N° d'ordre :

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

Faculté des Sciences de la Terre & de l'Univers

Département des Sciences de la Terre

Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique & Paléoenvironnement

Mémoire de fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme

de Master académique en Sciences de la Terre

Option : Géologie des Bassins Sédimentaires

Thème :

Aperçu sur les diatomées des conditions extrêmes : exemple d'un écosystème lacustre du Sahara Algérien

Présenté par :

Talbi Nour El Houda

Soutenu le : 18/06/2026 devant la commission pédagogique composée de :

M. Belhadji Ahmed	Maître de Conférences A	Université d'Oran 2	Président
Mme. Bezzeghoud Bouchra	Maître de Conférences B	Université d'Oran 2	Rapporteur
Mme. Tandjaoui Radia	Maître Assistante A	Université d'Oran 2	Examinatrice

Oran 2026

إهداء

بسم الله الرحمن الرحيم

(فَرِحِينَ بِمَا آتَاهُمُ اللَّهُ مِنْفَضْلِهِ)

بعد سنوات من الاجتهاد والسعي المتواصل،

وسنوات حملت في طياتها التعب والصبر والتحديات،

أقف اليوم على عتبة التخرج، لا لأن الطريق كان سهلاً، بل بفضل الله وتوفيقه،

فهذا الإنجاز لم يكن خطوة فردية،

بل كان حصيلة دعم وحب ومساندة أشخاص كان لوجودهم أعظم الأثر في مسيرتي

إلى من منحوني القوة والأمل... أهدي هذا الإنجاز

إلى والدتي

التي كانت النور في طريقي، ومصدر الحب والحنان والدعاء

إلى من سهرت وتعبت من أجلي، وكانت سندي في كل خطوة،

أهديكِ هذا الإنجاز عربون حب وامتنان، ففضلكِ عليّ لا يُقدّر بثمن

إلى أخي الراحل

رحمك الله وأسكنك فسيح جناته

كنتَ سندًا وأمانًا ووجهًا لا يفارقني بالدعاء والمحبة

رغم غيابك، ما زال أثرك الطيب حاضرًا في قلبي وفي كل خطوة من حياتي

أهديك هذا النجاح، وأدعو الله أن يجعل لك نصيبًا من دعواتي وفرحتي اليوم

إلى رفيقات الرحلة

صديقاتي اللواتي شاركنني الطريق، وساهمن في صنع ذكريات لا تُنسى،

فكان وجودكن مصدر قوة وسند لتجاوز الصعوبات

وما أنا اليوم إلا بفضل الله تعالى،

الذي وفقني وأعانني، ومنحني القدرة على الوصول إلى هذه المرحلة التي طالما حلمت بها

AVANT-PROPOS

Avant toute chose, je remercie ***Allah***, le Tout-Puissant, de m'avoir accordé la santé, la patience, le courage et la volonté nécessaires pour mener à bien ce travail. Je suis également reconnaissante envers moi-même pour les efforts fournis, la persévérance et la détermination dont j'ai fait preuve tout au long de ce parcours.

J'adresse mes plus sincères remerciements à mon encadrant, ***Mme Bezzeghoud Bouchra***, pour sa disponibilité, ses précieux conseils, son soutien constant ainsi que la confiance qu'elle m'a accordée durant la réalisation de ce mémoire. Son accompagnement et ses orientations ont été d'une grande valeur pour l'aboutissement de ce travail.

Mes remerciements s'adressent également à ***M. Belhadji Ahmed***, président du jury, pour l'honneur qu'il me fait en acceptant de présider ce jury et d'évaluer ce travail.

Je tiens aussi à remercier ***Mme Tandjaoui Radia***, examinatrice, pour l'intérêt porté à ce mémoire et pour le temps consacré à son évaluation.

J'exprime ma profonde gratitude à ***M. Bouhameur Mansour*** pour son aide précieuse, ses conseils avisés ainsi que les connaissances qu'il m'a transmises au cours de ma formation.

Mes sincères remerciements vont également à ***M. Ouali Mehadji Abdelkader*** et à

M. Bouterfa Boumediene pour leur aide, leur disponibilité et leur accompagnement durant le stage, ainsi que pour les enseignements dont j'ai bénéficié grâce à eux.

Je remercie chaleureusement l'ensemble de mes enseignants qui ont contribué à ma formation tout au long de mon parcours universitaire. Leurs efforts, leurs conseils et leur dévouement ont joué un rôle essentiel dans mon apprentissage et dans la réalisation de ce mémoire.

Enfin, j'adresse mes remerciements à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réussite de ce travail et m'ont soutenue durant cette période.

À tous, j'exprime ma profonde reconnaissance et mes sincères remerciements.

Résumé

L'étude microfloristique du lac de Aine Ouarka (Monts des Ksour, Atlas saharien occidental de l'Algérie) a permis d'inventorier 30 espèces réparties en 17 genres (*Amphora, Cocconeis, Cymbella, Diadesmis, Diploneis, Encyonema, Gomphonema, Halamphora, Melosira, Navicula, Nitzschia, Rhopalodia, Stauroneis, Tabularia*, *Tryblionella, Planothidium* et *Pseudostaurosira*), révélant une nette dominance des Pennatophycidées.

L'analyse de la composition diatomique est en accord avec les indices de diversité et d'équitabilité. Les échantillons Ao1 (11 espèces) et Ao3 (11 espèces) également, sont moins diversifiés par rapport à l'échantillon (Ao2) qui enregistre une diversité plus importante avec (15 espèces). Ainsi, les peuplements moins diversifiés se rencontrent dans les eaux très propres ou très polluées comme ce qui a été enregistré dans (Ao1 et Ao3), tandis que les plus diversifiés dans les eaux de qualités intermédiaires (Ao2).

Mots clés : Diatomées, lac de Aïn Ouarka, Monts des Ksour, Indice de diversité, Equitabilité, eaux, qualité, polluées.

Abstract

The microfloristic study of Lake Aine Ouarka (Monts des Ksour, western Saharan Atlas of Algeria) allowed the identification of 30 species distributed across 17 genera (*Amphora, Cocconeis, Cymbella, Diadesmis, Diploneis, Encyonema, Gomphonema, Halamphora, Melosira, Navicula, Nitzschia, Rhopalodia, Stauroneis, Tabularia, Tryblionella, Planothidium, and Pseudostaurosira*), revealing a clear dominance of pennate diatoms (Pennatophycidae).

The microfloristic analysis is consistent with diversity and evenness indices. Samples Ao1 (11 species) and Ao3 (11 species) show lower diversity compared to sample Ao2, which exhibits higher diversity with 15 species. Thus, less diverse assemblages are found in either very clean or heavily polluted waters, as observed in Ao1 and Ao3, while the most diverse communities occur in waters of intermediate quality (Ao2).

Keywords: Diatoms, Lake Aïn Ouarka, Monts des Ksour, diversity index, equitability, water quality, polluted

ملخص

أتاحت الدراسة الميكروفلورية لبحيرة عين ورقة (جبال القصور، الأطلس الصحراوي الغربي بالجزائر) جرد 30 نوعًا موزعة على 17 جنسًا هي: Amphora، Cocconeis، Cymbella، Diadesmis، Diploneis، Encyonema، Gomphonema، Halamphora، Melosira، Navicula، Nitzschia، Rhopalodia، Stauroneis، Tabularia، Tryblionella، Planothidium و Pseudostaurosira مما كشف عن سيادة واضحة للدياتومات الريشية (Pennatophycidées).

تنوعًا أقل، حيث Ao3و Ao1 تتوافق نتائج تحليل التركيب الدياتومي مع مؤشري التنوع والتساوي. فقد أظهرت العينتان التي سجلت تنوعًا أكبر بوجود 15 نوعًا. وتُلاحظ التجمعات الحيوية Ao2 سُجلت فيهما 11 نوعًا لكل عينة، مقارنة بالعينة Ao1 الأقل تنوعًا عادةً في المياه شديدة النقاء أو شديدة التلوث، كما هو الحال في العينتين Ao3و ، في حين تُسجل Ao2. Ao2 التجمعات الأكثر تنوعًا في المياه ذات الجودة المتوسطة، كما هو الحال في العينة

الكلمات المفتاحية: الدياتومات، بحيرة عين ورقة، جبال القصور، مؤشر التنوع، التساوي، المياه، جودة المياه، التلوث

Table des matières

Dédicace

AVANT-PROPOS

Résumé

Abstract

CHAPITRE I : GENERALITES

I . Introduction……....1

II . Cadre géographique……..2

1. Contexte générale…….…….....1-2
2. Localisation régionale……....2
3. Situation locale du secteur étude…….……..…..3-4

III . Aperçu géologique sommaire de Aine Ouarka……...5

CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODOLOGIE

I . Introduction…….....7

II . Méthodologie et objectifs d'études……...7

1. Matériels utilisé……..…7
2. Traitement et détermination……..……7
   a. Le grattage……8
   b. Le traitement chimique…….....8
   c. Le montage des lames……...……..9-10
   d. Observation des lames……...……10
   e. Méthode de comptage……...……10-11

CHAPITRE III : SYSTEMATIQUE

I . Introduction…….13

II . Généralité sur les diatomées……..13

1. Morphologie……14-15
2. Biologie……16
3. Reproduction……16
4. Ecologie……17
5. Mode de vie en milieu aquatique……17
5.1. Diatomées planctoniques……17
5.2. Diatomées périphytiques……17-18
6. La température……18
7. Vitesse du courant……18
8. PH……18
9. Salinités……18-19
10. Matières organiques……19
11. Nutriments……19
12. Teneur en silice……19
III . Inventaire microfloristique……20
1. Taxonomie des diatomées……20
1.1. Les diatomées centriques……20-21
1.2. Les diatomées pennés……21-34
Conclusion……34

CHPITRE IV : INVENTAIRE ET BIODIVERSITE DIATOMIQUE

I . Introduction……36
II . Inventaire microfloristique……36
1. Echantillon Ao1……36-37
2. Echantillon Ao2……37-38
3. Echantillon Ao3……39-40
III . Biodiversité……40
1. Echantillon Ao1……40
2. Echantillon Ao2……41

3. Echantillon Ao3……41-42
IV. Indice de diversité de Shannon-Weaver et Indice d'Equitabilité……...42
IV . Conclusion……...…43-44

CHAPITRE IV : CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale……47-48

CHAPITRE I :

GENERALETES

I. Introduction

Les diatomées, appelés aussi Bacillariophycées sont des organismes microscopiques à frustule siliceux. Leur études permet aux scientifiques de retracer les conditions de l'environnement dans le passé et dans l'actuel. Ils se développent dans des milieux très varies : les milieux marin et les eaux continentales (eaux saumâtres, salés et eaux douces). Ainsi qu'ils se caractérisent par la capacité d'indicateur biologique de l'eau. Les chercheurs européens ont établies différentes indices à partir de l'étude de ces micro-algues lacustres actuelles, parmi ces méthodes, l'Indice de Diversité de Shannon-Weaver (1949), l'Indice d'Equitabilité (Piélou, 1966), l'indice diatomée générique (IDG), l'indice biologique diatomée (IBD) et l'indice de polluo-sensibilité spécifique (IPS).

Dans le présent travail, on a établi un inventaire diatomique des échantillons prélèves dans un lac au Sud-ouest algérien (région de Aïn Ouarka). Ainsi, l'étude de ces prélèvements, nous a permis d'établir la systématique des diatomées et l'analyse de la biodiversité diatomique du lac de Aïn Ouarka.

II. Cadre géographique

1. Contexte générale

Notre secteur d'étude se localisant sur la chaîne Atlasique, ainsi cette chaîne de montagne s'étend depuis la côte atlantique au Maroc jusqu'en Tunisie littorale. En Algérie, elle a une longueur qui avoisine 1000 Km et une largeur de plus de 100 Km.

L'Atlas saharien se caractérise de l'Ouest à l'Est par trois partis d'après Ritter (1902) : l'Atlas saharien occidental (Monts des Ksour), l'Atlas du Sahara central (Djebel Amour) et Atlas Saharien oriental (Monts de Ouled Nail) (Fig.1).

Deux autres divisions sont définies par (Kazi-Tani, 1986) pour l'Atlas saharien :

- longitudinalement, deux zones sont distinguées ; la première est préatlasique bordée au Nord par les chainons de l'Antar-Guettar, les Monts du Nador de Tiaret et les Monts de Chellala et au Sud par l'alignement des Djebels Aïssa-Souiga-Melah,

d'Aïn Sefra jusqu'au Djebel Chebeibita de Zahrez. La deuxième zone est comprise entre l'alignement Aïssa-Chebeibita et celui de Bou Amoud-Zerga d'Ain Rich ;

- transversalement, deux compartiments apparaissent, méridionalement (Sud-Ouest) à affleurements jurassiques dominants et septentrionalement (Nord-Est) ouvert dans le Crétacé et séparé par une ride sub Est-Ouest, individualisée au Dogger (Seuil de Tadjerouna).

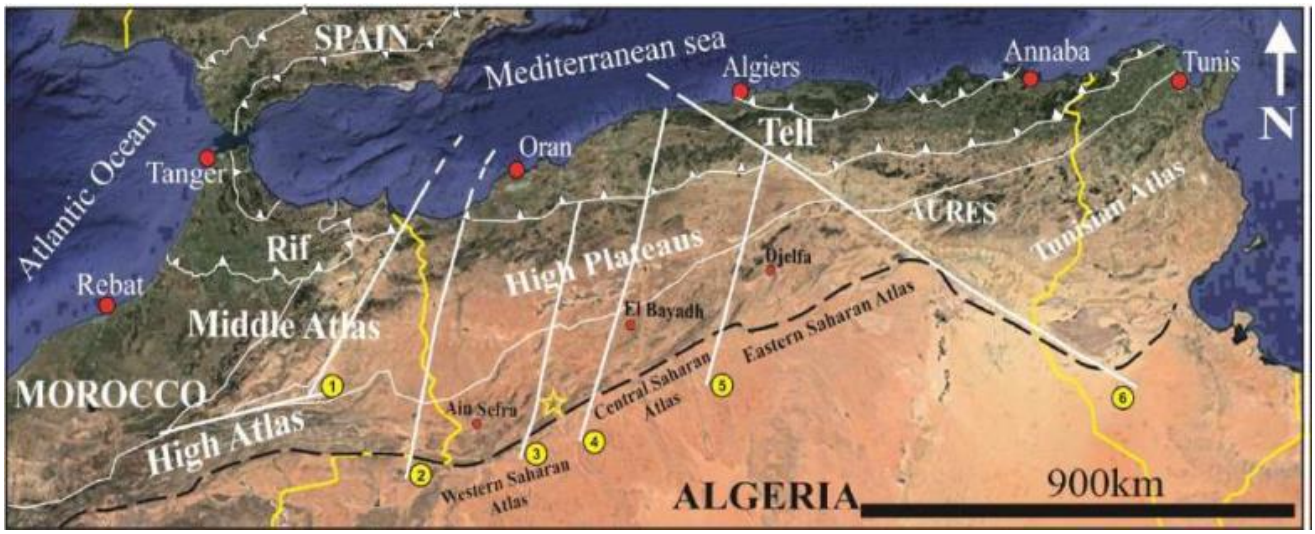


Fig. 1 : Les grands traits structuraux de la mosaïque de l'Afrique du Nord-Ouest. (Elmi, 1978*; in* Mahboubi, 2021).

1. La transversale de Moulouya ; 2. La transversale de Tafna-Magoura ; 3. La transversale d'Ain Sefra- Saida ; 4. La transversale d'El Bayadh- Tiaret ; 5. La transversale de Teniet El Had ; 6. La transversale de Aures – Hodna.

