtre à salée (18 à 30 g/l) et eau salée (> 30 g/l) (**HECKER et al., 1996**).



**Fig. 21** : Variation spatio-temporelle de la salinité de l'eau (PSU) dans le barrage de Djorf Torba (Béchar) et le barrage de Brézina (El Bayadh)

#### III.1.1.4 Transparence d'eau :

Dans le barrage de Djorf Torba, la valeur maximale de la transparence (Fig. 22) a été enregistrée pendant la période automnale de 5 m marquée dans la station B. Par ailleurs, une diminution de la transparence de l'eau été notée dans l'autre saison avec une valeur minimale de 25 cm pendant la période hivernale observé dans la station A.

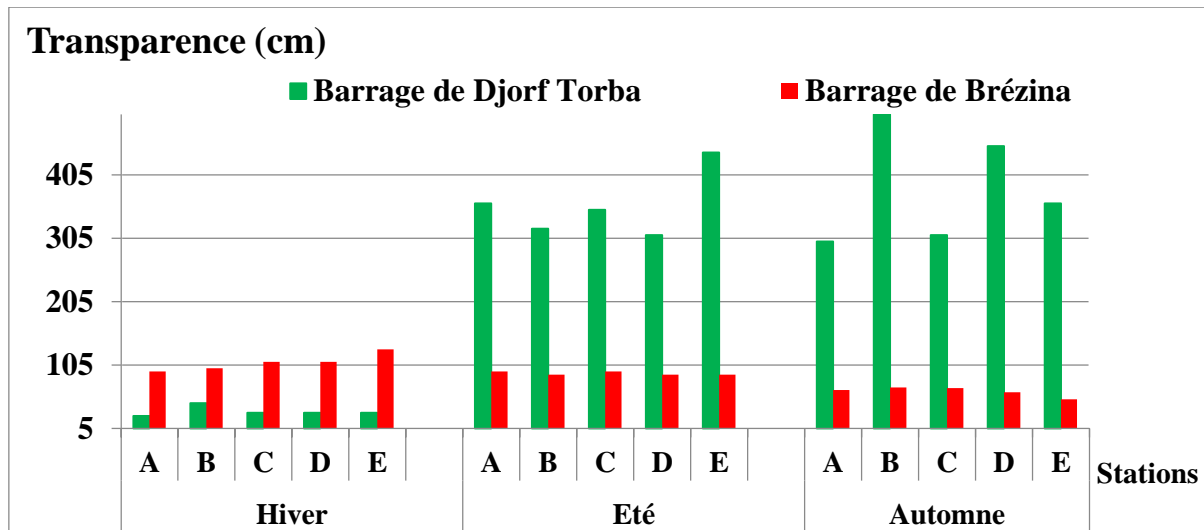
Pour le barrage de Brézina, les données enregistrées montrent une transparence maximale de l'eau de 1,3 m marquée dans la station E pendant la période hivernale, par contre la valeur minimale a été enregistrée pendant la période automnale dans la station E avec 51 cm.

L'augmentation de la transparence dans le barrage de Djorf Torba est un signe d'absence d'activité industrielle ou agricole à proximité du barrage. **DUSSART (1992)** a signalé que l'augmentation de la transparence a lieu parallèlement à la chute de la densité en micro-algue. La transparence peut aussi se modifier dans le temps. Par exemple, une importante pluie torrentielle pourrait réduire la transparence de la retenue d'eau. C'est peut-être ce que nous avons remarqué dans le barrage de Djorf Torba en hiver avec la diminution de la transparence à cause des rejets d'oued Guir qui est turbide.

Pour le barrage de Brézina, nous avons également remarquée une légère couche de verdure dans l'eau qui peut expliquer la transparence qui est plutôt faible en raison de la qualité des roches qui sont dégradées par la différence thermique entre été et hiver, ainsi le manque de la protection dans le barrage et l'existence de la route sur le barrage ce qui est sorte de pollution. Une valeur basse, inférieure à un mètre, serait prévisible dans un point d'eau hautement productif (avec un fort développement d'algues microscopiques).

La transparence est en relation étroite avec le phytoplancton (**CAPBLANCQ, 1974**). Elle varie d'une façon irrégulière et en fonction des manifestations hydrologiques et du développement de la biomasse algale. La transparence d'une eau est inversement

proportionnelle à la présence de matière en suspension, grains minéraux ou organismes divers (EL HAOUATI et DJERMANE, 2006).



**Fig. 22 :** Variation spatio-temporelle de la transparence de l'eau (cm) dans le barrage de Djorf Torba et le barrage de Brézina

### III.1.1.5 L'oxygène dissous :

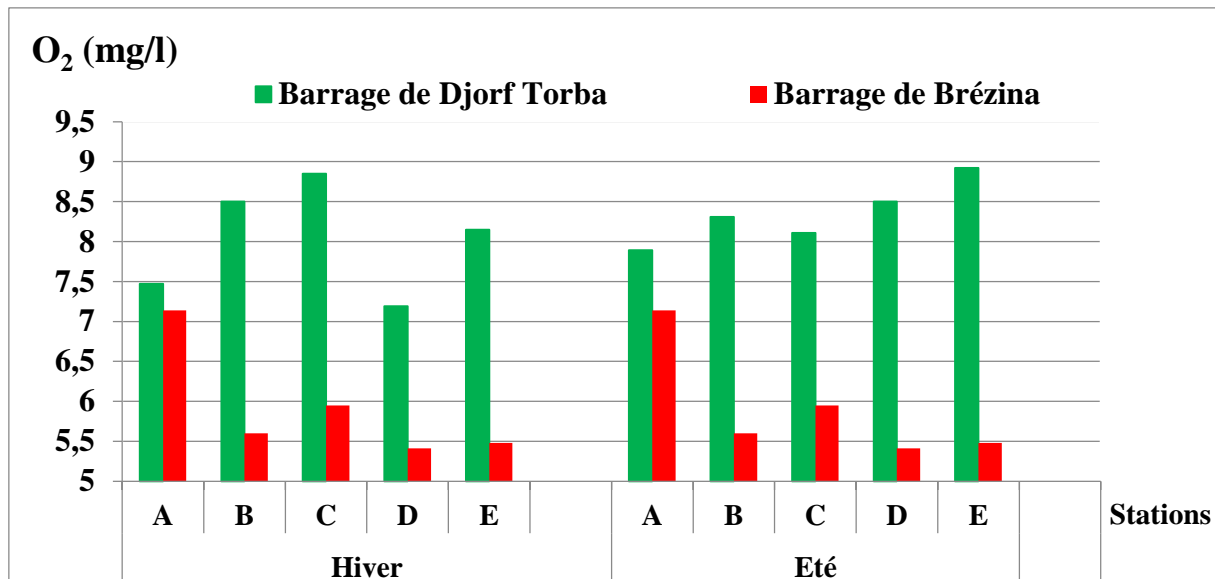
Les valeurs maximales sont enregistrées pendant la période estivale dans la station E (8.92 mg/l) du barrage de Djorf Torba et dans la station A du barrage de Brézina pendant les deux périodes hivernale et estivale avec 7.14 mg/l (Fig. 23).

Les valeurs minimales d'oxygène dissous sont enregistrées pour les deux barrages : Djorf Torba = 7.19 mg/l dans la station D pendant la période hivernale et Brézina = 5.41 mg/l dans la station D pendant la période hivernale et estivale. Ces valeurs sont dues à la consommation d'oxygène par les bactéries aérobies pour la décomposition et la minéralisation de la matière organique (BILLARD, 1995). L'autre partie sera utilisée par les algues durant la nuit pour la respiration (MARCEL, 1995). Selon BONTOUX (1993), la respiration bactérienne consommera d'autant plus d'oxygène qu'il y a de la matière organique susceptible d'être dégradée.

L'oxygène dissous est un facteur limitant pour la plupart des organismes aquatiques (DAJOZ, 2006 ; RAMADE, 2005). Il est apporté également au milieu par les échanges gazeux avec l'atmosphère (BONTOUX, 1993). L'oxygène dissous dans l'eau varie considérablement dans le temps et dans l'espace en influençant la distribution des organismes dans les milieux.

Selon nos résultats, on indique que le barrage de Djorf Torba à de bonne oxygénation et idéal pour la plupart des organismes et des poissons. Par contre, le barrage de Brézina à une qualité assez bonne pour la vie des organismes et acceptable pour certaines espèces des poissons.

L'oxygène dissous est un facteur limitant pour la plupart des organismes aquatiques (DAJOZ, 2006 ; RAMADE, 2005). Il est apporté également au milieu par les échanges gazeux avec l'atmosphère (BONTOUX, 1993). L'oxygène dissous dans l'eau varie considérablement dans le temps et dans l'espace en influençant la distribution des organismes dans les milieux.



**Fig. 23 :** Variation spatio-temporelle du taux de l'oxygène dissous dans le barrage de Djorf Torba (Béchar) et le barrage de Brézina (El Bayadh)

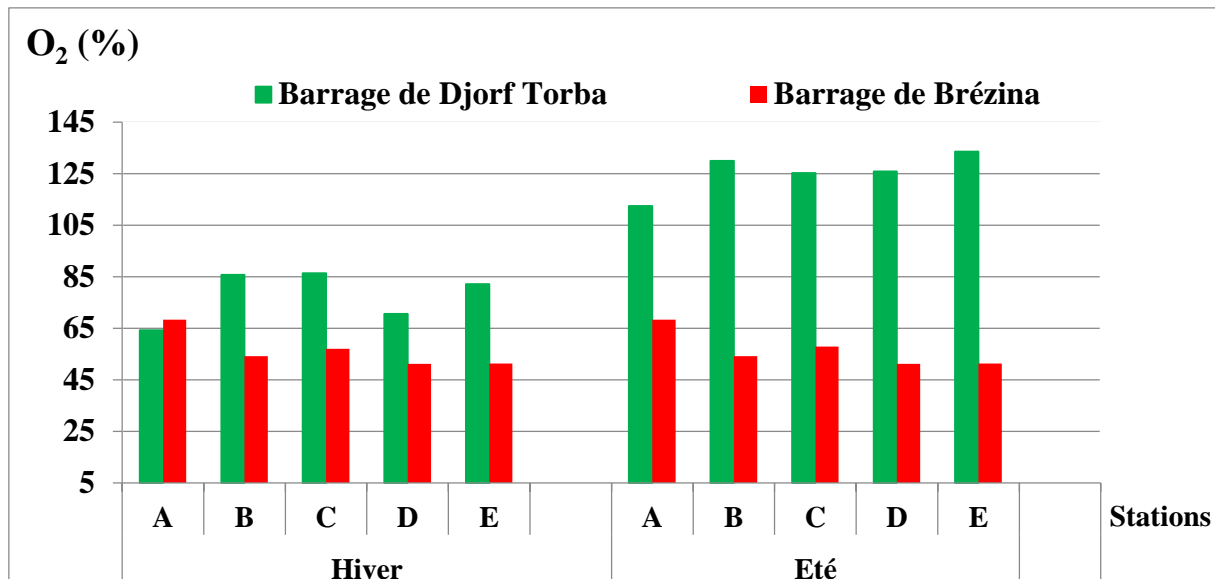
➤ **Pour le pourcentage de saturation (%)**

Pendant les deux périodes d'étude, les valeurs d'oxygène dissous (Fig. 24) sont élevées dans tous les points d'eaux prélevés dans le barrage de Djorf Torba par rapport au barrage de Brézina où les valeurs sont similaires dans les deux saisons estivale et hivernale. Une valeur maximale de 133,6 % a été enregistrée dans la station E en été à Djorf Torba et une valeur de 68,3 % a été enregistrée dans la station A pendant les deux périodes estivale et hivernale.

En comparaison les deux barrages, les valeurs minimales sont enregistrées à Djorf Torba dans la station A en hiver avec 64,2 %, et de 51,2 % à Brézina dans la station D dans les deux saisons. Le taux d'O<sub>2</sub> dissous est affiché en mg/l qui peut être transformé en % ou degré de saturation. Ce dernier est calculé en divisant la valeur mesurée par la valeur théorique correspondant à la saturation pour la T° de l'eau (ANGELIER, 2003).

Le pourcentage de saturation dans le barrage de Djorf Torba est faible en hiver par rapport à l'été qui est sursaturé dans certaines stations (B et E). Globalement et durant la période d'été qui correspond aux basses eaux survenant en été, le phytoplancton est à son maximum de développement. L'activité photosynthétique qui en résulte explique le rejet important d'oxygène qui l'emporte sur la respiration consommatrice de cet élément. Par contre, avec le début de la phase hivernale qui coïncide avec une moindre activité algale on observe une baisse continue de l'oxygène dissous.

Pour le barrage de Brézina, le taux de saturation en oxygène est faible aux stations étudiées pendant les deux périodes, ce résultat peut être expliqué par la présence de matières organiques et minérales d'où les corrélations négatives entre le % de saturation en oxygène et les nitrates. Ces derniers traduisent avec la transparence faible le cas d'une pollution organique (cas d'une eutrophisation).



**Fig. 24 :** Variation spatio-temporelle du taux de saturation en oxygène dans le barrage de Djorf Torba (Béchar) et le barrage de Brézina (El Bayadh)

### III.1.2 Les paramètres chimiques

#### III.1.2.1 Nitrites :

Nos données (Fig. 25) montrent que la teneur en nitrites à Djorf Torba varie autour d'une valeur minimale de 0,009 mg/l dans la station C en été et une concentration maximale de 0,155 mg/l notée dans la station B durant la même saison.

Par ailleurs, dans le barrage de Brézina les valeurs de NO<sub>2</sub> fluctuent entre 0,021 mg/l dans la station E en automne et 0,111 mg/l dans la station D en été.

Selon **RODIER et al., (2009)**, une eau qui renferme des nitrites est considérée comme suspecte car il lui est souvent associé une détérioration de la qualité microbiologique. Cependant les eaux en contact avec certains terrains peuvent contenir des nitrites indépendamment de toute souillure (**CEBRON, 2004**).

Selon **DUSSART (1992)**, les nitrites représentent la forme intermédiaire et le résultat de l'oxydation des matières organiques azotées. Les nitrites proviennent d'une oxydation incomplète des matières organiques. Ils résultent soit de la réduction des nitrates ou de l'oxydation incomplète de l'ammoniac. Selon **LACAZE (1996)**, l'azote nitreux est très réactif, il intervient dans de nombreux phénomènes de toxicité

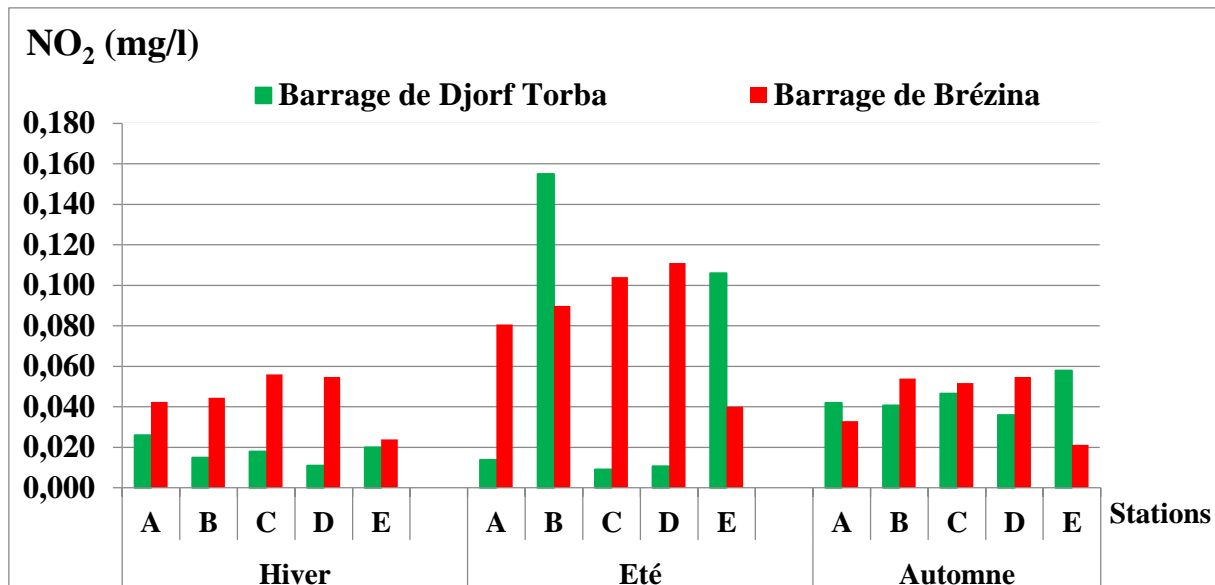


Fig. 25 : Variation spatio-temporelle du Nitrates dans le barrage de Djorf Torba (Béchar) et le barrage de Brézina (El Bayadh)

### III.1.2.2 L'azote ammoniacal

Pour l'azote ammoniacal, les teneurs en général sont faibles dans toutes les stations du barrage de Djorf Torba sauf la station C pendant la période automnale avec une valeur 0,054 mg/l et la station A durant la période hivernale avec 0,052 mg/l (Fig. 26). La valeur minimale est enregistrée dans la station D pendant la période estivale avec 0,004 mg/l. globalement, la teneur en azote ammoniacal dans les eaux superficielles est normalement très faible (<0,2 mg/l) (REJSEK, 2002). Ces faibles concentrations sont le résultat de sa transformation rapide en nitrite puis nitrate par oxydation (RODIER *et al.*, 2009).

En comparaison les teneurs en  $\text{NH}_4^+$ , dans le barrage de Brézina, les teneurs sont plus élevées par rapport au Djorf Torba pendant toute la période estivale avec une valeur maximale de 0,125 mg/l dans la station C. Après on distingue une diminution brusque des teneurs en  $\text{NH}_4^+$  avec une valeur minimale de 0,014 mg/l dans la station A pendant la période automnale.

Selon LACHEVANNE (1980), la présence de l'ion ammonium dans l'eau est un signe de pollution, il est peut-être exogène (apporté par les eaux) ou endogène (décomposition bactérienne des composés organiques azotés).

L'azote ammoniacal constitue un des maillons du cycle complexe de l'azote dans son état primitif. C'est un gaz soluble dans l'eau (CHAPMAN *et al.*, 1996).

Cette présence de  $\text{NH}_4^+$  pourrait avoir une origine humaine, avec les rejets d'excréments d'animaux, l'utilisation massive d'engrais, les rejets d'eaux usées non ou peu épurées et c'est pourquoi elle est considérée comme un signe de contamination de l'eau (REJSEK, 2002).

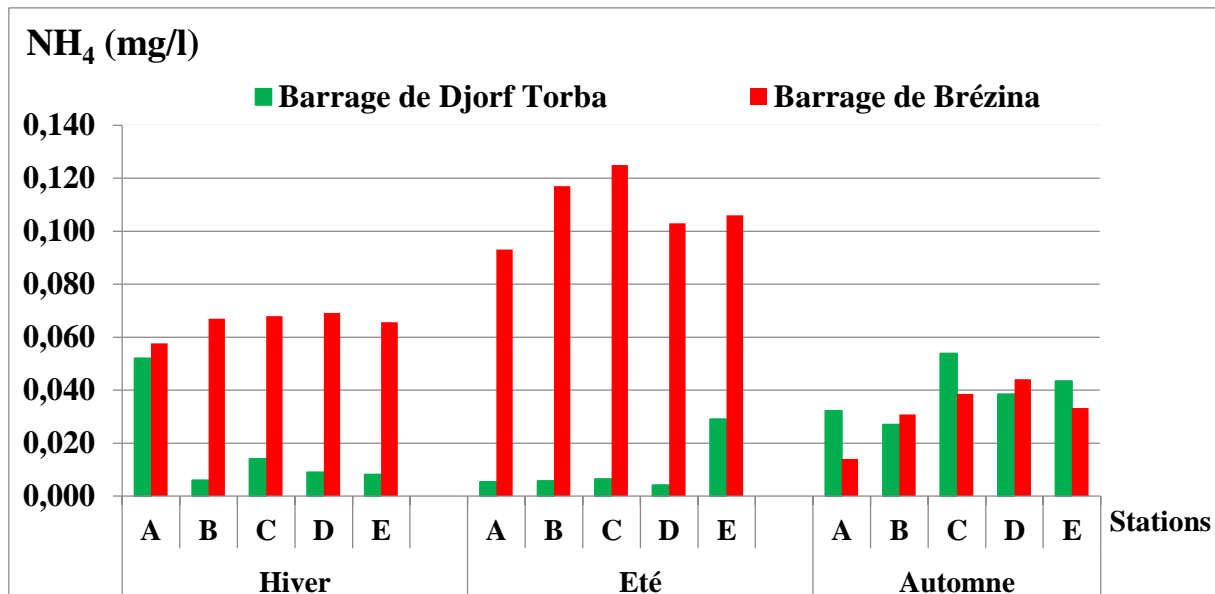


Fig. 26 : Variation spatio-temporelle de l'azote ammoniacal dans le barrage de Djorf Torba (Béchar) et le barrage de Brézina (El Bayadh)

### III.1.2.3 Nitrates :

Les teneurs des nitrates sont très variables suivant la saison et l'origine des eaux (REJSEK, 2002). Les résultats obtenus à partir de nos prélèvements (Fig. 27) indiquent la présence de teneurs moyennes dans le barrage de Djorf Torba qui varient entre 0,330 mg/l dans la station E pendant la période automnale et 0,111 mg/l dans la station A durant la même période.

Pour le barrage de Brézina, les teneurs sont élevées en été avec une valeur maximale de 1.103 mg/l dans la station C. Après une diminution est marquée en automne avec une valeur minimale de 0.369 mg/l dans la station. Globalement, la concentration naturelle en nitrates ne dépasse pas 3 mg/l dans les eaux superficielles.

Selon GAUDREAU et MERCIER (1998), les ions nitrates proviennent du lessivage des sols et des rejets des eaux usées particulièrement au début de la crue de la rivière par temps de pluie. Par temps sec, l'augmentation progressive des nitrates est attribuée uniquement à la présence des rejets des eaux domestiques et industrielles tout au long de la rivière.

Les nitrates se trouvent naturellement dans les eaux et proviennent en grande partie de l'action de l'écoulement des eaux sur le sol constituant le bassin versant. Ils constituent le stade final d'oxydation de l'azote organique. Dans les eaux naturelles non polluées, Les effets de nitrates ne sont pas en eux-mêmes dangereux mais ont une toxicité par le fait qu'ils se transforment en nitrites et participent à l'important phénomène d'eutrophisation des eaux stagnantes et provoquent ainsi des troubles pour la santé (REJSEK, 2002).

