

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abbés Laghrour -Khenchela-

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département : Écologie et Environnement



MÉMOIRE DE MASTER ACADIMIQUE

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière: Ecologie et Environnement

Option: Ecologie fondamentale et appliquée

Thème :

**Bio-évaluation de la qualité écologique de la zone humide
Sebikha (El-Mahmel) et du barrage de Babar (khenchela) par
l'utilisation des indices diatomiques**

Présenté par:

-DAGHBOUCHE Rania

- DJEBAILI Noura

Devant le jury:

LARBAA Rabah

MCB

Université de Khenchela

Président

BOUCHAMA Khaled

MAA

Université de Khenchela

Rapporteur

SALHI Zine el abidine

MAA

Université de Khenchela

Examineur

2016-2017



Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier dieu le tout-puissant et Miséricordieux, qui nous a donne la force et la patience

D'accomplir ce modeste travail.

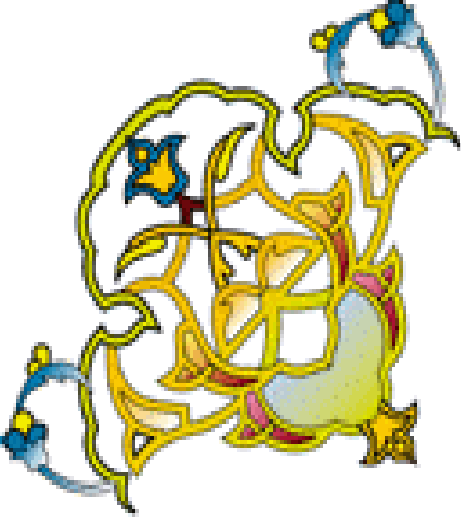
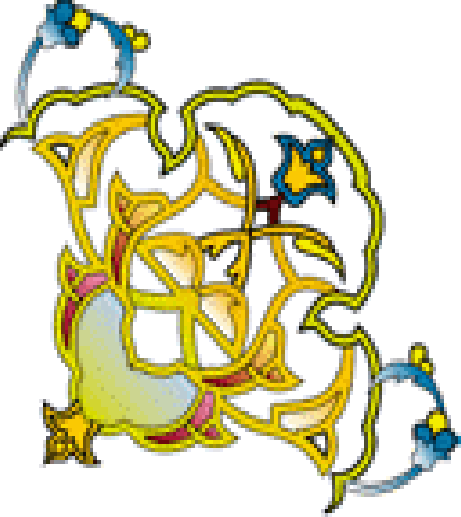
En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur

Mr. BOUCHAMA Khaled pour ses précieux conseils et son

aide durant toute la période de cette étude.

Nos vifs remerciements vont également aux membres de jury pour l'intérêt qu'ils font porter à notre travail, en acceptant d'examiner notre mémoire de fin d'étude et de l'enrichir par leurs propositions

Nous adressons enfin, nos vifs remerciements à toutes les personnes qui ont participe De près ou de loin à la réalisation de ce travail.



Dédicaces

Nous prions Dieu de les garder à jamais dans nos mémoires.

À nos très chers parents ;

Nos merveilleuses mères, irremplaçables qui nous ont offerts

Tout le courage et la volonté d'étudier avec amour,

À Nos pères qui nous ont guidés et orientés vers le bon

Chemin.....La réussite

A nos frères, A nos sœurs

Et surtout Mr. BOTTOBBA Souhil et MESSAI Zyed

Aux deux familles DJEBAILI et DAGHBOUCHE à nos oncles, tantes

Nos très chères amies surtout Zinouba et Souhila

Tous les étudiants de la promotion Ecologie fondamentale et appliquée

À Tous ceux qui nous sont chers

Merci pour tous....

Noura et Rania





Table des matières

Table des matières

Table des matières :

Remerciement

Dédicace

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction Générale

Chapitre 1 : Recherche bibliographique

1. les diatomées.....	03
1.1. définition.....	03
1.2. Morphologie.....	03
1.3. écologie des diatomées (PH. MO).....	03
1.4. Structure cellulaire (organites paroi.....)	08
1-5. Multiplication et reproduction.....	09
1-5-1. Multiplication végétative.....	09
1-5-2.Reproduction sexuée.....	10
1-6. La classification des diatomées.....	10
1-7.Intérêts écologique.....	11
2- Bio-évaluation et biosurveillance de la qualité des eaux.....	12
2-1.Bio-évaluation par les diatomées.....	12
2-2.Bio-indicateur.....	12
3-Diatomées et évaluation de la qualité des eaux.....	12
3-1.Indicediatomique.....	13

Chapitre 2 : Matériel et Méthodes

1- Description et localisation de la zone d'étude.....	15
1-1. Barrage de Babar.....	15
1-1-1Climatologi.....	15
1-1-2. Les paramètres physiques.....	16
1-1-2-1. Température.....	16
1-1-2-2. Conductivité électrique.....	16
1-1-2-3. Potentiel d'Hydrogène (PH).....	16
1-1-3. Les principaux éléments chimiques.....	16

Table des matières

1-1-3-1. Le calcium (Ca ⁺⁺).....	16
1-1-3-2. Le magnésium (Mg ⁺⁺).....	16
1-1-3-3. Le potassium (K ⁺).....	16
1-1-3-4. Le sodium (Na ⁺⁺).....	17
1-1-3-5. La demande biologique en Oxygène (DBO).....	17
1-1-3-6. La demande chimique en Oxygène(DCO).....	17
1-2. Sebikha-El mahmel.....	17
1-2-1. Les caractéristiques hydrographiques.....	18
1-2-2. Climatologie.....	18
1-2-2-1. La température.....	19
1-2-3. La pollution de Sbikha.....	19
2- Echantillonnage.....	19
2-1. Barrage de Babar.....	19
2-2. Sebikha d'El-Mahmel.....	20
2-3. Préparation de matériel diatomique.....	21
2-4. Préparation des lames de microscope.....	23
2-5. Indices de la qualité des eaux.....	25
2-5-1. Calculer de l'I.B.D. et l'I.P.S.....	25
2-5-2. Etude de la biodiversité.....	25
2-5-3. Autoécologie.....	25
Chapitre 3 : Résultats et discussion	
1. Résultats.....	26
1- Barrage de babar.....	26
1-1-les espèces identifiées.....	26
2- El Sbikha.....	26
2-1-les espèces identifiées.....	26
3-les indices diatomiques.....	27
3.1. L'indice biologique diatomique.....	27
3.2. L'indice biologique de polluosensibilité.....	28
3.3. L'indice de Shannon et Weaver.....	28
3.4. L'indice de Van Dam (l'autoécologie) des eaux du barrage et la zone humide el Sebikha.....	29
2-Discussion.....	31

Table des matières

Conclusion générale.

Références .

Annexes.

Résumé .

Listes des figures

N°	Titre	Page
01	Structure de frustule de la diatomée <i>Luticola Ventricosa</i>	03
02	Colonie en étoile	04
03	Colonie en éventail	04
04	Colonie en chaîne	04
05	Structure du frustule de la diatomée <i>Luticola ventricosa</i> (observé au MEB)	08
06	Frustule pennale	09
07	Multiplication cellulaire végétative par bipartition d'une diatomée	09
08	de la reproduction méiotique des diatomées	10
09	Diatomées référence des eaux de mauvaise qualité	12
10	Diatomées référence des eaux de bonne qualité	13
11	Localité du site d'échantillonnage	15
12	les étapes de prélèvement d'échantillon	20
13	dispositif expérimentale pour le prélèvement des diatomées	20
14	prélèvement d'un sous- échantillon	21
15	la destruction de la matière organique par le peroxyde d'oxygène	21
16	Mètre les échantillons dans une centrifugeuse	22
17	Élimination de surnageant de peroxyde d'hydrogène	22
18	préparation des lamelles	23
19	la déposition d'une goutte d'huile d'émersion	24
20	la fixation des lamelles sur les lames	24
21	les Espèce des diatomées du barrage de babar	26
22	les espèces des diatomées de la plaine de Sbikha	27
23	Les valeurs d'IBD des deux zones	27
24	les valeurs d'IPS des deux zones	28
25	L'indice de Shannon et Weaver	28

Listes des tableaux

N°	Titre	Page
01	Classification des diatomées selon leur gradient optimal de pH	05
02	Classification des diatomées selon leur préférence de salinité	06
03	Classification des diatomées selon la saprobite	07
04	Classification des diatomées selon leur gradient optimal de température	07
05	Les valeurs de l'IBD l'IPS, des classes et de l'état écologique qui correspondent	13
06	Paramètres mesurés dans les eaux du barrage-Babar en avril	17
07	Tableau comparatif des valeurs obtenu des trois indices.	29
08	indice écologique de van dam	30



Introduction generale

Introduction général

les écosystèmes aquatiques font l'objet de nombreuses pressions d'origine anthropique, les milieux lenticques sont parmi les milieux aquatiques les plus menacés. La pollution chimique s'est intensifiée en parallèle à une anthropisation croissante des territoires provoquant de nombreuses modifications des milieux aquatiques : artificialisation des berges, exploitation de granulats, drainage des terres et des zones humides. Ces altérations hydromorphologiques ont profondément transformé certains habitats, en altérant le fonctionnement global des écosystèmes.