2. Localisation régionale des Monts des Ksour

Les Monts des Ksour appelé aussi l'Atlas saharien occidental forment du Sud-Ouest au Nord-Est, une barrière topographique et climatique séparant le Nord algérien du Sahara algérien. Ainsi, Flamand (1911) distingue sensiblement vers le Sud, une rupture tranchée entre l'Atlas saharien et le Sahara (Fig. 02)

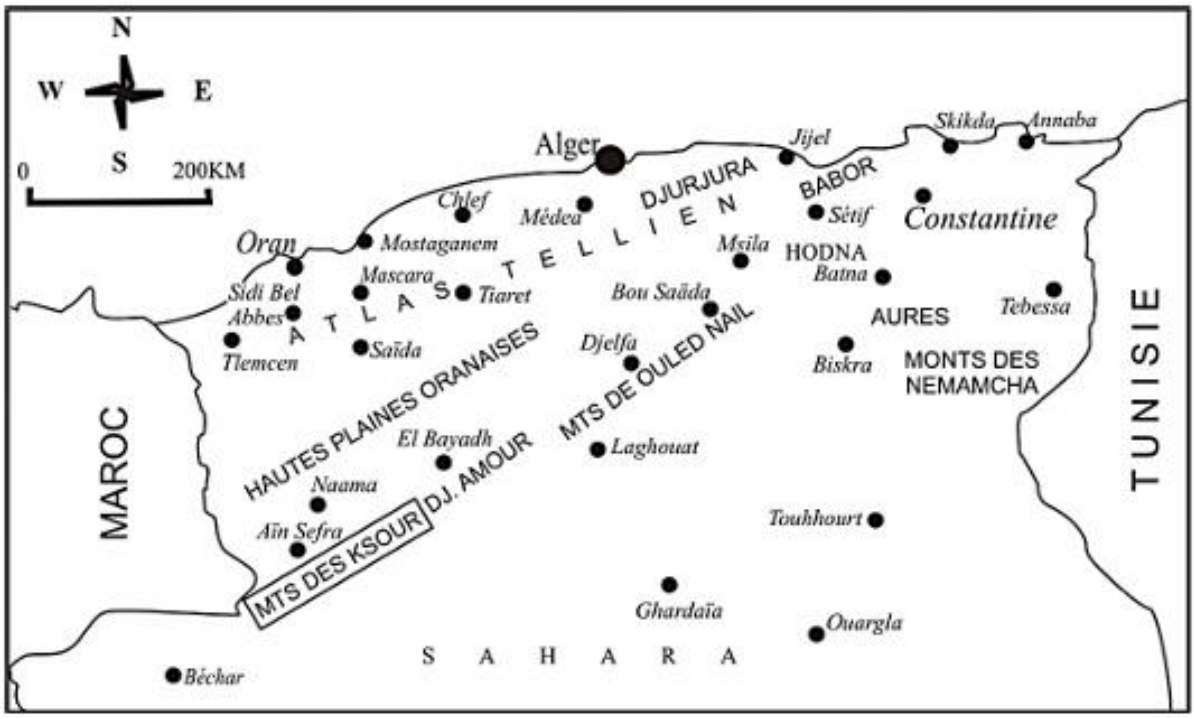


Fig. 2 : Carte géographique de localisation des Monts des Ksour.

3. Situation locale du secteur étude

Le secteur étudier se localise dans la région de Aïn Ouarka, qui s'éloigne d'environ 38 Km de la ville de Aïn Safra. Cette dernière s'inscrit dans les Monts des Ksour (Atlas saharien occidental de l'Algérie) (Fig. 3).

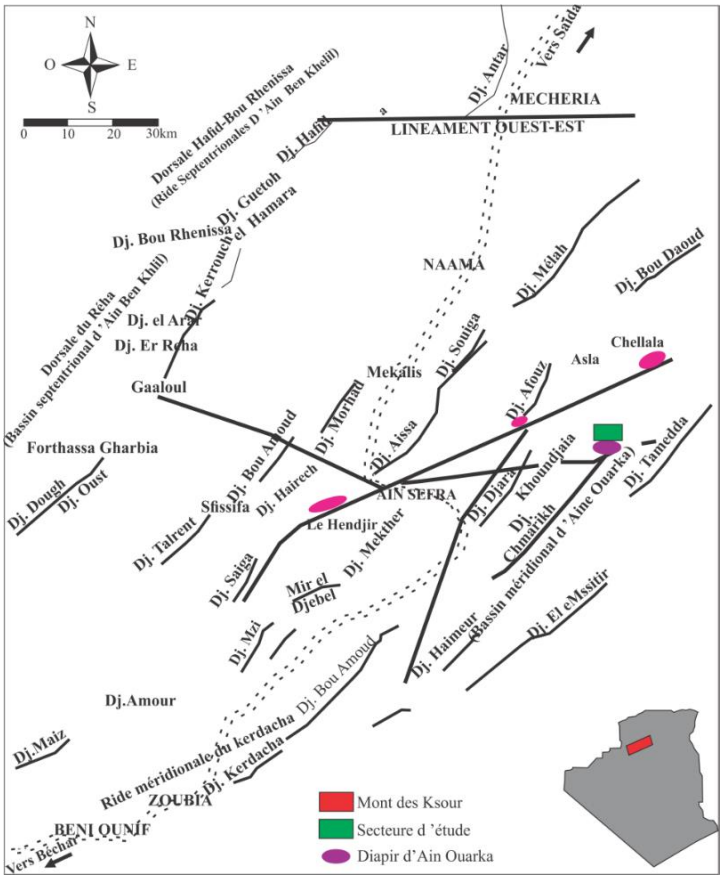


Fig. 3 : Localisation du secteur d'étude (Mekahli, 1998).

Les stations étudies dans le présent travail ont été prélevés sur les berges du lac de Aïn Ouarka. Le lac se situe au pie du Djebel Chémarikh (Fig. 4).

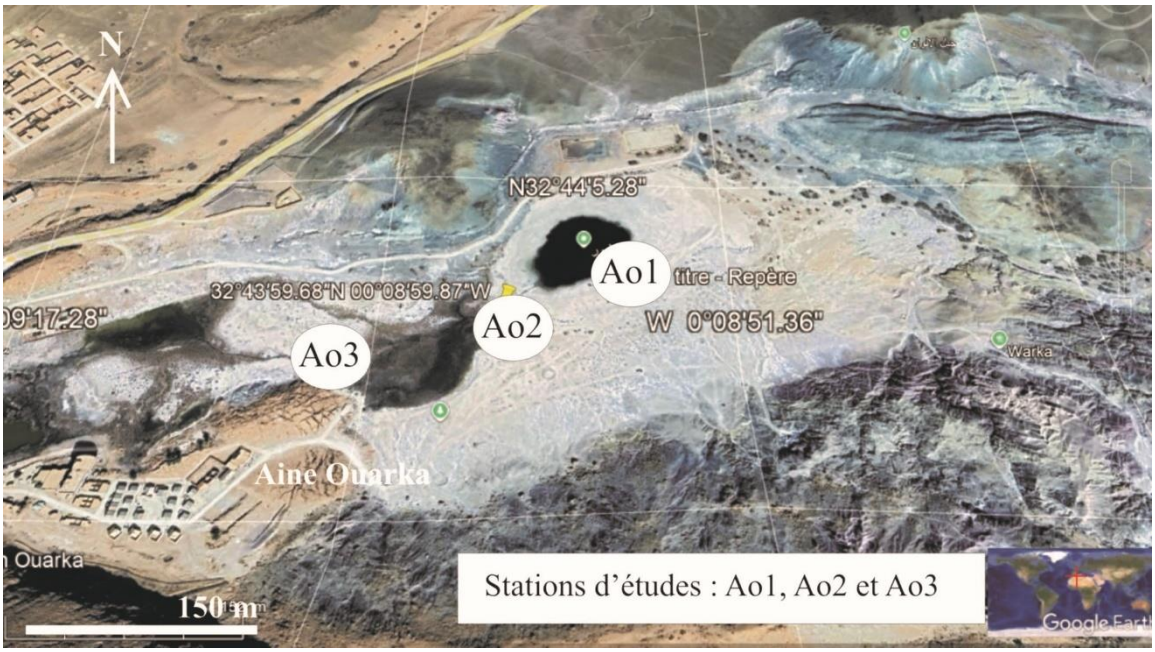


Fig. 4. Carte de localisation des prélèvements étudiés.

III. Aperçu Géologique sommaire de Aïn Ouarka

Aïn Ouarka s'inscrit dans la région des monts des Ksour, qui sont distingués par une histoire géologique très diversifiée, se caractérisant par des bassins sédimentaires ante-orogéniques former et façonner par la tectonique, donnant l'ouverture de l'océan Atlantique au début du Trias, ainsi que les activités tectoniques telle que l'orogenèse alpine au Cénozoïque.

Ainsi, ces phénomènes géologiques ont contribués à la géomorphologie de Aïn Ouarka Cette dernière est de type jurassien à reliefs plissés et de structures simples (Mekahli, 1998). La région se caractérise par des synclinaux, des anticlinaux et des plaines séparant les reliefs couverts par des dépôts tertiaires et quaternaires (Salhi, 2002).

Aïn Ouarka se compose par des formations lithologiques riches et diversifiés, ainsi les travaux de (Bassoullet, 1973 ; Aït Ouali,1991 ; Mekahli, 1998) ont définies les formations suivantes :

- **dolomies du Chémarikh,** datée relativement à l'Hettangien et au Sinémurien en partie (Aït Ouali, 1991), correspondant à des calcaires dolomitiques et dolomies en bancs épais et massifs de couleur gris-beige. L'âge (Hettangien inférieur)est précisé par (Elmi et *al.* 1997) ;

- **alternances de Aïn Ouarka,** qui sont composées par les calcaires noirâtres lités, les calcaires à traînées rouges, les alternances de marno-calcaire à silex et les alternances de marno-calcaire ondulés (Sinémurien). Ces alternances sont surmontéespar les marnes et calcaires (Carixien) sur lesquelles se trouvent les Alternances violacées etles Alternances noirâtres de marnes et de calcaires du Domérien ;

- **marno-calcaires d'Aïn Rhézala,** subdivisés (Aït Ouali, 1991) entrois membres (Mekahli, 1998) : 1°) Alternance espacée de marnes et de calcaires (Toarcieninférieur.) ; 2°) Alternance rapprochée de marnes et de calcaires à filaments (ToarcienMoyen) et 3°) Alternance rapprochée de marnes et de calcaires à *Zoophycos* (Toarciensupérieur) ;

- **brèches de Raknet el Kahla,** qui estd'âge Aaléno-Bajocien, se composant par deux alternances :

  a. alternances de marnes et de calcaires gris-noir ;

  b. alternances de marnes et decalcaires à aspect schisteux.

CHAPITRE II :

MATERIELS

ET

METHODOLOGIE

I. Introduction

Aïn Ouarka est connue par ses sources hydrothermales minéralisées d'où elle tient son nom. La source d'eau provienne de la grande nappe phréatique sous-terraine "Achotte-Cherguï". L'hydrothermalisme de la région a contribué à la formation des dépôts de Travertins Quaternaire toujours active présentant des fractures, indices de l'instabilité diapiride Aïn Ouarka. Ainsi, le trias diapirique périclinale affleure généralement le long des accidents longitudinaux et à l'intersection des accidents NO-SE et NE-SO, coïncidant avec la terminaison Est de l'anticlinal dj. Chémarikh.

Aïn Ouarka est la région où se localise notre secteur d'étude. Elle se distingue par des lacs actuels dispersés au pied de la montagne de Chémarikh. Toutefois, dans notre étude, nous nous somme intéressés aux diatomées actuelles du lac de Aïn Ouarka.

Il est à noter que les études sur les diatomées actuelles du sud algérien sont très rares.

II. Méthodologie et objectifs d'études

Les prélèvements des échantillons étudiés dans le présent travail datent de l'hiver 2025.

1. Matériels utilisé

Avant de procéder à l'analyse des diatomées, il est nécessaire de présenter le matériel utilisé lors de l'étude. Ce matériel a permis d'effectuer les prélèvements sur le terrain ainsi que l'observation et l'identification des diatomées au laboratoire.

Le travail sur le terrain, a nécessitai l'utilisation des matériaux suivants : brosse à dents ; des flacons ou bouteilles en plastique et des étiquettes et marqueur.

Au laboratoire, le matériel qui a servit pour l'analyse des échantillons est le suivant : des béchers, une tige en verre, de l'eau distillée, l'eau oxygénée, l'acide chlorhydrique (HCL), une plaque chauffante, des lames et lamelles, une pipette, une Colle pour verre, l'huile d'immersion et un microscope optique.

2. Traitement et détermination

Le prélèvement des diatomées est réalisé selon les étapes suivantes:

a. Le grattage

Les échantillons de diatomées ont été prélevés au niveau de la zone lacustre. Des galets immergés ont été sélectionnés, puis leur surface a été grattée à l'aide d'une brosse à dents afin de détacher les diatomées fixées sur le substrat (Fig.5).

Le rinçage a été effectué avec de l'eau distillée, et recueilli dans des flacons en plastique. Ensuite, les échantillons ont été fixés par l'ajout de 10 ml de formol à 10 %, soitdirectement sur le terrain, soit après le retour au laboratoire, afin d'éliminer l'activité bactérienne et d'assurer la conservation des diatomées.

Chaque flacon a été étiqueté et numéroté selon la station d'échantillonnage correspondante. Les échantillons ainsi obtenus ont été conservés pour les étapes ultérieures de traitement chimique et d'observation au microscope.

b. Le traitement chimique

Le traitement chimique des diatomées a pour objectif d'éliminer la matière organique afin d'obtenir des frustules siliceux propres pour l'observation au microscope. Les étapes suivantes sont décrites ci-après (Fig.6) :

1-Une quantité déterminée de l'échantillon est placée dans un bécher, puis 25 ml d'eau l'oxygénée (peroxyde d'hydrogène) afin d'éliminer la matière organique présente au niveau des frustules.

2-25 ml l'acide chlorhydrique (HCL) sont ensuite ajoutés dans le but d'éliminer la plus grande partie possible des carbonates contenus dans l'échantillon.

3-La solution est chauffée sur une plaque chauffante jusqu'à ébullition pendant 30 min. Aprèschauffage, le mélange est agité à l'aide d'une tige en verre. A la fin de l'ébullition, la préparation est laissé au repos afin de refroidir et de décanter.

4-L'échantillon est rincé à l'eau distillé, puis laissé au repos quelques heures afin de permettre la décantation. Cette opération est répétée de 2 à 3 fois avant d'éliminer le résidu à cause de la décantation rapide de certaines formes grossières de diatomées. A final, on récupère les deux solutions (le culot et le surnageant).Le culot contenant les frustules de diatomées a été conservé dans de l'eau distillée dans des flacons hermétiques en vue du montages des lames.

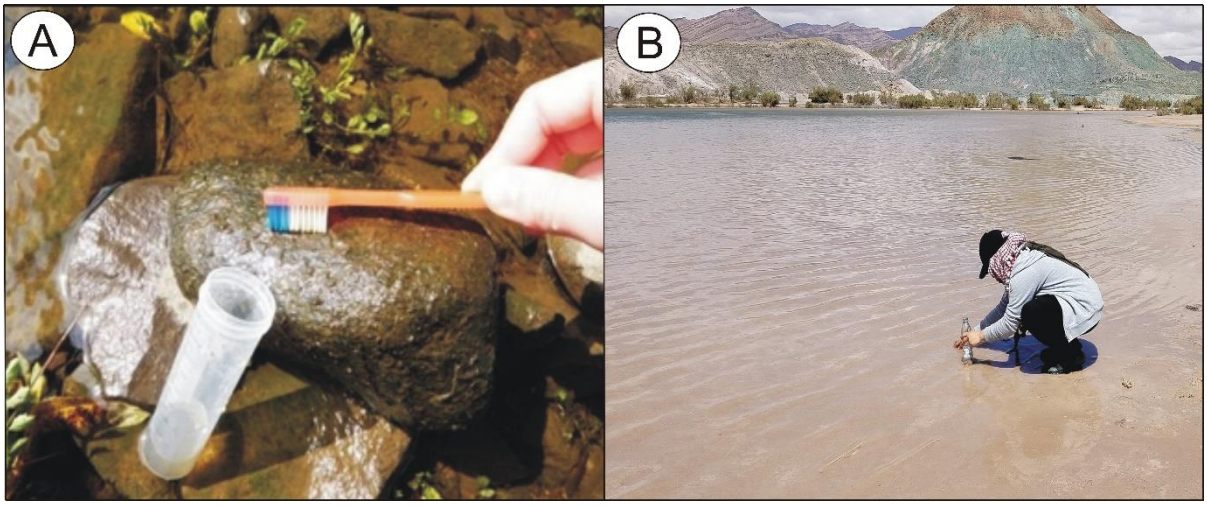


Fig. 5 : Méthode de prélèvement des diatomées dans lac d'Aïn Ouarka

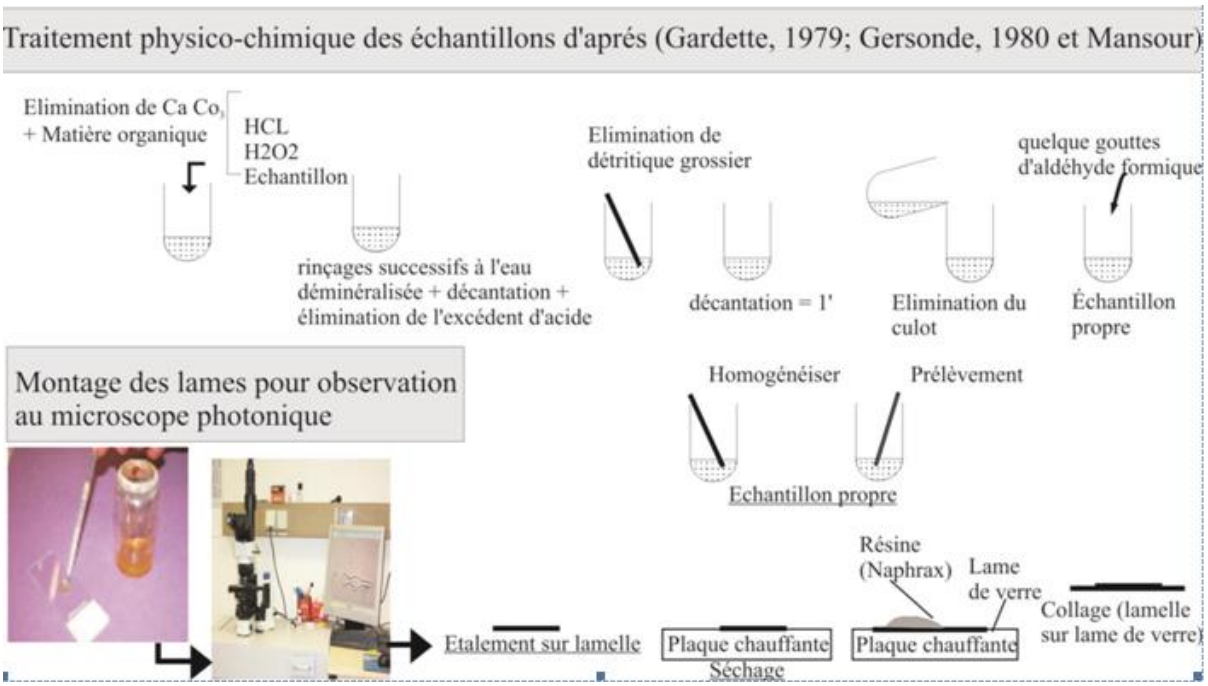


Fig. 6 : Méthodologie d'étude, échantillonnage et travail au laboratoire (Bezzeghoud, 2024).