Les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) sont l'une des formes d'azote que l'on retrouve plus dans les eaux de surface. Ils sont généralement la principale forme d'azote présente dans les eaux à teneur normale en oxygène dissous. Les nitrates peuvent provenir de l'oxydation d'autres formes d'azote par les bactéries du sol et des eaux, ou directement de la libération dans les eaux par des sources industrielles, résidentielles et agricoles (CHAPMAN et KIMSTACH, 1996).



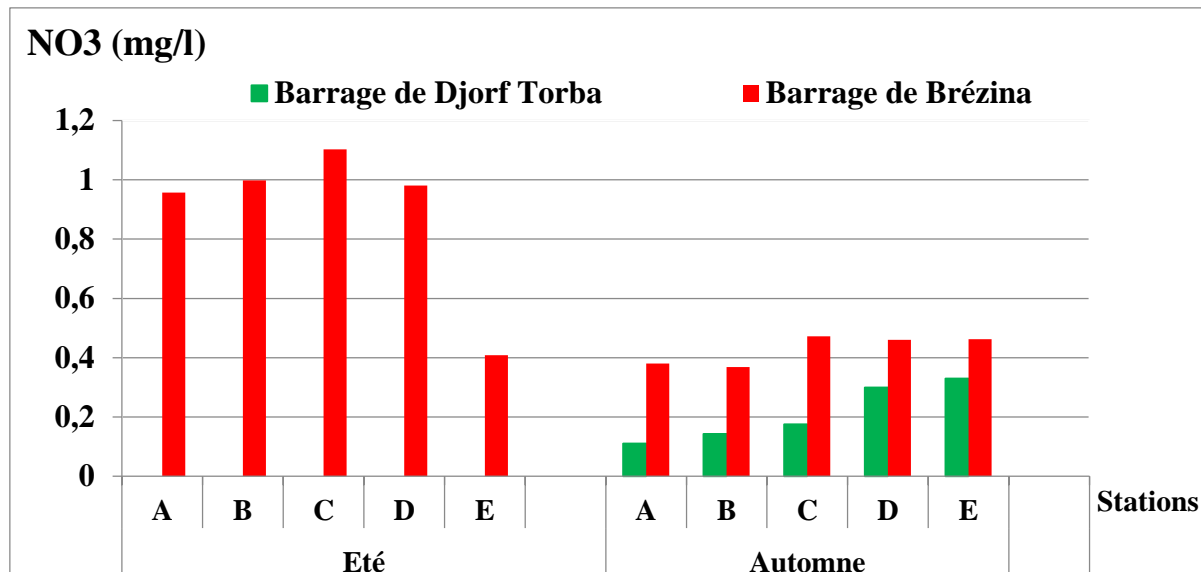


Fig. 27 : Variation spatio-temporelle du Nitrates dans le barrage de Djorf Torba (Béchar) et le barrage de Brézina (El Bayadh) (A.N.R.H, 2018)

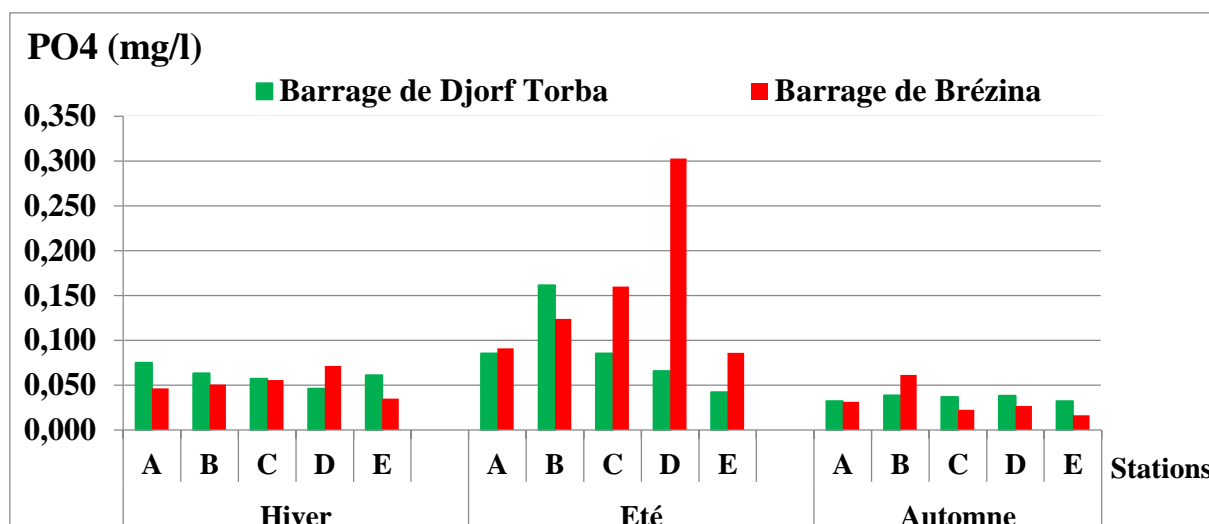
#### III.1.2.4 Phosphate :

Les teneurs en phosphate dans les deux barrages étudiés varient entre une valeur minimale 0.032 mg/l dans la station A et E pendant la période automnale et 0.161 mg/l dans la station B en été dans le barrage Djorf Torba. Pour le barrage de Brézina, la valeur minimale a été enregistrée dans la station E en automne avec 0.016 mg/l et la valeur maximale est de 0.303 mg/l (Fig. 28).

Le phosphore est peu abondant dans la biosphère et constitue souvent un facteur limitant la production algale (DAJOZ, 2006 ; LEVEQUE, 2001). Il existe plusieurs formes du phosphore mais la principale forme utilisable par le phytoplancton est l'ion ortho-phosphate ( $PO_4^{+}$ ) (RACHIQ, 2003).

Leur présence dans les écosystèmes aquatiques continentaux est liée aux caractéristiques des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique. Ils sont considérés généralement comme principaux facteurs limitant la production de la biomasse végétale (LEVEQUE, 1996). Cet élément nutritif dont la teneur limite favorise habituellement la croissance des algues et des plantes aquatiques. Il y a un lien entre la concentration de phosphore, la productivité du lac et son niveau trophique.

En règle générale le phosphate est peu abondant dans les eaux naturelles non polluées, car il est immédiatement stocké par les végétaux, algues et plantes aquatiques ou bien fixé par les sédiments au fond (LACAZE (1995) et BARROIN (1999)). Les algues planctoniques stockent très facilement le phosphate et sont capables de se multiplier dans les eaux presque complètement dépourvues en cet élément (SEVRIN-REYSSAC *et al.*, (1995)).



**Fig. 28** : Variation spatio-temporelle du phosphate dans le barrage de Djorf Torba (Béchar) le barrage de Brézina (El Bayadh)

### III.1.3 : Synthèse sur les paramètres abiotiques

La qualité des eaux des lacs est évaluée suivant les paramètres physico-chimiques étudiés précédemment, elle est déterminée en comparant nos résultats aux bornes de la grille de qualité des eaux des masses d'eau naturelles de SEQ (France) qui sont portés sur le tableau 4.

**Tab. 4** : Normes de qualité des eaux des masses d'eau naturelle (SEQ-EAU) et les moyennes trouvées dans les deux sites étudiés durant l'année 2018.

Eléments de qualité (=Altérations) Paramètres		Limites inférieures					Barrage de Djorf Torba	Barrage de Brézina
		Mauvais	Médiocre	Moyen	Bon	Très bon		
Bilan en oxygène	Oxygène dissous (mg/l)	< 3	3	4	6	8	8.18	5.91
	Matières phosphorées (mgP/l)	> 1	1	0.5	0.2	0.05	0.06	0.08
Matières azotrées (mgN/l)	Nitrates	> 16.94	16.94	11.3	5.65	1.13	0.21	0.66
	Nitrites	> 0.3	0.3	0.16	0.09	0.03	0.04	0.06
	Azote ammoniacal	> 3.9	3.9	1.56	0.39	0.078	0.02	0.07
Température	Température (°C)	> 28	28	25	21.5	20	17.57	8.68

Les moyennes mensuelles des paramètres abiotiques dans les eaux des deux barrages étudiés, montrent que :

- L'eau du barrage de Djorf Torba est de très bonne qualité.
- Alors que les eaux du barrage de Brézina sont de bonne qualité.

### III.1.4 La chlorophylle « a »

Elle représente le facteur essentiel de la photosynthèse conduisant à l'estimation de la biomasse phytoplanctonique et permettant ainsi le suivi du zooplancton. La chlorophylle « a » est le seul pigment capable de produire de l'énergie chimique, nécessaire à la fixation du carbone, à partir de l'énergie lumineuse (ROLLAND, 2009). La chlorophylle « a » est en relation avec la photosynthèse. Les teneurs en chlorophylle « a » à Brézina varié de 23.01 à 32.60 µg/l en hiver et de 32.60 à 34.62 µg/l en été (Fig.29). Cette différence est due à l'augmentation de l'intensité lumineuse et par conséquent l'augmentation de l'activité photosynthétique et du taux de la chlorophylle « a ». Au barrage de Djorf Torba les valeurs en chlorophylle « a » varient entre 74.72 µg/l et 143.495 µg/l en hiver et de 5.94 à 8.77 µg/l en été. Ces résultats sont dus à la faible luminosité et le temps couvert le jour du prélèvement, et peuvent être dû aussi à la diminution de la température des eaux (FQIH BERRADA *et al.*, 2000).

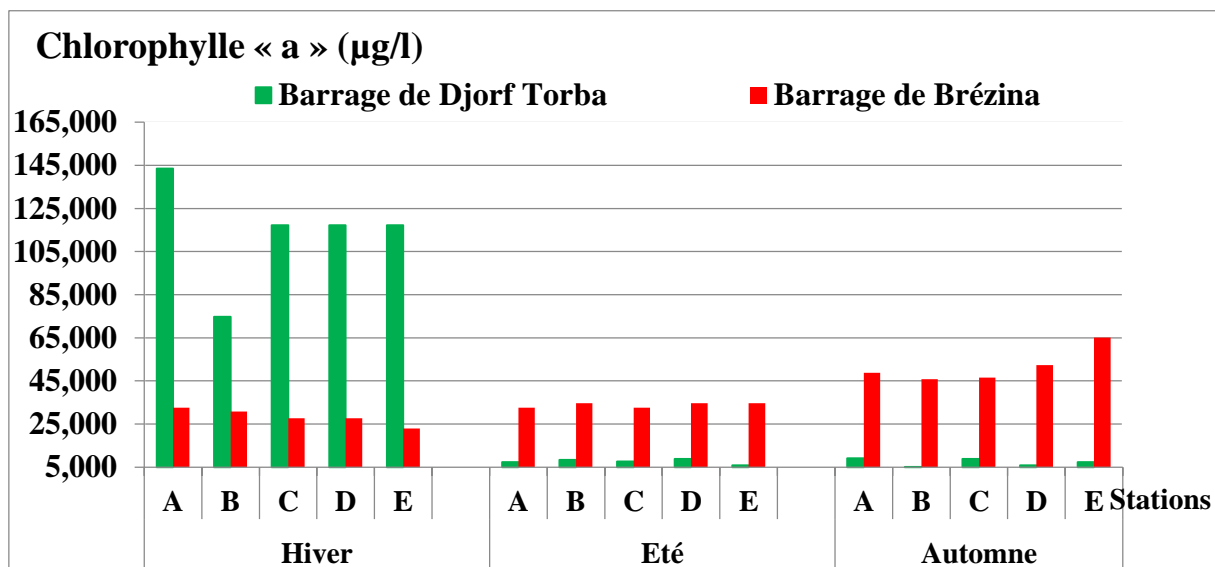


Fig. 29 : Variation annuelle et spatiale de la Chlorophylle a dans le barrage de Djorf Torba (Béchar) et le barrage de Brézina (El Bayadh)

### III.1.5 Evaluation de l'état trophique :

Selon les critères établis par l'O.C.D.E. (1982) basés sur la profondeur de Secchi et les concentrations en chlorophylle « a », on peut déduire l'état trophique des deux sites étudiés. D'après le tableau de classification de l'état trophique (Tab.5), on remarque que le barrage de **Djorf Torba** est entre l'état **eutrophe** et **hyper eutrophe** et le barrage de **Brézina** est en état **hyper eutrophe**.

**Tab. 5 :** Etat trophique du barrage de Djorf Torba et le barrage de Brézina selon les critères de l'O.C.D.E. (1982).

Etat trophique	Secchi (m)	Chl « a » m (mg/m <sup>3</sup> )
Oligotrophe	≥ 6	≤ 2.5
Mésotrophe	6-3	2.5-8
Eutrophe	3-1.5	8-25
Hypereutrophe	≤ 1.5	≥ 25

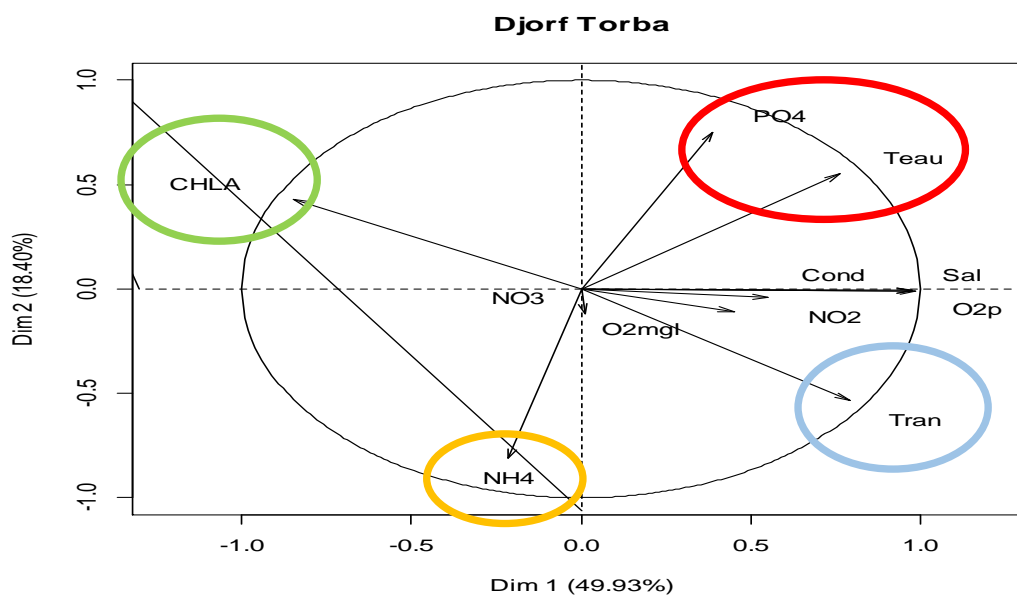
### III.1.6 Analyse des données physico-chimiques de l'eau

#### III.1.6.1 Analyses en composantes principales :

Pour visualiser plus aisément l'influence des paramètres environnementaux sur la croissance et la dynamique des eaux dans les deux lacs, des analyses en composantes principales ont été effectuées en considérant les données des paramètres physico-chimiques séparément. Dans notre analyse nous avons retenus 11 paramètres physico-chimiques, l'ACP a été fait sur des données centrées et réduites par rapport à leurs moyennes et écart-type. L'utilisation de données normalisées permet de s'affranchir des unités de mesure qui sont hétérogènes dans notre cas :

#### ✚ Cas du barrage de Djorf Torba (Fig. 30) :

- Dans l'axe 1 avec un pourcentage d'inertie de 49.93%, il décrit essentiellement les paramètres suivants : les phosphates, la température d'eau, l'oxygène dissous, la salinité, la conductivité électrique et la transparence qui sont corrélés négativement avec la chlorophylle « a » et l'azote ammoniacal.
- Par ailleurs, dans l'axe 2 (pourcentage d'inertie 18.40%), nous avons observé une corrélation négative avec la chlorophylle « a », les phosphates et la température d'eau contre l'azote ammoniacal et la transparence.



**Fig. 30 :** ACP des variables physico-chimiques (Dim 1 et 2) du barrage de Djorf Torba

### ✚ Cas du barrage de Brézina (Fig. 31) :

- Dans l'axe 1 avec un pourcentage d'inertie de 39.37 %, est décrit essentiellement les paramètres suivants : les nitrates, les nitrites, l'azote ammoniacal, les phosphates et la transparence qui sont corrélés négativement avec la chlorophylle « a », la température d'eau et l'oxygène dissous.
- Par ailleurs, dans l'axe 2 (pourcentage d'inertie 29.96%), nous avons observé une corrélation négative avec la chlorophylle « a », les phosphates et la transparence contre la température d'eau, l'oxygène dissous, la conductivité électrique, les nitrates, les nitrites et l'azote ammoniacal.

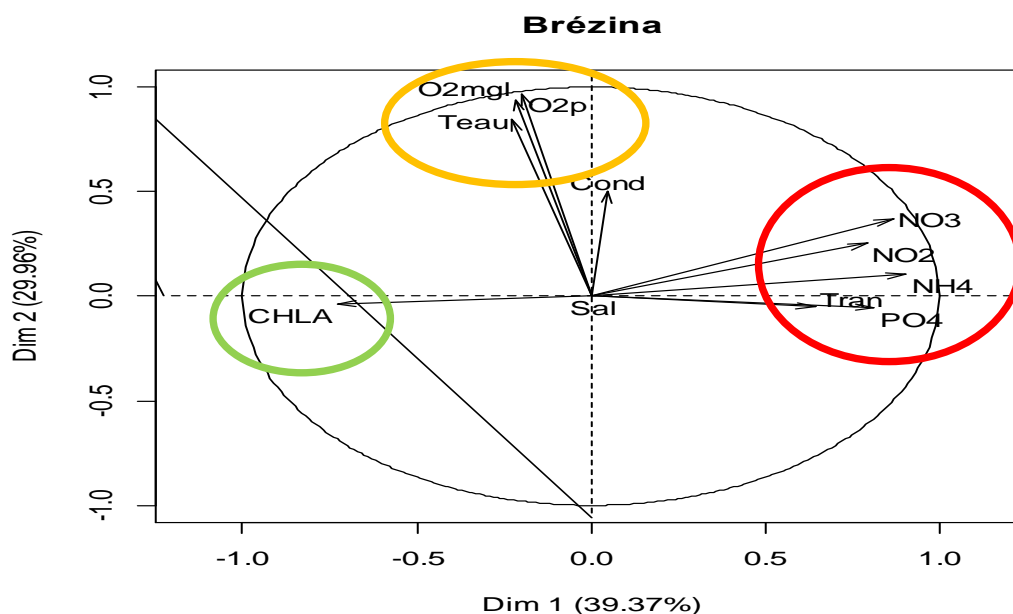


Fig. 31 : ACP des variables physico-chimiques (Dim 1 et 2) du barrage de Brézina

### III.1.6.2 Classification hiérarchique des stations selon l'analyse des données physico-chimiques de l'eau :

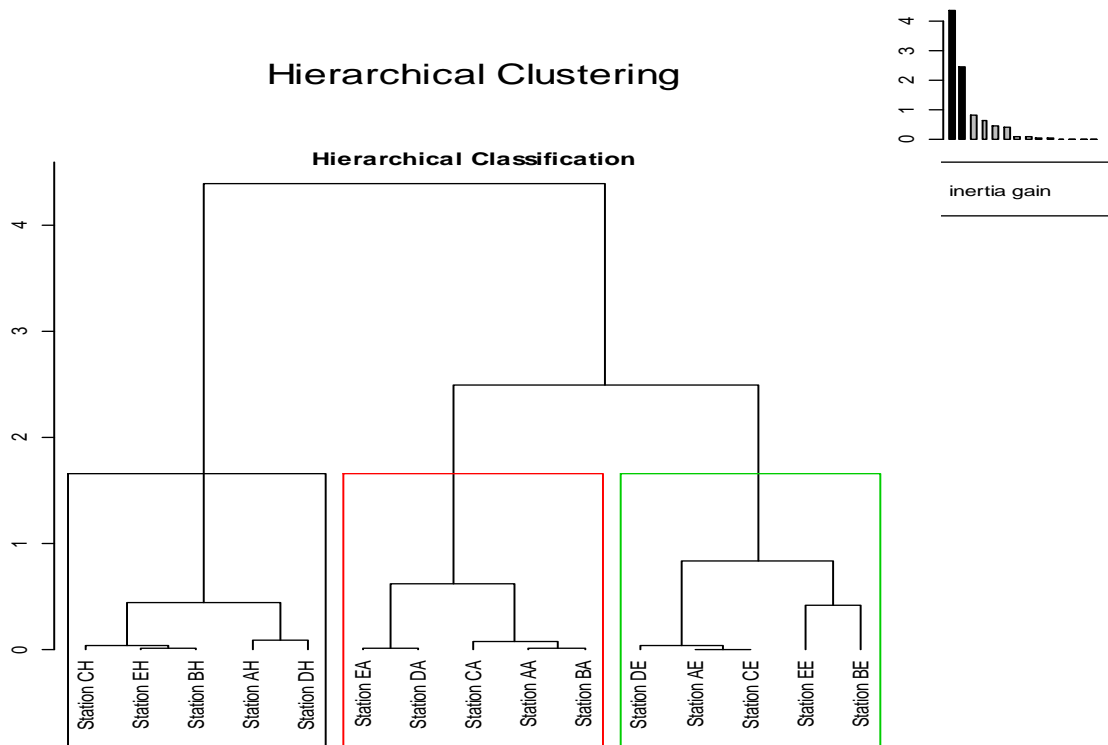
#### ✚ Cas du barrage de Djorf Torba (Fig. 32) :

Nous avons remarqué qu'il existe deux grands groupes, le premier groupe comprend aux stations pendant la période hivernale qui sont à leurs tour divisées en deux branches où les stations A et D sont plus proches que les autres stations. Nous notons aussi que la station B est proche de la station E et la station C le centre du barrage est loin des autres.

Et pour le deuxième groupe est divisée en deux sous-groupes, le premier comprend les stations pendant la période automnale qui est divisée en deux branches plus loin que la période précédente où les stations A et B sont proches même pour les stations D et E, et pour la station C est reste isolée.