Les milieux lenticques (lacs, mares, barrage et étangs ...) sont des eaux stagnantes caractérisées par la lenteur ou l'absence de renouvellement des eaux, la faiblesse des courants et de l'oxygénation, ces faits font que ces milieux sont particulièrement sensibles à la pollution. Différentes familles de polluants peuvent atteindre ces milieux en provoquant une dégradation physique, chimique, biologique ou bactériologique de ses qualités naturelles. Elle perturbe les conditions de vie de la flore et de la faune aquatiques elle compromet les utilisations de l'eau et l'équilibre du milieu naturel.

Les milieux lenticques sont structurés selon un ensemble de paramètres physiques, chimiques et biologiques spécifiques. Les réseaux d'échanges d'énergies et de matières permettent le maintien et le développement de la vie des milieux aquatiques dont il convient de surveiller l'état sanitaire. À l'échelle internationale, des mesures de protection et de biosurveillance de la nature ont été prises notamment la convention sur la diversité biologique adoptée à Rio de Janeiro en 1992. Elle prône la protection et la conservation de la diversité biologique et l'utilisation durable de ses éléments. De même, la Convention de Ramsar sur les zones humides en 1971, signée par 158 pays, a pour mission la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides.

La protection globale des eaux et de leurs multiples fonctions, notamment en tant que biotopes pour les espèces, ainsi que leur gestion et leur utilisation dans une optique de développement durable sont au cœur des préoccupations actuelles. Il est donc souvent nécessaire de connaître non seulement la qualité de l'eau considérée isolément, mais celle du fonctionnement écologique du milieu aquatique dans son ensemble car il est déterminant pour la conservation de la biodiversité. La notion de qualité écologique nécessite de prendre en compte simultanément les paramètres physico-chimiques, hydromorphologiques, et biologiques.

L'étude éco-hydrobiologique de ces milieux a pour objet de donner la situation hydrobiologique au moment de l'étude. Cette situation concerne les caractères physico-chimiques, les composants phyto-zoologiques, la diversité faunistique et floristique avec appréciation de la situation antérieure et présente.

Donc l'étude des ces pressions ne peuvent pas être étudiés sur la seule base de la connaissance de la composition chimique des eaux : le meilleur reflet de l'état de santé d'un milieu est fourni par les caractéristiques biologiques des communautés qui y vivent. Ces caractéristiques de ces communautés doivent être analysées en termes d'écart à un état de référence : celui d'un milieu équivalent, mais exempt de pressions anthropiques ou soumis à des pressions de très faible intensité.

Dans ce contexte cette étude à pour objectif d'évaluer l'impact environnemental des rejets des eaux usées sur la zone humide de Sbikha (khenchela) un plan d'eau très visité par des oiseaux migrateurs, nous utilisons des diatomées comme des bioindicateurs afin d'évaluer et de comparer la qualité de ces eaux avec celles du barrage de Babar (Khenchela).



Chapitre 1 : recherche bibliographique

1. Les diatomées :

1.1 .Définition :

Les diatomées sont des algues microscopique brune unicellulaires non flagellées constituées d'un squelette ou une coque siliceuse bivalve parfois finement ornée. Elles sont une composante majeure du peuplement algal des cours et des plans d'eau, Ces algues forment une communauté très diversifiée, vivent libres ou en colonies où sont fixées à un substrat par une substance gélatineuse. Elles sont des producteurs primaires qui jouent un rôle majeur à la base des écosystèmes aquatiques, contribuent à environ le quart de la production primaire globale de la planète et à 43% de la production primaire des océans. (Duke et Reimann, 1977 ; Treguer et *al.* 1995)

1.2. Morphologie :

Les diatomées ou les Bacillariophyta sont des micro algues planctoniques de 2 µm à 1 mm.

En fonction de la forme du frustule, on distingue deux types de diatomées :

- Centrales (ou centriques) à symétrie radiale. Figure (01.A)
- Pennales (ou pennées) à symétrie bilatérale. Figure (01.B)

Ces critères morphologiques sont utilisés pour l'identification des espèces.

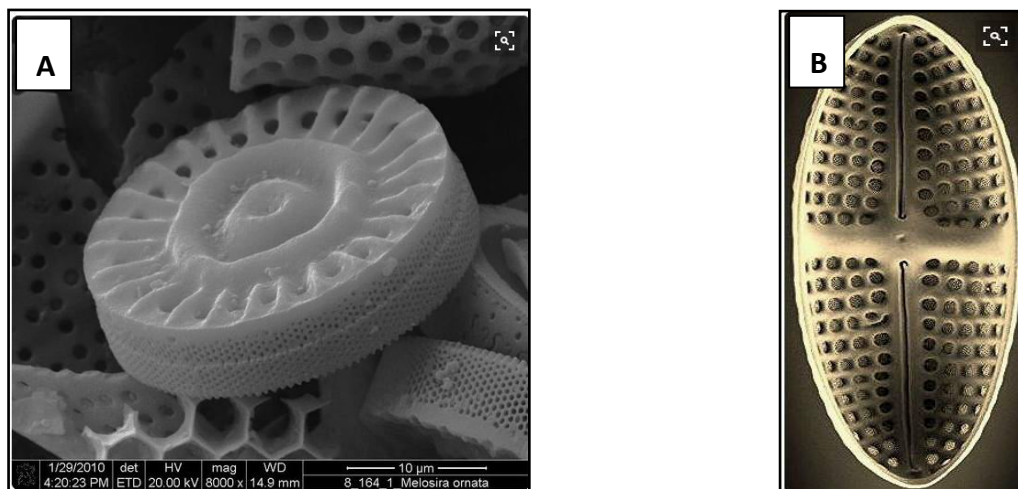


Fig 01 : Diatomées observé au MEB (A : centriques ; B : pennées) (pinterest, 2017)

1-3 Ecologie des diatomées :

Présentes sous toutes les latitudes, depuis les zones tropicales jusqu'aux pôles, elles se sont adaptées à des conditions et à des milieux radicalement différents : des eaux pures aux eaux les plus polluées ; depuis les sources jusqu'aux estuaires et en milieu marin, ainsi que tous les milieux humides (flaques temporaires, voire parois de cavernes à l'obscurité). (Treguer et *al.* 1995) .Les diatomées sont considérées comme les algues les plus sensibles aux conditions

environnementales. Elles sont connues pour réagir aux pollutions organiques, nutritives (azote, phosphore), salines, acides et thermiques, et peuvent aussi apporter des informations sur l'écosystème. (Lavoie et al., 2008)

Elles sont donc un complément intéressant aux macroinvertébrés qui renseignent essentiellement sur la qualité du milieu (qualité et diversité des habitats) et la qualité de l'eau (matières organiques en particulier).

La cellule des Diatomées est un organisme entièrement autonome. Elle peut vivre isolée : c'est le cas d'un grand nombre d'espèces. Mais, dans d'autres, les deux cellules issues d'une bipartition restent liées par des structures mucilagineuses ou des expansions du frustule. Au bout d'un certain temps se forme une colonie. On trouve des diatomées périphtiques qui désigne au sens le plus large toutes les espèces fixées sur des objets immergés ou déposées et diatomées planctoniques qui vivent libres dans l'eau (Prygiel et Coste, 2000).

Du point de vue écologique, on trouve des espèces planctoniques et benthiques en eau douce comme en mer. Les variations saisonnières et annuelles des conditions du milieu en un lieu donné déterminent les fluctuations des populations de diatomées dont le développement dépend de la température, de la lumière et des qualités physiques et chimiques de l'eau (Simon, 2017).

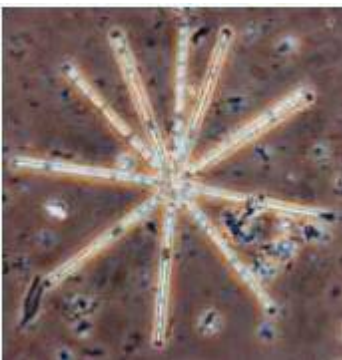


Fig.2: Colonie en étoile



Fig. 3: Colonie en éventail



Fig.4 : Colonie en chaîne

(d'après Ley in Lavoie et al., 2008)

1.3.1. La lumière :

Puisque la photosynthèse répond directement aux changements de lumière, les fluctuations dans la quantité et la qualité de celle-ci sont potentiellement responsables d'une partie de la variation dans la croissance et la structure de la communauté d'algues benthiques. Les différentes réponses des groupes taxonomiques aux variations de la lumière peuvent être associées aux différences de pigments photosynthétiques et de membranes. Le mode d'attachement de certaines diatomées au substrat peut favoriser l'accès à la lumière (par exemple, pédoncule, attachement vertical) en

permettant une croissance au-dessus de la communauté benthique, limitant ainsi la compétition pour la lumière (Hill, 1996 ; Tuchman, 1996).