c. Le montage des lames

Le montage proprement dit est simple. Il se déroule de la façon suivante (Fig.6) : d'après Rumeau A., Et Coste M., 1988

1-Homogénéiser la suspension de valves nettoyées dans une quantité d'eau distillée adéquate.

2-A l'aide d'une pipette, déposer quelques gouttes de suspension sur la lamelle ronde couvre-objet.

3-Laisser sécher sur une plaque chauffante, une fois sèches, les Diatomées restent collées sur la lamelle.

4-Rincer successivement à l'eau distillée, l'alcool et le xylène (ou toluène).

5-Mettre une goutte de résine sur la lame rectangulaire porte-objet.

6-Déposer la lamelle chaude sur la goutte de résine frustules face à la résine.

7-Chauffer sur la plaque chauffante afin d'éliminer les bulles jusqu'à l'apparition de fumée.

8-Poser sur une paillasse carrelée en attendant le durcissement et en appuyant légèrement sur la lamelle pour la plaquer sur la lame.

9-Eliminer l'excédent de résine avec une lame de cutter, puis, avec un petit pinceau d'écolier, déposer du vernis à ongle, en débordant d'1 mm sur la lamelle et 2 mm environ sur la lame pour faire le joint et laisser durcir. Cette dernière opération s'appelle le lutage : elle a pour but d'empêcher l'attaque de la résine par l'huile d'immersion.

10-Étiqueter la préparation pour la répertorier et la classer.

d. Observation des lames

L’observation des diatomées est réalisée à l’aide d’un microscope optique afin d’identifier les différentes valves. Les lames sont examinées à un fort grossissements, généralement 1000X . Pour mieux distinguer les détails, une goutte d’huile d’immersion est déposée au centre de la lame avant l’observation.

e. Méthode de comptage

Notre comptage est ligné sur la méthode proposée par Prygiel & Coste (1993).

- Compter une minimum 400 valve en prenant soin de vérifier, en ajustant, le focus, Si les deux valves sont présentes. Les valves d’une colonie doivent également être comptées. Si le nombre de valves comptées est inferieur à 400 après balayage complet de la lame, une autre lame doit être préparée (Fig.7);

- Puisque les échantillons ont été oxydes par la méthode de préparation des lames, les diatomées vivantes et les diatomées mortes font Partie des comptages ;

- Ne pas tenir compte des valves brisées qui représentent moins de La moitie d'une valve intacte ;

- Afin d'observer les diatomées de façon aléatoire et d'éviter de Compter le même spécimen deux fois, il est important de procéder au balayage de la lamelle.

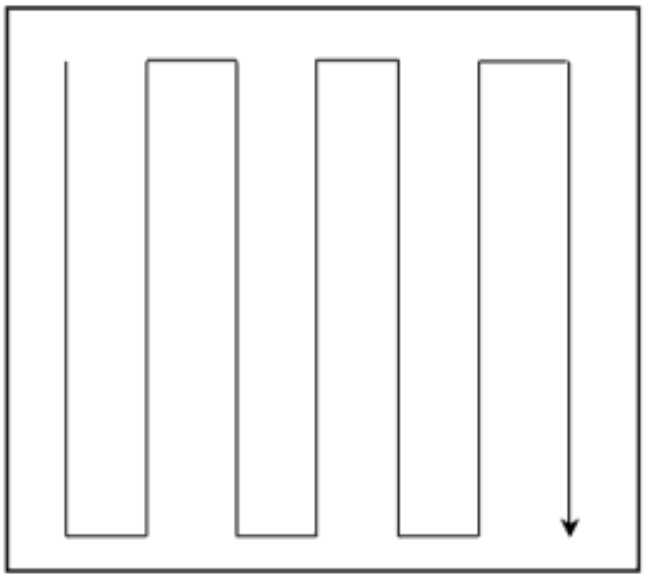


Fig. 7 : Balayage d'une lamelle microscopique.

CHAPITRE III :

SYSTEMATIQUE

I. Introduction

Les diatomées ou bacillariophycées sont des micro-algues brunes possédant des frustules siliceux, qui se conservent facilement. Ainsi, on étudiant ces frustules les scientifiques ont distingué une diversification impressionnante. De ce fait, l'étude de la systématique des diatomées nous aide à comprendre la composition diatomique de chaque milieu ou station prélevé.

En Algérie, les plus anciens travaux sont les suivants : Montange (1846) ; Ehrenberg (1854) ; Baudrimont (1974). Tandis que, les plus récents sont les suivants : Lange-Bertalot et *al.,* (2009) ; Bezzeghoud (2009) ; Chaïb et *al.,*2011 ; Chaïb & Tison-Rosebery (2012) ; Nehar et *al.,* (2015) ; El Haouati et *al.,* (2015) ; Bezzeghoud & Mansour (2012 ; 2013 ; 2014 ; 2015 ; 2017 et 2019) et Nehar (2016) ; Bezzeghoud & Mansour (2021) ; Bezzeghoud (2024).

On présente dans ce chapitre la systématique détaillée des diatomées déterminées dans les échantillons (Ao1, Ao2 et Ao3) du lac de Aïn Ouarka.

II .Généralité sur les diatomées

Les diatomées ou Bacillariophycées sont des algues brunes, microscopiques et unicellulaires appartenant à l'embranchement des Chromophytes.

Leur taille varie de quelques micromètres (µm) à plus de 500 µm. Apparues au Jurassique il y a environ 200 millions d'années, le nombre d'espèces actuellement connu est proche de 11 000.

Deux ordres sont distingués (Fig.8):

- les Centriques, à symétrie radiale, rassemblent les espèces rondes et cylindriques ;

- les Pennées, à symétrie bilatérale, regroupent les autres espèces. d'après Jean Prygiel et Michel Cost, 2000

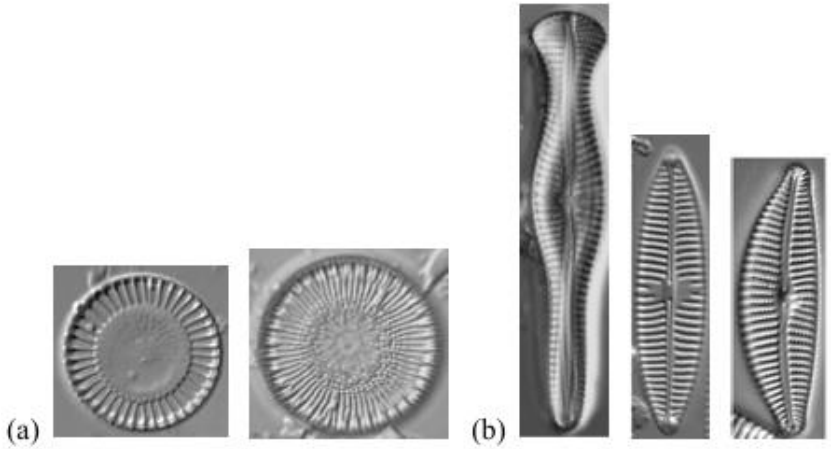


Fig.8 : (a) Diatomées centriques, symétrie radiale (*Cyclotella spp.*).**(b)** Diatomées pennées, symétrie bilatérale (*Gomphonema sp., Navicula sp., Cymbella sp*) d'aprés Lavoie et *al,* 2008

1. Morphologie

Les diatomées ont la caractéristique particulière (Fig.9) d'avoir un squelette externe siliceux (SiO2) appelé frustule à l'intérieur duquel se trouvent le contenu cellulaire (noyau, chloroplastes, mitochondries, vacuoles, etc.) d'aprés Lavoie et al, 2008.

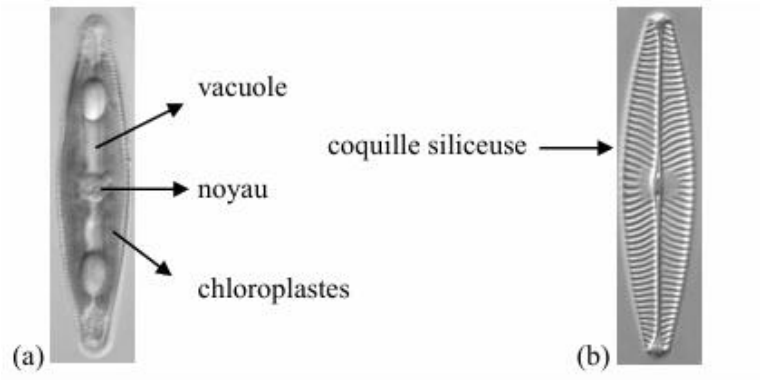


Fig. 9 :(a)*Navicula lanceolata* avec contenu cellulaire.**(b)***Navicula lanceolata* sans contenu cellulaire (Lavoie et al, 2008).

Le frustule (squelette ou coquille siliceuse) des diatomées est formé de deux valves qui s'emboîtent l'une dans l'autre (Fig.10). C'est donc dire que les diatomées sont de petites boîtes de vitre microscopiques. La partie la plus grande du frustule est l'épivalve et la partie plus petite est l'hypovalve. Des bandes intercalaires (ceintures connectives) relient les deux valves. Chaque espèce de diatomée possède une ornementation (stries, fibules, ponctuations, stigma, épines, etc.) (Fig.11) particulière qui permet l'identification.d'aprés Lavoie et al, 2008

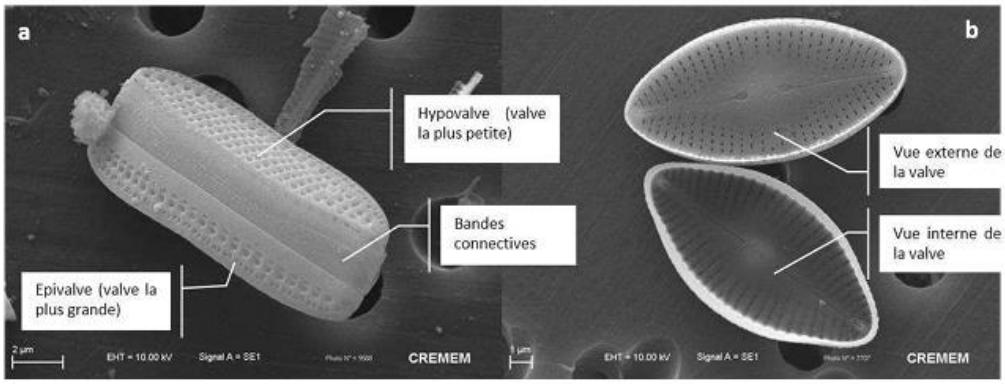


Fig. 10 : Frustule de *Nitzschia amphibia***(a)** ; Frustule ouvert de *Diadesmis confervacea***(b)** (microscopie électronique à balayage)d'après Marquié et al. 2018.

La détermination des diatomées est fondée sur la morphologie du frustule ainsi que l'ornementation valvaire d'aprés Lavoie et al, 2008. Ces caractères sont les suivantes :

- la forme générale du frustule ;
- la symétrie du frustule ;
- la forme de l'aire centrale ;
- la forme des stries ;
- la densité des stries ;
- le type et la taille des ponctuations ;
- la présence de stigma ;
- la présence, la forme et desfibule et des côtes ;
- la présence d'épines ;
- la forme de l'apex ;
- la présence ou l'absence d'un raphé ;
- la position du raphé ;
- la forme générale du raphé ;
- la forme des terminaisons du raphé ;

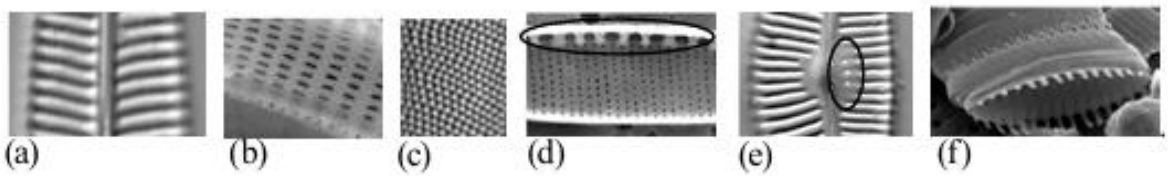


Fig. 11 : (a) Stries **(b-c)** Ponctuations **(d)** Fibules **(e)** Stigma **(f)** Épines. d'aprés Lavoie et al, 2008

2. Biologie

La cellule de la diatomée est composée :

- d'un noyau pouvant contenir plusieurs nucléoles ;
- de plastes dont la couleur peut varier du jaune très pâle au brun et qui renfermentdeschlorophylles a et c, masqués par une quantité importante de pigments caroténoïdes.

La cellule élabore de nombreuses substances mucilagineuses qui jouent un rôle important dans la constitution et la protection des colonies, la locomotion, la flottaison et la reproduction (Jean Prygiel et Michel Cost, 2000).

3. Reproduction

Deux types de reproduction sont distingués (Fig.12) : d'après Jean Prygiel et Michel Cost, 2000

Multiplication végétative

Les diatomées se reproduisent par séparation des deux valves du frustule et sécrétion d'une nouvelle hypovalve. Chaque division produit une cellule de même taille que la cellule-mère ainsi qu'une cellule plus petite. Ce processus de bipartition engendre alors une réduction progressive de la taille de l'espèce.

Production sexuée

Lorsque la taille de l'espèce atteint une valeur minimale critique ou lorsque les conditions environnementales ne sont pas favorables à la multiplication végétative, la reproduction se fait selon un mode sexué (production d'auxospores). La reproduction sexuée permet de regagner la taille maximale de l'espèce.