Pour le dernier groupe est aussi divisée en deux sous-groupes mais cette fois est plus loin que les autres sous-groupes, nous avons observé que la station C est proche de la station A et la

station D est à part, contrairement la deuxième branche est significativement séparée qui est contenant de la station B et E.



**Fig. 32 :** La classification hiérarchique ascendante des stations pendant 3 saisons dans le barrage de Djorf Torba

**✚ Cas du barrage de Brézina (Fig. 33) :**

Nous avons remarqué qu’il existe deux grands groupes, le premier groupe comprend les stations pendant la période hivernale et estivale, qui est à leur tour divisé en deux sous-groupes où les stations sont proches. Même chose pour le deuxième sous-groupe qui est divisé en deux branches, le premier est plus proche que la deuxième branche à différentes périodes (hivernale et estivale). Ensuite le deuxième groupe est en période automnale qui inclut toutes les stations de cette période, et juste à côté la station A en hiver et en été ce que nous constatons qui sont très loin d’arranger d’autres stations à même périodes.

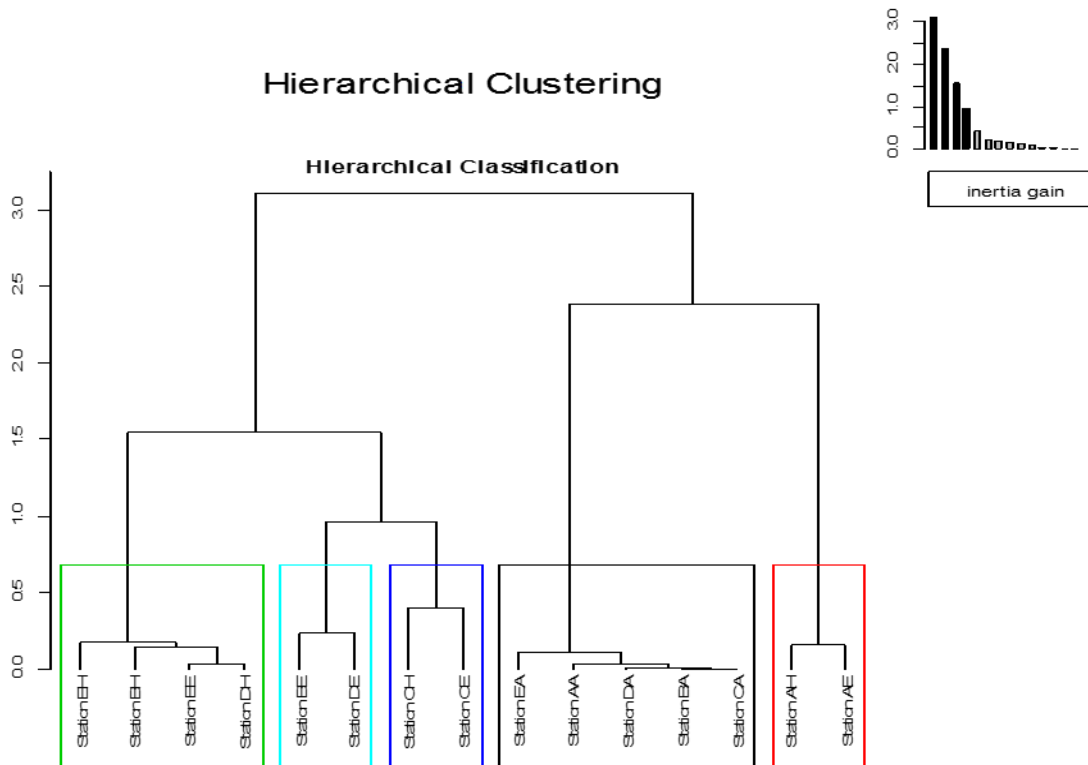


Fig. 33 : La classification hiérarchique ascendante des stations pendant 3 saisons dans le barrage de Brézina

### III.2 Etude du peuplement phytoplanctonique :

L'écosystème aquatique ne se définit pas uniquement par les facteurs abiotiques étudiés précédemment, il comprend également l'ensemble des organismes qui flottent au sein de l'eau et qui constituent le plancton. Ce dernier se divise en phytoplancton (plancton végétal) et zooplancton (plancton animal).

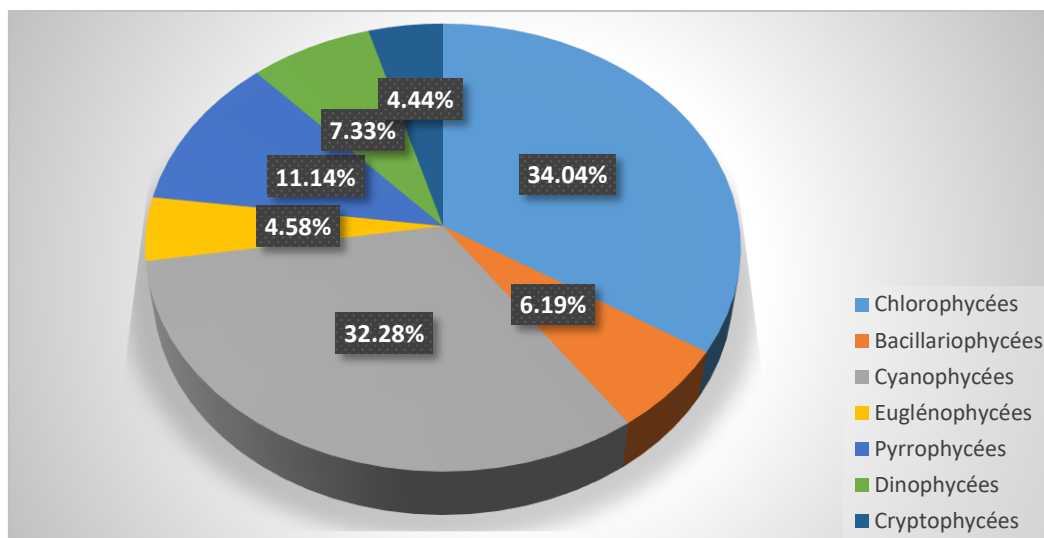
Les communautés phytoplanctoniques existantes dans les eaux des barrages de Djorf Torba et Brézina ont été étudiées par une analyse et un suivi dans le temps et dans l'espace, en étudiant leurs fluctuations qualitatives (richesse spécifique) et quantitatives (densité, abondance). En complément à cette étude, nous avons effectué une analyse structurale par le calcul des indices de diversité (Shannon et Equitabilité) et le tracé des diagrammes Rangs Fréquences, afin de déterminer leurs degrés d'organisation et leurs répartitions.

#### III.2.1 Etude qualitative du peuplement phytoplanctonique :

##### Composition taxonomique du phytoplancton :

Dans les eaux du barrage de Djorf Torba (Fig. 34), nous avons répertoriées plus de **156** espèces réparties en 6 groupes (Chlorophytes, Chromophytes, Euglénophytes, Cryptophytes, Dinophytes et les Cyanophytes) avec 7 classes, qui sont, selon leurs abondances :

1. **Les Chlorophycées** : forme le groupe le plus diversifié, vient en première position avec 66 taxons, soit 34.04% de la communauté phytoplanctoniques. Ils sont représentés principalement par les espèces suivantes : *Monoraphidium contortum*, *Scenedesmus quadricauda* et *Scenedesmus obliquus*.
2. **Les Cyanophycées** : ils sont aussi diversifiés, ils viennent en deuxième position avec 17 taxons, soit 32.28% du peuplement total. Ils sont représentés essentiellement par *Monoraphidium griffithii* et *Oscillatoria rubescens*.
3. **Les Pyrrophycées** : viennent en troisième position comptent 3 taxons, soit une proportion de 11.14%, dominés par le genre *Ceratium*.
4. **Les Dinophycées** : comptent 4 taxons, soit une proportion de 7.33%, représenté par *Peridinium cinctum*.
5. **Les Diatomophycées** : ils sont aussi diversifiés, ils sont représentés par 45 taxons mais avec une faible dominance, soit une proportion de 6.19%. Cette classe est dominée par *Cyclotella sp* et *Cyclotella ocellata*. La dominance de cette classe est liée aux bonnes conditions climatiques (la température et la lumière). En effet, il a été montré que la croissance de ces algues augmente avec l'élévation de la température et de l'intensité de l'éclairage (DALY YAHIA-KEFI, 1998). Le genre *Cyclotella* est le plus développé des Diatomophycées, et qui se développe de façon optimale lorsque la température avoisine 20°C (LOUDIKI, 1990).
6. **Les Euglénophycées** : comptent 16 taxons, soit 4.58%, dominé par *Trachelomonas globularis* et *Trachelomonas curta*.
7. **Les Cryptophycées** : comptent 5 taxons, soit 4.44%, représenté par *Cryptomonas sp* et *Mollomonas sp*.



**Fig. 34** : Variations des abondances des groupes phytoplanctoniques dans le barrage de Djorf Torba durant toutes les saisons

### Composition taxonomique du phytoplancton

Les 156 espèces déterminées dans le barrage de Djorf Torba sont démontrées dans la liste suivante :



## 1. Les Chlorophycées

<i>Monoraphidium contortum</i>	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	<i>Scenedesmus obliquus</i> ssp2
cf. <i>Cosmarium</i>	<i>Cosmarium</i> sp 1	<i>Scenedesmus flexuosus</i>
cf. <i>Crucigenia</i>	<i>Cosmarium</i> sp2	<i>Scenedesmus linearis</i>
cf. <i>Monoraphidium</i>	<i>Crucigenia quadrata</i>	<i>Scenedesmus obliquus</i>
cf. <i>Scenedesmus</i>	<i>Crucigenia tetrapedia</i>	<i>Scenedesmus obliquus</i> ssp
cf. <i>Scenedesmus</i> sp	<i>Licmophora</i> sp	<i>Scenedesmus obliquus</i> ssp1
<i>Chlamydomonas</i> sp1	<i>Oocystis elliptica</i>	<i>Scenedesmus protuberans</i>
<i>Chlamydomonas</i> sp2	<i>Oocystis lacustis</i>	<i>Scenedesmus</i> sp1
<i>Chlorogloea microcystoides</i>	<i>Oocystis lacustris</i> sp2	<i>Scenedesmus</i> sp2
<i>Closterium</i> sp	<i>Oocystis lacustris</i> ssp1	<i>Scenedesmus</i> sp3
<i>Clostérium acutum</i>	<i>Oocystis lacustris</i> ssp2	<i>Scenedesmus</i> sp4
<i>Oocystis marssonii</i>	<i>Scenedesmus</i> sp4	<i>Scenedesmus</i> sp5
<i>Closterium</i> cf. <i>acerosum</i>	<i>Oocystis</i> sp	<i>Scenedesmus crassus</i>
<i>Closterium</i> cf. <i>setaceum</i>	<i>Oocystis</i> sp1	<i>Staurastum gracile</i>
<i>Closterium setaceum</i>	<i>Oocystis</i> sp2	<i>Tetraedron</i> cf. <i>victoriae</i>
<i>Coelastrum</i> sp1	<i>Pediastrum angulosum</i>	<i>Tetraedron minimum</i>
<i>Coelastrum astroideum</i>	<i>Pediastrum broyanum</i> var1	<i>Tetraedron triangulare</i>
<i>Coelastrum microporum</i>	<i>Pediastrum duplex</i>	<i>Tetraspora gelatinosa</i>
<i>Coelastrum</i> sp2	<i>Pediastrum</i> sp	<i>Cosmarium depressum</i>
<i>Cosmarium botrytis</i>	<i>Scenedesmus arcuatus</i>	<i>Cosmarium Granatum</i>
<i>Pediastrum simplex</i> var. <i>echinulatum</i>		<i>Tetrastrum</i> cf. <i>staurogeniforme</i>
<i>Scenedesmus</i> cf. <i>producto-capitatus</i>		<i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>boryanum</i>
<i>Closterium acutum</i> var. <i>vainabile</i>		<i>Chlamydomonas</i> sp

## 2. Les Cyanophycées

<i>Oscillatoria rubescens</i>	<i>Monoraphidium griffithii</i>	cf. <i>Anabaena</i>
<i>Anabaenopsis circularis</i>	cf. <i>Oscillatoria</i>	<i>Merismopedia</i> sp1
<i>Anabaena</i> cf. <i>affinis</i>	<i>Lyngbya</i> sp	<i>Microcystis</i> cf. <i>arruginosa</i>
<i>Anabaena</i> cf. <i>delicatula</i>	<i>Gleocapsa</i> cf. <i>rupestris</i>	<i>Oscillatoria</i> cf. <i>limosa</i>
<i>Anabaena</i> cf. <i>flos-aquae</i>	<i>Lyngbya</i> cf. <i>birge</i>	<i>Oscillatoria</i> sp1
cf. <i>Lyngbya</i>	<i>Synechococcus lineare</i>	

## 3. Les Pyrrhophycées

<i>Ceratium hirundinella</i>	<i>Ceratium</i> sp1	<i>Ceratium</i> sp2
------------------------------	---------------------	---------------------

## 4. Les Dinophycées

cf. <i>Peridinium</i>	<i>Peridinium</i> sp1
<i>Peridinium cinctum</i>	<i>Peridinium</i> sp2

## 5. Les Diatomées

<i>Cyclotella</i> sp	<i>Cyclotella ocellata</i>	<i>Cocconeis pediculus</i>
<i>Amphora</i> cf. <i>ovalis</i>	<i>Cocconeis</i> sp	<i>Gyrosigma</i> cf. <i>acuminatum</i>
<i>Amphora</i> sp	<i>Craticula cuspidata</i> var- <i>ambigua</i>	<i>Melosira</i> cf. <i>varians</i>
<i>Caloneis latiuscula</i>	<i>Cyclotella</i> cf. <i>choctawhatcheena</i>	<i>Navicula</i> cf. <i>cryptotenella</i>

<i>Caloneis sp</i>	<i>Cyclotella cf. meneghiniana</i>	<i>Navicula cf. gregaria</i>
<i>cf. Cocconeis</i>	<i>Cyclotella sp1</i>	<i>Navicula gregaria</i>
<i>cf. Cyclotella</i>	<i>Diatoma vulgare</i>	<i>Navicula minima</i>
<i>cf. Diatoma</i>	<i>Diploneis cf. oblongella</i>	<i>Nitzschia cf. draveillensis</i>
<i>cf. Diploneis</i>	<i>Diploneis sp</i>	<i>Nitzschia palea</i>
<i>cf. Navicula</i>	<i>Fragilaria capucina</i>	<i>Nitzschia sp1</i>
<i>cf. Nitzschia</i>	<i>Fragilaria ulna</i>	<i>Nitzschia sp2</i>
<i>cf. Pinnularia</i>	<i>Frustulia cf. rhomboides</i>	<i>Oocystis cf. borgei</i>
<i>cf. Stephanodiscus</i>	<i>Frustulia rhomboides</i>	<i>Pinnularia cf. interrupta</i>
<i>cf. Stephanodiscus sp</i>	<i>Gomphonema</i>	<i>Pinnularia sp</i>
<i>Cocconeis cf. pediculus</i>	<i>Gomphonema sp</i>	<i>Stephanodiscus cf. nesastrae</i>

## 6. Les Euglénophycées

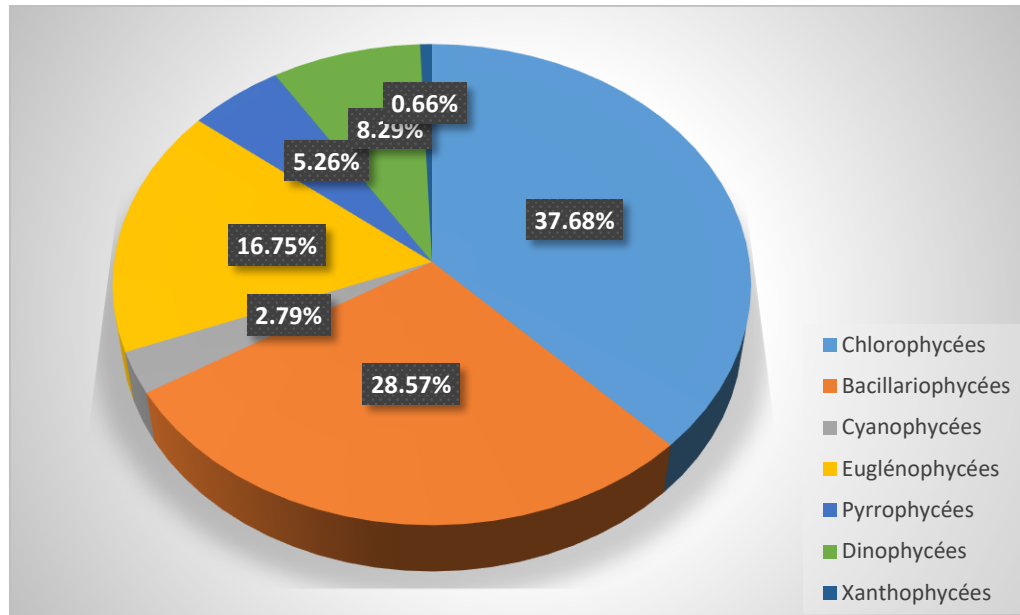
<i>Trachelomonas globularis</i>	<i>Trachelomonas curta</i>	<i>Trachelomonas volvocina</i>
<i>Euglena vinidis</i>	<i>Phacus pleuronectes</i>	<i>Trachelomonas lacustris</i>
<i>cf. Phacus</i>	<i>Phacus sp1</i>	<i>Trachelomonas rugulosa</i>
<i>Euglena gracilis</i>	<i>Phacus sp2</i>	<i>Trachelomonas sp2</i>
<i>Euglena oxyuris</i>	<i>Trachelomonas caudata</i>	<i>Trachelomonas sp3</i>
<i>Trachelomonas cf. curta</i>		

## 7. Les Cryptophycées

<i>Rhodomonas sp</i>	<i>Cryptomonas sp1</i>	<i>Chroomonas sp</i>
<i>Cryptomonas sp2</i>	<i>Mallomonas sp</i>	

Pour le barrage de Brézina (Fig. 35), nous avons répertoriées seulement **36** espèces réparties en 5 groupes (Chlorophytes, Chromophytes, Cyanophytes, Euglénophytes, Pyrrophytes,) avec 7 classes, qui sont, selon leurs abondances

1. **Les Chlorophycées** : forme le groupe le plus abondant avec 12 taxons vient en première position, soit 37.68% de la communauté phytoplanctoniques. Ils sont représentés essentiellement par les genres : *Pediastrum simplex var. echinulatum* et *Scenedesmus cf. quadricauda*. Ce sont des organismes qui dominent dans les milieux qui sont riches en nutriments azoté (BERALET et al., 1996 ; CARLSSON et GRANALI, 1999).
2. **Les Bacillariophycées** : ils sont aussi abondants et viennent en deuxième position avec 11 taxons, soit 28.57% du peuplement total. Ils sont représentés essentiellement par les espèces : *Diploneis sp* et *Cyclotella ocellata*.
3. **Les Euglénophycées** : regroupe 6 taxons, soit une proportion de 16.75%, représenté par le genre *Trachelomonas*.
4. **Les Dinophycées** : regroupe 3 taxons, soit une proportion de 8.29%, dominé par le genre *Peridinium*.
5. **Les Pyrrophytes** : regroupe 2 taxons, soit une proportion de 5.26%, représenté principalement par le genre *Ceratium*.
6. **Les Cyanophycées** : regroupe un seul taxon, soit une proportion de 2.79%, représenté uniquement par un seul genre *Oscillatoria*.
7. **Les Xanthophycées** : regroupe un seul taxon, soit une proportion de 0.66%, représenté par le genre *Vaucheria*.



**Fig. 35 :** Variations des abondances des groupes phytoplanctoniques dans le barrage de Brézina durant toutes les saisons

Les 36 espèces déterminées dans le barrage de Brézina sont démontrées dans la liste suivante :

#### 1. Les Chlorophycées :

<i>Oocystis lacustris</i>	<i>Scenedesmus crassus</i>	<i>Cosmarium botrytis</i>
<i>Closteriopsis sp</i>	<i>Staurastum gracile</i>	cf. <i>Tetraedron</i>
<i>Cosmarium depressum</i>	<i>Scenedesmus cf. quadricauda</i>	<i>Scenedesmus obliquus</i>
<i>Peridinium cinctum</i>	<i>Pediastrum Simplex var. echinulatum</i>	
<i>Pediastrum boryanum var. boryanum</i>		

#### 2. Bacillariophycées :

cf. <i>Diatoma</i>	<i>Cyclotella ocellata</i>	<i>Nitzschia capitellata</i>
<i>Cocconeis cf. pediculus</i>	<i>Diploneis sp</i>	<i>Navicula grégaria</i>
<i>Cocconeis sp</i>	<i>Melosira cf. varians</i>	<i>Navicula cf. cryptotenella</i>
<i>Stephanodiscus cf. neoastreae</i>	<i>Craticula cuspidata var. ambigua</i>	

#### 3. Les Euglénophycées :

<i>Phacus curvicauda</i>	<i>Euglena gracilis</i>	<i>Euglena caudata</i>
<i>Phacus longicauda var. tortus</i>	<i>Trachelomonas sp</i>	<i>Phacus longicauda. tortus</i>

#### 4. Dinophycées :

<i>Peridinium sp1</i>	<i>Peridinium cinctum</i>	<i>Peridinium sp2</i>
-----------------------	---------------------------	-----------------------

#### 5. Pyrrophycées :

<i>Ceratium sp</i>	<i>Ceratium hirundinella</i>
--------------------	------------------------------

#### 6. Cyanophycées :

<i>Oscillatoria sp</i>
------------------------

#### 7. Xanthophycées :

cf. <i>Vaucheria</i>
----------------------

## III.2.2 Etude quantitative du peuplement :

### III.2.2.1 Variation spatio-temporelle du peuplement algal

La composition spécifique du phytoplancton est en relation avec plusieurs facteurs ; des facteurs externes représentés essentiellement par les fluctuations climatiques et les changements de la charge des nutriments, et d'autres internes, proprent au lac, comme le rôle des herbivores dans la régulation des populations algales (BERTOLO, 1998).