1.3.2. Le 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. (Prygiel et Coste, 2000). Il est bien connu que le pH contrôle plusieurs processus chimiques et biochimiques ainsi que certaines réactions, incluant la balance carbonate-bicarbonate, la disponibilité des nutriments, la solubilité des métaux (particulièrement les métaux toxiques, tel que l'aluminium), et l'activité d'enzymes (Lavoie et *al.*, 2008).

Les diatomées peuvent être classifiées en sept groupes distincts selon leur gradient optimal de pH (Van Dam et *al.*, 1994). Tableau (01)

Tab 01: Classification des diatomées selon leur gradient optimal de pH (Van Dam et *al.*, 1994)

Classe	Gradient de pH
Acidobiontique	Optimal lorsque le pH <5,5
Acidophile	Généralement lorsque le pH < 7
Circumneutre	Généralement lorsque le pH ~ 7
Alcaliphile	Généralement lorsque le pH >7
Alcalibiontique	Exclusivement lorsque le pH > 7
Indifférente	Sans optimum apparent

1.3.3 Les sels dissous :

La salinité réfère à tous les anions et cations dissous dans l'eau (Ca, Mg, Na,K, CO₃, SO₄, Cl). Seules les espèces présentant un pouvoir osmorégulateur élevé (diatomées euryhalines) pourront être rencontrées à la fois dans des eaux douces et des eaux saumâtres eg. *Craticula halophila*. 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. Certains chercheurs ont élaborés l'indices de salinité qui utilise les préférences de salinité des diatomées pour évaluer les concentrations en sels dissous. D'autres études récentes donnent des classifications des diatomées selon la salinité et la conductivité dans les rivières (Leland et Porter, 2000 ; Prygiel et Coste, 2000 ; Lavoie et al., 2008). Tableau (02)

Tab 02: Classification des diatomées selon leur préférence de salinité (Van Dam et *al.*, 1994)

Classe	Salinité (‰)
Eau douce	< 0,2
Eau douce à légèrement saumâtre	< 0,9
Eau saumâtre-douce	0,9 – 1,8
Eau saumâtre	1,8 – 9,0

1-3-4 La pollution organique :

La quantité de matière organique et la concentration en O₂ dissous peuvent être caractérisées par la saprobie. 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 polysaprobies supportant la décomposition des matières organiques et une oxygénation très faible voire nulle (*Nitzschia umbonata*) s'opposent aux espèces oligosaprobies ne tolérant que des eaux pauvres en matières organiques (*Achnanthes minutissima*). Il est également possible de trouver certaines diatomées hétérotrophes obligatoires qui peuvent vivre en absence de lumière par prise chimio-organo trophique, de composés organiques dissous. (Prygiel et Coste, 2000 ; Lavoie et *al.*, 2008)

La classification de saprobité de Van Dam et al. (1994) combine les propriétés indicatrices des diatomées pour la présence de matière organique biodégradable et les concentrations en oxygène (Van Dam, 1994). Tableau (3)

Tab 03 : Classification des diatomées selon la saprobie (Van Dam et *al.*, 1994)

Saprobité	Saturation O ₂ (mg l ⁻¹) DBO ₅ (mg l ⁻¹)	
Oligosaprobe (oxydation complète)	> 85	< 2
Beta-mésosaprobe	70 – 85	2 – 4
Alpha-mésosaprobe	25 – 70	4 – 13
Alpha-méso/polysaprobe	10 – 25	13 – 22
Polysaprobe (processus de réduction)	< 10	> 22

1-3-3- La saison :

Les variations saisonnières ont une grande influence sur la structure des communautés de diatomées puisqu'elles sont responsables, entre autres, des variations de température, de lumière, de débit et de quantité d'éléments nutritifs (Lavoie et *al.*, 2008)

1-3-4- 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, plus ou moins indirectement, sur le métabolisme des diatomées (Prygiel et Coste, 2000).

Tab 04 : Classification des diatomées selon leur gradient optimal de température

Classe	Gradient de température
Oligotherme	0 à 15 °C
Mésotherme	15 à 30 °C
Eutherme	30 °C et plus
Sténotherme	< 5 °C
Méthatherme	5 à 15 °C
Eurytherme	> 15 °C

1-3-5- La teneur en silice :

La silice (SiO₂) est habituellement abondante en eaux douces (sous forme d'acide silicique et de silice particulaire) et est particulièrement importante pour le développement des diatomées (coquille siliceuse). 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 silice plus importantes et peuvent présenter des formes anormales si la silice devient un élément limitant. (Van Dam et *al.*, 1994 ; Prygiel et Coste, 2000).

1.4. Structure cellulaire :

Les diatomées possèdent une enveloppe externe en silice transparente, rigide et souvent finement ornementée. Cette enveloppe, appelée frustule, La cellule de diatomée est construite comme une boîte avec un fond (hypothèque) et couvercle (épithèque). (Duke et Reimann, 1977 ; Van den Hoek et *al.*, 1993)

Ces deux valves ou parties sont reliées par des ceintures connectives constituées de fines bandes siliceuses (Figure 05). La cohérence de cet ensemble est renforcée par une matrice organique extracellulaire constituée de polymères excrétés par la cellule au travers de perforations présentes sur toute la surface du frustule (Duke et Reimann, 1977).

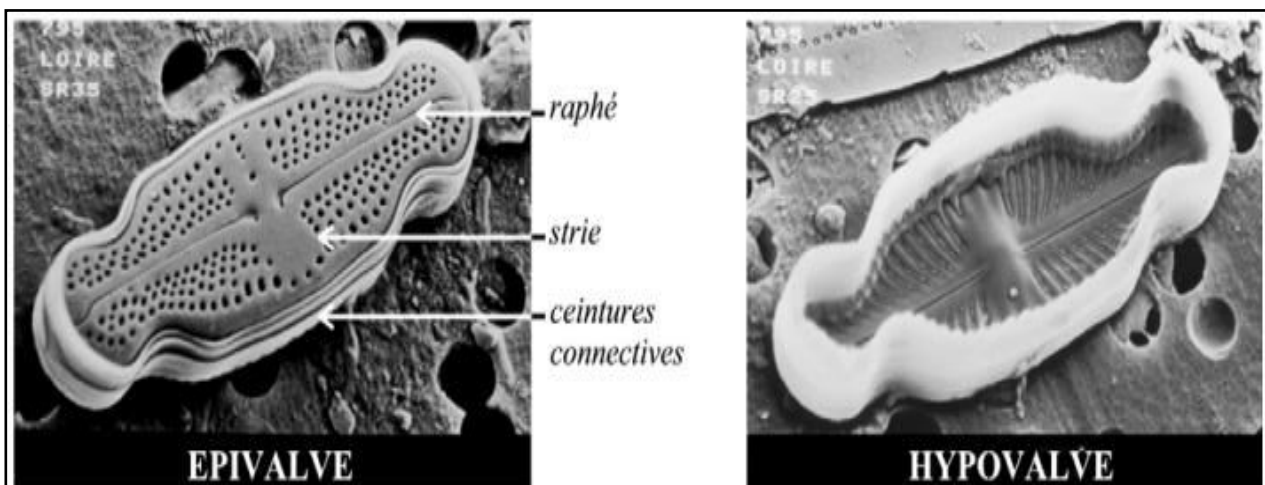


Fig 05 : Structure du frustule de la diatomée *Luticola ventricosa* (observé au MEB) (d'après Güttinger,1999).

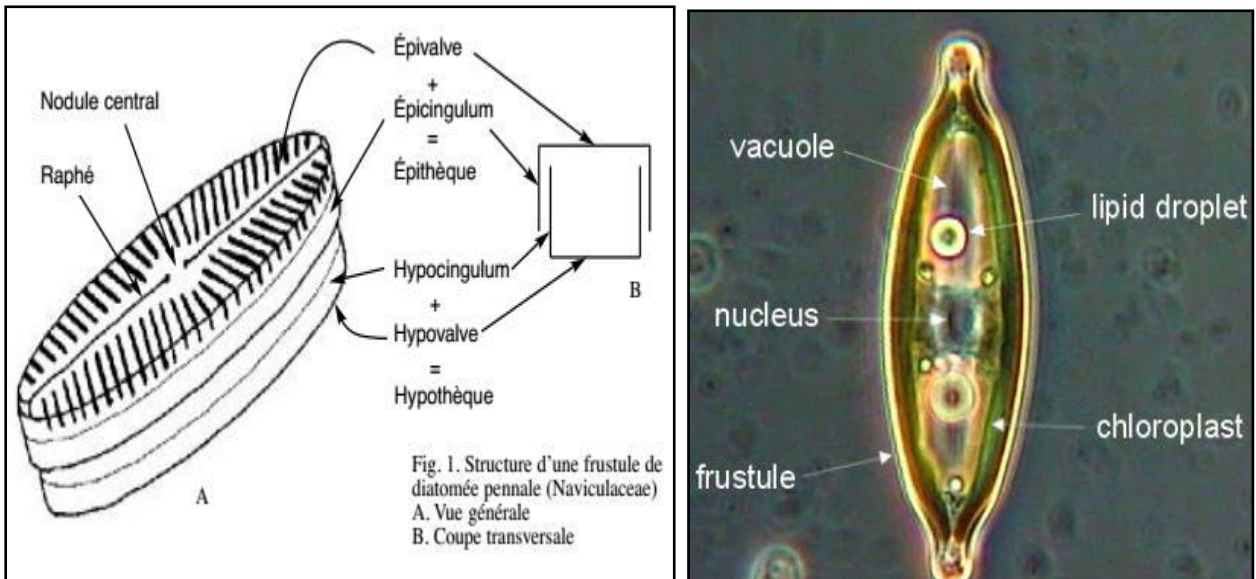


Fig .06 : Frustule pennale (CNB, 2014)