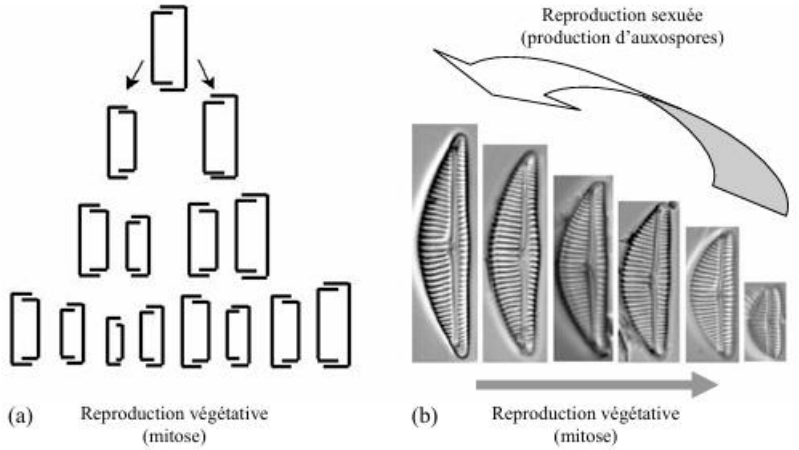


Fig. 12 :(a) Reproduction végétative : chaque division conserve une cellule de même taille que la cellule-mère et produit une cellule plus petite**. (b)** Réduction progressive de la taille de l'espèce. Une reproduction sexuée, par la production d'auxospores, permet de rétablir la taille maximale de l'espèce. d'aprés Lavoie et al, 2008

4. Ecologie

Les diatomées se vies dans tous les milieux aquatiques, lacustres et marins. Leurs développement est lié à la température, l'intensité lumineuse, la salinité, les nutriments, la pollution et par conséquent aux variations saisonnières et annuelles du milieu d'après Jean Prygiel et Michel Cost, 2000.

5. Mode de vie en milieu aquatique

5.1. Diatomées planctoniques

Les diatomées planctoniques vivent libres dans l'eau et sont représentées surtout par des Centriques isolées (*Stephanodiscus, Cyclotella, Thalassiosira*) ou associées en chaînes (Aulacoseira, Skeletonema). Parmi les quelques formes pennées du phytoplancton se trouvent des colonies rubanées (*Fraguaría*) ou étoilées (*Asterionella, Nitzschia*). (Jean Prygiel et Michel Cost, 2000)

5.2. Diatomées périphytiques

Les types de substrat déterminent des communautés diatomiques souvent très différentes. On distingue ainsi :

- épipélon et l'endopélon constitués d'espèces libres vivant à la surface et dans le sédiment ;
- épipsammon qui désigne les espèces qui vivent à la surface des grains de sable ;

- épilithon qui rassemble les espèces vivant sur les substrats durs et inertes de type pierre-blocs-galets ;
- épiphyton qui désigne les espèces vivant à la surface des végétaux aquatiques ;

Le périphyton qui désigne au sens le plus large toutes les espèces fixées sur des objets immergés ou déposées à leur périphérie immédiate. (Jean Prygiel et Michel Cost, 2000)

6. La température

L'influence de la température de l'eau sur le peuplement diatomique est difficile à mettre en évidence par le simple fait que ce facteur n'est pas indépendant des autres paramètres environnementaux. Un changement de température modifie à la fois l'oxygénation, la viscosité de l'eau, la solubilité et la diffusion des composantes chimiques ; ce paramètre agit donc, plusou moins indirectement, sur le métabolisme des diatomées. (Jean Prygiel et Michel Cost, 2000)

7. Vitesse de courant

La distribution des diatomées en faciès lotique (zone de courant) est directement liée à l'efficacité de leur mode de fixation au substrat. Les espèces limnophiles se rencontrent en eaux plutôt calmes alors que les rhéophiles sont davantage présentes dans les eaux courantes. d'après Jean Prygiel et Michel Cost, 2000

8. PH

Ce paramètre est déterminant pour la distribution des diatomées par ses effets induits sur la solubilité de différentes substances et sur la disponibilité du carbone. Ainsi peuvent être distinguées les espèces acidophiles, neutrophiles et alcaliphiles. (Jean Prygiel et Michel Cost, 2000)

9. Salinités

Seules les espèces présentant un pouvoir osmorégulateur élevé (diatomées euryhalines) pourront être rencontrées à la fois dans des eaux douces et des eaux saumâtres (*Cratícula*

halophila, Fraguaría pulcinella). Les autres, diatomées sténohalines, ne supportent pas de fortes variations de salinité et leur distribution est étroitement liée à la concentration en sel du milieu. (Jean Prygiel et Michel Cost, 2000)

10. Matières organiques

L'affinité pour les matières organiques étant différente d'une espèce à une autre, différentes classes de tolérance aux charges organiques ont pu être mises en place : ainsi, les espèces polysaprobes supportant la décomposition des matières organiques et une oxygénation très faible voire nulle (*Nitzschia umbonata, N. capite/lata*) s'opposent aux espèces oligosaprobes ne tolérant que des eaux pauvres en matières organiques (*Achnanthes minutissima*). (Jean Prygiel et Michel Cost, 2000)

11. Nutriments

L'azote et surtout le phosphore, facteur le plus fréquemment limitant en eau douce, interviennent dans la définition du statut trophique des milieux lacustres et lotiques. Une classification basée sur la richesse en nutriments permet d'opposer les espèces hypereutrophes, abondantes dans les eaux où les nutriments sont en excès (*Cyclotella meneghiniana, C. atomus*), des espèces oligotrophes électives des eaux pauvres en nutriments (*Diatoma mesodon, Nitzschia hantzschiana*). d'après Jean Prygiel et Michel Cost, 2000

12. Teneur en silice

Le besoin en silice varie d'une espèce à une autre mais également au sein d'une même espèce, selon son stade de développement. Certaines espèces faiblement silicifiées se développent normalement en présence de faibles quantités de silice.

D'autres plus fortement silicifiées requièrent des concentrations en silicedevient un élément limitant. (Jean Prygiel et Michel Cost, 2000)

III . Inventaire microfloristique

Le comptage s'est effectué sur 400 individus pour chaque échantillon (Ao1,Ao2 et Ao3) du lac Aïn Ouarka. Les observations réalisées ont mis en évidence une diversité importante de diatomées au sein des prélèvements étudiés.

Pour la détermination des différents taxons inventoriés (génériques et spécifiques) plusieurs ouvrages ont été consultés, ont s'est basé aux travaux : Brebission., et Godey., (1835), Kützing. F. T. (1844), Grunow A., (1862), Servant-Vildary (1978), Cleve P. T., et Grunow A., (1880), Hûrlimann et Schanz (1988), Cleve. P. T., (1894), Coste et Rosebery (2011), Bey et Ector (2013), Rirongarti R. (2019), Bezzeghoud B. (2024).

1. Taxonomie des diatomées

La hiérarchie taxonomique des diatomées s'inspire de la classification proposée par Round et al., 1990, Medlin & Kaczmarska 2004.

1.1. Les diatomées centriques

Majoritairement pélagiques, sont définies par des critères de symétrie axiale des valves, et d'arrangement des ornementations (nombre de pores, organisation radiale ou concentrique). (d'après Morin S., 2006)

Embranchement :Bacillariophyta

Classe : Round & R.M. Crawford in Round et al.1990, emend. Medlin &Kaczmarska 2004

Sous-classe : Coscinodiscophycidae Round & R.M. Crawford in Round et al. 1990

Ordre : Melosirales R.M. Crawford in Round et al. 1990

Famille :Melosiraceae Kützing 1844 emend. R.M.Crawford 1990

Genre :*Melosira* C. Agardh 1824

Espèce :*Melosira varians* C. Agardh 1827

Référence :

1991 - *Melosira varians* C. Agardh :p. 628

2013 -*Melosira varians*C. Agardh : Bey et Ector, tome. 1, p. 48-49

Morphologie :Le frustule est cylindrique, avec des parois lisses dépourvues d'ornementations visibles en microscopie photonique. La face valvaire plate à légèrement convexe, ponctuée d'une granulation plus ou moins visible.

Ecologie : Espèce cosmopolite, benthique, beaucoup plus rarement planctonique. Plus sensible à la pollution organique qu'aux teneurs en nutriments, dans des milieux au pH généralement alcalin.

1.2. Les diatomées pennées

Prédominantes dans le microphytobenthos, se différencient des Centriques par leurs valves allongées (linéaires, lancéolées ou ovales) et par une symétrie généralement bilatérale des ornementations du frustule.

La présence ou l'absence du raphé distingue les Araphidées (diatomées sans raphé) des Raphidées. Les caractéristiques du raphé permettent ensuite de distinguer les sous classes des Proraphidées (au raphé très court, restreint aux pôles des valves), des Monoraphidées (où le raphé n'est présent que sur une seule des valves) et des Biraphidées (possédant un raphé sur les deux valves). Au sein des Biraphidées, le raphé est soit placé longitudinalement au centre (par exemple chez *Navicula*), soit décalé latéralement (chez *Cymbella*), soit excentré (chez *Nitzschia*), soit confiné aux marges de la valve entière (chez *Surirella*). (d'après Morin S., 2006)

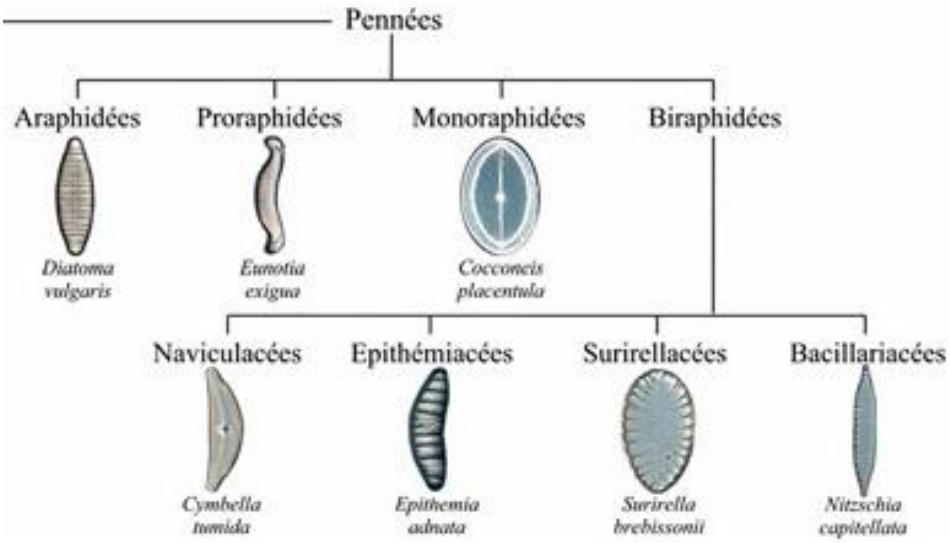


Fig. 13 : Clé simplifiée de détermination des genres des diatomées d'eau douce (d'après Krammer et Lange-Bertalot 1986 - 1991), illustrations de Michel Coste (Coste 1999).

Classe :Bacillariophyceae Haeckel 1878 emend. Medlin & Kaczmarska 2004

Sous-classe : D.G. Mann in Round et al. 1990

Ordre :Thalassiophysales D.G. Mann in Round et al., 1990

Famille :Catenulaceae Mereschkowsky 1902

Genre :*Amphora* Ehrenbergue ex Kutzing 1844

Espèce :*Amphora montana* Krasske

Référence :

2011 - *Amphora montana* Krasske : Coste et Rosebery, p. 141, pl. 123

Morphologie :La valve présente une forme dorsi-ventrale avec un raphé bi-arqué (sigmoïde) et des extrémités capitées.La striation dorsale est lâche ou absente au centre, ainsi qu'on note que les stries sont très fines et peu visibles.

Espèce : *Amphora oligotraphenta*Lange-Bertalot

Référence :

2011 - *Amphora oligotraphenta* Lange-Bertalot : Coste et Rosebery, p. 141, pl. 123

Morphologie :La valve se caractérise par une forme dorsi-ventrale avec un raphé bi-arqué (sigmoïde) des extrémités capitées. La striation centrale est lâche du Côté dorsale.

Espèce : *Amphora sp*

Morphologie : La frustule est allongé. La valve présente une dissymétrie dorsiventrale et une forme arquée, avec un côté dorsal convexe et côté ventral presque droit. Les apex sont arrondis à subrostrés. Le raphé pas visible en microscopie photonique.

Genre :*Halamphora* (Cleve) Levkove 2009

Espèce :*Halamphora veneta* (Kützing) Levkov 2009.

Référence :

2009 - *Halamphora veneta* (Kützing)Levkov: p. 242,pl. 94, fig. 11, 13, 18-19.

2013 - *Halamphora veneta* (Kützing)Levkov : Bey et Ector, tome. 5, p. 862-863

Morphologie :Le frustule se caractérise par une forme elliptique. La valve est en forme de croissant de lune, avec un côté dorsal nettement convexe et un côté ventral concave à rectiligne. Les apex sont arrondis. L'aire longitudinale est étroite, plus large du côté ventral. L'aire centrale est absente. Le raphé est filiforme. Les stries sont légèrement radiantes, à ponctuation visible en microscopie photonique.

Ecologie :Espèce aérophile, d'eaux légèrement saumâtres à douces, au pH uniquement alcalin, pouvant tolérer des niveaux très importants de pollution tant pour la matière organique que pour les nutriments.

Ordre :Achnantles Silva 1962

Famille :Cocconeidaceae Kützing 1844

Genre :*Cocconeis* Ehrenberg 1837

Espèce :*Cocconeis placentula* Ehrenberg 1838 sensu Hofmann et al. 2011

Référence :

2011 - *Cocconeis placentula* Ehrenberg sensu Hofmann et al :pl. 19, fig. 1-3.

2013 - *Cocconeis placentula* Ehrenberg sensu Hofmann et al : Bey et Ector, tome. 1, p. 134-135.

Morphologie :Valve de forme elliptique et parfois linéo-elliptique.L'hypovalve se distingue par aire longitudinale très étroite, s'élargissant au centre et formant une petite aire centrale plus ou moins ovale à ronde. Le raphé est filiforme. Les stries sont finement ponctuées etcourbes et radiantes. On note la présence d"un étroit anneau hyalin marginal.L'épivalvese distingue par pseudo-raphé étroit et linéaire. Les stries sont courbes et radiantes et structurées en rangées longitudinales plus ou moins ondulées.

Ecologie :Espèce cosmopolite vivant sous forme épiphytique ou épilithique dans des milieux au pH proche de la neutralité à alcalin et tolérant une pollution organique modérée et des teneurs en nutriments élevées.

Famille :Achnanthidiaceae D. G. Mann

Genre :*Planothidium* Round & Buhtiyarova

Espèce :*Planothidium daui* (Foged) Lange-Bertalot 1999

Référence :

1999 - *Planothidium daui* (Foged) Lange-Bertalot : P. 281, pl. 38, fig. 12-22, 30-32

2013 - *Planothidium daui* (Foged) Lange-Bertalot : Bey et Ector, tome.1, p. 154.

Morphologie :Petites valves de forme elliptique à légèrement lancéolée, à extrémités capitées, parfois rostrées.L'hypovalve se distingue par un raphé filiforme rectiligne, une aire axiale étroite et rectiligne ainsi qu'une petite aire centrale formée par la présence de deux stries médianes. Les stries sont radiantes sur l'ensemble de la valve.L'épivalve se caractérise par un pseudoraphé fin et rectiligne, avec des stries parallèles au centre devenant faiblement radiantes vers les extrémités.

Ecologie :Espèce sensible à la pollution organique dans des eaux au pH proche de la neutralité, à la minéralisation plutôt faible ou parfois moyenne.

Ordre :Cymbellales D.G. Mann in Round et al. 1990

Famille :Cymbellaceae Greville 1833

Genre : *Cymbella* C. Agardh 1830

Espèce :*Cymbella ovalis(Kützing)* Brébisson & Godey 1835

Référence :

1835 - *Cymbella ovalis (Kützing)* Brébisson & Godey : p.50, pl. VII.

Morphologie :Frustules de forme ovale à elliptique, jaunâtres, présentant souvent au centre une ligne longitudinale accompagnée de petites taches ou de points arrondis.

Genre :*Encyonema* Kützing 1833

Espèce :*Encyonema minutum* (Hilse in Rabenhorst) D.G. Mann 1990

Référence :

1990 - *Encyonema minutum* (Hilse in Rabenhorst) D.G. Mann :p. 667.

2011 - *Encyonema minutum* (Hilse in Rabenhorst) D.G. Mann : Bey et Ector, tome. 5, p. 832-833

Morphologie : La valve se caractérise par une face dorsale plus ou moins fortement convexe,et une face ventrale rectiligne. L'apex est tronqué et arrondis et faiblement inclinés côté ventral. L'aire longitudinale étroite et linéaire, nettement décalée côté ventral. L'aire centrale peu marquée portant parfois un stigma du côté dorsal. Le Raphé est filiforme, plus proche de la face ventrale de la valve. avec des terminaisons proximales courbant côté dorsal et aux terminaisons distales en forme de crochet du côté ventral. Les stries sont parallèles au centre, devenant radiantesaux extrémités,et aux ponctuations en limite de résolution optique (34 à 38 aréoles / 10 µm).