#### ✚ Cas du barrage de Djorf Torba (Fig. 36 et 37) :

Après le dénombrement cellulaire du phytoplancton ayant des dimensions supérieures à 20µm, nous avons remarqué une variété dans la densité des groupes phytoplanctonique dans le barrage de Djorf Torba. Le groupe le plus abondant est les Chlorophycées avec une densité maximale de  $27,45 \times 10^6$  alg/l en hiver et une abondance de 55.35 %. Les Chlorophycées occupent la place la plus importante dans le peuplement micro algal. Ils forment le groupe le plus diversifié dans le lac de Djorf Torba avec 65 espèces soit 34.04% de la communauté totale durant toute l'année, ceci peut être associé à une teneur élevée en chlorophylle « a » en hiver. Les espèces les plus abondantes sont *Monoraphidium contortum*, *Scenedesmus quadricauda* et *Scenedesmus obliquus*.

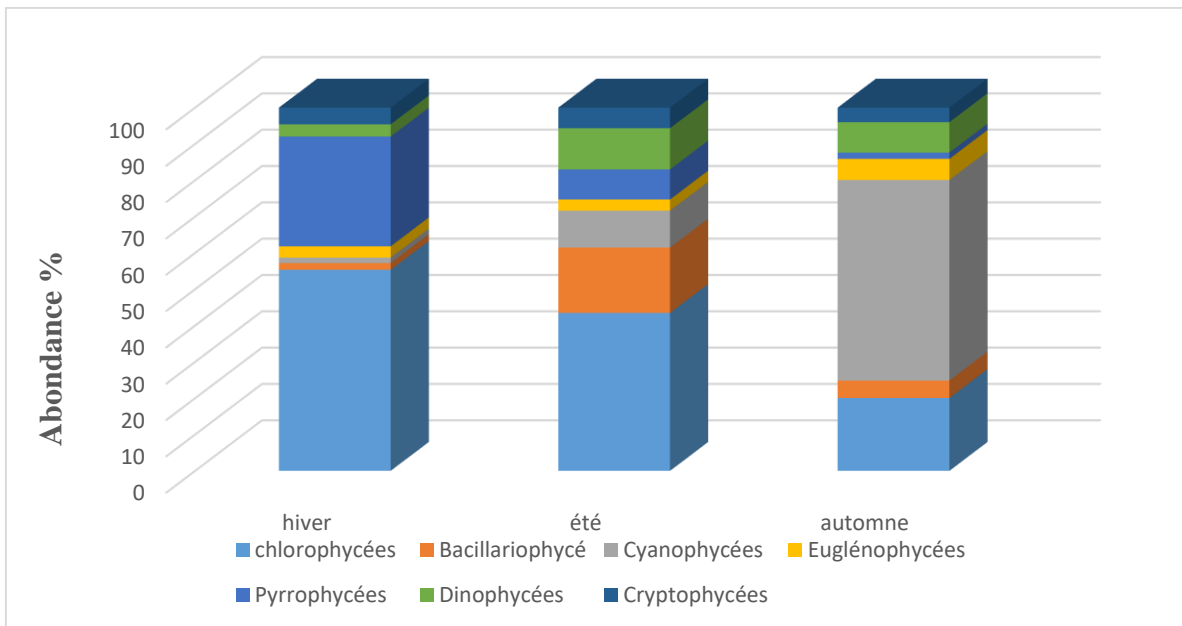
Les Cyanophycées viennent en deuxième position avec une densité de  $50,96 \times 10^6$  alg/l et une abondance de 55.21 % pendant la période automnale représentées principalement par *Oscillatoria rubescens* et *Monoraphidium griffithii*. Le troisième groupe est les Pyrrophycées avec une densité de  $14,99 \times 10^6$  alg/l avec une abondance de 30.22%, l'espèce la plus abondante est *Ceratium hirundinella*.

En quatrième position les Dinophycées qui représente une densité  $7,71 \times 10^6$  alg/l avec une abondance de 8.36%., représenté surtout par l'espèce *Peridinium cinctum*. Les Euglénophycées est une classe avec une densité de  $5,36 \times 10^6$  alg/l et une abondance de 5.82%, représentée par les deux espèces *Trachelomonas globularis* et *Trachelomonas curta*.

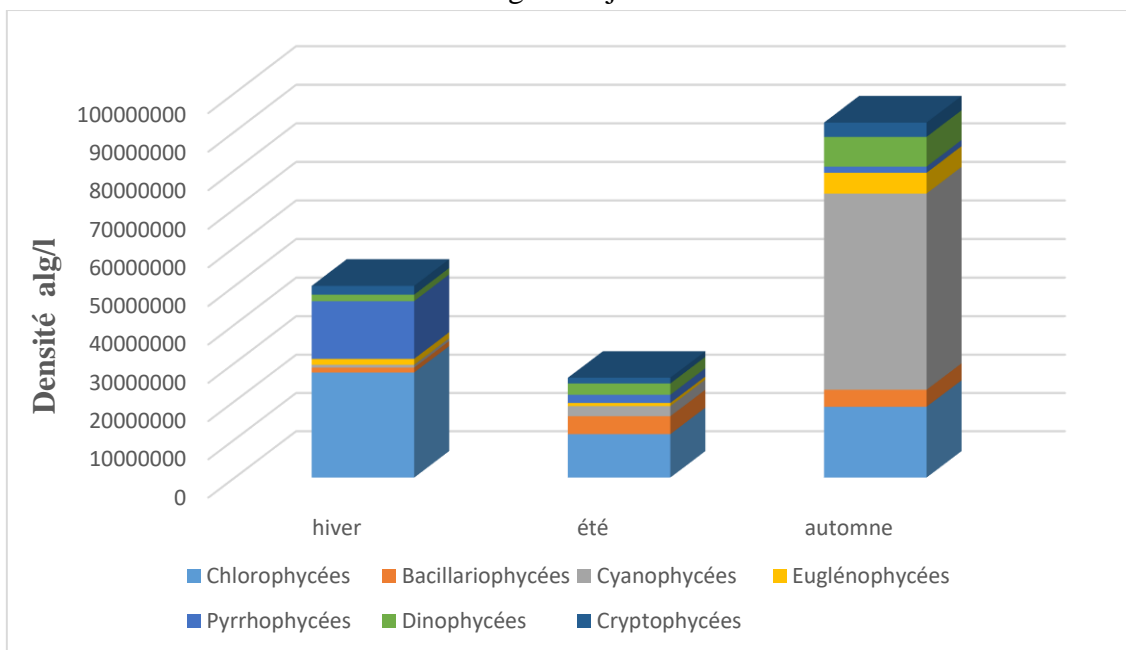
En sixième position les Bacillariophycées, avec une densité de  $4,68 \times 10^6$  alg/l et une abondance de 17.97% en été. Elle est présentée par *Cyclotella ocellata*.

Et à la fin on a les Cryptophycées qui sont présentes dans barrage de Djorf Torba et absentes à Brézina. Elles sont représentées par une densité  $3,70 \times 10^6$  alg/l et une abondance de 4.01%. Les genres les plus abondants sont *Cryptomonas* et *Rhodomonas*.

Pour conclure et à l'instar des végétaux terrestres, les microalgues sont sensibles à leur environnement et évoluent selon un rythme saisonnier, avec un maximum de divisions cellulaires au printemps et en fin d'été (MOLLO et NOURY, 2013).



**Fig. 36 :** Variation annuelle des abondances des groupes phytoplanctoniques du barrage de Djorf Torba



**Fig. 37 :** Variation annuelle des densités des groupes phytoplanctoniques du barrage de Djorf Torba

**✚ Cas du barrage de Brézina (Fig. 38 et 39) :**

Le groupe le plus abondant est **les Chlorophycées** avec une densité de  $12,92 \times 10^6$  alg/l et une abondance de 41.69%. Les espèces les plus abondantes sont *Pediastrum Simplex var. echinulatum* et *Staurastum gracile*.

À la suite, on a la classe **les Cyanophycées** avec une densité de  $7,83 \times 10^6$  alg/l et une abondance de 25.26% représentées principalement par le genre *Oscillatoria*.

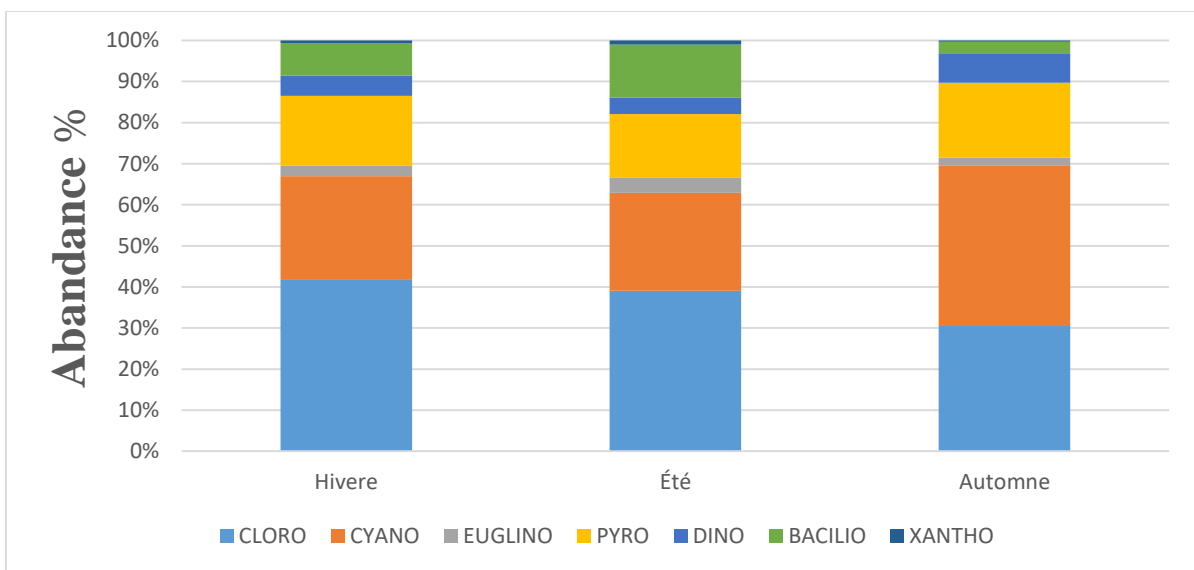
Le troisième groupe est **les Pyrrophycées** avec une densité de  $5,24 \times 10^6$  alg/l et une abondance de 16.92% représentées principalement par l'espèce *Ceratium hirundinella*.

Ensuite la classe des **Dinophycées** avec une densité de  $1,54 \times 10^6$  alg/l et une abondance de 4.97% représentées principalement par le genre *Peridinium*.

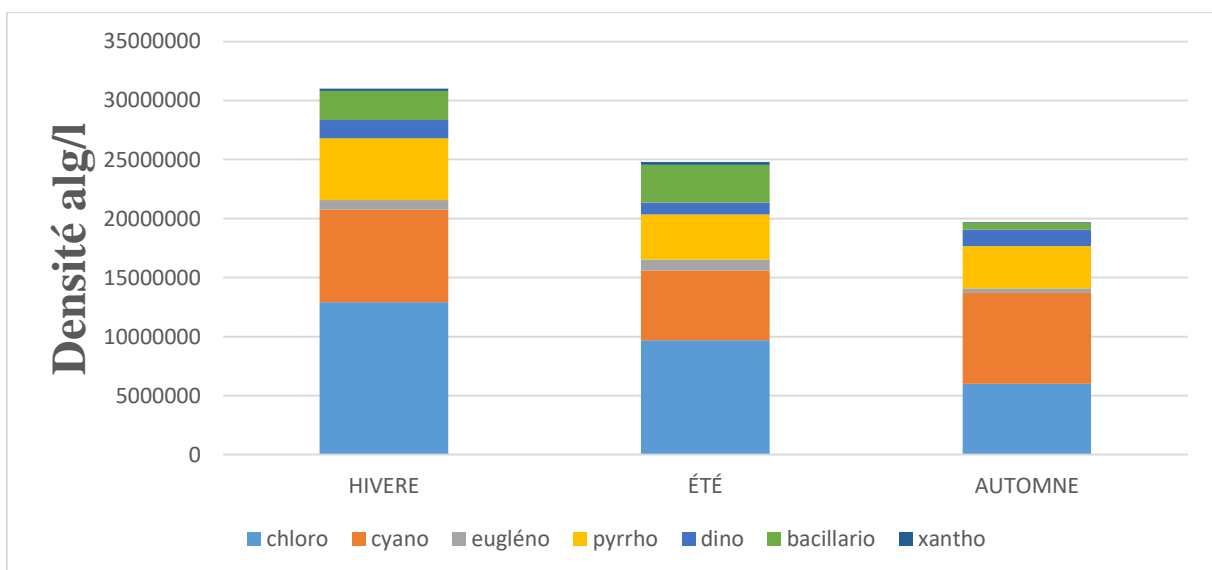
**Les Bacillariophycées** viennent après avec une densité de  $3,20 \times 10^6$  alg/l et une abondance de 12.94 % représentées principalement par l'espèce *Cyclotella ocellata*.

**Les Euglénophycées** avec une densité de  $0,92 \times 10^6$  et une abondance de 3.73 % représentées principalement par l'espèce *Phacus longicauda var. tortus*.

A la fin la classe des **Xanthophycées** avec une densité de  $0,24 \times 10^6$  alg/l et une abondance de 1% représentées uniquement par le genre *cf. Vaucheria*.



**Fig. 38 :** Variation annuelle des abondances des groupes phytoplanctoniques du barrage de Brézina



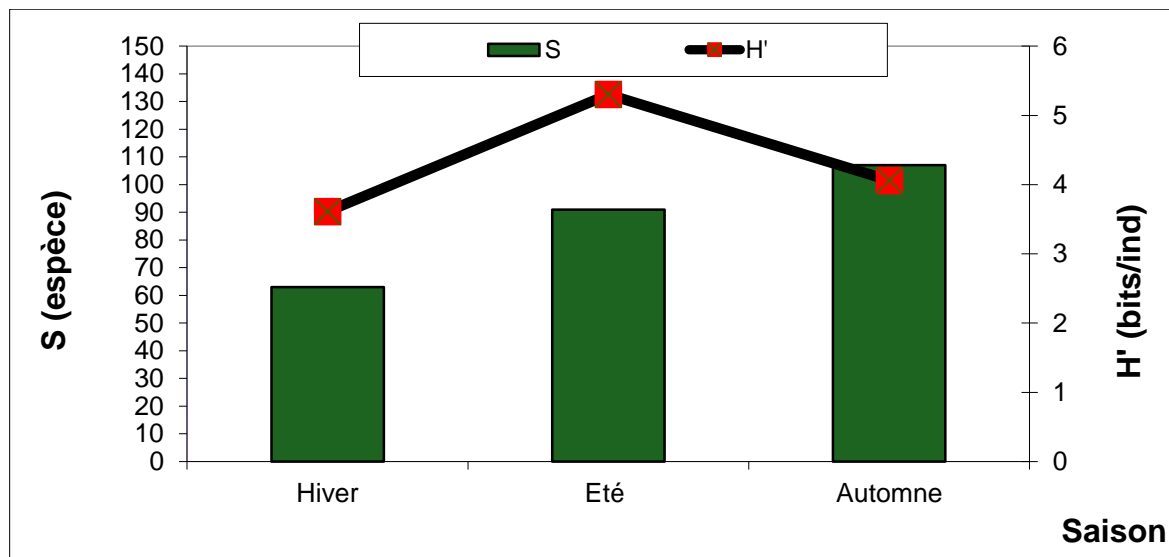
**Fig. 39 :** Variation annuelle des densités des groupes phytoplanctoniques du barrage de Brézina

### III.3 Evolution spatio-temporelle de la diversité spécifique pour les espèces phytoplanctoniques :

#### III.3.1 L'indice de Shannon ( $H'$ ) et l'Equitabilité ( $E$ ) :

##### ✚ Barrage de Djorf Torba :

L'indice de Shannon varie entre 3.61 et 5.30 bits/ind (Fig. 40). Ces valeurs sont expliquées par la dominance remarquable de l'espèce *Ceratium hirundinella*. La richesse spécifique durant cette période varie entre 63 et 107 espèces. Dans les trois périodes, l'indice de Shannon dépasse les 3 bits/ind pour atteindre sa valeur maximale (5.30 bits/ind). Pendant les deux périodes automnale et estivale respectivement, on note des valeurs maximales (4.05 et 5.30 bits/ind) qui marquent aussi une grande richesse spécifique (107 et 91 respectivement), ces valeurs élevées révèlent que le peuplement est composé d'un grand nombre d'espèces qui présentent une répartition équilibrée. Globalement l'indice de diversité spécifique caractérise l'organisation et l'évolution d'un peuplement. Comme il nous renseigne aussi sur la qualité de l'eau.



**Fig. 40** : Variation de la richesse spécifique (S) et l'indice de Shannon ( $H'$ )  
Dans le barrage de Djorf Torba

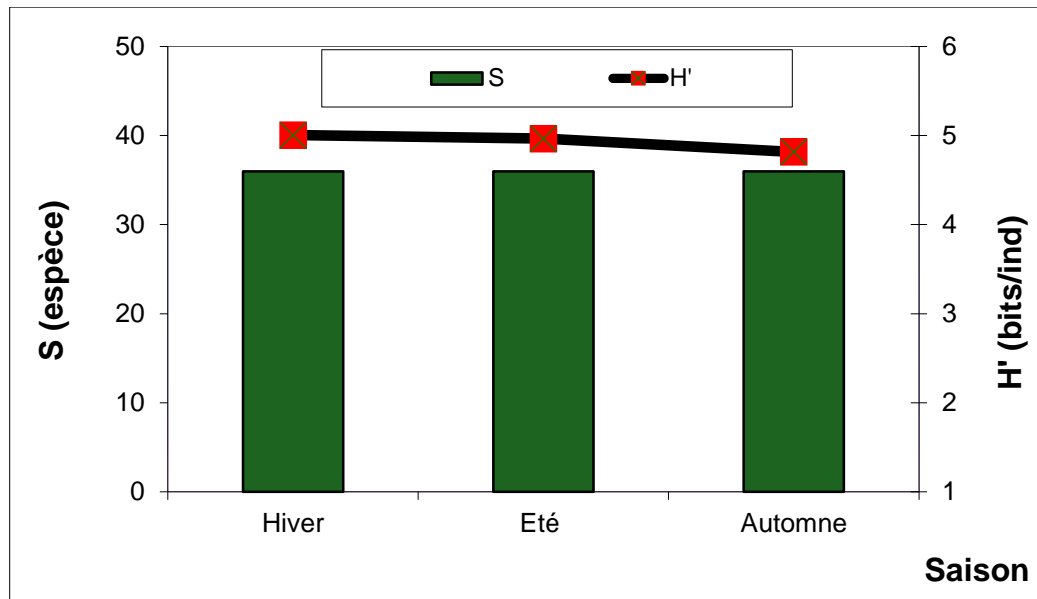
Globalement l'indice de diversité spécifique caractérise l'organisation et l'évolution d'un peuplement. Les résultats obtenus (Fig. 40), montrent qu'en général, la diversité spécifique est très importante durant les 3 saisons.

Quant à l'équitabilité, elle est minimale (se rapproche de 0), ce qui indique que la quasi-totalité des individus est concentrée sur une espèce qui est *Ceratium hirundinella*. Ce phénomène est observé en automne ( $R$  tend vers 0,16). Par contre si elle est proche de 1 indique que la majorité des espèces présentent des abondances équilibrées donc la communauté phytoplanctonique est en équilibre et ça remarquée dans la période estivale.

##### ✚ Barrage de Brézina

L'indice de Shannon varie entre et 4.81 et 5,0 bits /ind (Fig.42). En l'hiver, été et l'automne, la richesse spécifique durant cette période est similaire ; on note que l'indice de Shannon dépasse

les 3 bits /ind pour atteindre sa valeur maximale (5,00 bits /ind) en Hiver qui marquent aussi une richesse spécifique (36). Ces valeurs élevées révèlent que le peuplement est composé d'un grand nombre d'espèces qui présentent une répartition équilibrée pendant la période hiver et été et déséquilibrée en automne.



**Fig. 41 :** Variation de la richesse spécifique (S) et l'indice de Shannon (H') de barrage de Brézina.

Globalement l'indice de diversité spécifique caractérise l'organisation et l'évolution d'un peuplement. Les résultats obtenus, montrent qu'en général, la diversité spécifique est très importante durant toutes les saisons.

Quant à l'équitabilité, elle est minimale (se rapproche de 0) la quasi- totalité des individus est concentrée sur une espèce, ce phénomène observé pendant les trois périodes estivales, Automnale et hivernale et l'été. (R entre 0,20 et 0,57) (Tab.6).

**Tab. 6 :** Valeurs de l'indice de diversité de Shannon et de l'équitabilité des espèces phytoplanctonique trouvées au niveau des deux barrages.

	Barrage Djorf Torba			Barrage Brézina		
	S	H'	R	S	H'	R
Hiver	63	3,6123	0,3738	36	5.00	0.55
Été	91	5,3027	0,6077	36	4.96	0.57
Automne	107	4,0592	0,1699	36	4.81	0.20

### III.3.2 Analyse du diagramme de Frontier (Diagramme Rang fréquence)

Etant donné que l'indice de diversité et la régularité ne permettent que de caractériser globalement la structure d'une population (DEVAUX, 1976), nous avons eu recours aux diagrammes rang- fréquence pour visualiser l'évolution de la population phytoplanctonique du



lac tout long de la période d'étude. Ces diagrammes ont été réalisés en coordonnées logarithmiques (FRONTIER, 1969), à partir des biomasses spécifiques.

L'analyse de l'allure des courbes de DRF, pour le barrage de Djorf Torba et le barrage de Brézina, permet de décrire l'évolution de la structure de peuplement algal. Les figures suivantes montrent que les allures de DRF sont entièrement convexes, ce qui correspond au stade 2 indiquant des écosystèmes matures et équilibrés : ils sont caractérisés par un nombre important d'espèces avec une égalité d'abondance (FRONTIER, 1976).