1.5. Multiplication et reproduction :

1.5.1. Multiplication végétative :

Les diatomées se reproduisent par séparation des deux valves du frustule et sécrétion d'une nouvelle hypo valve. Chaque division produit une cellule de la 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. (Lavoie et *al.*, 2008)

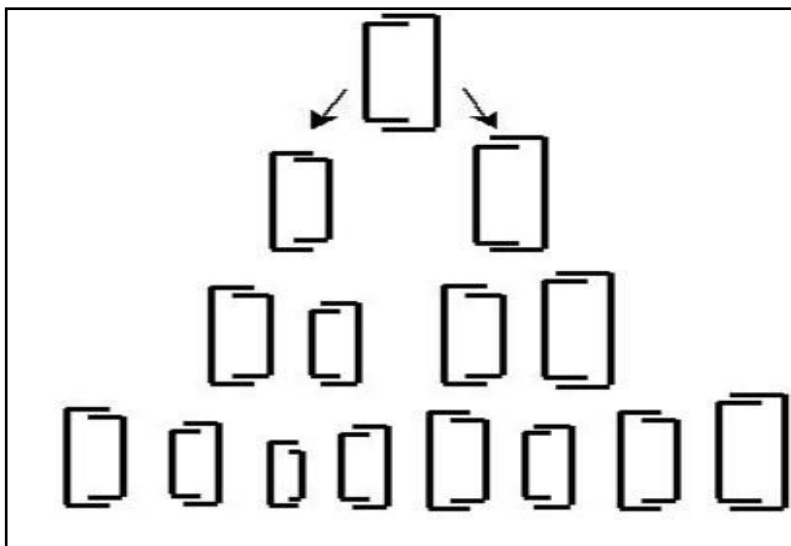


Fig 07 : Multiplication cellulaire végétative par bipartition d'une diatomée. (Lavoie et *al.*, 2008)

1.5.2. Reproduction sexuée :

La diminution de la taille des diatomées au cours de la multiplication végétative ne dure pas indéfiniment. En dessous d'un certain seuil ($\sim 30\%$ de la taille initiale), ces cellules entrent en méiose et produisent des gamètes (la gamète mâle est la seule cellule flagellée du cycle), dont la paroi cellulaire ne comporte pas de frustule siliceux. Le zygote issu de la fusion des gamètes (*auxospore*) croît jusqu'à la taille maximale propre à l'espèce ou à la population avant de former un nouveau frustule. figure (08). Donc La reproduction sexuée va permettre de pallier le problème de diminution de taille. (Langlois, 2006).

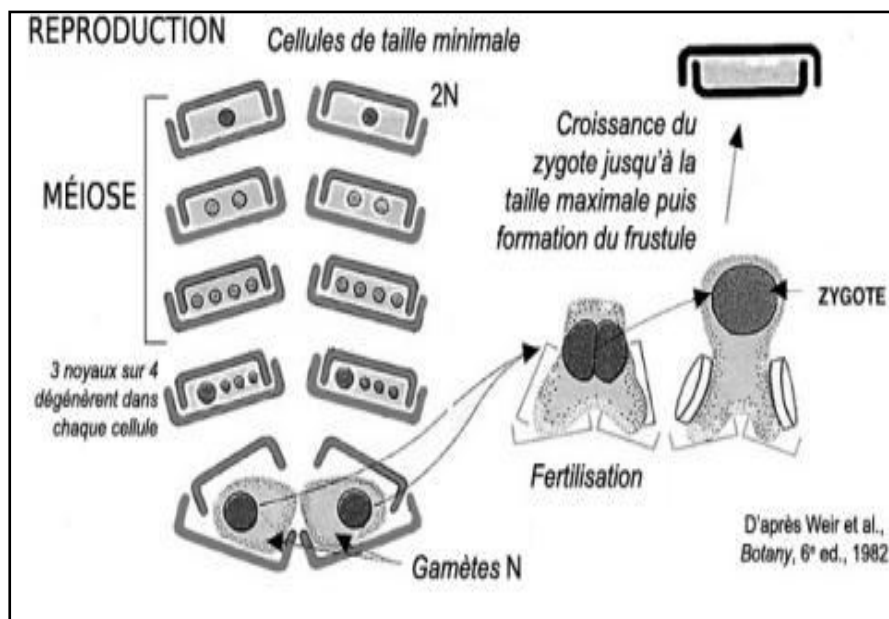


Fig 08: Schéma de la reproduction méiotique des diatomées d'après weir et *al.*,1982 (Langlois, 2006).

1-6-La classification des diatomées :

On distingue deux grandes catégories de Diatomées selon la géométrie de leur frustule :

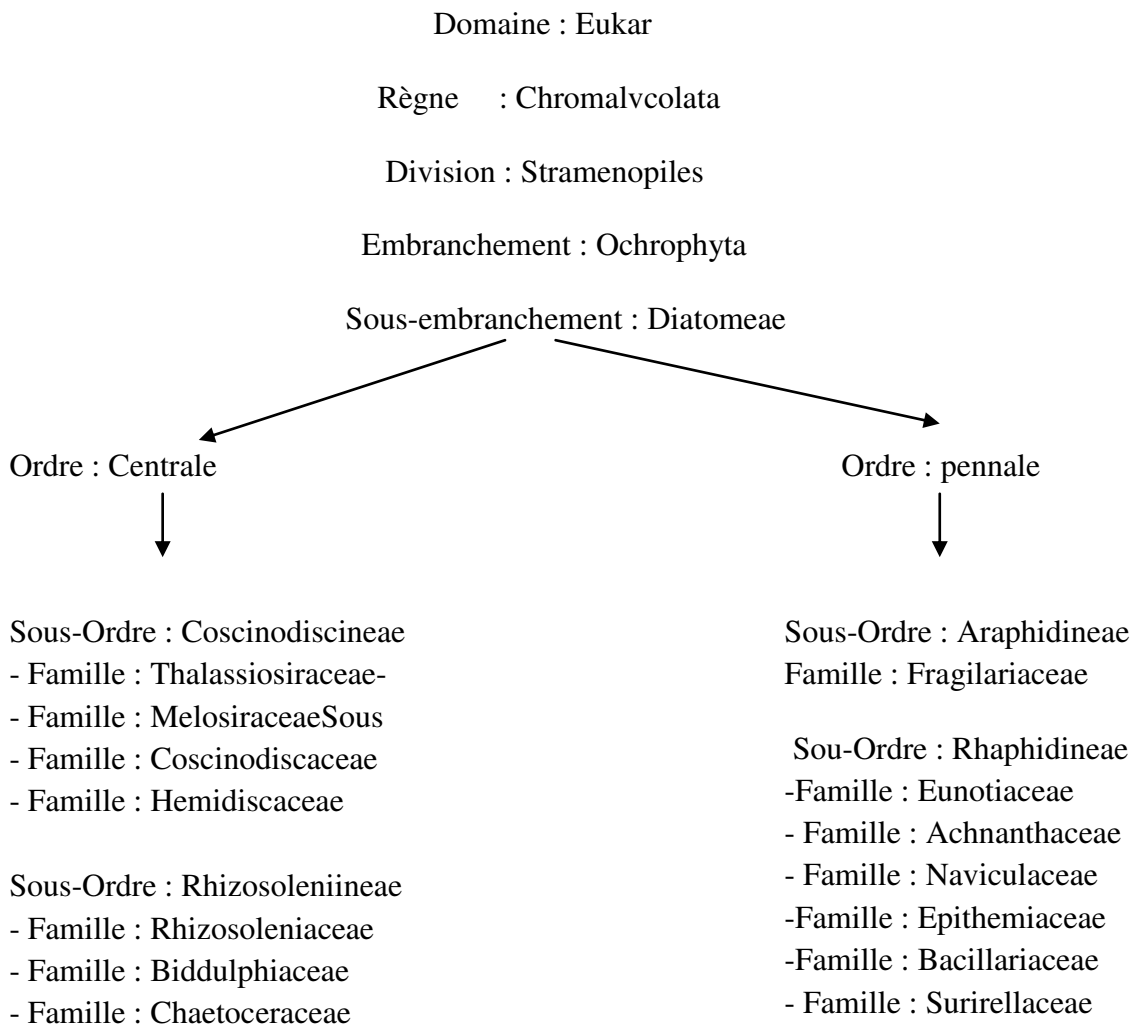
- **les Diatomées centrales** : à symétrie radiale (figure 01 A) : le frustule circulaire porte des stries, rayonnant depuis un point ou une aréole (qui n'est pas forcément situé au centre de la valve), ou une réticulation (Langlois, 2006).