Ecologie :Espèce cosmopolite, de milieux au pH voisin de la neutralité, modérément minéralisés, peu à moyennement impactés par les nutriments.

Famille :Gomphonemataceae Kützing 1844

Genre :*Gomphonema* Ehrenberg 1832

Espèce :*Gomphonema angustivalva* E. Reichardt 1997

Référence :

1997 - *Gomphonema angustivalva* E. Reichardt : p. 112 ; pla. 6, fig. 1-29.

2013 - *Gomphonema angustivalva* E. Reichardt : Bey et Ector, tome. 5, p. 888-889.

Morphologie :La valve est vaguement claviforme à presque complètement en forme de navicule, linéaire à linéo-lancéolé. Les apex sont épointés et arrondis. L'aire longitudinale est étroite et rectiligne. L'aire centrale, grossièrement en forme de rectangle, plus ou moins étendue en fonction de la longueur des stries centrales plus courtes et présentant un stigma détaché des stries et des terminaisons proximales du raphé. Le raphé est droit à légèrement ondulé, filiforme ou oblique de façon à peine perceptible. Les stries sont faiblement radiantes.

Ecologie :Espèce sensible à la matière organique dont l'écologie précise reste à établir.

Espèce : *Gomphonema cymbelliclinum* E. Reichardt & Lange-Bertalot 1999

Référence :

1999 - *Gomphonema cymbelliclinum* E. Reichardt & Lange-Bertalot : p. 36 ; pl. 39, fig. 11-14, 24-26 ; pl. 40 ; pl. 41, fig. 10-17.

2013 -*Gomphonema cymbelliclinum* E. Reichardt & Lange-Bertalot : : Bey et Ector, tome. 5, p. 904-905.

Morphologie : La valve estde forme lancéolée, légèrement dissymétrique. Les apex sont plus ou moins capités. L'aire est longitudinale étroite. L'aire centrale est plus ou moins rectangulaire. Le raphé est rectiligne, filiforme ou oblique. Les stries sont faiblement à modérément radiantes.

Ecologie :Espèce probablement cosmopolite, dans des milieux alcalins et calcaires.

Ordre :Naviculales Bessey

Famille :Diadesmidaceae D.G. Mann

Genre :*Diadesmis* Kützing

Espèce :*Diadesmis contenta* (Grunow ex Van Heurck) D.G. Mann in Round, Crawford & Mann 1990

Référence :

1990 - *Diadesmis contenta* (Grunow ex Van Heurck) D.G. Mann in Round, Crawford & Mann : p. 666.

2013 - *Diadesmis contenta* (Grunow ex Van Heurck) D.G. Mann in Round, Crawford & Mann : Bey et Ector, tome. 3, p. 402

Morphologie :Valve se caractérisant par une forme variable, elliptique à linéaire, avec des côtés rectilignes, plus ou moins convexes. Apex largement arrondis, habituellement plus ou moins capités. Aire longitudinale de forme distincte. Aire centrale souvent rectangulaire, parfois plus ou moinscirculaire. Stries habituellement parallèles, parfois faiblement radiantes et légèrement convergentes aux pôles.

Ecologie : Espèce cosmopolite, considérée comme aérophile et préférant les sites ombragés, indifférente au taux en nutriments, et se développant dans des milieux au niveau de pollution à large amplitude.

Sous-ordre : Diploneidineae D.G. Mann in Round et al. 1990

Famille :Diploneidaceae D.G. Mann in Round et al., 1990

Genre :*Diploneis* (Ehrenberg) Cleve 1894

Espèce :*Diploneis elliptica* (Kützing) Cleve 1894

Référence :

1894 - *Diploneis elliptica* (Kützing) : P.T. CLEVE : p. 92.

Morphologie :La valve est de forme elliptique, avec des extrémités larges et arrondies.Nodule central de taille moyenne, quadrangulaire. Sillons étroits, de largeur uniforme sur toute leur longueur. Rangées transversales de ponctuations : 10 à 13 pour 0,01 mm. Alvéoles : 10 à 14 pour 0,01 mm, formant des rangées longitudinales irrégulières.

Sous-ordre :Naviculineae Hendy 1937

Famille :Naviculaceae Kutzing 1844 emend D.G. Mann in Round et al. 1990

Genre :*Navicula* Bory 1822

Espèce :*Navicula gregaria* sensu *Navicula gregaria* B Cox 1987 et auctorum nonullorum ; non Donkin 1861.

Référence :

2013 - *Navicula gregaria* sensu *Navicula gregaria* B Coxet auctorum nonullorum ; non Donkin :Bey et Ector, tome. 4, p. 572-573.

Morphologie : La valve est de forme lancéolée à elliptique-lancéolée. Les apex sont plus ou moins rostrés et parfois sub-capités. L'aire longitudinale est étroite et linéaire.L'aire centrale est arrondie. La présence d'un nodule central décalé latéralement. Le raphé est filiforme à faiblement oblique, aux terminaisons proximales s'incurvant du coté du nodule central et aux terminaisons distales en crochet recourbé du même côté. Les stries sont faiblement radiantes, devenant fortement convergentes aux pôles.

Ecologie :Espèce cosmopolite présente dans les milieux plus divers : aussi bien désoxygénés que saturés en oxygène, d'eau douce à saumâtre, avec un niveau de pollution allant d'intermédiaire à très élevé. Elle constitue un bon indicateur des eaux fortement impactées par les nutriments.

Espèce:*Navicula phyllepta*Kützing 1844

Référence:

1844 - *Navicula phyllepta* Kützing : p. 94, pl. 30 : fig. 56

Morphologie:La navicule est petite, grêle et très lisse. Elle présente une forme linéaire tronquée en vue primaire et une forme étroitement lancéolée à apex aigus en vue secondaire.

Espèce: *Navicula radiosa*Kützing 1844

Référence :

1844 -*Navicula radiosa* Kützing :p. 91 ; pl. 4, fig. 23

2013 -*Navicula radiosa* Kützing : Bey et Ector, tome. 4, p. 590-591

Morphologie : La valve est longuement lancéolée, avec un apex en pointe émoussée et arrondie. Elle présente une aire longitudinale droite et très étroite, ainsi qu'une aire centrale peu étendue, ronde à plus ou moins rhomboïde. Le raphé est filiforme, rectiligne à très faiblement arqué, avec des terminaisons distales en forme de crochet orienté du même côté.

Les stries sont robustes, fortement radiantes dans la partie centrale, devenant convergentes aux pôles.

Ecologie :Espèce ne tolérant pas ou très peu la pollution organique , mais plutôt indifférente aux autres paramètres de l'eau.

Espèce : *Navicula veneta* Kützing 1844

Référence :

1844 - *Navicula veneta* Kützing : p. 95 ; pl. 30, fig. 76.

2013 - *Navicula veneta* Kützing : Bey et Ector, tome. 4, p. 626-627.

Morphologie : La valve est linéo-lancéolée. Les apex sont sub-rostrées. L'aire longitudinale est étroite et rectiligne. L'aire centrale est petite, de forme rectangulaire, bordée de deux à trois courtes stries. Le raphé est filiforme, aux terminaisons proximales s'incurvant légèrement et aux pores centraux en forme de petits points généralement bien visibles. Les stries sont faiblement radiantes, convergentes aux extrémités.

Ecologie :

Espèce cosmopolite courante. Se trouve dans les milieux de forte conductivité, fortement marqués par un fort taux de nutriments. Tolère également les fortes pollutions organiques.

Famille :Stauroneidaceae D.G. Mann in Round et al., 1990

Genre :*Stauroneis* Ehrenberg, 1842

Espèce :*Stauroneis sp*

Morphologie :La valve est allongée, linéaire à légèrement lancéolée. Les apex subaigus à arrondis. Le raphé est filiforme,présumé axial et centrale.

Ordre :Bacillariales Hendey 1937 emend D.G. Mann in Round et al., 1990

Famille :Bacillariaceae Ehrenberg 1831

Genre :*Nitzschia* Hassall 1845

Espèce :*Nitzschia archibaldi*Lange-Bertalot 1980

Référence :

1980 - *Nitzschia archibaldii* Lange-Bertalot : p. 44-45 ; fig. 14-18, 115-121.

2013 - *Nitzschia archibaldii* Lange-Bertalot : Bey et Ector, tome. 6, p. 1012-1013.

Morphologie : La valve est finement lancéolée. Les apex sont sub-rostrée. Les fibules sont petites toujours équidistantes au centre.Le raphé est marginal. Les stries sont fines et très denses.

Ecologie :C'est une forme cosmopolite, dans des milieux au pH voisin de la neutralité, modérément minéralisés. Ne tolère pas des niveaux élevés de pollution, principalement vis-à-vis de la matière organique mais passe pour être une espèce tolérante au plomb et au zinc.

Espèce :*Nitzschia debilis*(Arnott et O'Meara) Grunow 1880

Référence :

1880 - *Nitzschia debilis*(Arnott et O'Meara) Grunow : Cleve, PT et Grunow, A. : p. 68-69.

Morphologie :Les stries transversales sont très peu marquées, interrompues au milieu.Elle constitue en quelque sorte la forme la plus petite et la plus délicate de cette espèce.

Espèce :*Nitzschia hungarica*Grunow 1862

Référence :

1862 - *Nitzschia hungarica*Grunow : 568, pl. 28/12: fig. 31

Morphologie : Vue du côté primaire linéaire, rétrécie au milieu, avec des apex légèrement atténués et tronqués. Les valves sont linéaires, plus ou moins resserrées au centre, et présentent des apex prolongés. Le raphé est excentré. Les stries transversales sont distinctes et interrompues par une ligne longitudinale lisse.

Espèce :*Nitzschia inconspicua* Grunow 1862

Référence :

1862 - *Nitzschia inconspicua* Grunow : p. 579 ; pl. 28/12, fig. 25.

2013 - *Nitzschia inconspicua* Grunow : Bey et Ector, tome. 6, p. 1053.

Morphologie : Petite valve de forme lancéolée à linéo-lancéolée. Les apex sont diminués à sub-rostrés et plus ou moins étroitement arrondis. Le raphé, interrompu au centre, est excentré sur l'un des côtés de la valve. Les fibules, petites et de forme plus ou moins carrée à rectangulaire, sont généralement plus espacées au centre. Les stries sont transversales, parallèles à légèrement radiantes vers la zone apicale.

Espèce :*Nitzschia linearis* W. Smith 1853

Référence :

1853 - *Nitzschia linearis* W. Smith : p. 39 ; pl. 13, fig. 110.

2013 - *Nitzschia linearis* W. Smith : Bey et Ector, tome. 6, p. 1060-1061.

Morphologie : La valve linéaire à linéo-lancéolée. L'extrémité est étirée en un côté concave et un côté convexe donnant un apex en forme de sabot. Le raphé est marginal, avec la présence d'un nodule central. Les fibules sont disposées de façon irrégulière et plus écartées dans la partie médiane de la valve. Les stries sont fines.

Ecologie :Espèce cosmopolite à grande amplitude écologique, fréquentant habituellement des milieux au pH proche de la neutralité, plutôt bien oxygénés, modérément à fortement minéralisés, assez riches en matière organique et en nutriments.

Espèce :*Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith 1856

Référence :

1856 - *Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith : p. 89.

2013 - *Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith : Bey et Ector, tome. 6, p. 1064-1065.

Morphologie : La valve est habituellementlancéolée ou linéaire, aux cotés parallèles à trèsconvexes dans la partie centrale. L'apex est triangle au sommet s'étirant en un rostre. Le raphéest marginal. Les fibules sont disposées de façon irrégulière, petites, de forme plus ou moins carrée. Les stries très fines et denses.

Ecologie :Espèce cosmopolite caractéristique des milieux faiblement oxygénés, tolérante à des niveaux élevés de pollution organique et de nutriments, et capable de résister efficacement à l'assèchement du milieu.

Espèce :*Nitzschia sp1*

Morphologie :La valve est lancéolée. Les apex sont subaigus à légèrement arrondis. Le raphé est excentré. Les stries sont très fines.

Genre :*Tryblionella* W.Smith 1853

Espèce :*Tryblionella levidensis* W. Smith 1856

Référence :

1853 - *Tryblionella levidensis* W. Smith : p. 89.

2013 - *Tryblionella levidensis* W. Smith : Bey et Ector, tome. 6, p. 1116-1117.

Morphologie : La valve est large et linéo-elliptique. Les apex sont légèrement émoussés. Le raphé fortement excentré. Les fibules sont petites. On note la présence d'un nodule central difficilement visible en microscopie photonique. Les stries habituellement non résolvables en microscopie photonique, cachées par des côtes transapicales fortement ondulées.

Ecologie :Espèce cosmopolite, d'eau saumâtre ou douce moyennement à fortement minéralisée et au pH alcalin ; tolérant d'assez fortes concentrations en matière organique ainsi que de fortes concentrations en nutriments et un taux modéré en oxygène dissous.

Ordre :Rhopalodiales D.G. Mann in Round et al. 1990

Famille : Rhopalodiaceae (Karsten) Topachevs'kyj & Oksiyuk 1960

Genre :*Rhopalodia* O.F. Mller, 1895

Espèce :*Rhopalodia rupestris* (W. Smith) Krammer in Lange-Bertalot & Krammer 1987.

Référence :

1987 - *Rhopalodia rupestris* (W. Smith) Krammer in Lange-Bertalot & Krammer : p. 86 ; pl. 49, fig. 1-6.

2013 - *Rhopalodia rupestris* (W. Smith) Krammer in Lange-Bertalot & Krammer : Bey et Ector, tome. 6, p.1134.

Morphologie :Valve à dissymétrie dorsi-ventrale, au côté dorsal en forme d'arc et au côté ventral légèrement concave. Apex en pointe plus ou moins finement étirée et arrondie. Présence d'un canal raphéen courant le long du bord dorsal de la valve. Raphé interrompu au centre, non résolvable en microscopie photonique. Deux à sept stries bien visibles en microscopie photonique sont présentes entre les côtes.

Ecologie :Espèce polluo-sensible de milieux pauvres en matière organique.

Sous-classe :Fragilariophycidae Round in Round et al. 1990

Ordre :Fragilariales Silva 1962 emend. Round in Round et al. 1990

Famille :Fragilariaceae Greville 1833

Genre :*Pseudostaurosira*GrunowDMWilliams& Round 1988

Espèce :*Pseudostaurosira brevistriata*Grunow

Référence :

1978- *Pseudostaurosirabrevistriatabrevistriata* Grunow : Servant-Vildary, pl. II. 1, figs. 1-2.

1988 - *Pseudostaurosirabrevistriatabrevistriata* Grunow : Hûrlimann et Schanz, p. 386, pl. 1, figs. 17,19.

Morphologie :La valve est de très petite taille, ne dépassant pas 26 µm de longueur. Elle présente une forme allongée et elliptique, avec un élargissement au niveau du centre valvaire. Les extrémités sont rostrées. La surface valvaire est ornée de stries transversales constituées de pores arrondis et espacés. L'axe longitudinalou pseudoraphé est large.

Ecologie : C'est une forme planctonique et littorale, d'eau douce, à caractère alcaliphile. (Gasse et al., 1987 ; Servant-Vildary, 1978).

Genre :*Tabularia* (Kützing) D.M. William & Round 1986

Espèce :*Tabularia fasciculata* (C. Agardh) D.M. Williams & Round 1986

Référence :

1986 - *Tabularia fasciculata* (C. Agardh) D.M. Williams & Round : p. 326, fig. 46-52.

2013 - *Tabularia fasciculata* (C. Agardh) D.M. Williams & Round : Bey et Ector, tome.2, p. 278-279.

Morphologie :La valve est lancéolée etlinéaire. Les apex sont rostrés à capités. L'aire longitudinale est très variable. L'aire centrale est absente. Les stries sont parallèles, fortes et courtes.

Ecologie :Espèce cosmopolite très halophile, affectionnant les milieux alcalins, résistante à la pollution organique.

Conclusion

l'analyse des diatomées a permis d'identifier une richesse floristique importante représentée par 13 familles, 17 genres et 30 espèces.

Les Centriques sont représenté par une seul famille qui est la Melosiraceae. Tandisque les Pennées sont présents par 12 familles : Catenulaceae, Cocconeidaceae, Achnanthidiaceae, Cymbellaceae, Gomphonemataceae, Diadesmidaceae, Diploneidaceae, Naviculaceae, Stauroneidaceae, Bacillariaceae, Rhopalodiaceae et Fragilariaceae.