✚ Barrage de Djorf Torba

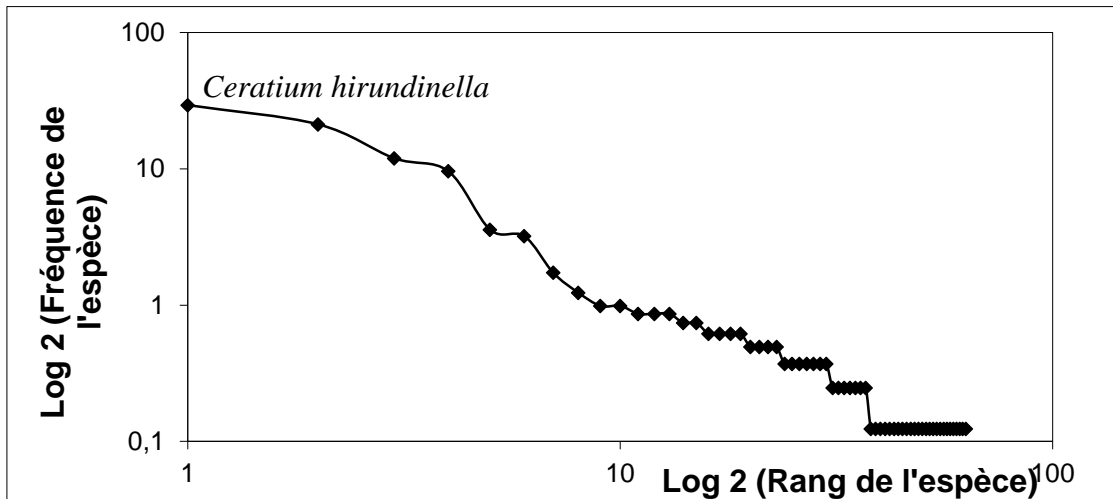


Fig. 42 : Variation de l'allure de la courbe Rang Fréquence du barrage Djorf Torba en hiver

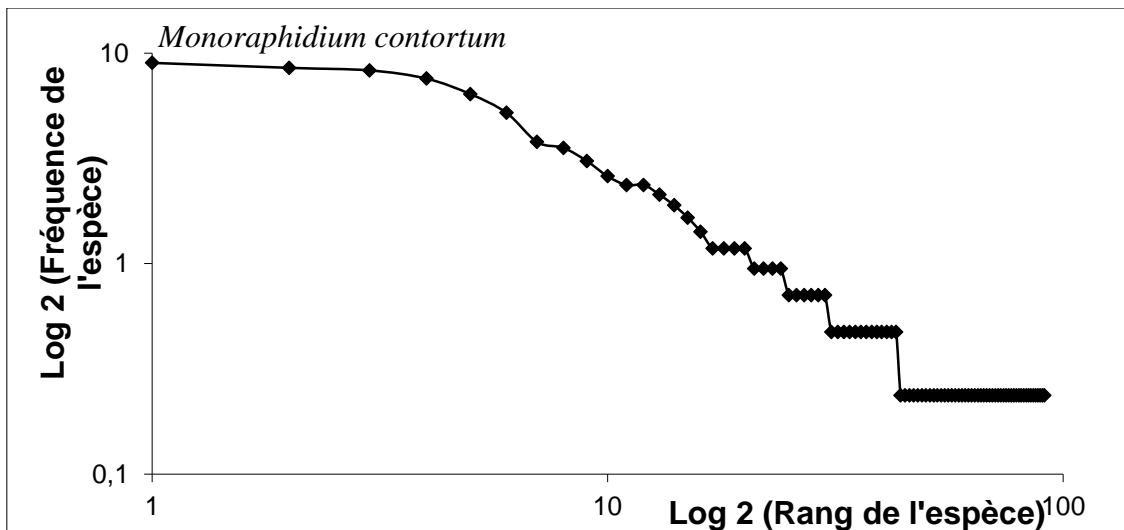


Fig. 43 : Variation de l'allure de la courbe Rang Fréquence du barrage de Djorf Torba en été

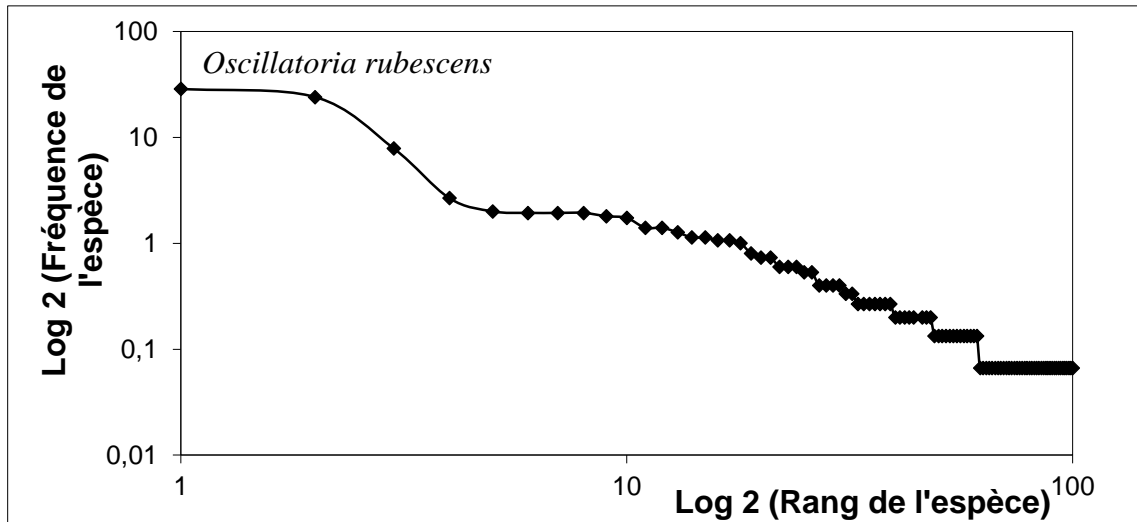


Fig. 44 : Variation de l'allure de la courbe Rang Fréquence du barrage de Djorf Torba en Automne.

🚧 Barrage Brézina

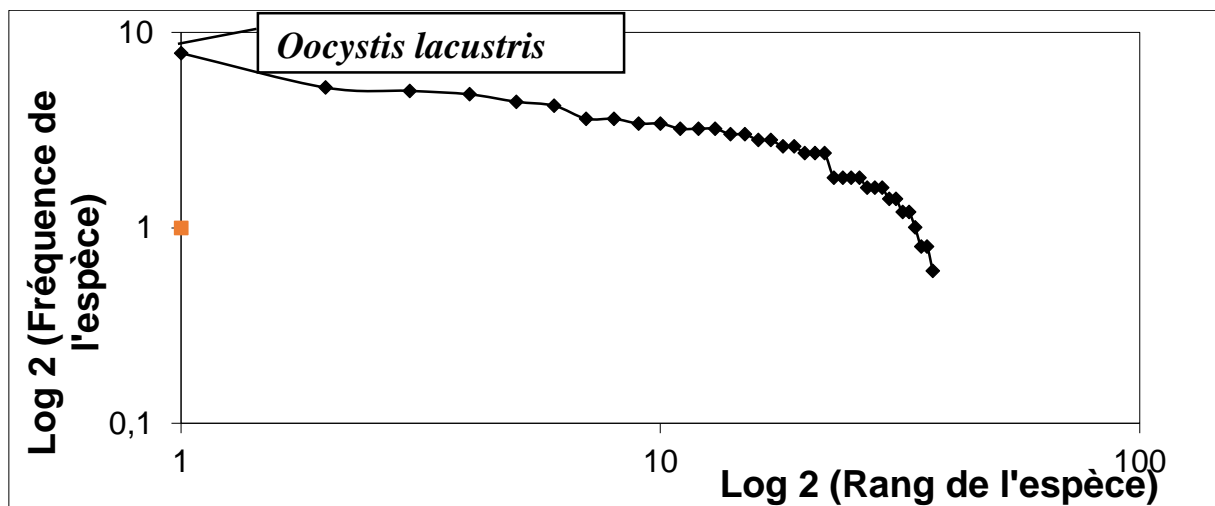


Fig. 45 : Variation de l'allure de la courbe Rang Fréquence du barrage de Brézina en hiver

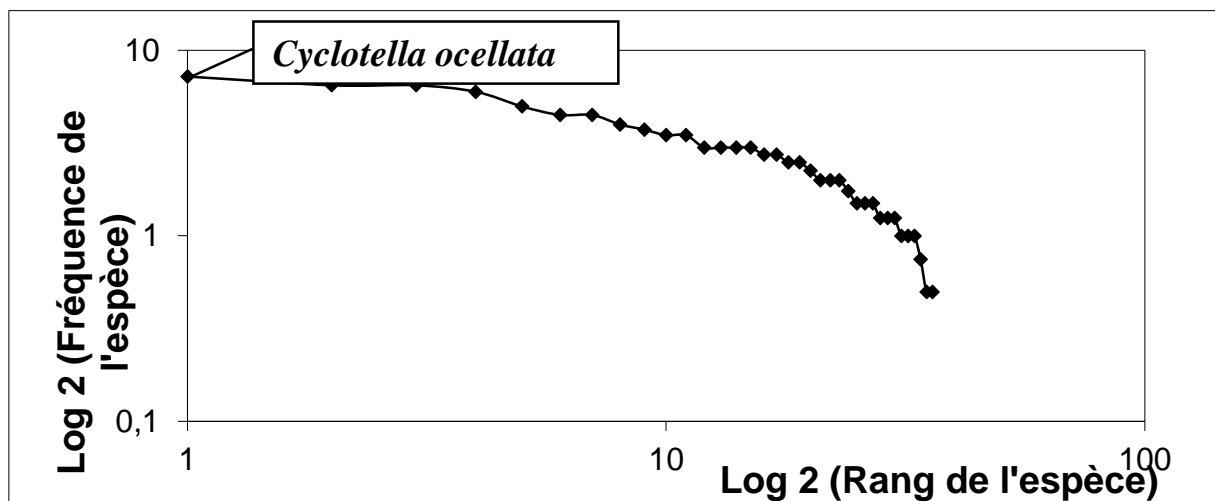


Fig. 46 : Variation de l'allure de la courbe Rang Fréquence du barrage de Brézina en été

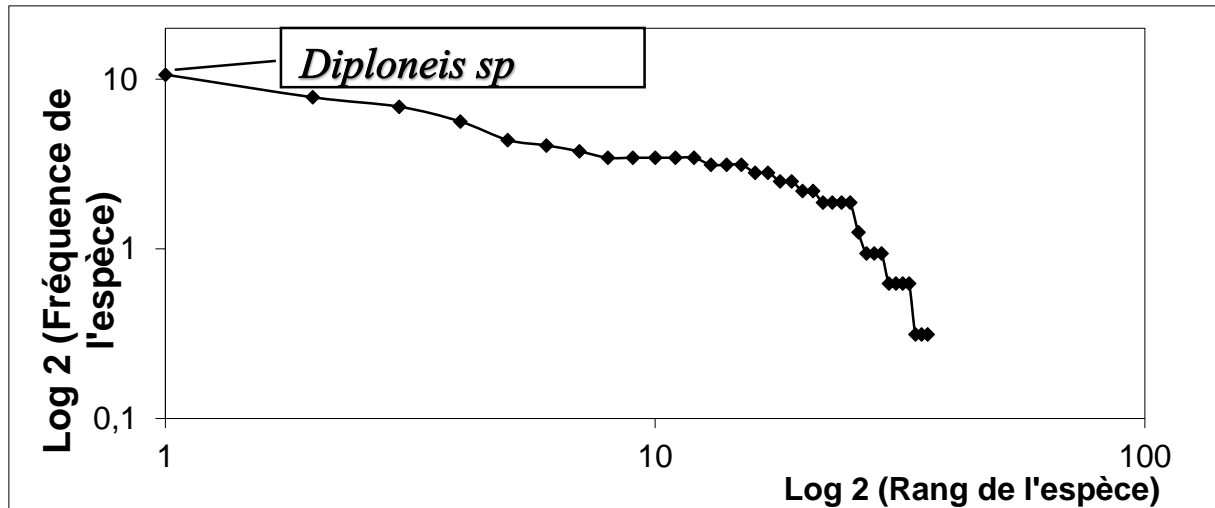


Fig. 47 : Variation de l’allure de la courbe Rang Fréquence du barrage de Brézina en Automne.

### III.4 Etude du peuplement ichthyologique

L’étude effectuée en 3 saisons (Hiver, été, Automne) sur les deux barrages nous a permis de dénombrer cinq espèces au niveau du barrage de Djorf Torba et d’autres cinq espèces au niveau du barrage de Brézina.

**Pour le barrage de Djorf Torba :**

**En Hiver (Fig. 50) :**

En remarque que le Barbeau *Barbus callensis*, est l’espèce le plus dominante en nombre avec 216 individus et un pourcentage de 63.70 %. Suivie par le Carassin commune *Carassius carassius* avec 113 individus, puis la Carpe commune *Cyprinus carpio* qui est représentée par 8 espèces, puis la Carpe argentée *Hypophthalmichthys molitrix* et la Carpe à grande bouche *Hypophthalmichthys nobilis* qui est présente une seule fois avec une fréquence de 0.30%.

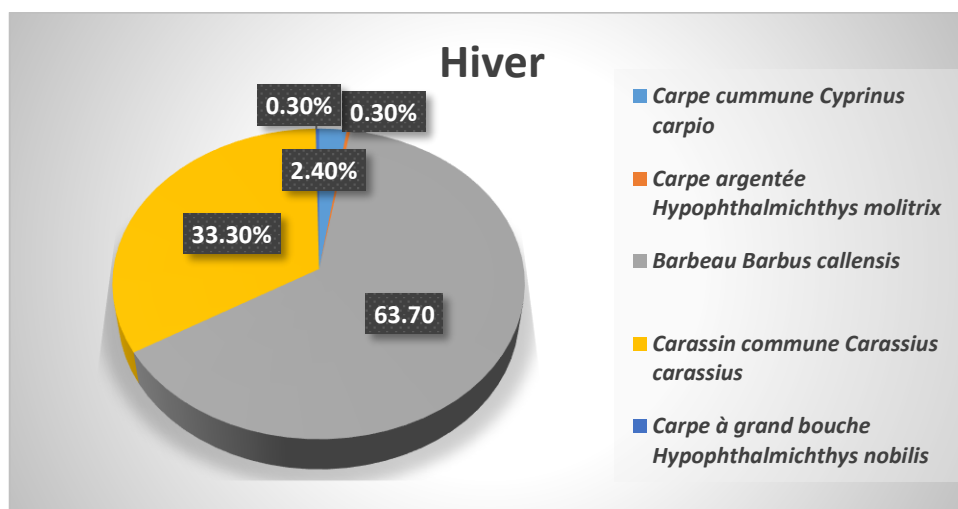
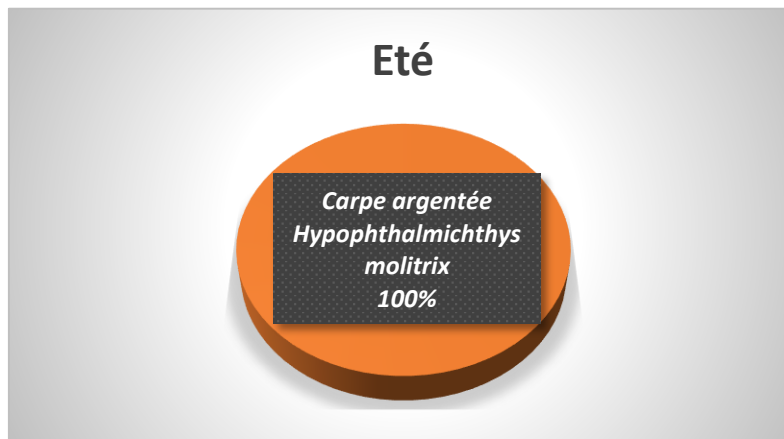


Fig. 48 : Variations des abondances des poissons en hiver dans le barrage de Djorf Torba

En Été (Fig. 51) :



En remarque qu'une seule espèce est enregistrée dans cette période. C'est la Carpe argentée *Hypophthalmichthys molitrix* avec un nombre de 32 individus et une fréquence de 100 % avec l'absence totale des autres espèces étudiées dans les saisons passées.

Fig. 49 : Variations des abondances des poissons en été dans le barrage de Djorf Torba

En Automne (Fig. 52) :

Dans cette saison l'espèce le plus dominante est la Carpe commune *Cyprinus carpio* avec un nombre de 19 individus et une fréquence de 41.30%, puis le Carassin commune *Carassius carassius* avec 15 individus, et ensuite le Barbeau *Barbus callensis* en nombre de 12 individus et une fréquence de 26.10%.

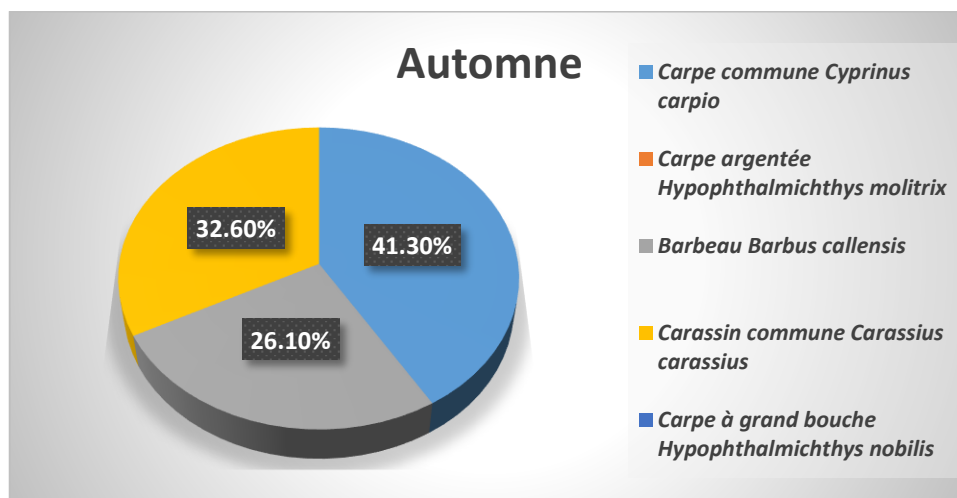
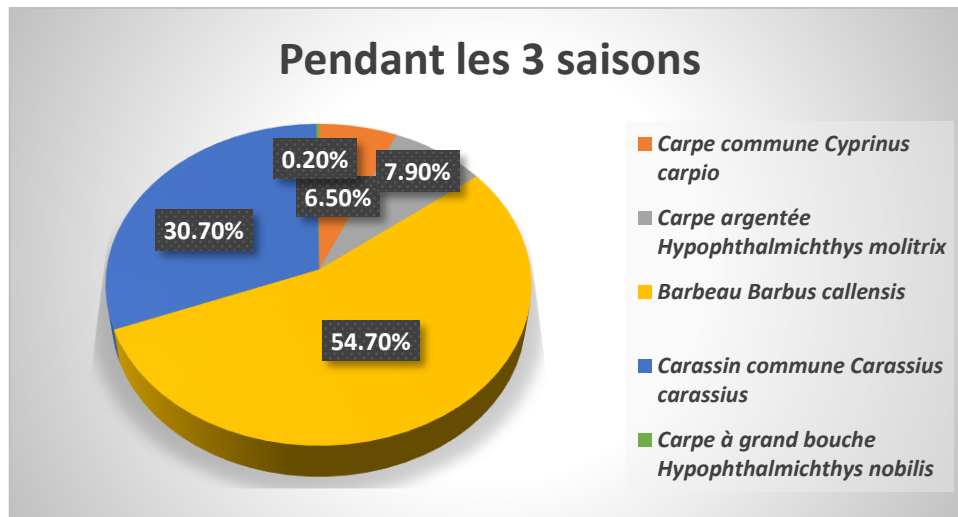


Fig. 50 : Variations des abondances des poissons en automne dans le barrage de Djorf Torba

Pendant les 3 saisons et dans le barrage de Djorf Torba (Fig. 53) :

Le Barbeau *Barbus callensis* est le plus dominant avec une fréquence de 54.70%, en suite le Carassin commune *Carassius carassius* avec une dominance de 31%. Les 3 espèces restantes sont présentes avec des faibles valeurs qui varient entre 0.20 – 7.90 %. Ces espèces sont la Carpe à grand bouche *Hypophthalmichthys nobilis*, la Carpe commune *Cyprinus carpio* et la Carpe argentée *Hypophthalmichthys molitrix*.

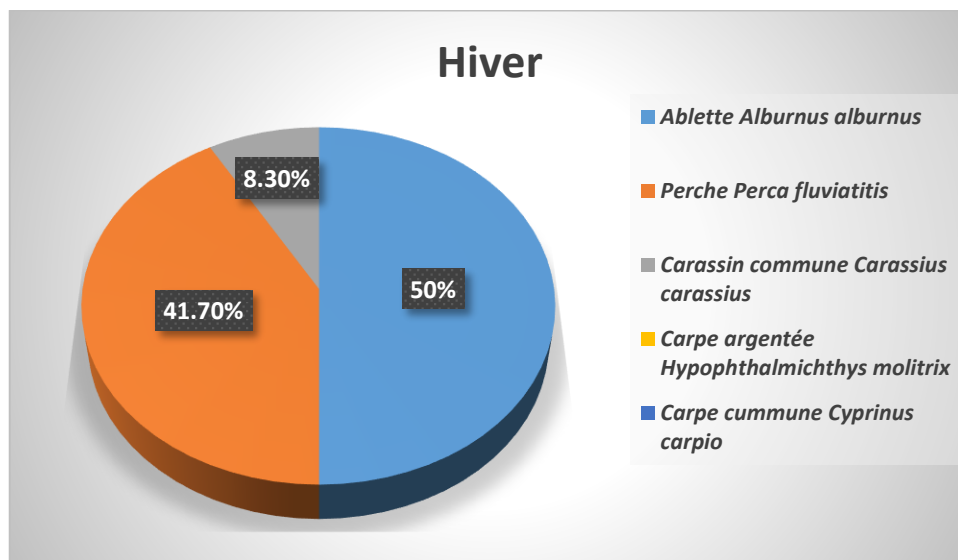


**Fig. 51** : Variations des abondances des poissons pendant les 3 saisons dans le barrage de Djorf Torba

#### ✚ Pour le Barrage de Brézina :

##### En Hiver (Fig. 54) :

On a remarqué que l'Ablette *Alburnus alburnus* est l'espèce la plus dominante en nombre avec 6 individus et un pourcentage équivalent à la moitié, et juste après la Perche *Perca fluviatilis* en nombre de 5 individus et une fréquence de 41.70 %, ainsi qu'on a trouvé le Carassin commun *Carassius carassius* une seule fois avec une dominance de 8.30 %.



**Fig. 52** : Variations des abondances des poissons en hiver dans le barrage de Brézina

##### En Été (Fig. 55) :

Durant cette période on remarque la présence de deux espèces avec une très faible quantité, l'espèce la plus abondante est la Perche *Perca fluviatilis* en nombre de 6 individus et une couverture de 67.67 % et Ablette *Alburnus alburnus* en nombre de 3 individus qui représente un pourcentage de 33.33 %.