- **les Diatomées pennales** : à symétrie bilatérale (figure 02 B) : le frustule allongé présente des stries disposées autour d'un plan de symétrie bilatérale. De nombreuses Diatomées Pennales présente sur ce plan de symétrie une fente, le *raphé*, interrompue par un nodule de silice central. Elle permet une communication avec le milieu extérieur et l'excrétion de mucilage. Si cette fente est atrophiée ou peu marquée, on parle de *pseudo-raphé*. Les Pennales sans raphé sont appelées

Diatomées araphidées ou crypto-raphidées (Langlois, 2006).

Selon Coste (2017) la dernière mise à jour de la classification des diatomées regroupe 780 genres et plus de 22000 espèces.

Le clade ci-dessous représente une systématique simple des diatomées avec les principales familles.



1.7. Intérêt écologique :

Les diatomées constituent le groupe d'algues quantitativement le plus important du phytoplancton, jouant un rôle majeur dans la vie des écosystèmes marins car elles sont à la base des réseaux trophiques. Elles sont utilisées dans plusieurs domaines :

- En aquaculture : Les diatomées sont utilisées pour l'alimentation de jeunes stades de bivalves, crevettes et crabes en laboratoire et industriellement (Prygiel et Coste, 2000 ; Deroche, 2008).
- En biotechnologie et industrie pharmaceutique : certaines espèces de diatomées sont utilisées

pour produire des substances à activités antibiotiques, antitumorales...et des acides gras essentiels (Deroche, 2008).

- En écologie : les diatomées sont de bons bio-indicateurs de la qualité des eaux en étant très sensibles à la variation de différents paramètres physico-chimiques tels que la température, le pH, la présence des particules en suspension, de bactéries, de dioxygène dissous, de métaux, de matières organiques, de polluants (Deroche, 2008).

2. Bio-évaluation et bio surveillance de la qualité des eaux :

2.1. Bio-évaluation :

Les diatomées ont fait leur preuve, elles sont sensibles aux perturbations de l'eau, et ont déjà utilisées dans de nombreux pays pour l'évaluation de la qualité des eaux, soit parce que leur composition évolue, soit par leur croissance et leur forme sont modifiés. En cas de pollution certaines espèces deviennent dominantes, tandis que d'autres voient leur abondance diminuer et peuvent même disparaître (Genin et *al.* 2003).

2.2. Bio-indicateur :

Les diatomées sont Omniprésentes dans nos rivières et nos lacs, elles intéressent le gestionnaire des systèmes aquatiques en tant qu'indicateurs de la qualité des eaux : acidité, salinité, niveau et nature des pollutions organiques. Il existe plus de 7 000 espèces de diatomées dans les eaux douces ou saumâtres. Leurs associations et leur diversité dans un relevé reflètent les conditions environnementales. Elles apportent des informations complémentaires parfois plus fiables que les analyses chimiques, trop instantanées. (Boudou, 1999)

3. Diatomées et évaluation de la qualité des eaux :

Il existe deux types des diatomées, l'une est caractérisée par leur sensibilité et qui vivent dans des milieux sains sont des diatomées polluosensibles et l'autre vivent dans des milieux pollués et qui sont adaptée appeler des polluo-resistantes .

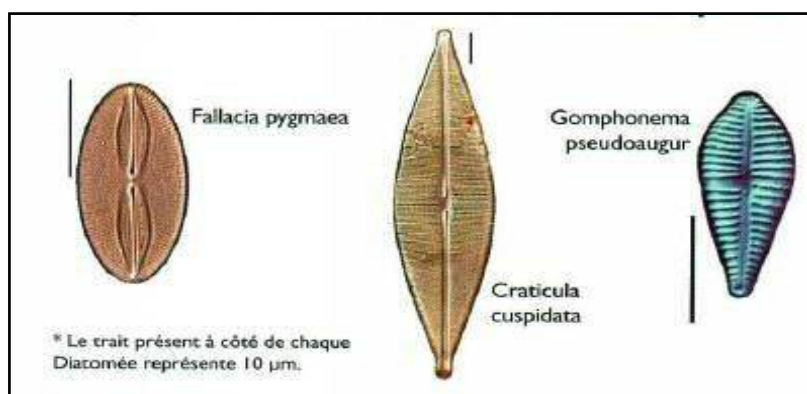


Fig 09 : Diatomées référence des eaux de mauvaise qualité

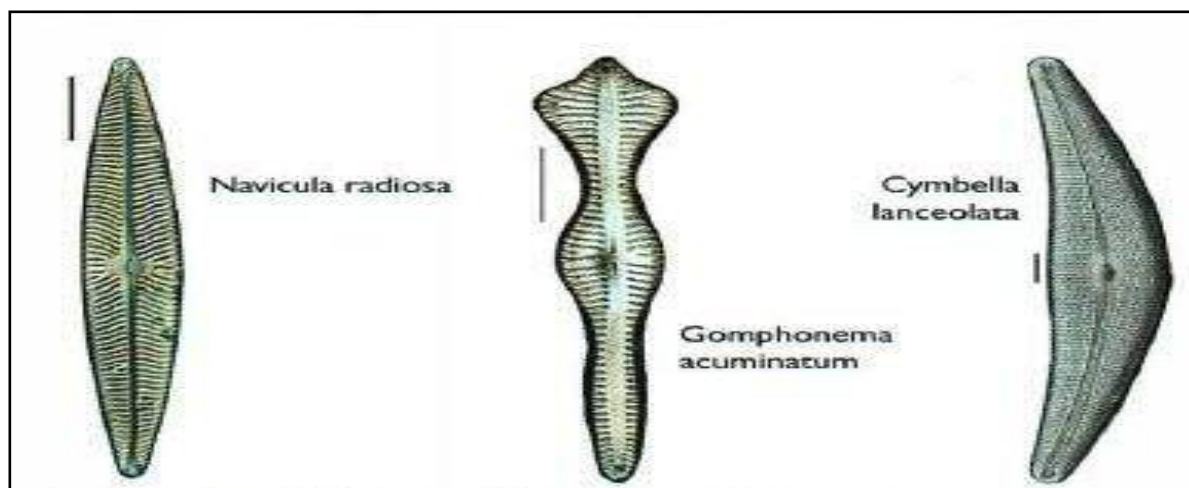


Fig10 : Diatomées référence des eaux de bonne qualité

3.1. Indice diatomique :

L'Indice Biologique Diatomées permet d'évaluer la qualité biologique d'un cours d'eau à partir de l'analyse des diatomées. L'IBD traduit plus particulièrement le niveau de pollution organique (saprobie) et trophique (nutriments : azote, phosphore). Il est également susceptible d'être impacté par la contamination par des toxiques (micropolluants minéraux ou synthétiques). Il s'exprime par une note allant de 0 à 20. (7 où 5 classes de la qualité des eaux). Plus la note est élevée, meilleure est la qualité biologique du milieu. D'une façon générale, l'IBD peut être appliqué en vue de :

- Evaluer la qualité biologique d'une station bien définie (étude ponctuelle)
- Suivre l'évolution temporelle de la qualité biologique (saisonnnière ou pluriannuelle)
- Suivre l'évolution spatiale de la qualité biologique d'un cours d'eau comparaison (l'amont- l'aval)
 - Evaluer les conséquences d'une perturbation sur le milieu (comparaison entre l'amont et l'aval d'un rejet) (Boudou, 1999 ; Prygiel et Coste, 2000 ; Carion, 2012)

Tab 5 : les valeurs de l'IBD et l'IPS, des classes et de l'état écologique qui correspondent (Carion, 2012)

Valeur IBD	17 à 20	13 à 17	9 à 13	5 à 9	1 à 5
Classe	A	B	C	D	E
Etat écologique	Très bon état	Bon état	Etat moyen	Mauvais état	Très mauvais état



Chapitre 2 : matériel et méthode

1. Description et localisation de la zone d'étude :

1.1. Barrage de Babar :

L'échantillonnage a été fait dans les eaux du Barrage de Babar qui se situe à 28 km du chef lieu de la wilaya de kenchela.

Les coordonnées géologiques : X : 892 Y : 216 Z : 930 m

Le barrage à été construit en 1995, sur Oued El Arabe et son bassin versant a une surface de 567 km² environ qui fait partie du grand bassin versant de Chott Melghir. Il est délimité par : les montagnes des Aurès (dont les principaux sont Dj-Chentgomma et Dj-Aidel au Nord Ouest. Dj-Tadliste et Dj-Bougendag à l'Est et Sud-Est). la plaine de kenchela au Nord et au Nord- Est. Entre les deux ensemble physique des montagnes s'intercale une vaste plaine appelée haute plaine de Djahfa, qui est drainée par des Oueds secondaires (Oued Tamagra et Oued El Htiba) qui se rejoignant pour former Oued El-Arab juste avant le site de barrage (Aouaigjia, 2012)



Figure 11 : Localité du site d'échantillonnage

1.1.1. Climatologie :

Deux périodes climatiques sont bien distinctes du bassin versant du barrage : l'une sèche et aride qui va de Juin à Septembre, et l'autre humide et tempérée d'Octobre à Mai. (Djebaili et Hezil , 2012) .