Les genres recensés comprennent : *Amphora, Cocconeis, Cymbella, Diadesmis, Diploneis, Encyonema, Gomphonema, Halamphora, Melosira, Navicula, Nitzschia, Rhopalodia, Stauroneis, Tabularia*, *Tryblionella, Planothidium* et *Pseudostaurosira.*

CHAPITRE IV :

INVENTAIRE ET BIODIVERSITE DIATOMIQUE

I. Introduction

Les diatomées possèdent la particularité d'être très sensibles à la qualité des eaux, leur fréquence est liée à l'état écologique de l'eau. En conséquence, l'étude de la composition microfloristique et le calcul des indices de Diversité et Equitabilité est indispensable pour affiner l'analyse de la biodiversité des diatomées.

Ainsi, les indices utilisés dans le présent travail, sont les suivants :

- l'**Indice de Diversité de Shannon-Weaver (1949)** a été calculé par la formule : $H` = -\sum((Ni / N)*\log2 (Ni / N))$;

- l'Indice d'Equitabilité E (Piélou, 1966), basé sur la formule : $E_H = H / H_{max}$..

II. Inventaire microfloristique

1. Échantillon Ao1

L'analyse de l'échantillon Ao1 a démontré qu'il est représenté uniquement par les formes Pennées 100 % (Fig.14).

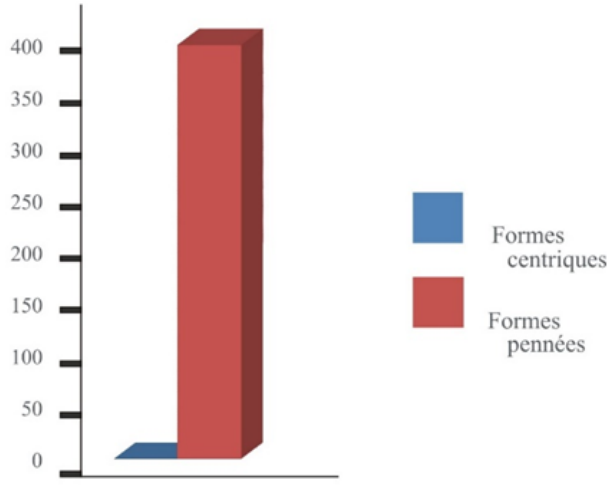


Fig. 14 : Nombre des formes Pennées et Centrique dans l'échantillon Ao1

L'étude microfloristique de l'échantillon (Ao1) a permis d'inventorier 11 espèces réparties en neuf (09) genres, dont 01 genre (*Navicula*) est représenté par 03 espèces (Fig.15). Ces derniers sont : *Navicula radiosa* (NRAD), *Navicula phyllepta* (NPHY) et *Navicula sp*

(NASP).Toutefois, Ao1 est dominé par les espèces *Pseudostaurosira brevistriata* (PSBR) et *Diadesmis contenta* (DCOT) avec (37.5 % et 23.5%) respectivement. Il est a noter que l'espèce *Cocconeis placentula* (CPLA) est fréquente avec (12.5%).

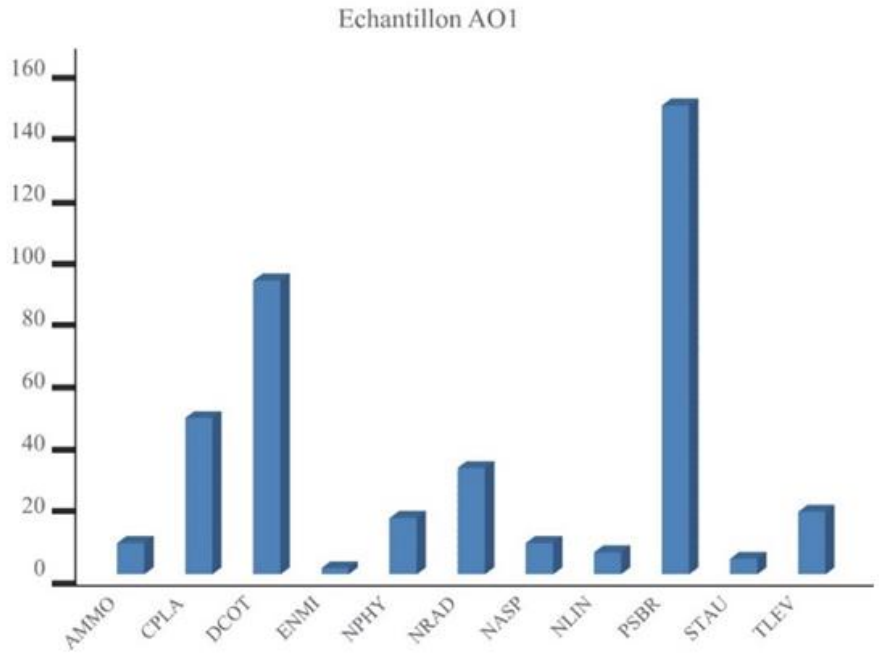


Fig. 15 : Fréquence de la composition taxonomique de l'échantillon Ao1

2. Échantillon Ao2

L'échantillon (Ao2) se caractérise par la prédominance des Pennées avec (96.5 %), tandis que les centrique ne représente que 3.5% (Fig.16).

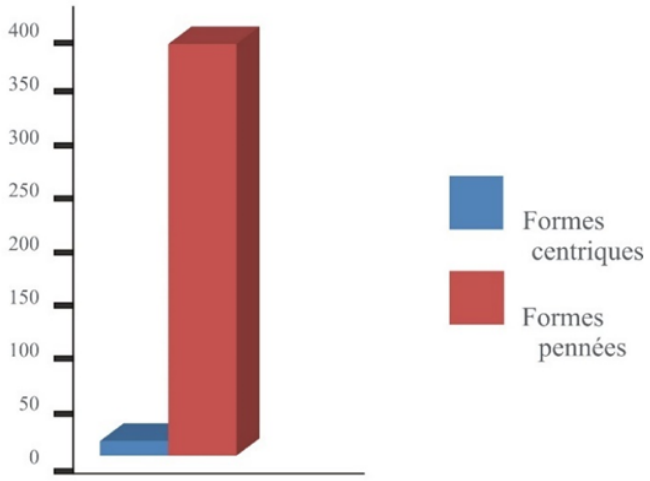


Fig. 16 : Nombre des formes Pennées et Centrique dans l'échantillon Ao2

L'analyse de (Ao2) indique un inventaire de 15 espèces réparties en neuf (09) genres, dont le genre (*Nitzschia*) est représenté par 05 espèces (*N. debilise*, *N. hungarica*, *N. incospica*, *N. palea* et *N. sp*). Toutefois, le taxon *Tabularia fasciculata* (TFAS) est le plus abondant avec (18 %). Or que, les espèces *Amphora montana* (AMMO), *Amphora oligotraphenta* (AOLG), *Pseudostaurosira brevistriata* (PSBR) et *Nitzschia palea* (NPAL) sont fréquents avec (17 %, 13.25%, 12.5% et 10.5 %) respectivement (Fig.17).

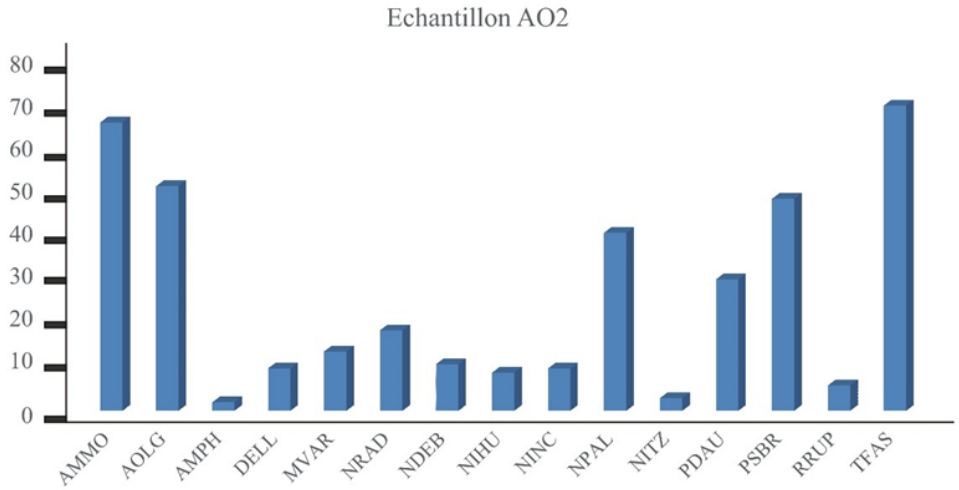


Fig. 17 : Fréquence de la composition taxonomique de l'échantillon Ao2

3. Échantillon Ao3

L'étude de l'échantillon (Ao2) a indiqué qu'il est représenté uniquement par les formes Pennées avec 100 % (Fig.18).

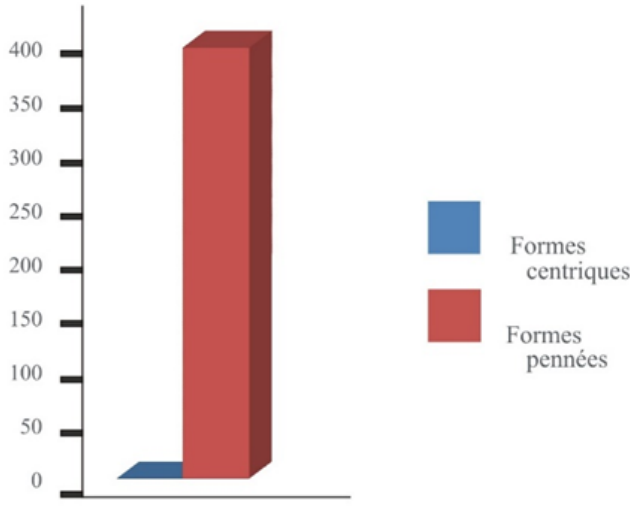


Fig. 18 : Nombre des formes Pennées et Centrique dans l'échantillon Ao3

L'échantillon (Ao3) se caractérise par 11 espèces réparties huit (08) genres, dont le genre (*Navicula*) est représenté par 03 espèces (*N. gregaria*, *N. radiosa* et *N. veneta*). Cependant, le taxon *Nitzschia archibaldi* (NARC) est le plus abondant avec (26.25 %). Alors que les espèces : *Gomphonema angustivalva* (GAGV), *Navicula gregaria* (NGRE), *Navicula radiosa* (NRAD) sont fréquents avec (16.25%, 13.75% et 12.5 %) respectivement (Fig.19).

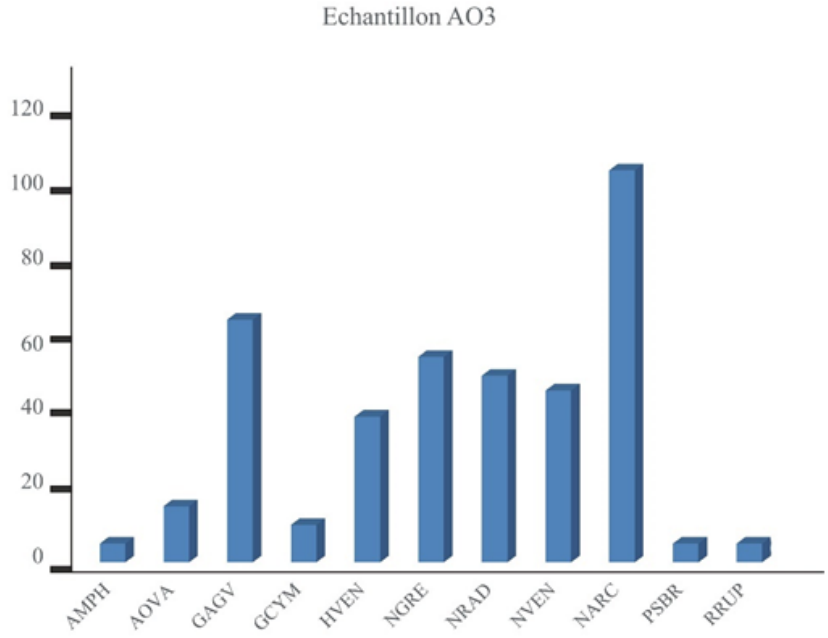


Fig. 19 : Fréquence de la composition taxonomique de l'échantillon Ao3

III. Biodiversité

1. Échantillon Ao1

L'analyse de la microflore diatomique de l'échantillon (Ao1) a fourni 11 espèces réunies en 09 genres, dont le genre *Navicula* est représenté par 03 espèces (Fig.20).

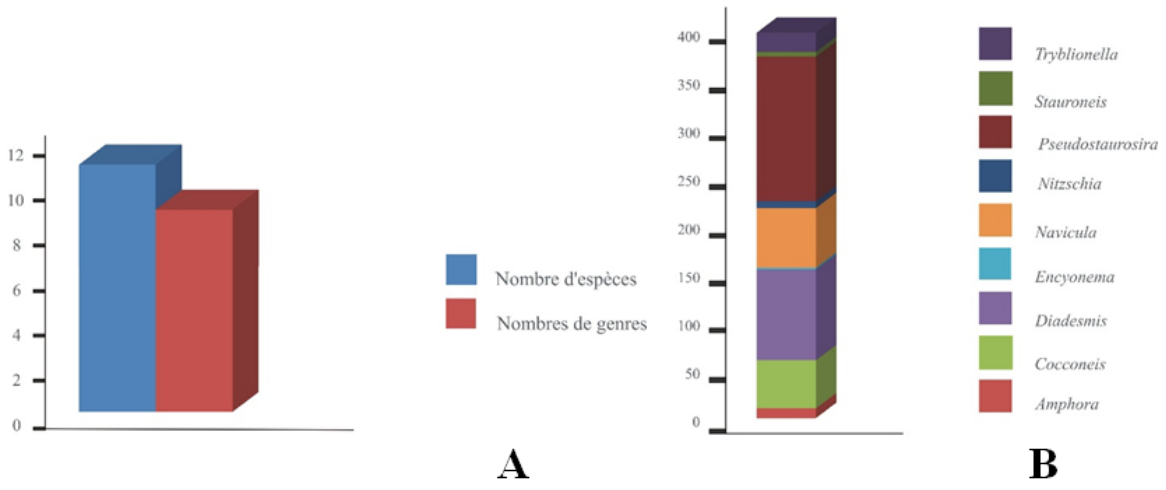


Fig. 20 : Biodiversité des diatomées dans l'échantillon Ao1 : A, nombre d'espèces et nombre de genres ; B, nombre d'espèces par genre.

2. Échantillon Ao2

L'étude microfloristique de l'échantillon (Ao2) a permis d'inventorier 15 espèces réunies en 09 genres, dont le genre *Nitzschia* est représenté par 05 espèces. Il est a noter que le genre *Amphora* est représenté par 03 espèces (Fig.21).

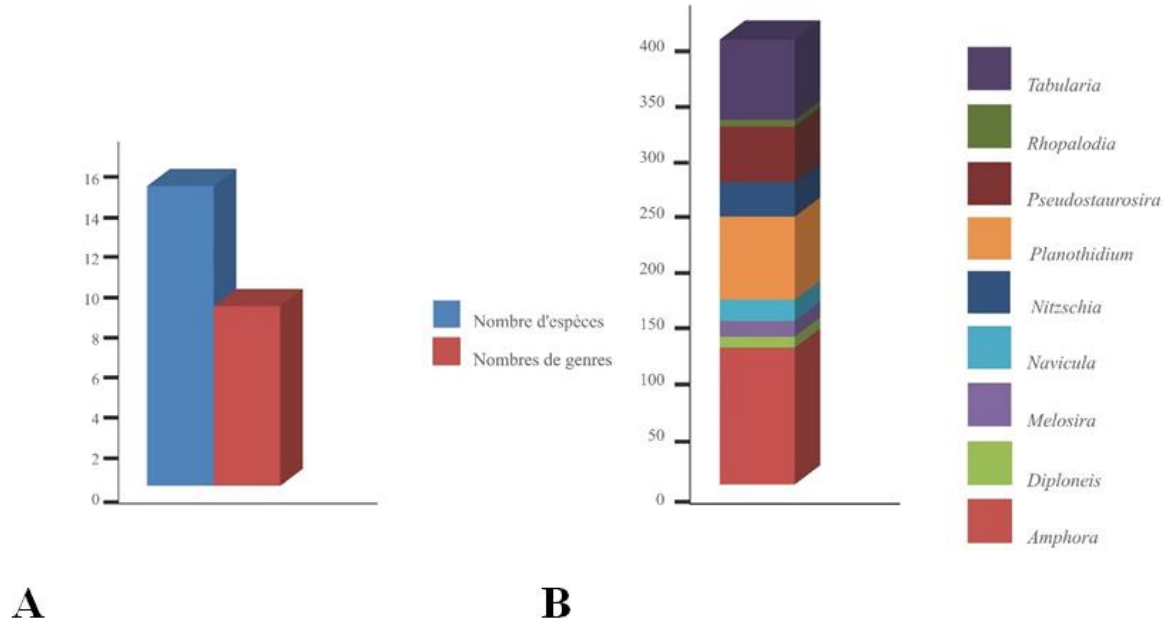


Fig. 21 : Biodiversité des diatomées dans l'échantillon Ao2 : A, nombre d'espèces et nombre de genres ; B, nombre d'espèces par genre

3. Échantillon Ao3

L'étude des diatomées de l'échantillon (Ao3) a démontré que l'inventaire microfloristique se compose par 11 espèces réunies en 08 genres, dont le genre *Navicula* est représenté par 03 espèces. On constate aussi que le genre *Gomphonema* est représenté par 02 espèces (Fig.22).