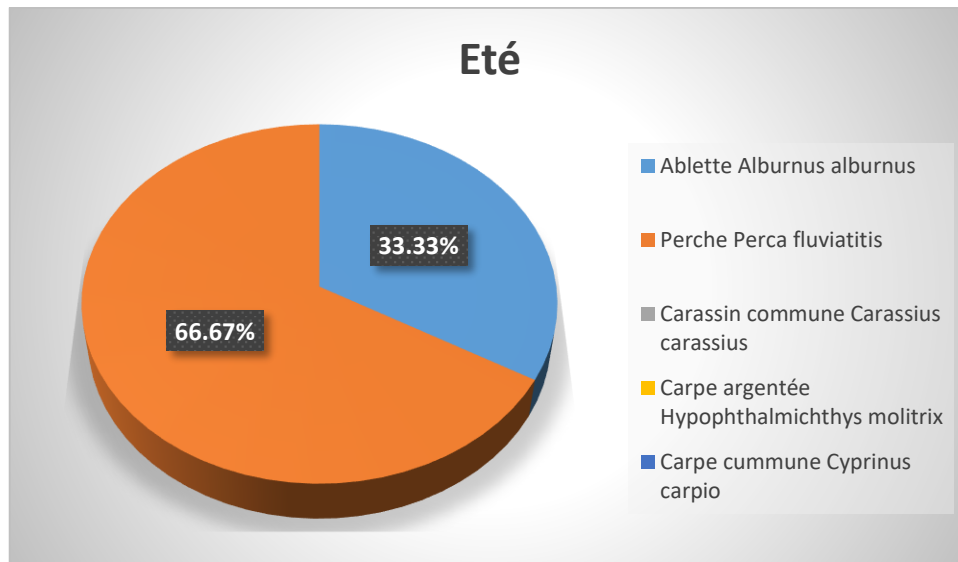


Fig. 53 : Variations des abondances des poissons en été dans le barrage de Brézina

#### En Automne (Fig. 56) :

On remarque l'apparition des nouvelles espèces mais les quantités restent faibles, tel que la *Carpe argentée Hypophthalmichthys molitrix* en nombre 5 individus (62.50%) et la Perche *Perca fluviatilis*, le Carassin commune *Carassius carassius* et la Carpe commune *Cyprinus carpio* avec un pourcentage de 12.50 %.

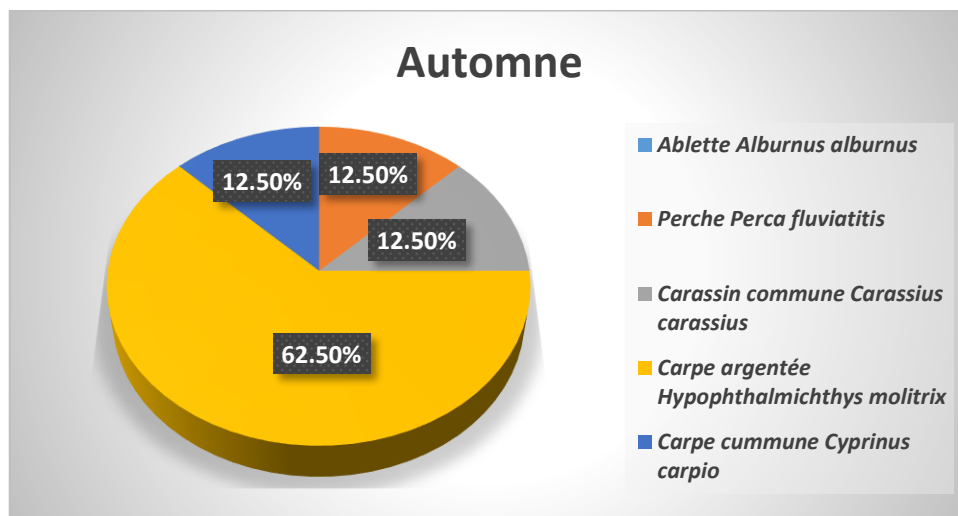
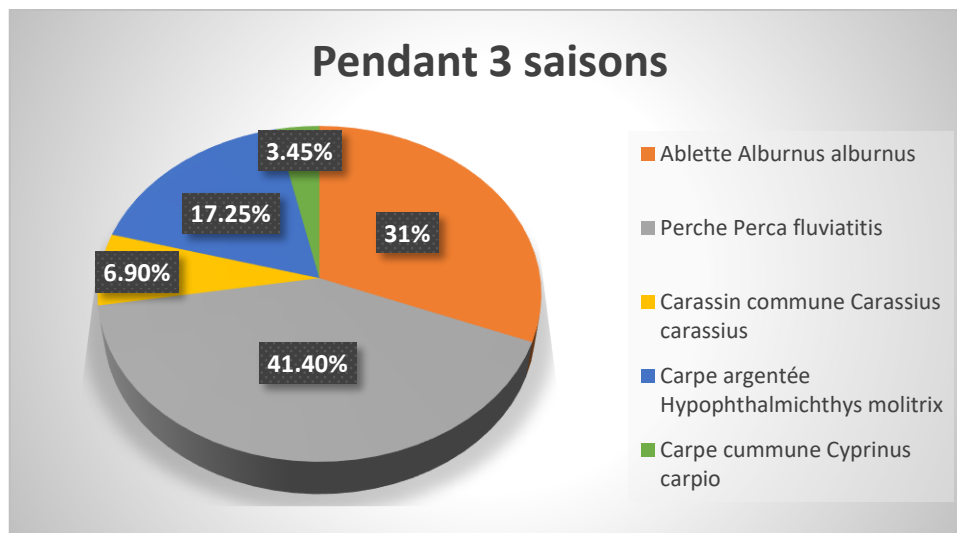


Fig. 54 : Variations des abondances des poissons en automne dans le barrage de Brézina

#### Pendant toute l'année (Fig. 57) :

On remarque que la *Perche Perca fluviatilis* est l'espèce la plus abondante, dans le barrage de Brézina, avec une fréquence totale de 41.40 % et elle est présente dans toutes les saisons étudiées. Suivie par l'Ablette *Alburnus alburnus* en fréquence de 31%. Après la Carpe argentée *Hypophthalmichthys molitrix* avec un pourcentage de 17.25% ainsi le Carassin commune *Carassius carassius* avec une fréquence de 6.90 % et à la fin l'espèce la moins représentée dans le barrage de Brézina est la Carpe commune *Cyprinus carpio* avec une fréquence de 3.45 %.



**Fig. 55** : Variations des abondances des poissons pendant 3 saisons dans le barrage de Brézina

Par rapport le barrage de Djorf Torba, le barrage de Brézina est considérée comme un pauvre milieu en terme de richesse ichtyologique.



***Conclusion***



## Conclusion

---

Notre étude est basée sur deux écosystèmes lacustres situés dans le Sahara algérienne. C'est parmi les rares barrages trouvés dans cette zone désertique et qui sont classés comme des zones humides importantes. Par conséquent, les institutions responsables de ces barrages doivent assurer une protection totale et connaître comment exploiter de ces ressources précieuses.

Les résultats présentés dans ce mémoire concernent les deux barrages de Djorf Torba et Brézina situés respectivement dans les wilayas de Béchar et El Bayadh. Notre étude est basée sur un suivi saisonnier durant l'année 2018, dans le but d'identifier les espèces phytoplanctoniques existants dans les deux systèmes lacustres en relation avec les différentes caractéristiques physico-chimiques des eaux et avec la diversité ichthyologique.

Notre étude montre que les moyennes des paramètres physico-chimiques des eaux dans les deux barrages de Djorf Torba et Brézina sont respectivement : la température d'eau (17.50 °C et 8.7 °C), la conductivité électrique (1550.7 µs/cm et 1039.8 µs/cm), la salinité (0.45 et 0.3 PSU), l'oxygène dissous (8.19 mg/L et 5.91 mg/L), les nitrites (0.04 mg/L et 0.06 mg/L), l'azote ammoniacal (0.02 mg/L et 0.07 mg/L), les nitrates (0.21 mg/L et 0.66 mg/L) et les phosphates (0.06 mg/L et 0.08 mg/L). Ces moyennes, nous a permis de déduire que la qualité de l'eau du barrage de Djorf Torba est très bonne et que le barrage de Brézina est de bonne qualité.

Les valeurs de la chlorophylle « a » et la transparence de l'eau, nous a permet d'évalué l'état trophique des deux sites étudiés. Les eaux du barrage de Djorf Torba sont eutrophes surtout en hiver où la chlorophylle « a » est élevée et la transparence est diminuée, parce que les espèces phytoplanctonique en hiver ont une excellente adaptation à la faible température et à la suspension en disposant d'une bonne capacité pour capturer la lumière et une tolérance pour les alternances des phases obscures et lumineuse, c'est le cas des Chlorophycées comme : *Monoraphidium contortum*, *Peridinium cinctum* et *Scenedesmus quadricauda*.

Par contre, les eaux du barrage de Brézina sont hyper-eutrophes.

Le peuplement phytoplanctonique dans le barrage de Djorf Torba est très riche avec plus de **160** espèces réparties sur **7** classes dont la plus importante est les Chlorophycées (composés essentiellement par l'espèce *Monoraphidium contortum*) et des Cyanophycées (en majorité représentés par *Oscillatoria rubescens*)

Par contre, le barrage de Brézina comporte uniquement **36** espèces appartenant aux **7** classes dont la classe dominante est les Chlorophycées représentées essentiellement par l'espèce *Pediastrum simplex var. echinulatum*, puis par les Bacillariophycées comme *Cyclotella ocellata*.

Dans le barrage de Djorf Torba, on note la dominance de Chlorophycées durant toutes les saisons étudiées, ce qui donne un milieu favorable pour les poissons phytoplanctophages comme l'espèce autochtone le barbeau et aussi le carassin commun.

Pour le barrage de Brézina, nous notons la présence d'une faible diversité des espèces phytoplanctoniques ce qui coïncide avec une faible richesse ichthyologique.

## Conclusion

---

L'étude dynamique basée sur les fréquences de l'ensemble des échantillons a permis de caractériser le stade de maturité du peuplement phytoplanctonique. Globalement, l'analyse des courbes de DRF montre que les deux barrages se trouvent dans le stade 2 indiquant la maturité des deux systèmes lacustres.

A l'issue de cette étude, et lors de l'interprétation des résultats, il nous est apparu utile de suggérer quelques perspectives en vue de l'amélioration de la qualité des eaux des deux milieux :

- ✓ Un suivi régulier physico-chimique et biologique de l'eau est imposé sur une durée plus importante, afin de constituer une base des données de ces sites précieux.
- ✓ Poursuivre l'étude du phytoplancton, afin de déterminer les espèces existantes naturellement et celles liées à la pollution ponctuelle provenant des bassins versants. Cet aspect est proposé par le CNRDPA dans le cadre d'un projet national de recherche 2015-2020.
- ✓ Contrôler les déversements des déchets urbains et agricoles dans les oueds alimentant ces barrages tout en plaçant des stations d'épurations des eaux usées à proximité des sources de pollution.
- ✓ Assurer la protection et la conservation des barrages pour protéger l'eau et empêcher la pêche aveugle pour préserver les ressources en poisson d'eau douce.
- ✓ Après l'étude qui porte sur le phytoplancton et les poissons, nous proposons aussi d'augmenter la proportion de poissons dans les deux barrages coïncidés avec une bonne diversité du phytoplancton surtout dans le barrage de Djorf Torba.
- ✓ Suggérer d'organiser les périodes de pêche afin de déterminer la quantité de poisson pêché à chaque période et protéger les espèces autochtones comme le barbeau.



# *Références bibliographiques*

## Références bibliographiques

- ABDESSELEM, A. 1999.** Suive De La Qualité Microbiologique Et Physicochimique De Trois Serres Alimentant De La Région De Tlemcen, Mémoire d'ingénieur institut de biologie, université de Tlemcen. pp 2-18
- AKLI-BIDI, S. 2014.** Comparaison du fonctionnement des deux retenues (supérieure et inférieure) du barrage de la réserve de chasse de Zéralda. Thèse de doctorat. U.S.T.H.B, Alger. 88p
- AMBLARD, C. 1987.** Les successions phytoplanctoniques en milieu lacustre. Ann. Biol. 26: 1-34.
- AMINOT, A. 1983.** Dosage de la chlorophylle et des phéopigments par spectrophotométrie (Lorenzen). Manuel des analyses chimiques en milieu marin : pp 72-143
- ANGELIER, E. 2003.** Introduction à l'écologie. Des écosystèmes naturels à l'écosystème humain. Edit : Tec et Doc, paris. 230 p.
- ARAB, A. 1989.** Etude des peuplements d'invertébrés et des poissons appliquée à l'évaluation de la qualité des eaux et des ressources piscicoles des Oueds mouzaia et chiffa. Thèse magister U.S.T.H.B : 173p.
- ARRIGNON, J. 1991.** Aménagement écologiques et piscicoles des eaux douces, 4ème édition Gauthier Villars, 631 p.
- ARRIGNON, J. 1998.** Amenagement piscicole des eaux douces. 5e édition. Paris Lavoisier. Tec. Doc.
- AYAD, W. 2017.** Evaluation de la qualité physico-chimique et bacteriologique des eaux souterraines : cas des puits de la region d'El Harrouch (Wilaya de Skikda), Mémoire de Doctorat, Université Badji Mokhetar, Annaba, 156 p.
- AZEROUAL. 2000.** L'ichtyofaune des eaux continentales du Maroc. Cybium, 24(Supplement 3), 17-22.
- AZZOUZI, N. 2013.** Analyse comparative des génomes d'espèces majeures pour l'aquaculture par cartographie RH et Identification des répertoires des récepteurs olfactifs (OR) et TAAR des cichlides. 202p.
- BA, N. 2006.** La communauté Phytoplanctonique du lac de Guiers (Sénégal) : Types d'associations fonctionnelles et approches expérimentales des factures de régulation. (Thèse de Doctorat de 3ème cycle. Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal). P: 10, 22.
- BARAS, E. 1992.** Etude des stratégies d'occupation du temps et de l'espace chez le barbeau fluviatile, *Barbus barbus* (L.). Ed. Service d'éthologie et de psychologie animale. Musée de Zoologie de l'université du liège. 12 (2-3), 125-442. Pp.145-148.
- BARBAULT, R. 1993.** Ecologie générale : Structure et fonctionnement de la biosphère. ED. Paris.326p
- BARBAULT, R. 2000.** Ecologie générale : structure et fonctionnement de la biosphère. Masson, Paris. 269p.
- BARNABE, G. 1989.** Aquaculture, Ed Lavoisier TEC et DOC volume 2, Paris, Pp.624-625

## Références bibliographiques

- BARROIN, G. 1999** : Limnologie appliquée au traitement des lacs et des plans d'eau. I.N.R.A. Thonon-les-Bains, 119p
- BEHRENFELD M.J., RANDERSON J.T., MCCLAIN C.R., FELDMAN G.C., LOS S.O., TUCKER C.J., FALKOWSKI P.G., FIELD C.B., FROUIN R., ESAIAS W.E., KOLBER D.D et POLLACK N.H. 2001.** Biospheric primary production during an ENSO transition. *Science*. 291: 2594–2597.
- BEHRENFELD, M.J. 2010.** Adandoning Sverdrup's Critical Depth Hypothesis on phytoplankton blooms. *Ecology*, vol. 4, n°91, p. 977-989.
- BELARBI, F. 2010.** Magister- Etude de la pluviométrie journaliere dans le bassin versant de la TAFNA. 140p
- BELKHEIR, A. et Hadj Ali, S.M. 1981.** Contribution à l'étude des mécanismes d'eutrophisation dans le lac de Tunisie : évolution des paramètres physico-chimiques et biologiques. *Bull. Inst. Scient. Teck. Océanogr. pêche Salombo. Tunis*. P : 81-98.
- BENAABIDETE, 2000.** Caractérisation hydrologique du bassin versant de Sebou : hydrogéologie, qualité des eaux et géochimie des eaux thermales. Thèse Doc. Es-sc., F.S.T. Fès. p250
- BENGTSSON, J. 1998.** Which species? What kind of diversity? Which ecosystem function? Some problems in studies of relations between biodiversity and ecosystem function. *Applied Soil Ecology*. 10 (3) : 191-199.
- BERTOLO, A. 1998.** Etude expérimentales sur le rôle des poissons dans le fonctionnement des systèmes pélagiques lacustres. Thèse de doctorat de l'université de Paris.85p
- BILLARD, R.A. 1995.** La qualité des eaux et son contrôle. In: "les carpes, biologie et élevage". Billard, R. (ED.), INRA. Publ. Parais. 56-74p
- BILLARD, R. 2005.** Introduction à l'aquaculture; Editions Tec&Doc. Collection Aquaculture-Pisciculture. Dirigée par Jacques Anignon. Lavoisier.
- BOUGIS, P. 1974.** Ecologie du Plancton marins, Tome 1 : Le Phytoplancton. P : 38,61, 81-84.
- BOUTOUX, 1993.** Introduction à l'étude des eaux douces. Edition Cebedoc.382p
- BURFORD, M.A. et PEARSON, D.C. 1998.** Effect of different nitrogen sources on phytoplankton composition in aquaculture ponds. *Aquat Microb Ecol*.15 : 277-284
- BURLOT G., BUTHON L., DAVIANE Y., DIDRI H., PABIOU T., RAFINI M. et VALINGOT C. 2000.** References Aquaculture (Anita de Bordeaux). Editions Synthèse Agricole: 623-630p
- CAPBLANCQ, J. 1974.** Recherche sur la productivité primaire des lacs adultes. Thèse de Doctorat, université Paul Sabatier de Toulouse. 230p.
- CAZALAS F. et GAUTRON R. 1993.** Maitriser les pollutions. Paris : les éditions de l'environnement.

## Références bibliographiques

- CEBRON A. 2004.** Nitrification, bactéries nitrifiantes et émissions de N<sub>2</sub>O. Thèse de doctorat, université Paris VI-Pierre et Marie Curie, p : 289
- CELLAMARE, M. 2009.** Évaluation de l'Etat Ecologique des Plans d'Eau Aquitains à partir des Communautés de Producteurs Primaires. Thèse de doctorat ; pp 55-119
- CEMAGREF, 2007.** Protocole standardisé d'échantillonnage, de conservation et d'observation du phytoplancton en plan d'eau. Rapport Cemagref. Agence de l'eau RhôneMéditerranée Corse. Lyon.19p
- CHAOCACHI B., BEN HASSINE O.K. et LEMOALLE J., 2002.** Impact du vent sur la transparence des eaux de la lagune de l'ICHKEUL .Bull. Inst. Natu. Scien. Tech. Mer de Salammbö .Vol. 29 .P: 87-93
- CHAPMAN D. et KIMSTACH V. 1996.** Selection of water quality variables. Water quality assissent: a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring, Chapman édition, 2nd ed. E & FN Spon; pp 59-126
- CHEVASSUS, B. 1983.** Hybridization in Fish. *Aquaculture*, 33, 245-262
- CHISHOLMh, S.W. 1995.** The iron hypothesis: Basic research meets environmental policy. *Reviews of Geophysics*. 33: 95RG00743.
- CHRISTOPHER B., BEHRENFELD M.J., RANDERSON J.T. et FALKOWSKI P.G. 1998.** Primary production of the biosphere: Integrating Terrestrial and Oceanic Components. *Science*, vol. 281, n° 5374, p.237-237.
- COTE, R. 2002.** Distribution spatio-temporelle du phytoplancton et du zooplancton dans le lac Saint-Jean (Québec), un réservoir hydroélectrique. *Rev. Sci. Eau*. 15 (3), 597-614.
- DAGET J. et DURAND R. 1981.** Poisson. In DURAND R. et LEVEQUE C, (1981) - Flore et Faune Aquatique de l'Afrique Sahelo-Soudaniennes, üRSTOM.Doc. Tech. (45). Pp 687-772
- DAGET, J. 1976.** Les modèles mathématiques en écologie. Masson édition, Paris. 170p
- DAJOZ, R. 2000.** Précis de l'écologie, 7ème Ed, Edition DUNOD.615p
- DAJOZ, R. 2006.** Précis d'écologie. Cours et questions de réflexion. Edition Dunod. 631p.
- DAUTA A. et FEUILLADE J., 1995.** Croissance et dynamique des populations algales. In : *Limnologie générale*. Pourriot R. et Mcybook M., Paris. Masson .Coll . Ecol. 25: 328 -350.
- DEMERS S., THERRIault T., BOURGET E. et BAH A., 1987.** Resuspension in the shallow sub littoral zone of a macrotidal estuarine environment: Wind influence. *Limnol. Oceanogr*. 32: 327-39.
- DESAGNE, P. 1999.** Aspect de la productivité primaire et secondaire d'un réservoir hydroélectrique Québécois. *Mem. Univ. Québec*. 70p.
- DIB, I. 2009.** L'impact de l'activité agricole et urbaine sur la qualité des eaux souterraines de la plaine de Gadaine-Ain Yaghout (Est Algérien), Mémoire de magister en hydraulique, construction hydro-technique et environnement, faculté des sciences de l'ingénieur, département d'hydraulique, Université Hadj Lakhdar, Batna, 127p.