1-1-2. Les paramètres physiques :

1-1-2-1. Température :

La température joue un rôle primordial dans la solubilité des sels et des gaz, donc sur la conductibilité. Elle permet de différencier entre les eaux qui circulent en profondeur et celles qui circulent près de la surface, c'est l'un des facteurs qui influe sur la vitesse des réactions chimiques. La température moyenne mensuelle de l'air dans la région d'étude et de l'ordre de 15.49°C. la température maximal de l'eau est 26°C. (Djebaili et Hezil , 2012)

1-1-2-2. Conductivité électrique :

À partir de la conductivité électrique on peut évaluer le degré de la salinité de l'eau, elle est aussi fonction de la température ; elle augmente avec la concentration des ions en solution et la température. La conductivité électrique au niveau du barrage de Babar est de 1230 μ s/cm en moyenne. (Djebaili et Hezil , 2012)

1-1-2-3. Potentiel d'Hydrogène (PH) :

Les valeurs de PH au niveau de la station de Barrage Babar est varient entre (7.3 et 7.9). Ces valeurs se trouvent dans l'intervalle des normes de potabilité de l'OMS (Djebaili et Hezil , 2012)

1-1-3. Les principaux éléments chimiques :

1-1-3-1. Le calcium (Ca⁺⁺) :

Le calcium est un élément alcalinoterreux, il se trouve dans les eaux thermo-minérales circulent en milieu calcaire et aussi en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonate. La teneur du calcium dans le barrage est égale 141.31mg/l (Djebaili et Hezil, 2012).

1-1-3-2. Le magnésium (Mg⁺⁺) :

C'est un élément qui accompagne souvent le calcium, et provient de la dissolution de la dolomie, du calcaire dolomitique et des minéraux ferromagnésiens. La teneur du magnésium dans la station est 419.42 mg/l, à cause de la présence du rejet des eaux usées de la zone urbaine de Babar dans Oued El-Htiba (Djebaili et Hezil, 2012).

1-1-3-3. Le potassium (k+) :

C'est un élément alcalin, très réactif avec l'eau, on le trouve dans les roches ignées et dans la nature sous forme de chlorure double dans de nombreux minerais. Il se trouve aussi dans la végétation sous forme de carbonate. La teneur moyen de potassium dans le barrage est 3 mg/l (Djebaili et Hezil, 2012).

1-1-3-4. Le sodium (Na⁺⁺) :

La teneur moyenne de sodium dans le barrage est de 56.33 mg/l. La norme de potabilité est 100 mg/l. (Djebaili et Hezil, 2012).

1-1-3-5. La demande biologique en Oxygène (DBO) :

La quantité d'oxygène nécessaire aux microorganismes pour la dégradation biologique de la matière organique. Elle est estimée à 1 mg/l.

1-1-3-6. La demande chimique en Oxygène (DCO) :

La quantité d'oxygène nécessaire aux microorganismes pour la dégradation de la matière organique par voie chimique. Elle est de 18mg/l.

Tab 06 : Paramètres mesurés dans les eaux du barrage-Babar en avril (direction du barrage, 2017)

Paramètre	Valeur
Résidu sec	754 mg/L
No ₂	0,086 mg/L
NH ₄ ⁺	0,020 mg/L
DBO	1 mg/L
DCO	18mg/L
PH	7.67

1.2. Sebikha-El mahmel :

Le secteur de sebikha est localisé dans les hautes plaines constantinoises, ces derniers se situées entre 750 et 1100 m d'altitude, elles constituent un long boulevard bordé au Nord par l'Atlas Tellien et par l'Atlas Saharien au sud. Au plan régionale, le secteur d'sebikha se situe dans la commune d'El Mahmel qui se localisé dans le prolongement Est et Nord-est des monts

des Aurès-Nememcha, à la limite Est de la wilaya de Khenchela, avec une superficie de 200 ha, l'air géographique compris entre :

-Longitude ($7^{\circ}, 15^{\circ}$) Est

-Latitude : ($35^{\circ}, 20^{\circ}$) Nord

-L'altitude : 1070 m

La région de Sebkha ou sebkha est le seul endroit humide naturel dans la wilaya de Khenchela, située dans la partie steppique sud de la wilaya (Djaballah, 2015). La zone humide de Sbkha est l'un des site qui sont mal connu malgré l'importance qui représente. En effet, c'est un lieu d'hivernage de l'avifaune et une aire de stationnement pour de nombreux oiseaux migrateurs (Flamant rose, Canard pilet, Erismature à tête blanche, Canard souchet...).

Malgré ses qualités, cette zone demeure fragile car elle est menacée par de nombreux facteurs délétères qui pourraient mener à sa destruction. Parmi ces menaces on a cité :

- le déversement des eaux usées domestique dans le plan d'eau sans traitement
- Les changements dans le cycle hydrologique
- Les sols du secteur à cause de l'accumulation des quantités élevées des sels exportées par le processus d'érosion éolienne à partir des sebkhas deviennent de plus en plus halomorphes. (Khabtane et *al.*, 2010 ; Djaballah, 2015).

1.2.1. Les caractéristiques hydrographiques :

L'originalité de la plaine de la Sebkha apparait avec la présence d'une certaine communication entre les Sebkhas, qui diverse saisonnièrement les eaux de la Sebkha d'Ouled Slime vers la Sebkha d'Ouled Amara puis vers la Sebkha d'Ouled Mbark. Ce type de communication entre Sebkhas fonctionne à la manière de vases communiquant par diversement d'une Sebkha dans l'autre.

Le territoire de la commune d'EL-Mahmel est traversé par nombreux oued qui convergent, pour la plupart d'entre eux, vers les zones basses notamment Sbkha située dans la partie nord de la commune et qui par conséquent constituent une source d'alimentation des nappes. Les secteurs d'EL-Kraim, Sebkha de Taref constituent l'essentiel des secteurs qui alimentent la commune. Ceci dit, la commune dispose de trois nappes souterraines (Djaballah, 2015).

1.2.2. Climatologie :

Le climat est de type semi-aride, il est caractérisé par une grande variabilité annuelle et inter annuelle, avec une période sèche s'étale sur 04 mois, allant de Mai à Aout, et une période humide de à 08 mois, de Septembre à Avril (Djaballah, 2015)

1-2-2-1. Température :

Les températures de la zone d'étude connaissent d'énormes fluctuations au cours du mois de l'année, ils sont très bas en saisons froides (Hiver), et très élevée en saison chaude (été), la température moyenne durant l'année est 15.79°C. (Djaballah, 2015)

1.2.3. La pollution du sbikha :

Malgré sont intérêt écologique, sebikha -el mahmel souffre beaucoup de la pollution par les rejets des eaux usées domestique. En 2012, La direction de l'environnement de la wilaya de Khenchela, a l'annoncé une étude technique pour l'aménagement de la zone humide de Sbikha pour la dépollution de cet espace distant d'à peine trois km du chef lieu de la commune d'El Mehmel devra être opérée par le recours à des procédés biologiques, une station d'épuration des eaux usées devra mettre un terme au problème de déversement des eaux usées dans ce plan d'eau, mais au cours de nos visites pour le prélèvement des échantillons on a constaté que el sbikha reçoit toujours les rejets des eaux usées.

2. Echantillonnage :

2.1. Barrage de Babar :

L'échantillonnage est réalisé Durant le mois d'Avril 2017 sur un support dur naturel des galets, cinq choisis de manière aléatoire qui seront échantillonnés.

Dans cette station d'échantillonnage, au minimum Cinq pierres immergées à environ 30-50 cm de profondeur, sont choisies. Le biofilme est gratté à l'aide d'une brosse à dent sur une surface de 10 cm². Ensuite nous avons additionné de formol à 30%, à raison d'une concentration finale de 3% à la suspension brute récoltée. Les échantillons sont garder au frais et à l'obscurité jusqu'au moment du traitement en laboratoire.



Figure 12: les étapes de prélèvement d'échantillon

2-2. Sebkha d'El-Mahmel:

En l'absence de support dur naturel dans el sbikha les prélèvements ont été réalisés sur supports durs artificiels composé des lames de verre (Figure 13)



Fig. 13 : dispositif expérimentale pour le prélèvement des diatomées

2-3- Préparation de matériel diatomique:

Les échantillons de bio film doivent être digérés au peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) à 30 % afin de garder uniquement la coquille siliceuse des diatomées. Après remise en suspension de l'échantillon, prélever un sous-échantillon de 4 ml et le placer dans un tube à essai de 50 ml (prélever une plus grande quantité lorsque l'échantillon est très peu concentré).