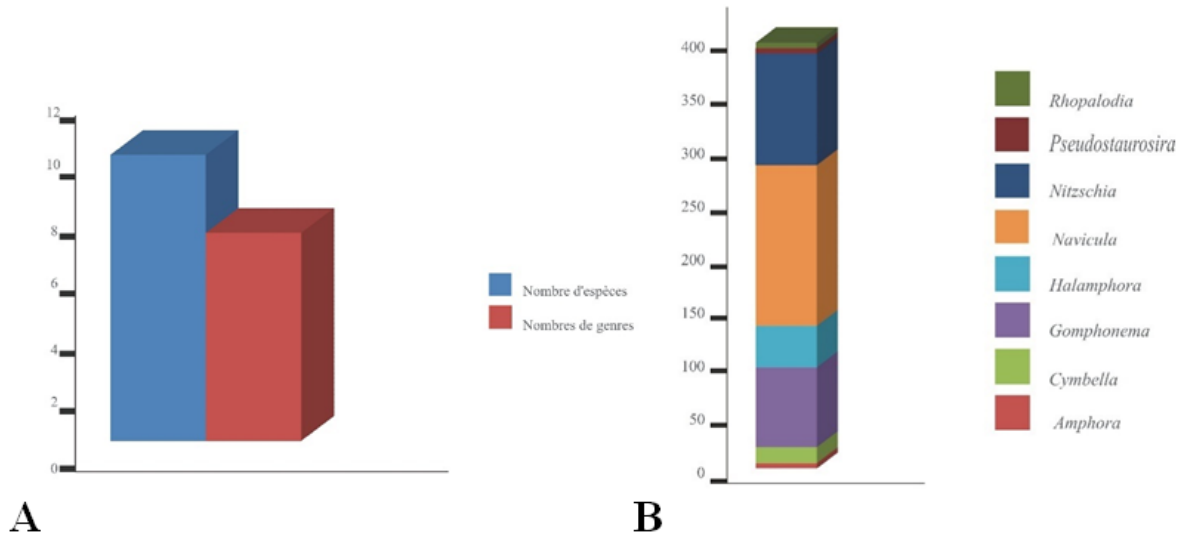


Fig. 22 : Biodiversité des diatomées dans l'échantillon Ao3 : A, nombre d'espèces et nombre de genres ; B, nombre d'espèces par genre

IV. Indice de diversité de Shannon-Weaver et Indice d'Equitabilité

La diversité spécifique de Shannon-Weaver (1949) marque de faible valeur et une distribution d'effectifs moins homogène dans les échantillons Ao1 et Ao3 avec (2.6) et (2.93), respectivement. Tandis que l'indice de diversité enregistre une valeur plus importante dans Ao2 avec (3.36).

Concernant l'indice d'équitabilité (Piélou, 1966), il indique une évolution similaire à celle de l'indice de Shannon (Fig.23).

Par conséquence, les peuplements moins diversifiés se rencontrent dans les eaux très propres ou très polluées comme se qui a été enregistré dans (Ao1 et Ao3), tandis que les plus diversifiés dans les eaux de qualités intermédiaires (Ao2).

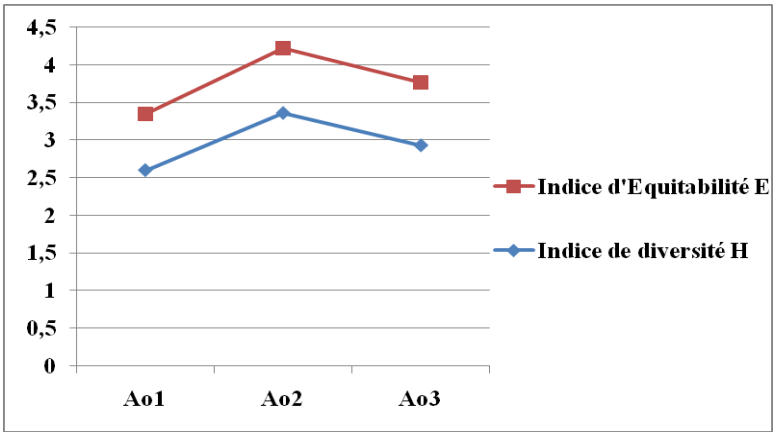


Fig. 23 : Richesse spécifique et diversité des diatomées du Lac de Aïn Ouarka

IV. Conclusion

L'étude microfloristique du lac de Aïn Ouarka a permis d'inventorier 30 espèces réparties en 17 genres (Tab. 01). Ce lac se caractérise par la dominance des formes Pennées. Cependant, une seule Centrique (*Melosira varians* avec 3.5%) a été enregistrée dans l'échantillon Ao2.

Les prélèvements étudiées (Ao1, Ao2 et Ao3) se distingues par la prédominance des genres *Navicula*, *Nitzschia* et *Amphora* avec des moyennes d'environ (19.33%, 15.58% et 11.5%) respectivement.

L'échantillon Ao1 se caractérise par l'abondance de *Pseudostaurosira brevistriata* (PSBR) avec 37.5% et la fréquence des espèces *Diadesmis placentula* (DCOT) et *Cocconeis contenta* (CPLA) avec 23.75% et 12% respectivement. Ainsi l'abondance de l'espèce (PSBR) indique une eau douce à légèrement alcalin, avec de forte teneur en nutriments et une pollution organique (Peeter et Ector 2017).

Le prélèvement Ao2 est dominé par le taxon *Tabularia fasciculata* (TFAS) avec (18%), tandis que les espèces fréquents sont *Amphora montana* (AMMO), *Amphora oligotraphenta* (AOLG), *Pseudostaurosira brevistriata* (PSBR) et *Nitzschia palea* (NPAL) avec 17%, 13.25%, 12.5% et 10.5% respectivement. La prolifération du taxon (TFAS) signifie une eau alcaliphiles, saumâtres et eutrophe (Peeter et Ector 2017).

L'échantillon Ao3 se distingue par la prédominance de l'espèce *Nitzschia archibaldi* (NARC) avec 26.25% et la fréquence des taxons *Gomphonema angustivalva* (GAGV),

Navicula gregaria (NGRE) et *Navicula radiosa* (NRAD) avec 16.25%, 13.75% et 12.5% respectivement. On note aussi que le taxon *Pseudostaurosira brevistriata* (PSBR) se fait très rare dans cet échantillon, car il ne représente que 1.25%. En conséquence la présence de l'espèce (NARC) traduit un milieu à PH voisin de la neutralité, modérément minéralisé (Bey et Ector, 2013), ainsi qu'une eau douce à légèrement alcalin, de forte teneur en nutriments et une pollution organique.

Par conséquence, les analyses de la composition diatomique des prélèvements (Ao1, Ao2 et Ao3) sont en accord avec les indices de diversité et d'équitabilité. Les échantillons Ao1 avec (11 espèces) et Ao3 avec (11 espèces) sont moins diversifiés par rapport à l'échantillon (Ao2) qui enregistre une diversité plus importante (plus riches) avec (15 espèces). Ainsi, les peuplements moins diversifiés se rencontrent dans les eaux très propres ou très polluées comme se qui a été enregistré dans (Ao1 et Ao3), tandis que les plus diversifiés dans les eaux de qualités intermédiaires (Ao2).

Le tableau ci-dessous présente l'inventaire taxonomiqe exprimé en pourcentage d'individus par espèce récoltés dans nos échntillons d'étude (Tab.1) :

Code	Espèce	Ao1	Ao2	Ao3
AMMO	*Amphora montana*	**2,5%**	**17%**	
AOLG	*Amphora oligotraphenta*		**13,25%**	
AMPH	*Amphora sp*		**0,5%**	**1,25%**
CPLA	*Cocconeis placentula*	**12,5%**		
AOVA	*Cymbella ovalis*			**3,75%**
DCOT	*Diadesmis contenta*	**23,5%**		
DELL	*Diploneis elliptica*		**2,5%**	
ENMI	*Encyonema minutum*	**0,5%**		
GAGV	*Gomphonema angustivalva*			**16,25%**
GCYM	*Gomphonema cymbelliclinum*			**2,50%**
HVEN	*Halamphora veneta*			**9,75%**
MVAR	*Melosira varians*		**3,5%**	
NGRE	*Navicula gregaria*			**13,75%**
NPHY	*Navicula phyllepta*	**4,5%**		
NRAD	*Navicula radiosa*	**8,5%**	**4,75%**	**12,50%**
NVEN	*Navicula veneta*			**11,50%**
NASP	*Navicula sp*	**2,5%**		
NARC	*Nitzschia archibaldii*			**26,25%**
NDEB	*Nitzschia debilis*		**2,75%**	
NIHU	*Nitzschia hungarica*		**2,25%**	
NLIN	*Nitzschia inconspicua*		**2,5%**	
NINC	*Nitzschia linearis*	**1,75%**		
NPAL	*Nitzschia palea*		**10,5%**	
NITZ	*Nitzschia sp1*		**0,75%**	
PDAU	*Planothidium daui*		**7,75%**	
PSBR	*Pseudostaurosira brevistriata*	**37,5%**	**12,5%**	**1,25%**
RRUP	*Rhopalodia rupestris*		**1,5%**	**1,25%**
STAU	*Stauroneis sp*	**1,25%**		
TFAS	*Tabularia fasciculata*		**18%**	
TLEV	*Tryblionella levidensis*	**5%**		

Tab. 1 : Inventaire taxonomique des diatomées dans l'échantillons (Ao1, Ao2 et Ao3)

CHAPITRE V :

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

Le secteur choisi pour l'étude des diatomées est le lac de Aïn Ouarka (Monts des Ksour, Atlas saharien occidental de l'Algérie). Trois prélèvements y ont été réalisés afin d'établir l'inventaire diatomique, l'étude systématique, la biodiversité et un aperçu sur la qualité biologique de l'eau du lac de Aïn Ouarka.

L'analyse microfloristique nous a permis d'inventorier 30 espèces réparties en 17 genres (*Amphora, Cocconeis, Cymbella, Diadesmis, Diploneis, Encyonema, Gomphonema, Halamphora, Melosira, Navicula, Nitzschia, Rhopalodia, Stauroneis, Tabularia*, *Tryblionella, Planothidium* et *Pseudostaurosira*).

L'étude de la systématique des diatomées a démontré la dominance des Pennatophycidées qui regroupent 12 familles : Catenulaceae, Cocconeidaceae, Achnanthidiaceae, Cymbellaceae, Gomphonemataceae, Diadesmidaceae, Diploneidaceae, Naviculaceae, Stauroneidaceae, Bacillariaceae, Rhopalodiaceae et Fragilariaceae. Tandis que les Centrophycidées sont représentées par une seule famille qui est la Melosiraceae et un seul genre (*Melosira*), l'espèce répertoriée étant *Melosira varians* (dans l'échantillon Ao2).

La composition des diatomées se distingues par la prédominance des genres *Navicula*, *Nitzschia* et *Amphora* avec des moyennes d'environ (19.33%, 15.58% et 11.5%) respectivement.

L'échantillon Ao1 se caractérise par l'abondance de *Pseudostaurosira brevistriata* (PSBR) avec 37.5%, indiquant une eau douce à légèrement alcalin, avec de forte teneur en nutriments et une pollution organique (Peeter et Ector 2017).

Le prélèvement Ao2 est dominé par le taxon *Tabularia fasciculata* (TFAS) avec (18%). Ceci signifie que l'eau est alcaliphile, saumâtre et eutrophe (Peeter et Ector 2017).

L'échantillon Ao3 se distingue par la prédominance de l'espèce *Nitzschia archibaldi* (NARC) avec 26.25%, traduisant un milieu à PH voisin de la neutralité, modérément minéralisé (Bey et Ector, 2013), ainsi qu'une eau douce à légèrement alcalin, de forte teneur en nutriments et une pollution organique.

L'analyse microfloristique des prélèvements (Ao1, Ao2 et Ao3) est en accord avec les indices de diversité et d'équitabilité. Les échantillons Ao1 avec (11 espèces) et Ao3 avec (11

espèces), sont moins diversifiés par rapport à l'échantillon (Ao2) qui enregistre une diversité plus importante avec (15 espèces). Ainsi, les peuplements moins diversifiés se rencontrent dans les eaux très propres ou très polluées comme ce qui a été enregistré dans (Ao1 et Ao3), tandis que les plus diversifiés dans les eaux de qualités intermédiaires (Ao2).

Planche I

Fig. 1- *Amphora montana* Krasske.
Vue valvaire (Ao1) grossissement X1000

Fig. 2- *Amphora montana*.
Vue connective (Ao2) grossissement X1000

Fig. 3- *Amphora sp*.
Vue valvaire (Ao2, Ao3) grossissement X1000

Fig. 4- *Cocconeis placentula* Ehrenberg
Vue valvaire (Ao1) grossissement X1000

Fig. 5- *Diadesmis contenta* (Grunow ex Van Heurck) D.G. Mann in Round, Crawford & Mann.
Vue valvaire (Ao1) grossissement X1000

Fig. 6- *Diploneis elliptica* (Kützing) Cleve.
Vue valvaire (Ao2) grossissement X1000

Fig. 7- *Encyonema minutum* (Hilse in Rabenhorst) D.G. Mann .
Vue valvaire (Ao1) grossissement X1000

Fig. 8- *Navicula phyllepta* Kützing.
Vue valvaire (Ao1) grossissement X1000

Fig. 9- *Navicula radiosa* Kützing.
Vue valvaire (Ao1,Ao2,Ao3) grossissement X1000

Planche II

Fig. 10- *Nitzschia debilis* (Arnott et O'Meara) Grunow.
Vue valvaire (Ao2) grossissement X1000

Fig. 11- *Nitzschia hungarica* Grunow.
Vue valvaire (Ao2) grossissement X1000

Fig. 12- *Nitzschia inconspicua* Grunow.
Vue valvaire (Ao2) grossissement X1000

Fig. 13- *Nitzschia linearis* W. Smith.
Vue valvaire (Ao1) grossissement X1000

Fig. 14- *Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith.
Vue valvaire (Ao2) grossissement X1000

Fig. 15- *Nitzschia sp1*.
Vue valvaire (Ao2) grossissement X1000

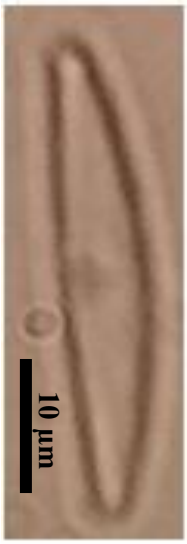
Fig. 16- *Pseudostaurosira brevistriata* Grunow.
Vue valvaire (Ao1,Ao2,Ao3) grossissement X1000

Fig. 17- *Stauroneis sp*
Vue valvaire (Ao1) grossissement X1000

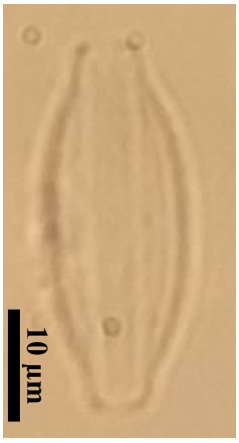
Fig. 18-*Tabularia fasciculata* (C. Agardh) D.M. Williams & Round.
Vue valvaire (Ao2) grossissement X1000

Fig. 19- *Tryblionella levidensis* W. Smith.
Vue valvaire (Ao1) grossissement X1000