## Références bibliographiques

- DOADRIO, 1994. AZEROUAL, 2000.** L'ichtyofaune des eaux continentales du Maroc. *Cybiurn*, 24(Supplement 3), 17-22
- DOROTHEE LE MAITRE, K. 1952.** La faune du dévonien inférieur et moyen de la Saoura et des abords de l'erg el djemel, 1<sup>er</sup> série paléontologie, 122P
- DUNCAN J. et LOCKWOOD J. 2001.** Spatial homogenization of aquatic fauna of Tennessee: extinction and invasion following land use change and habitat alteration. *Biotic homogenization* ed. by J.L. Lockwood and M.L. McKinney, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York pp. 245–258.
- DURAND J. et LEVEQUE C. 1981.** Flore et faune aquatique de l'Afrique Sahelo-Soudanienne. Editions de l'ORSTOM, Coll. Init. Doc. Tech. N° 45 Tome II pp 391-873
- DUSSART, B. 1992.** Limnologie. L'étude des eaux continentales. Éd. Gautiers. Villars, Paris, 736p.
- EL HAOUATI H., GUECHAOU M., CHAABAT DIS C., CHELIF H. et ARAB A. 2013.** -Distribution spatio-temporelle de la flore planctonique en fonction du degré de pollution dans le barrage de Boukourdane (Tipaza-Algérie). *Proceeding CIPCA4. TAGHIT (Bechar) – Algeria.* 106-113p.
- EL HAOUATI. H, 2015.** Adaptation d'un indice phytoplanctonique pour l'évaluation de la qualité des eaux des écosystèmes lacustres algériens. Thèse de Doctorat en Sciences. U.S.T.H.B. 242 p.
- EL HAOUATI. H, 2009:** Suivi des caractéristiques physico-chimiques et phytoplanctoniques du lac de Réghaia (wilaya d'Alger), USTHB. Mémoire de magister, 82p.
- EL HAOUATI. H et DJEMANE K, 2006.** Evaluation des ressources aquacoles (phytoplancton, zooplancton et poisson) du barrage Gargar (wilaya de Relizane). Mémoire d'ingénieur, USTHB. Alger.45p
- FAO : « Food and agriculture organization » :** L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
- FINDLEY D.L., KLINGH H.J., 1994.** Protocole de mesure de la biodiversité : Le phytoplancton d'eau douce. Ministère des pêches et océans Institut des eaux douces. 501 University Crescent Winnipeg (Manitoba) R3T2N6 Canada. 17P
- FINKEL, Z.V. 2001.** Light absorption and size scaling of light-limited metabolism in marine diatoms. *Limnol Oceanogr.* 46 : 86-94.
- FRONTIER S et ETIENNE, 1990.** Etude de la diversité spécifique par le moyen des diagrammes Rangs Fréquences : modélisation, variabilité d'échantillonnage. *Biométrie et océanographie*, 10 Actes de colloques, IFREMER : 145-177p
- FRONTIER. S et PICHOD-VIALE. D, 1999.** Ecosystème, structure, fonctionnement, évolution. 2<sup>ème</sup> édition : pp 447.
- FRONTIER. S, 1969.** Méthodes d'analyses statistiques applicables à l'écologie du plancton. Doc. Sci-Centre O.R.S.T.O.M. Nosy Be. 7. Multigr. 45p

## Références bibliographiques

- FRONTIER, S. et PICHOD-VIALE D., 1993.** Dynamique des populations. Ecosystème, structure, fonctionnement et évolution, 2eme éd. Masson, coll. d'écologie. 447p
- GAILHARD, I. 2003.** Analyse de la variabilité spatio-temporelle des populations micro-algales côtières observées par le « Réseau de surveillance du Phytoplancton et des phycotoxines » (REPHY). Thèse de Doctorat. Université de la Méditerranée (Aix-Marseille II).P : 1,14.
- GAUDREAU D. et MERCIER M., 1998.** La contamination de l'eau des puits privés par les nitrates en milieu rural, Edition Régie Régionale de la santé et des services sociaux de la Montérégie, p : 64
- GAUJOUS.D, 1995.** Pollution des milieux aquatiques (aide-mémoire) 2éme édition, p: 46
- GAUTHIER H. 1982.** Nouvelles recherches sur la faune des eaux continentales de l'Algérie et de la Tunisie. Minerv, Alger.189p.
- GAYRAL, P. 1975.** Les Algues : morphologie, cytologie, reproduction et écologie. Doin édit. Paris. P: 52,133-138.
- GISSI, 1999.** Dietary supplementation with n-3 polyunsaturated fatty acids and vitamin E after
- GJEDREM T. 1983.** Genetic variation in quantitative traits and selective breeding in fish and shellfish. *Aquaculture*, 33, 51-72
- GRANELI E., CARLSSON P., TURNER J.T., TESTER P., BECHEMIN C., DAWSON R. et FUNARI E., 1999.** Effects of N: P: Si ratios and zooplankton grazing on phytoplankton communities in the northern Adriatic Sea.I. Nutrients, phytoplankton communities in the northern Adriatic Sea .I. Nutrients, phytoplankton biomass and polysaccharide production .*Aquat Microb Ecol.* 18 : 37-54.
- GREGORIO C. et PIERRE-MARIE B. 2007.** Traitement et épuration des eaux industrielles polluées: Procédés, Presses Univ. Franche-Comté, 356 p.
- HACINI M., KHERCI N. et OELKERS E. 2008.** Mineral precipitation rates during the complete evaporation of the Merouane Chott ephemeral lake. *Geochimica et cosmochimica Acta*, v.72, iss.6, 1597 p
- HAMAIDI-CHERGUI, F. 2012.** Contribution à la connaissance des peuplements planctoniques de six plans d'eau du nord de l'algerie. Thèse de doctorat. Université saad dahlab. Blida. 499p
- HAMZAOUI. DJ, 2015.** Thèse du Doctorat : Etude de la repartition des macroinvertébrés benthiques de l'oued Saoura (Wilaya de Béchar).123P.
- HANSEN G., TURQUET J., QUOD J.P., TEN HAGE L., LUGOMELA C., KYEWALYANGA M., HURBUNGS M., WAWIYE P., OGONGO B., TUNJE S. et RAKOTOARINJANAHARY H., 2001.** Potentially Harmful Microalgae of the Western Indian Ocean. *Manuals and Guides* 41. P: 5, 79.
- HECKER N., COSTA L.T., FARINHA J. et TOMAS VIVES P. 1996.** Inventaire des zones humides Méditerranéennes : Collecte des données. Publication Med Wet / Wetlands International / Instituto da Conservação da Natureza. Volume II, Lisbonne. 99p.



## Références bibliographiques

- HOUADEF R. et SALEM D., 2007.** Monographie écologique de la zone humide du Barrage Koudiet M'daouar (Timgad, Batna) Mémoire d'Ingénieur en écologie végétal et environnement. Université El Hadj Lakhder. Batna. 103p
- HUET, M. 1962.** Influence du courant sur la distribution des poissons dans les eaux courantes. Hydrol. 412-432.
- HUTCHINSON, G.E. 1957.** A treatise on Limnology. Vol 1. Geography, Phsico and Chemistry. John Wilcy and Sono. Inc. New York. P: 1115.
- ILTIS, A.1966.** Les algues d'eau douce initiation à la systématique. Tome1 : les algues vertes, Edition N. Boubée et Cie 3. Place Saint-André-Des-ART, part, PARIS-6 e .Pb. 9-10.
- JACQUES. M, 2006.** Océan et climat, IRD Editions, 222p
- KABOUR A., HANI A., MEKKAOUI A et CHEBBAH L. 20110.** Evaluation et gestion des ressources hydrique dans une zone aride. Cas de la ville de Béchar (Sud-Ouest Algérien). Larhyss Journal, n°9. pp : 7-19
- KACI, Z. 2013.** Ecologie trophique d'une population de loutre *Lutra lutra* (L. 1758) inféodée au barrage du Djorf Torba (Kenadsa-Béchar) durant deux saisons (Hiver-Printemps). P : 137.
- KRAIEM M., PATTEE E. 1988.** Salinity tolerance of the barbel, *Barbus callensis* Valenciennes, 1842 (Pisces, Cyprinidae) and its ecological significance. Hydrobiologia. 166, 263-267
- KROM M.D., KRESS N., BRENNER S. et GORDON L.I. 1991.** Phosphorus limitation of primary productivity in the eastern Mediterranean Sea. Limnol.Oceanogr. 36: 424-432.
- LACAZE, JC. 1996.** Eutrophisation des eaux marines et continentales : causes manifestation, conséquences et moyens de lutte. Edition Ellipse.191p.
- LACHEVANNE, J. 1980.** Les manifestations de l'eutrophisation des eaux dans un grand lac profond de Léman, département de biologie végétale. Université de Genève. 151p
- LACOSTE, A. et SALANON, R. 2001.** Eléments de biogéographie et d'écologie.2éme Edition NATHAN Université. 300p.
- LAUZANNE, L. 1988.**Les habitudes alimentaires des poissons d'eau douce africains. Inn : Biologie et écologie des poissons d'eau douce africains (Lévêque C, Bruton M. N. et Ssentongo G. W. eds). ORSTOM, Paris. pp 221-242.
- LEVASSEUR M.E., THERRIAULT J.C. et LEGENDRE L. 1984.** Hierarchical control of phytoplankton succession by physical factors. Mar. Ecol. Prog. Ser. 19: 211-222.
- LEVEQUE C., PAUGY D. et TEUGELS G. 1992.** Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest. Tome 1 et 2. Editions ORSTOM. 902 p.
- LEVEQUE, C. 1996.** Ecosystèmes aquatiques. Edition IRD. 159p.
- LEVEQUE, C. 2001.** De l'écologie à la biosphère. Dunod. Paris 502p

## Références bibliographiques

- LEYNAUD G. et VERREL J.L. 1980.** Modification du milieu aquatique sous l'influence des pollutions. Pollution des eaux continentales. Incidence sur biocénoses aquatiques. Gautier Villars 2ème éd, Paris, pp.128
- LINDSEY R et SCOTT M. 2010.** What are Phytoplankton In NASA Earth Observatory . NASA Earth Observatory. <http://earthobservatory.nasa.gov/features/phytoplankton/> (page consultée le 2 février 2014).
- LUKAC M. et AEGERTER R. 1993.** Influence of trace metals on growth and toxin production of *Microcystis aeruginosa*. Toxic on 31: 293-305
- MAHIDDINE, F. 2017 :** Etude comparative de la répartition du phytoplancton en fonction du degré de pollution dans le lac de Réghaia (wilaya d'Alger) et le barrage de Ghrib (wilaya d'Ain Defla).Mémoire de master, Université de Blida 1. 60p
- MANN K.H. et LAZIER J.R.N. 1966.** Dynamics of marine's ecosystems. Blackwell Science Inc. P: 394.
- MARCEL, J. 1995.** La qualité de l'eau en étange d'alevinage. In: "les carpes, biologie et élevage". Billard, R. (ED.), INRA. Publ. Parais. 74-77p.
- MATTHEWS R., HILLES M. et PELLETIER G. 2002.** Determining trophic state in lake Washington (USA), a self water lake exhibiting seasonal nitrogen limitation. Hydrobiologia.468, 107-121.
- MERZOUGUI, T 2011.** Caractérisation hydro géologique et modélisation d'un Aquifère alluvial en zone hyper aride : cas de la nappe De la palmeraie de béni abbés (vallée de la saoura, sud-ouest algérien). Université de Tlemcen.
- MINISTERE de l'Hydraulique,** Direction des Milieux et de la Recherche Hydraulique 1976 :« Etude des apports de la crue de septembre-octobre 1976 à la station hydrométrique de Kheneg Larouia sur le bassin versant de l'Oued Seggueur» Dossier n°13.03.21.
- MOLLO, P et NOURY, A. 2013 .**Le manuel du plancton, Éditions Charles Léopold Mayer, Essai N° 195, France, 198p.
- MOSS, B. 1980.** Ecology of Freshwaters. Blackwell Scientific Publications, Oxford .NP
- MOYLE et CECH. 2004.** Fishes: an introduction to ichthyology. No. 597 MOY. 2004
- MULHAUSER B. et MONNIERS G. 1995.** Guide de la faune et de la flore des lacs et des étangs d'Europe, Edition Delachaux et Niestle.p335
- NELSON, J. 1994.** Fishes of the world. 3ème édition. John Wiley and Sons, New York. 600 p
- NISBET M. et VERNEAUX J. 1970.** Composants chimiques des eaux courantes, discussion et proposition des classes en tant que base d'interprétation des analyses chimiques. Annales de limnologie 1,6 Fasc ; 161-190p.
- O.C.D.E., 1982.** Organisation for Economic Cooperation and Development: Eutrophisation of waters. Monitoring assessment and Control. Environnement Directorate, Final Report. Paris. 154p

## Références bibliographiques

**O.N.M** : Office National de Météorologie, Données climatiques.

**PARADIS, O. 1979.** Ecologie. Edition Decaries.450p

**PELLEGRIN (1920,1921,1939), SEURAT (1922,1930), CAUVET (1930), THEVENIN (1936), LOUNACI (2012), DIEUZEIDE et CHAMPAGNE (1950), ARRIGNON (1962), ALMACA (1969,1977,1979), KRAIEM (1983,1993), LEBERRE (1989), BOUHADDAD (1993), AZEROUALETAL (2000), ZOUAKHETAL (2004), BLANCOETAL (2006), BACHA et AMARA (2007), MEDDOUR (1988), LOUCIF (2009) et KARA (2011).** Les poissons d'eau douce d'Algérie: inventaire et répartition.

**POURRIOT, R. 1982.** Ecologie du plancton des eaux continentales. Masson. Paris P:198.

**RACHIQ, S. 2003.** Structure et fonctionnement du peuplement phytoplanctoniques et capacités phagotrophes des micro-algues dans les réservoirs ALLAL El Fassi (Maroc).

**RAMADE, F. 1984.** Ecologie fondamentale. Éd. Mc Graw Hill, Paris.

**RAMADE, F. 1993.** Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Ed. Science international, Paris, 822 p.

**RAMADE, F. 2005.** Eléments d'écologie : écologie appliquée. Edit Dunod. 6e édition. Paris, 863p

**REJSEK, F. 2002.** Analyse des eaux. Aspects réglementaires et techniques. Ed. CRDP Aquitaine. 360p.

**REYNOLDS C.S., 1998.** What factors influence the species composition of phytoplankton in lakes of different trophic status. *Hydrobiologia*. 11 (26): 369-370.

**RICKLIFS et MILLER. 2005.** Ecologie. Edit. De Boeck. 821p

**RODIER J., BAZIN C., BROUTIN J.P., CHAMBON P., CHAMPSAUR H et RODI L. 1996.** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires et eau de mer. 8e édition. Dunod, Paris. 1383p.

**RODIER, J. 2009.** Analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer : chimie, physico-chimie, bactériologie, 9ème Ed, Edition Dunod .1383p.

**RODIER J., LEGUBE B., MERLET N. et COLL, 2009.** L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer.9ème édition, Dunod, Paris, p : 50, 107,118.

**RODIER. J, 2007.** Analyse de l'eau « eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer » Edit. Dunod, 8e édition Paris 1383p

**RYDING S.O et RAST W. 1994.** Le contrôle de l'eutrophisation des lacs et des réservoirs. éd. MassonUnesco. 294 p.

**SACCHI C.F. et TESTARD P. 1971.** Ecologie animales : organismes et milieux, Edition DOIN ; 480p.

**SEVRIN-REYSSAC J., LA NOUE J. et PROULX D. 1995.** Le recyclage du lisier de porc par lagunage. Lavoisier. Paris. P: 17.

## Références bibliographiques

- STICKNEY H.L., HOOD R.R et STOECKER D.K., 2000.** The impact of mixotrophy on planktonic marine ecosystems. *Ecol. Model.* 125 (2-3): 203-203.
- STUMM W. et MORGAN J.J., 1996.** Aquatic Chemistry: Chemical equilibrium and rates in natural Waters. Wiley. Inter. Science. Publication. Third edition. P: 1024.
- SVERDRUP H. 1955.** The place of physical oceanography in oceanographic research. *Journal of Marine Research*, vol. 14, n°4, p.287-294.
- TABOADA F.G et ANADON R. 2013.** Seasonality of North Atlantic phytoplankton from space: impact of environmental forcing on a changing phenology (1998-2012). *Global Change Biology*, vol. 20, p. 698-712.
- TALIA A. et MEDDI M. 2011.** Etude des crues d'oued Seggueur (Sud-Ouest algérien), Laboratoire des sciences et techniques de l'eau, Université de MASCARA, 29000, Alegria.
- TEUGELS G et AGNESE J. 2001.** The Bathyclarias-Clarias species flock. A new model to understand rapid speciation in African Great lakes. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Série III - Sciences de la Vie - Life Sciences*, pp 683-688
- TIDADINI M et AMDOUN A, 2003.** Etude hydro-biologique du lac de barrage de Boukourdane (w. Tipaza) : pp 110.
- TOWNSEND D.W. 2012.** Oceanography and Marine Biology, An Introduction to Marine Science. Sunderland, Massachusetts, USA, Sinauer Associates, Inc., 512p.
- UTERMÖH, H. 1958.** zur vervollkommung der quantitativen phytoplankton - methodik.mitt.int.verein.limnol.,9 :1 -39p
- VERLAQUE, 1977.** Etude du peuplement phytobenthique au voisinage de la centrale thermique de Martique-ponteau sur le Macrophyt benthos Golf de Fos. Fr. Méditer. Thèse de 3ème cycle. Unive.Aix-Marseille. Fr.172p
- VERNEAUX J. 1980.** Fondements biologiques et écologiques de l'étude de la qualité des eaux continentales. Principales méthodes biologiques. In P. La pollution des eaux continentales.289-345.Ed.Gauthier-Villars (Paris) 345p.
- VINCENT B. et SAIDOU O. 1990.** Rôle des variations de conductivité de l'eau et d'autres facteurs externes dans la croissance ovarienne d'un poisson tropical, *Brcpinus Zeuciscus* (Characidae). *Aqua. Liang Resour.* 90/03 153
- WINDER M. et SOMMER U. 2012.** Phytoplankton response to a changing climate. *Hydrobiologia*, p. 5-16.
- YAMANI, K. 2005.** Contribution au développement d'une méthodologie pour l'étude du bilan hydrologique à l'échelle d'un bassin versant (Cas de la région de Brézina) (Wilaya d'El Bayadh).130p



*Annexe 1*

## Méthodes de dosage des différents paramètres

### I) Le paramètre physique

**Tableau 1 : Azote ammoniacal**

**Méthode de dosage : Spectrophotométrie (RODIER et *al.*, 2005)**

Elément	Réactifs	Mode opératoire	Expression des résultats
<i>Azote ammoniacal</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Solution de Phénol-Nitroprussiate de sodium (réactif 1).</li> <li>-Solution d'alcaline d'hypochlorite (réactif 2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Prendre 100 ml d'échantillon</li> <li>-Ajouter 3ml de réactif 1, boucher et agiter pour mieux homogénéiser. - Ajouter 3 ml du réactifs 2 boucher et agiter puis le placer à l'abri de la lumière pendant 6 à 8 h à une température ambiante.</li> <li>-Mesurer l'absorbance à la longueur d'onde 630 nm.</li> <li>- par rapport à l'eau distillée, en cuve de 10 cm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-La teneur en azote ammoniacal exprimée en mg/l</li> </ul>

### II) Les paramètres chimiques :

**Tableau 2 : Nitrites**

**Méthode de dosage : Spectrophotométrie (Rodier *al.*, 2005).**

Elément	Réactifs	Mode opératoire	Expression des résultats
<i>Nitrites</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- réactif de zambelli.</li> <li>- Ammoniaque pure.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prendre 50 ml de l'eau à analyser.</li> <li>- ajouter 2 ml de réactif de zambelli.</li> <li>-agiter et laisser reposer 10mn.</li> <li>-ajouter 2 ml d'Ammoniaque pure.</li> <li>- mesurer l'absorbance à la longueur d'onde de 435 nm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-La teneur en nitrites exprimée en mg/l</li> </ul>

Tableau 3 : Nitrates

Méthode de dosage : Spectrophotométrie (Rodier *al.*, 2005).

Elément	Réactifs	Mode opératoire	Expression des résultats
<i>Nitrates</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Solution de salicylate de sodium.</li> <li>- Acide sulfurique concentré.</li> <li>- Solution d'hydroxyde de sodium et de tartrate double de sodium et de potassium.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prendre 10 ml de l'eau à analyser.</li> <li>- Ajouter 1 ml de solution de salicylate de sodium.</li> <li>-Agiter et laisser reposer 10mn.</li> <li>-Evaporer à sec et laisser refroidir.</li> <li>-Reprendre le résidu par 1 ml d'acide sulfurique concentré, attendre 10mn.</li> <li>-Ajouter 15ml d'eau distillé puis 10 ml de solution d'hydroxyde de sodium et de tartrate double de sodium et de potassium.</li> <li>- Mesurer l'absorbance à la longueur d'onde de 415nm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-La teneur en nitrates exprimée en mg/l</li> </ul>

Tableau 4 : Phosphates

Méthode de dosage : Colorimétrie (Rodier *et al.*, 2005)

Elément	Réactifs	Mode opératoire	Expression des résultats
<i>Phosphates</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solution de Molybdate d'ammonium</li> <li>- Solution d'oxytartrate de potassium et d'antimoine</li> <li>- Acide sulfurique</li> <li>-Acide ascorbique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Préparer le mélange des réactifs</li> <li>- Ajouter le mélange aux échantillons</li> <li>- Attendre 30 mn et mesurer l'absorbance à 885nm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La teneur en phosphates exprimée en mg/l</li> </ul>



Fig. 1 : Analyseur multiparamètre de type W.T.W 340 I.