Figure 14 : prélèvement d'un sous- échantillon

-Ajouter 20 ml de peroxyde d'hydrogène à 30 % afin de détruire la matière organique et laisser réagir les échantillons pendant 1 heure.



Fig 15 : la destruction de la matière organique par le peroxyde d'oxygène

-Une fois la matière organique détruite (les tubes devraient contenir une solution blanchâtre), centrifuger les échantillons (2 500 révolutions/minute) pendant Cinq minutes pour décanter les frustules de diatomées.



Figure 16 : Mètre les échantillons dans une centrifugeuse

-Éliminer le surnageant de peroxyde d'hydrogène (en prenant soin de conserver toute la solution blanchâtre) et ajouter de l'eau distillée au culot.



Fig 17 : Élimination de surnageant de peroxyde d'hydrogène

-Répéter l'opération de décantation trois fois afin d'éliminer toute trace de peroxyde d'hydrogène.

-Une fois le rinçage terminé, ajusté le volume d'eau distillée afin que la suspension soit légèrement trouble, ni trop dense, ni trop diluée

2-4-Préparation des lames de microscope :

La suspension contenant les diatomées doit être montée sur lamelle pour l'analyse au microscope.

-Brasser la suspension et prélever 1 ml d'échantillon digéré

-Déposer uniformément sur une lamelle de microscope (préalablement nettoyée à l'alcool). Préparer deux lamelles pour le même échantillon en diluant la suspension pour la deuxième lamelle.

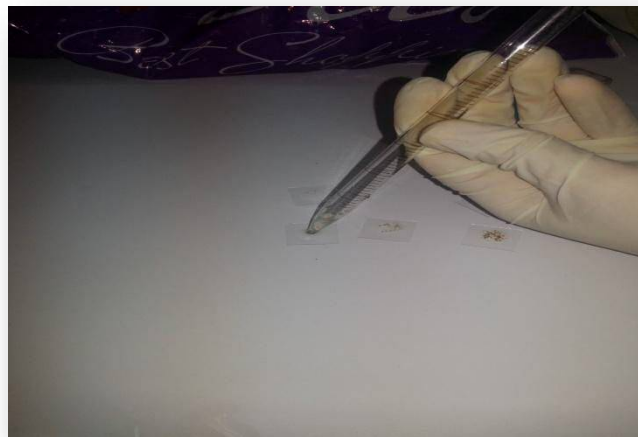


Fig 18: préparation des lamelles

-Laisser sécher les lamelles à température ambiante et à l'abri de la poussière.

-Lorsque les lamelles sont sèches, placer une lame de microscope sur une plaque chauffante sous une hotte. Déposer une goutte d'huile d'émersion sur la lame et attendre jusqu'à ce que la résine forme des petites bulles.



Fig 19 : la déposition d'une goutte d'huile d'émersion

-Déposer la lamelle sur la lame afin de fixer les diatomées dans l'huile d'émersion



Fig. 20 : la fixation des lamelles sur les lames

-Retirer la lame de la plaque chauffante et appliquer une légère pression sur la lamelle afin d'éliminer les bulles. Les lames sont prêtes pour l'observation au microscope dès que l'huile d'émersion est solidifiée.

Pour obtenir un nombre élevé des diatomées dans les deux échantillons du barrage de Babar, dans chaque échantillon il faut trois lames et chaque lames doit être contient 400 diatomées.

Mais, dans la plaine de Sebikha, il faut voir jusqu'à 12 lames pour obtenir 400 diatomées.

2-5. Indices de la qualité des eaux :

2-5-1. Calculer de l'I.B.D. et l'I.P.S :

L'utilisation de la version 4.2 du logiciel OMNIDI à permet de calculer l'I.B.D. et l'I.P.S pour chaque station el sbikha el mehmel et barrage de babar – babar -khenchela . En effet, ce logiciel permet de classer un grand nombre d'espèces selon leur sensibilité ou leur tolérance à la pollution, notamment organique et azotée. En fonction des altérations de la qualité des eaux, les diatomées réagissent par des variations qualitatives et quantitatives de leur peuplement.

2-5-2. Etude de la biodiversité :

L'indice de Shannon et Weaver permet de caractériser la diversité d'un peuplement. Un milieu favorable à l'installation de nombreuses espèces correspond à un indice de diversité élevé.

2-5-3. Autoécologie :

L'auto écologie du peuplement de diatomées est basée sur les classifications de Van Dam et al. Elles nous sont données automatiquement par le logiciel OMNIDIA. dices I.B.D. et I.P.S. s'expriment par une note comprise entre 1 et 20.

A decorative orange border that resembles a scroll, with rounded corners and a slight shadow effect, framing the central text.

Chapitre 3 : resultats et discussion

1-Résultats :**1- Barrage de babar :****1-1- les espèces identifiées :**

La figure (21) illustre le nombre des espèces identifiées dans les eaux du barrage de babar, nous avons dénombrer et identifier 17 espèces ou taxon, l'espèce *Frustule rhomboides* est la plus dominante avec une moyenne de 89 sur 400 diatomées dénombrés. Pour l'espèce la moins présente dans nos échantillons avec une moyenne de 5 individus on cite *Gomphneis eriense*.

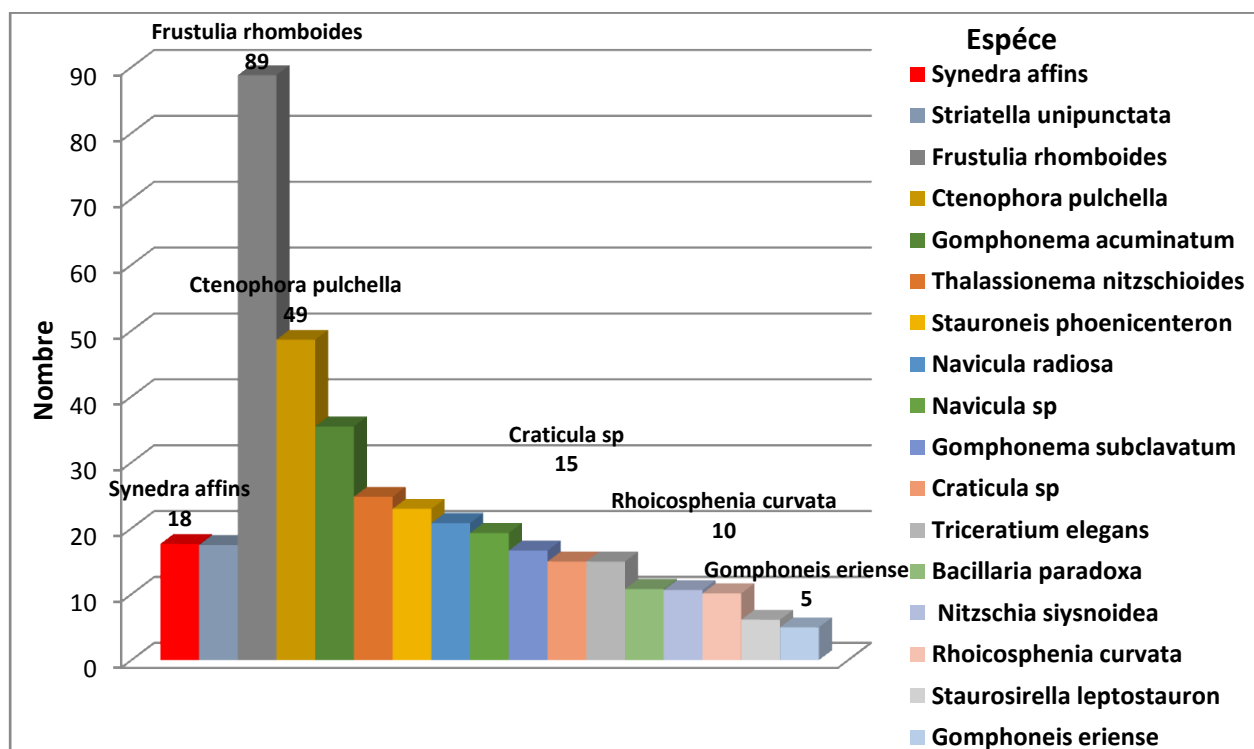


Fig 21 : les Espèce des diatomées du barrage de babar

2- El Sbikha :**2-1-les espèces identifiées :**

La figure illustre le nombre d'espèces des diatomées identifier dans nos échantillons du sebkha les résultats obtenues révèle la présence de 10 taxon, l'espèce *Cyclotella operculata* est la plus dominante avec 116 de moyenne. Ensuite l'espèce *Actinocyclus normanii* avec une moyenne de 63 individus. Et en fin, l'espèce *Epithemia sorex*, avec une valeur moyenne de 6 diatomées.