Pl. I



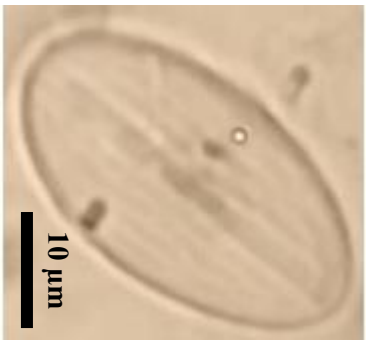
1



2



3



4



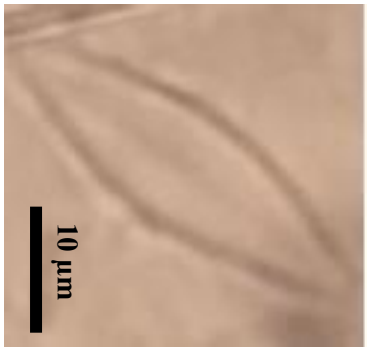
5



6



7

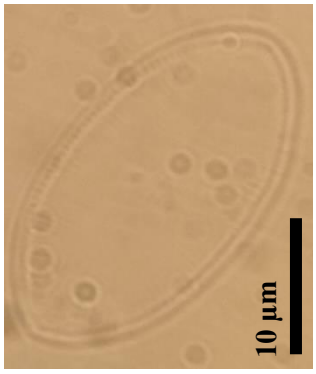


8

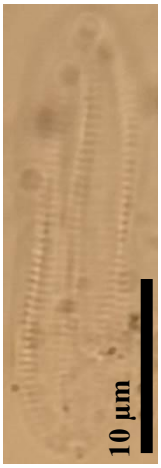


9

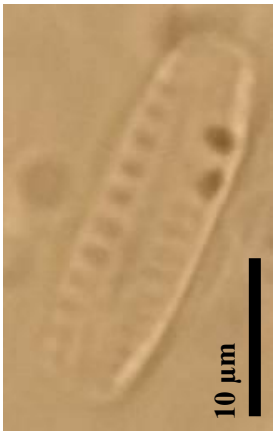
Pl. II



10



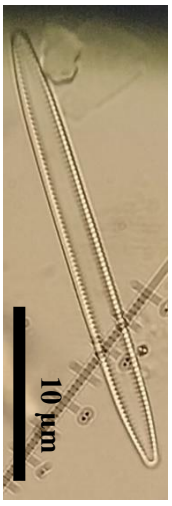
11



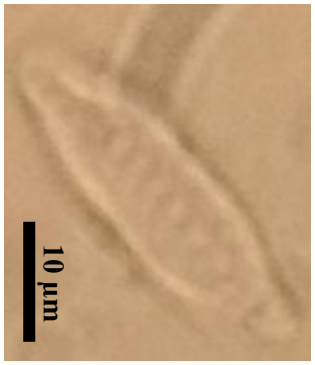
12



13



14



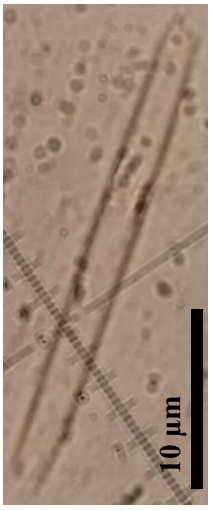
15



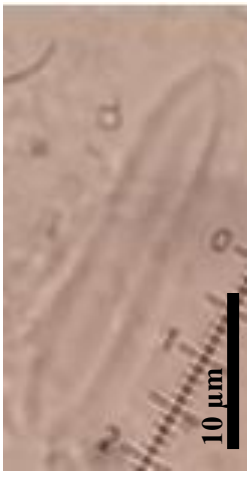
16



17



18



19

Photos de terrain



Fig. 24 : Vue du diapir de et du lac Aïn Ouarka



Fig . 25 : Vue du lac Aïn Ouarka

Table des illustrations :

Fig. 1 : Les grands traits structuraux de la mosaïque de l'Afrique du Nord-Ouest. **(**D'après Elmi, 1978*; in* Mahboubi, 2021**).**

Fig. 2 : Carte géographique de localisation des Monts des Ksour.

Fig. 3 : Localisation du secteur d'étude (la carte est d'aprèsMekahli, 1998).

Fig. 4. Carte de localisation des prélèvements étudiés.

Fig. 5 : Méthode de prélèvement des diatomées dans lac d'Aïn Ouarka

Fig. 6 :Méthodologie d'étude, échantillonnage et travail au laboratoire (Bezzeghoud, 2024).

Fig. 7 : Balayage d'une lamelle microscopique

Fig. 8 :(a) Diatomées centriques, symétrie radiale (*Cyclotella spp.*).**(b)** Diatomées pennées, symétrie bilatérale (*Gomphonema sp., Navicula sp., Cymbella sp*). (D'aprés Lavoie et al, 2008)

Fig. 9 :(a)*Navicula lanceolata* avec contenu cellulaire.**(b)***Navicula lanceolata* sans contenu cellulaire. (D'aprés Lavoie et al, 2008)

Fig. 10 : Frustule de *Nitzschia amphibia***(a)** ; Frustule ouvert de *Diadesmis confervacea***(b)** (microscopie électronique à balayage) (d'après Marquié et al. 2018).

Fig. 11 : (a) Stries **(b-c)** Ponctuations **(d)** Fibules **(e)** Stigma **(f)** Épines.(D'aprés Lavoie et al, 2008)

Fig. 12 :(a) Reproduction végétative : chaque division conserve une cellule de même taille que la cellule-mère et produit une cellule plus petite**. (b)** Réduction progressive de la taille de l'espèce. Une reproduction sexuée, par la production d'auxospores, permet de rétablir la taille maximale de l'espèce. (D'aprés Lavoie et al, 2008)

Fig. 13 : Clé simplifiée de détermination des genres des diatomées d'eau douce (d'après Krammer et Lange-Bertalot 1986 - 1991), illustrations de Michel Coste (Coste 1999).

Fig. 14 : Nombre des formes Pennées et Centrique dans l'échantillon Ao1

Fig. 15 : Fréquence de la composition taxonomique de l'échantillon Ao1

Fig. 16 : Nombre des formes Pennées et Centrique dans l'échantillon Ao2

Fig. 17 : Fréquence de la composition taxonomique de l'échantillon Ao2

Fig. 18 : Nombre des formes Pennées et Centrique dans l'échantillon Ao3

Fig. 19 : Fréquence de la composition taxonomique de l'échantillon Ao3

Fig. 20 : Biodiversité des diatomées dans l'échantillon Ao1 : A, nombre d'espèces et nombre de genres ; B, nombre d'espèces par genre.

Fig. 21 : Biodiversité des diatomées dans l'échantillon Ao2 : A, nombre d'espèces et nombre de genres ; B, nombre d'espèces par genre

Fig. 22 : Biodiversité des diatomées dans l'échantillon Ao3 : A, nombre d'espèces et nombre de genres ; B, nombre d'espèces par genre

Fig. 23 : Richesse spécifique et diversité des diatomées du Lac de Aïn Ouarka

Fig. 24 : Vue du diapir et du lac Aïn Ouarka

Fig . 25 : Vue du lac Aïn Ouarka

Liste des tableaux

Tab. 1: Inventaire taxonomique des diatomées dans les échantillons (Ao1, Ao2 et Ao3)

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AMRANE M., (2011) : Analyse stadiale de la ″Dolomie Du Chemarikh″ (Aïn Ouarka, Mont Des Ksour, Algerie) : pp. 13-14

BAUDRIMONT R., (1974) : Recherches sur les Diatomées des eaux continentales de l'Algérie. Écologie et paléo-écologie. Mémoire, Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, nouvelle série: 12-265.

BENMANSOUR A. K., (2023) : Monts des Ksour, Atlas saharien, Algérie Synthèse géodynamique, lithostratigraphique et sédimentologique des séries Mésozoïque et Cénozoïque, magmatisme et tectonique : p. 41-42

BEZZEGHOUD B., (2009) : La Microflore diatomique et paléoenvironnement des dépôts lacustres holocènes de Hassi El Medjna (Grand Erg Occidental, Algérie). Univ, Oran2, Magister, 144 p.

BEZZEGHOUD B., & MANSOUR B., (2012) : Aperçu sur la structure systématique des diatomées épilithiques et qualité biologique de l‟Oued Derdouse (Affluent de l‟Oued Chélif, Algérie). 4éme Journée des Doctorants 2012. Université d'Oran, 28 novembre 2012, Poster.

BEZZEGHOUD B., & MANSOUR B., (2013) : Aperçu sur la structure systématique des diatomées épilithiques et qualité biologique de l‟Oued Derdouse (Affluent de l‟Oued Chélif, Algérie). 32ème Colloque de l'ADLaF, 7th CE-Diatom Meeting, (Thonon-les-Bains, France, 16 - 20 septembre 2013). Résumé.

BEZZEGHOUD-SIDI YAKOUB B., & MANSOUR B., (2014) : Inventaire diatomique de l‟Oued Rhiou (affluent de l‟Oued Chélif) et de l‟Oued El Malah (affluent de l‟Oued Tafna), nord-ouest de l‟Algérie. 33ème Colloque de l'ADLaF, 8th CE-Diatom Meeting, (Clermont-Ferrand, France, 7 - 10 septembre 2014). Résumé.

BEZZEGHOUD B., & MANSOUR B., (2015) : Aperçu sur la structure systématique des diatomées épilithiques et qualité biologique de l‟Oued Derdouse (affluent de l‟Oued Chélif), Nord Ouest de l‟Algérie. ScienceLib Editions Mersenne : 2015 Volume 7, N ° 150503 ISSN 2111-4706. Publié le: 2015-05-06.

BEZZEGHOUD B., & MANSOUR B., (2017) : Inventaire diatomique et qualité des cours d‟eau dans le bassin Côtier Oranais (Oued el Malah) et le bassin du Bas Chélif (Oued Kramis et Oued Abid), Nord Ouest de l‟Algérie. Campagne 2013. Colloque Biosciences, (Ecole Nationale des Sciences Biologiques, Oran, 28 - 29 Octobre 2017). Poster.

BEZZEGHOUD B., & MANSOUR B., (2019) : Inventaire des diatomées épilithiques et qualité des cours d‟eau de Oued El Malah et Oued Kramis (Oranie, Algérie Nord-

Occidentale). Colloque WREIANA, (International Symposium on Water Resources and Environmental Impact Assessment in North Africa, Sousse Tunisia, 25 - 27 march 2019). Résumé.

BEZZEGHOUD B., & MANSOUR B., (2021) : Bioindication par les diatomées épilithiques dans deux Bassins Hydrographiques (Chélif et Côtiers Oranais) Nord-Ouest Algérien. ASJP (Algerian Scientific Journal Platform), Revue Agrobiologia (2021) 11(2). www.agrobiologia.net ISSN : (Print) 2170-1652. ISSN (Online) : pp 2579-2590.

BEZZEGHOUD B., & MANSOUR B., (2024) : Diatomées des cours d'eaux de l'Algérie nord occidentale : taxonomie et bioindication de pollution. Univ, Oran, Thèse, Doctorat, 280 p.

BREBISSION., ET GODEY., (1835) : Des environs de falaise : p.50 pl. VII. (https://www.algaebase.org/)

CHAIB N., ALFARHAN AH., Al-RASHEID K., & SAMARAOUI B., (2011) : Environmental determinants of diatom assemblages along a north African wadi, the Kebir-East, northeast Algeria. Journal of Limnology 70 (1) : 33–40.

CHAIB N., & TISON-ROSEBERY J., (2012) : Water quality assessment and application of the biological diatom index in the Kebir-East wadi, Algeria. African Journal of Aquatic Science, 37 (1): 59-69.

CLEVE P. T., (1894) : The Naviculoid Diatoms: p. 92 (https://www.algaebase.org/)

CLEVE P. T., ET GRUNOW A., (1880) : Beiträge zur Kenntniss der arctischen Diatomeen: p. 68-69. (https://www.algaebase.org/)

COSTE M., & ROSEBERY J., (2011) : Guide iconographique pour la mise en œuvre de l"indice biologique diatomée 2007. In **BEZZEGHOUD B., (2024) :** Diatomées des cours d'eaux de l'Algérie nord occidentale : taxonomie et bioindication de pollution: p. 121-122

EHRENBERG C.G., (1854) : Mikrogeologie : Das Erden und Felsen schaffende Wirken des unsichtbar kleinen selbstandigen Lebens auf der Erde. Leipzig : L. Voss. Afrika. 185-286.

EL HAOUATI H., ARAB A., TUDESQUE L., LEK S., & SAMRAOUI B., (2015) : Study of the diatoms of Reghaia lake, Northern Algeria. Revue d"Écologie (Terre et Vie), Vol. 70 (1), 2015 : 44-57.

GRUNOW A., (1862) : Die österreichischen Diatomaceen nebst Anschluss einiger neuen Arten von andern Lokalitäten und einer kritischen Uebersicht der bisher bekannten Gattungen und Arten: p.568. (https://www.algaebase.org/)

KÜTZING F. T., (1844) : Bacillarien oder Diatomeen: p. 94 (https://www.algaebase.org/)

LANGE-BERTALOT H., FUMANTI B., CAVACINI P., & TAGLIAVENTI N., (2009) : The genus Navigiolum. Bacillariophyceae. In Mediterraean & North African rock pool habitats: description of four new species from Algeria. Fottea, 2: 179 – 18

LAVOIE I., HAMILTON P., CAMPEAU S., GRENIER M., DILLON P. , (2008) : Guide d'identification des diatomées des rivières de l'Est du Canada: p. 3-5-51-52-53

MAHBOUBI Y., (2021) : Les indices de fluides et diagenèse dans les terrains du Jurassique de la région d'Aïn-Ouarka et d'El-Bayadh (Atlas saharien, Algérie) : p. 24

MEKAHLI L., (1998) : Évolution des Monts des Ksour (Algérie) de l'Hettangien au Bajocien. Biostratigraphie, sédimentologie, paléogéographie et stratigraphie séquentielle : p. 25

MONTAGNE C., (1846) : Flore d‟Algérie. Ordo I. Phyceae Freis. In : Exploration scientifique de l‟Algérie pendant les années 1840, 1841, 1842. Durieu De Maisonneuve, M.c. (Eds.), Sciences physiques. Botanique. Cryptogamie. 1, 1-197.

MORIN S., (2006): Bioindication des effets des pollutions métalliques sur les communautés de diatomées benthiques. Approches in situ et expérimentales: p. 27

NEHAR B., BLANCO S., & HADJAJ-AOUL S., (2015) : Diversity and ecology of diatoms in northwest of Algeria : Case of El-Hammam Stream and Estuary of Cheliff River. APPLIED ecology and environmental research. (13) 1, 37-52. DOI : 10.15666/aeer/1301_037052. Hongrie.

NEHAR B., (2016) : Contribution à l'Étude des Diatomées Benthiques de quelques cours d‟eau de l‟Oranie: Taxonomie et Écologie. Univ, Oran, These, Doctorat, 229 p.

PEETERS V., & ECTOR L., (2017) : Atlas des diatomées des cours d‟eau du territoire bourguignon. Volume 1: Centriques, Araphidées. Direction Régionale de l‟Environnement, de l‟Aménagement et du Logement Bourgogne-Franche-Comté : p. 309

PIÉLOU E.C., (1966) : The measurement of diversity in different types of biological collections. J. Theor : Biol. 13 : 131-144.

PRYGIEL J., & COSTE M., (2000) : Guide méthodologique pour la mise en oeuvre de l'Indice Biologique Diatomées : p. 11-13-14-15-16

RIRONGARTI R., (2019) : Etude des diatomées actuelles des lacs du Tchad : Taxonomie, Diversité et Calibration **:** p. 12

RUMEAU A., ET COSTE M., (1988) : Initiation à la systématique des diatomées d'eau douce pour l'utilisation pratique d'un indice diatomique générique: p. 13

SERVANT-VILDARY S., (1978) : Etude des diatomées et paléolimnologie du bassin Tchadien au Cénozoïque supérieur. Travaux Documentation ORSTOM, (2 vol.), 84, 346 pp.In

BEZZEGHOUD B., (2024) : Diatomées des cours d'eaux de l'Algérie nord occidentale : taxonomie et bioindication de pollution: p. 81-82

SHANNON C.E., & Weaver W., (1949) : The mathematical theory of communication. University of Illinois. Urbana, Chicago, London. pp. 3-24.

TAYLOR J.C., ET COCQUYT C., (2016) : Diatoms from the Congo and Zambezi Basins - Methodologies and identification of the genera: p. 67

YVES BEY M., ET ECTOR L., (2013) : Atlas des diatomées des cours d'eau de la région Rhône-Alpes : p. 48-134-402-572-590-626-832-862-888-1012-1053-1060