Fig. 2 : Disque de Secchi



Fig. 3 : Microscope inversé



Fig. 4 : Spectrophotomètre modèle HACH



Fig. 5 : Balance



Fig. 6 : Plaque chauffante

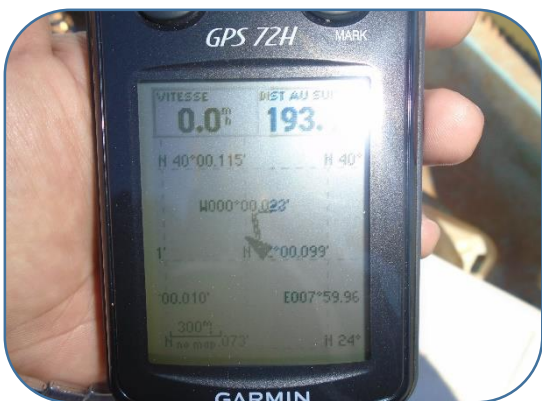


Fig. 7 : GPS

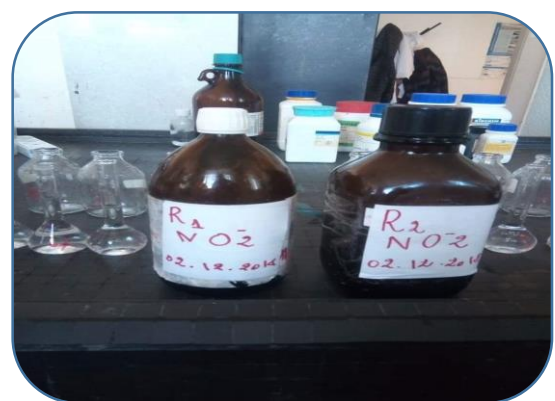


fig. 8 : Réactifs





Fig. 9 : Filet à plancton



Fig. 10 : Lugol



Fig. 11 : Piluliers du phytoplancton



Fig. 12 : Echantillon prélevé

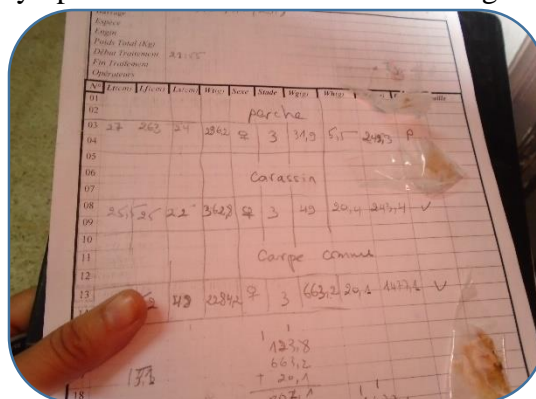


Fig. 13 : Fiche technique



Fig. 14 : Filet à pêche



Fig. 15 : Embarcation pour le barrage



*Annexe 2*

### 1. Photos des sites étudiés

Quelques photos originales prises in situ dans les deux barrages :



**Le déversoir du barrage**



**La digue du barrage**



**La rive droite du barrage**



**La rive gauche du barrage**

**Barrage de Djorf Torba**



**L'amont du barrage**



**La digue du barrage**



**Le centre du barrage (station C)**



**Région près de la digue**

**Barrage de Brézina**

**Classes algales trouvées dans différents milieux lacustres algériens et leurs caractéristiques principales basées sur des aspects morphologiques et cytologiques  
(EL HAOUATI et al., 2015)**

**Les Chlorophycées ou algues vertes : ( les photos sont originales)**

Pigments : chlorophylles « a » et « b »; xanthophylles: luteine, violaxanthine.

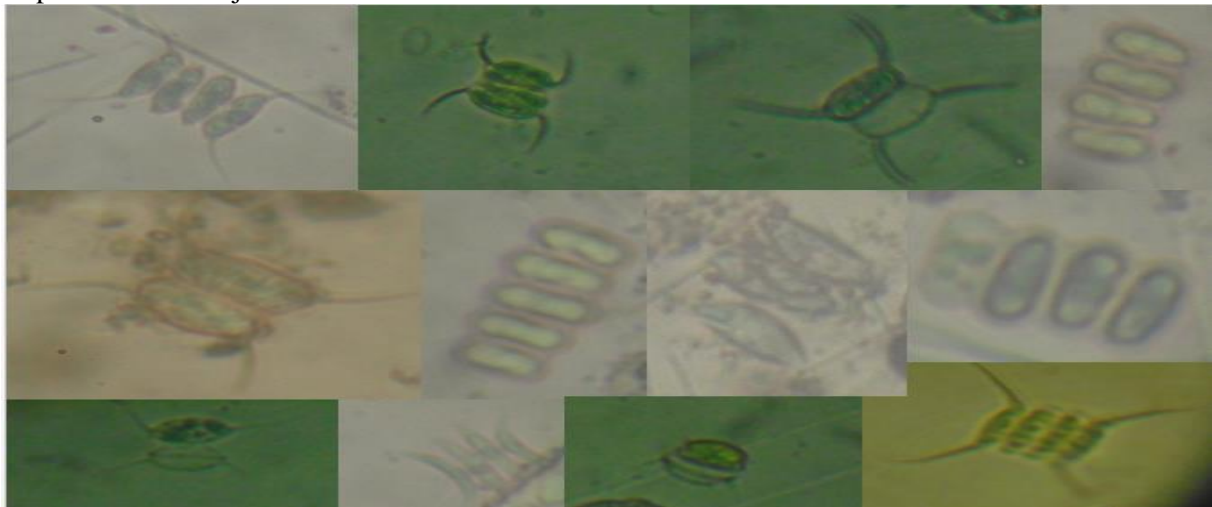
Substance de réserve : amidon intraplastidial

Paroi cellulaire : principalement cellulose.

Morphologie : unicellulaire, coloniale, filamenteuse, cénobiale, formes avec ou sans flagelles.

Reproduction : asexuée (fission binaire) et sexuée (isogamie, anisogamie et oogamie).

Ecologie : les espèces d'eau douce les plus rencontrées appartiennent aux ordres suivants : *Zyematales*, *Volvocales* et *Chlorococcales*. Les algues qui présentent les plus larges tolérances aux conditions ambiantes et les taux de croissance les plus élevés se recrutent parmi les espèces du genre *Chlorella*. Leurs respirations se trouvent stimulées en présence de cyanures, alors que ces derniers inhibent la respiration de la majorité des autres formes de vie.



**Les Bacillariophycées ou diatomées :**

Pigments: chlorophylles: a, c1, c2 et c3; xanthophylles: fucoxanthine, diatoxanthine, diadinoxanthine.

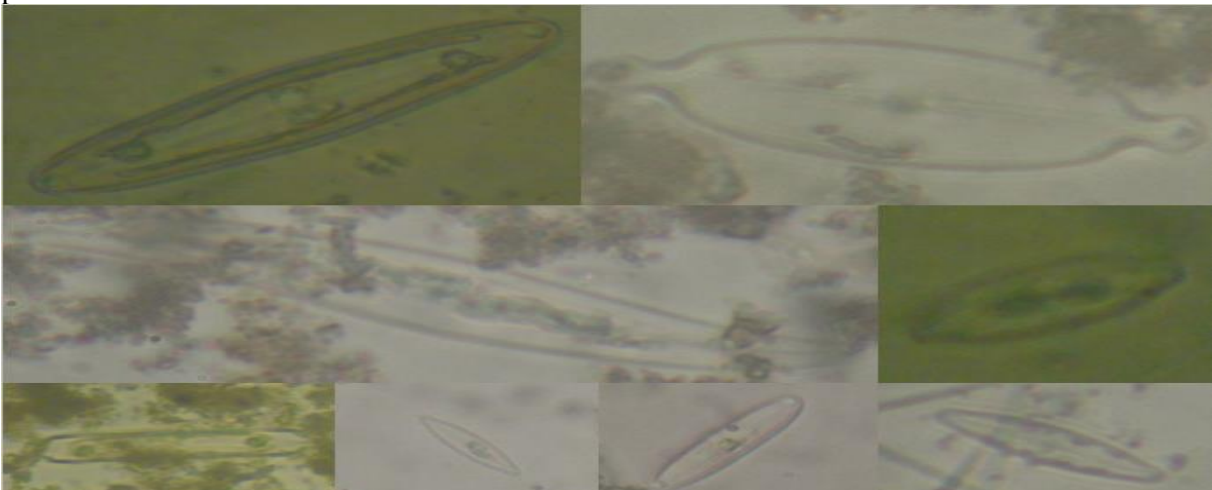
Substance de réserve: chrysolaminarine, lipides

Paroi cellulaire: siliceuse ornementée (frustule).

Morphologie: pennéc (symétrie bilatérale) ou centrique (symétrie radiale).

Reproduction: asexuée (division cellulaire) et sexuée (oogamie chez les centriques, isogamie chez les pennées).

Ecologie : Les diatomées sont utilisées comme indicateurs stratigraphiques en exploration pétrolière, comme bio-indicateurs de la qualité des eaux douces, pour la reconstitution des paléoenvironnements, pour le verdissement des Huîtres.



**Les Cyanophycées ou Cyanobactéries :**

Pigments: chlorophylle a; phycobilines (phycocyanine, allophycocyanine, phycocrythrine).

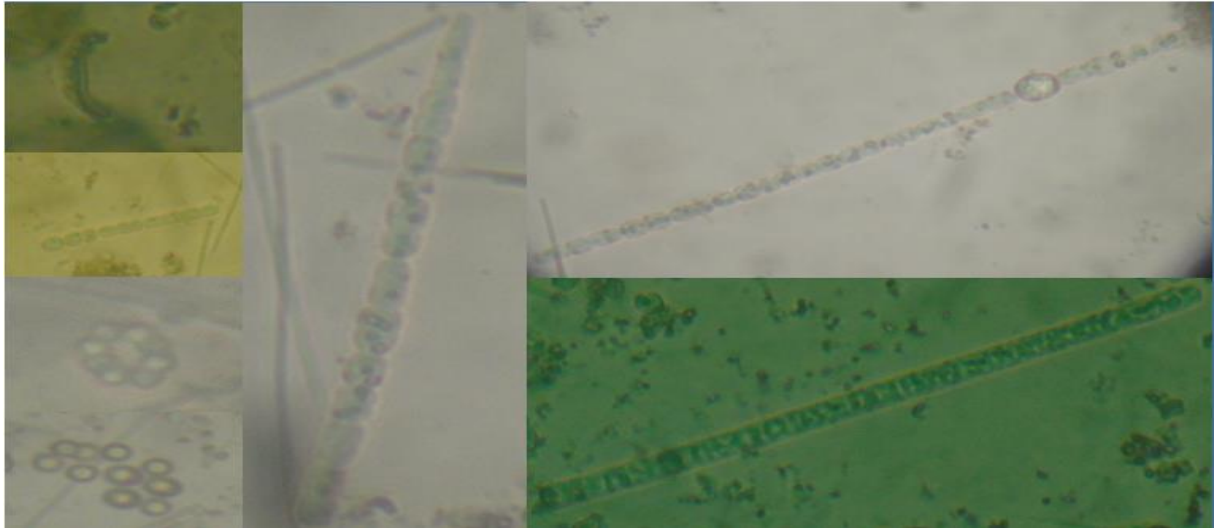
Substance de réserve: glycogène, cyanophycine.

Paroi cellulaire: peptidoglycane.

Morphologie: unicellulaire, coloniale, filamenteuse

Reproduction: asexuée (fission binaire, fragmentation).

Ecologie : Les Cyanophycées représentent souvent les derniers être capables de supporter l'agressivité du milieu. D'autre part certaines espèces sont capables de métaboliser l'azote atmosphérique grâce à l'existence de cellules spécialisées « les heterocystes ».

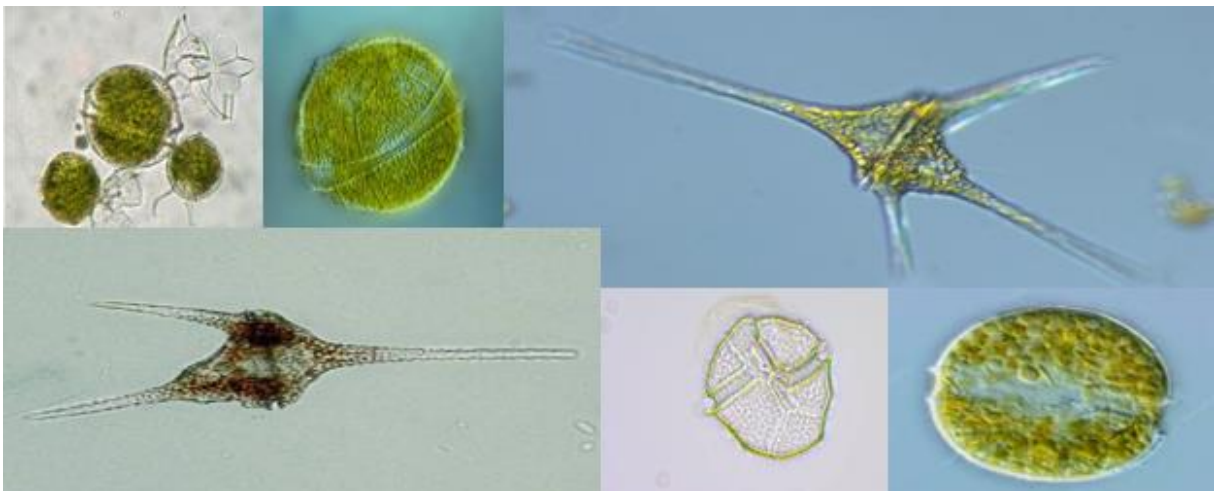
**Les Dinophycées ou dinoflagellés :**

Pigments: chlorophylles: a et c2; xanthophylles: peridrine, diadinoxanthine.

Substance de réserve: amidon, lipides.

Paroi cellulaire: si présente, constituée de cellulose. Morphologie: principalement unicellulaire, cellules nues ou renforcées par des plaques polygonales, avec 2 flagelles perpendiculaires. Reproduction: asexuée (fission binaire, formation d'aplanospores) et sexuée (isogamie, anisogamie).

Ecologie : Certaines Dinophycées sont réputées être toxiques. Les Dinophycées constituent le deuxième plus important producteur primaire après les Diatomophycées en eaux côtières.



**Les Cryptophycées :**

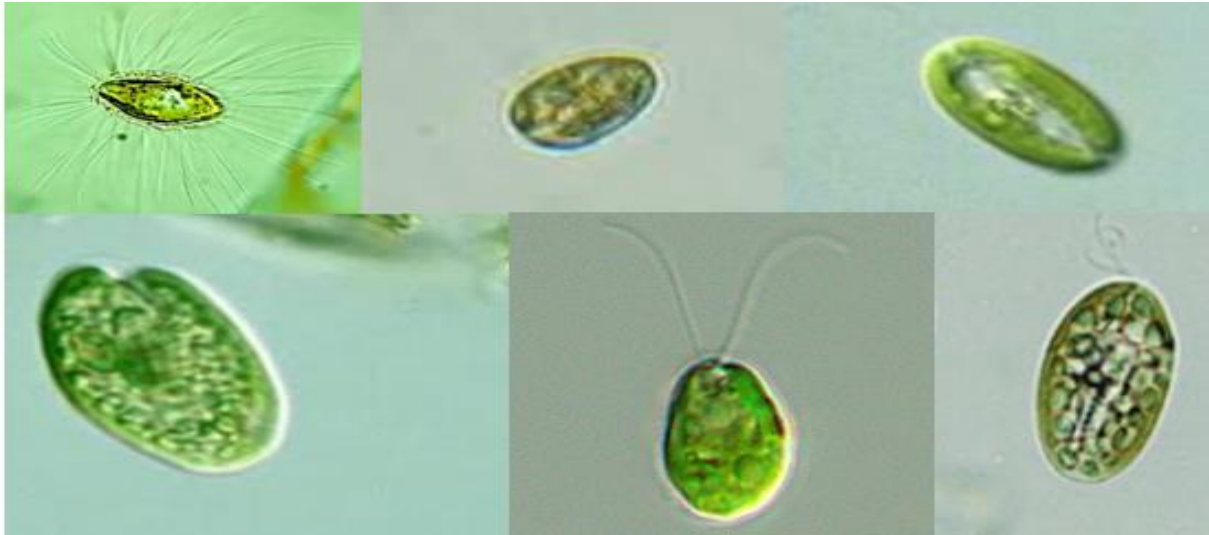
Pigments: chlorophylles: a et c2; phycobilines: phycocyanine, phycocrythrine.

Substance de réserve: amidon extraplastidial.

Paroi cellulaire: généralement absente.

Morphologie: cellules nues, ovales et aplaties, avec 2 flagelles inégaux.

Reproduction : principalement asexuée (fission binaire).

**Les Chrysophycées ou algues dorées :**

Pigments : chlorophylles a, c1 et c2; xanthophylles: fucoxanthine, diatoxanthine, diadinoxanthine.

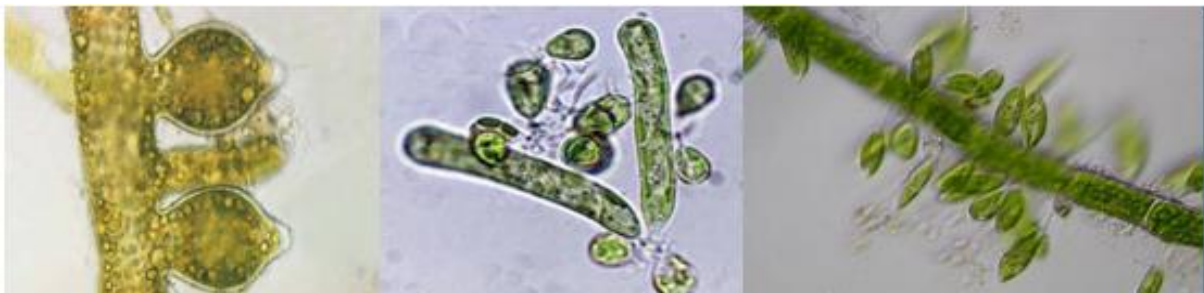
Substance de réserve: chrysolaminarine, lipides.

Paroi cellulaire: écailles de silice et cellulose.

Morphologie: unicellulaire ou coloniale (rarement filamenteuse), cellules nues ou enveloppées par une structure protectrice (lorique), 1 ou 2 flagelles.

Reproduction: asexuée (fission binaire, zoosporulation) et sexuée (isogamie).

Ecologie : Chrysophycées, Xanthophycées, Cryptophycées, la plupart de ces classes renferment des espèces assez communes dans des eaux de bonne qualité, ces algues sont les premières touchées par les polluants.



Tab. 1 : les poissons d'eau douce en Algérie (DOADRIO, 1994 ; AZEROUAL et al., 2000)

Familles	Espèces	Auteurs	Nom commun
Clupeidae	<i>Alosa alosa</i> (Linnaeus, 1758)	Bacha & Amara (2007), Kara (2011), Fishbase (2010)	Gaspereau
	<i>Alosa fallax fallax</i> (Lacepede, 1803)	Bacha & Amara (2007), Kara (2011)	Alose feinte
Salmonidae	<i>Salmo trutta macrostigma</i> (Duméril, 1858)	Bacha & Amara (2007), Moreau et al., 1988, Kara (2011), Fishbase (2010), Gervais (1867)	Truite à grosse taches ou truite de corse
	<i>Salmo trutta</i> (Linnaeus, 1758)	Kara (2011), Bo Delling & Doadrio (2005)	Truite commune
	<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792)	Bacha & Amara (2007), Kara (2011)	Truite arc-en-ciel
Anguillidae	<i>Anguilla anguilla</i> (Linnaeus, 1758)	Bacha & Amara (2007), Kara (2011), Fishbase (2010), IUCN (2001), Gervais (1853, 1867)	Anguilla
Cyprinodontidae	<i>Aphanius iberus</i> (Valenciennes, 1846)	Bacha & Amara (2007), Kara (2011), Fishbase (2010), IUCN (2001), Garcia-Berthou & Moreno-Amich (1991), Wildekamp et al.(1986)	Aphanius d'Espagne
	<i>Aphanius saourensis</i> (Blanco et al., 2006)	Bacha & Amara (2007), Kara (2011), Fishbase, (anonyme) (2010)	Aphanius saharien
	<i>Aphanius fasciatus</i> (Valenciennes, 1821)	Bacha & Amara (2007), Kara (2011), LeBerre (1989), Fishbase (2010), IUCN (2001), Chaoui et al., (2006)	Aphanius de Corse
	<i>Aphanius apodus</i> (Gervais, 1853)	Bacha & Amara (2007), Kara (2011), Fishbase, (anonyme) (2010), Gervais (1867)	-----
Esocidae	<i>Esox lucius</i> (Linnaeus, 1758)	Bacha & Amara (2007), Moreau et al.,(1988), Kara (2011), Fishbase (2010), Guichenot (1850), Gervais (1853)	Grand brochet
Atherinidae	<i>Atherina boyeri</i> (Risso, 1810)	Bacha & Amara (2007), Fishbase, (2010)	Joël
Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	Bacha & Amara (2007), Fishbase, (2010), Meddour (2010)	Mulet gris ou Muge
	<i>Liza ramada</i> (Risso, 1810)		Mulet capiton, Ramada ou Mulet blanc
	<i>Liza aurata</i> (Risso, 1810)	Bacha & Amara (2007), Fishbase, (2010)	Mulet doré
	<i>Liza saliens</i> (Risso, 1810)		Muge sauteur ou Mulet sauteur
	<i>Chelon labrosus</i> (Risso, 1827)		Mulet à grosse lèvres



Cyprinidae	<i>Barbus nasus</i> (Gunther, 1874)	Bacha & Amara (2007), Kara (2011)	Barbeau
	<i>Barbus callensis</i> (Valenciennes, 1842)	Bacha & Amara (2007), Kara (2011), LeBerre (1989), Guichenot (1850), Gervais (1853), Rafael & Doadrio (1999), Fishbase (2010), Meddour (2010), Pellegrin (1939)	Barbeau
	<i>Barbus deserti</i> (Blecker, 1863)	Bacha & Amara (2007), Kara (2011), LeBerre (1989), Fishbase (2010), Lhote (1942)	Barbeau du désert
	<i>Barbus leptopogon</i> (Schimper, 1863)	IUCN (2010), Fishbase (2010), Guichenot (1850), Gervais (1853)	Barbeau
	<i>Cyprinus carpio carpio</i> (Linnaeus, 1758)	Bacha & Amara (2007), Guichenot (1850), Kara (2011), Fishbase (2010), Meddour (2010)	Carpe commune
	<i>Aristichthys nobilis</i> (Richardson, 1845)	Bacha & Amara (2007), Kara (2011), Fishbase (2010), Meddour (2010)	Carpe grande bouche
	<i>Hypophthalmichthys molitris</i> (Valenciennes, 1844)		Carpe argentée
	<i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes, 1844)		Carpe herbivore
	<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck & Schlegel, 1846)	Bacha & Amara (2007), Kara (2011), Fishbase (2010)	Pseudorasbora
	<i>Pseudophoxinus punicus</i> (Pellegrin, 1920)	Meddour (2010), IUCN (2010), Léveque & Daget (1984)	
	<i>Pseudophoxinus callensis</i> (Guichenot, 1850)	Bacha & Amara (2007), Kara (2011), LeBerre (1989), Fishbase (2010), Meddour (2010), Gervais (1853, 1867)	Ablette d'orient
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)	Kara (2011)	Gardon rouge
	<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	Bacha & Amara (2007), Kara (2011)	Ablette
<i>Carassius auratus auratus</i> (Linnaeus, 1758)	Carpe dorée		

**Photos des poissons pêchés dans notre sortie en Hiver**

**Dans le barrage de Djorf Torba**



**Carassin**



**Carpe commune**



**Barbeau**

**Dans le barrage de Brézina**



**Perche**



**Carassin**



**Carpe commune**



**Carpe à grand Bouche**