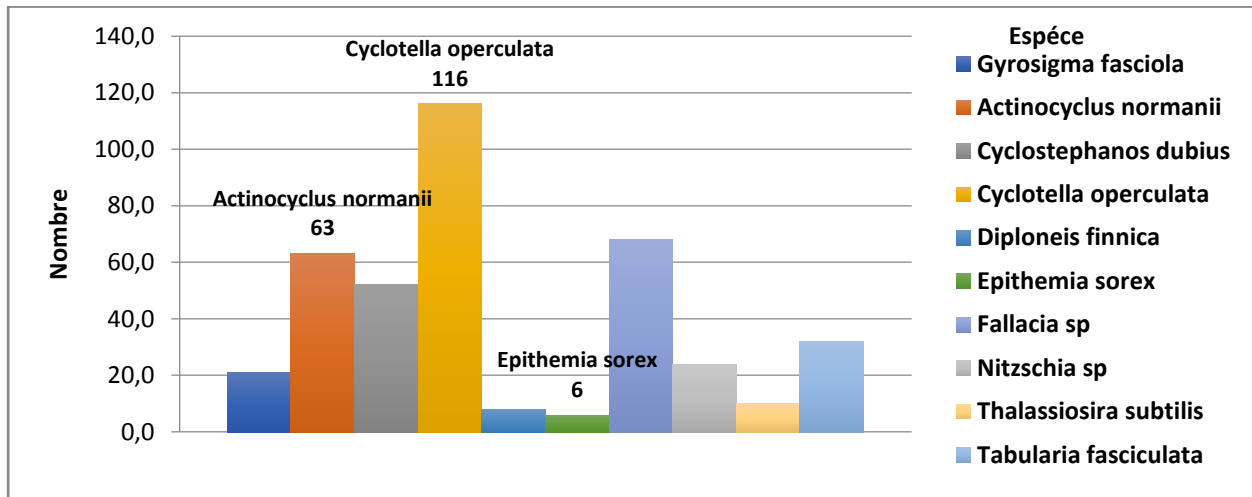


Fig. 22 : les espèces des diatomées de la plaine de Sbikha

3-les indices diatomiques :

3.1. L'indice biologique diatomique :

La figure 23 montre bien une différence significative entre les valeurs de l'indice biologique diatomique entre du barrage de Babar et Sebikha, L'IBD de barrage est presque le triple de celui de el Sebikha respectivement 15,3 et 5,6 si on se réfère au classement de la qualité des eaux de Van dam et *al.*, (1994), l'eau du barrage sera de bon état (classe B) en revanche el Sebikha de Mauvais état avec un IBD (5.6), appartienne à la classe D.

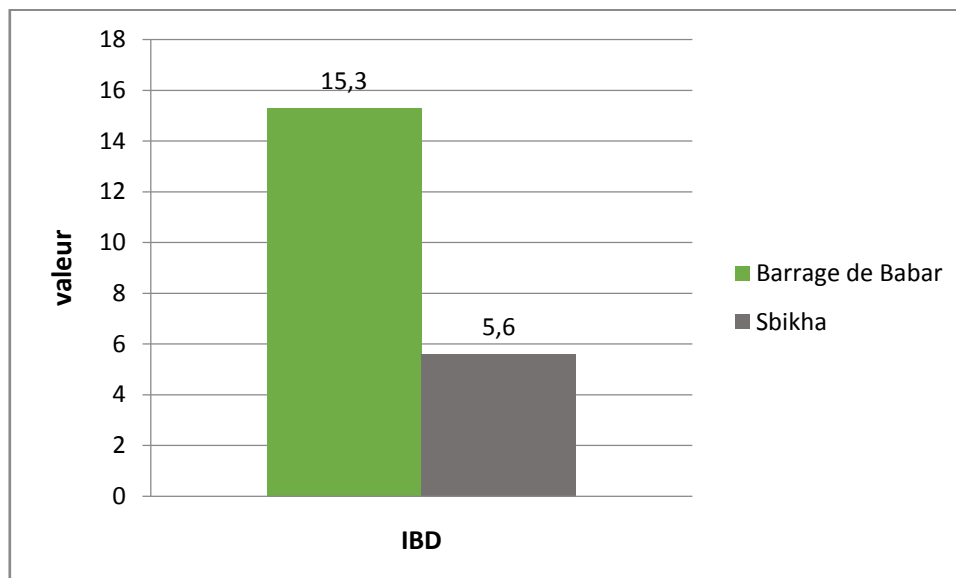


Fig. 23 : Les valeurs d'IBD des deux zones

3.2. L'indice biologique de polluosensibilité :

La figure 24 illustre les variations de la valeur de L'indice biologique de polluosensibilité du barrage de Babar et d'el sbikha calculé par le logiciel Omnidia, la valeur de l'IPS du barrage est légèrement supérieure par rapport à celle d'El Sebikha,

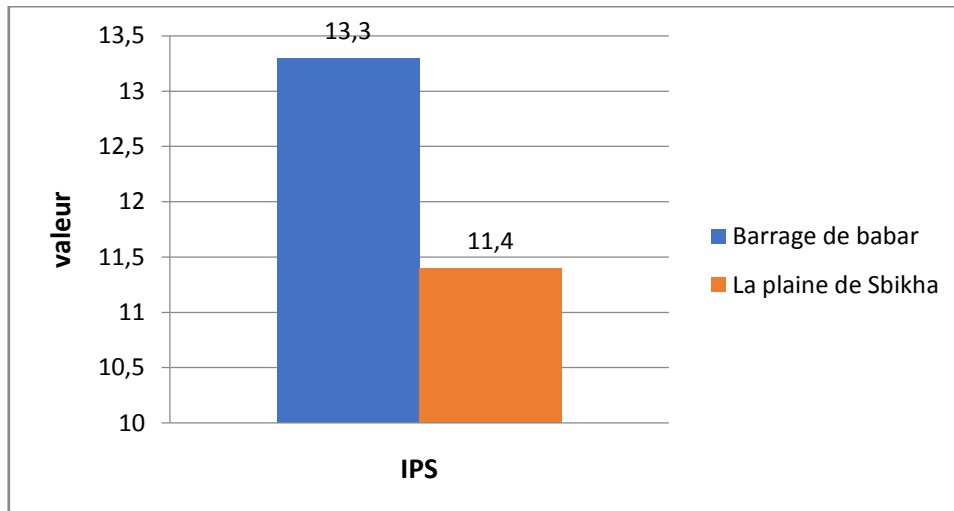


Fig. 24 : les valeurs d'IPS des deux zones

3.3. L'indice de Shannon et Weaver :

Cet indice permet de caractériser la diversité d'un peuplement la valeur est bien supérieure dans les échantillons du barrage de Babar que dans la zone humide el sebikha qui ont été prélevés dans la même période (avril 2017).

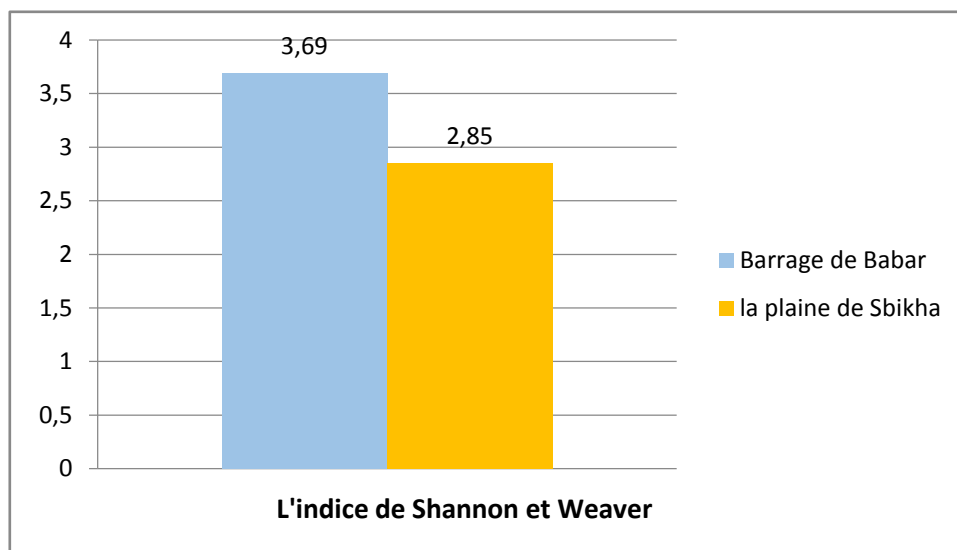


Fig. 25 : L'indice de Shannon et Weaver

Tableau 07 : Tableau comparatif des valeurs obtenu des trois indices.

L'indice	IBD	IPS	Shannon
Barrage de Babar	15.3	13.3	3.69
La plaine de Sbikha	5.6	11.4	2.85

3.4. L'indice de Van Dam (l'autoécologie) des eaux du barrage et la zone humide el Sebikha :

Le tableau (08) résume les résultats de l'indice écologique de van dam :

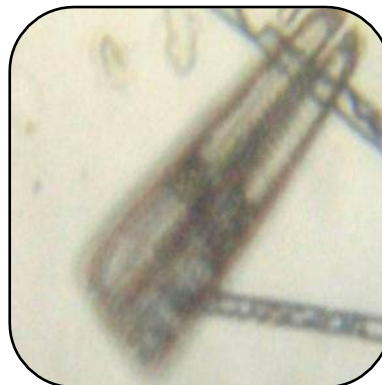
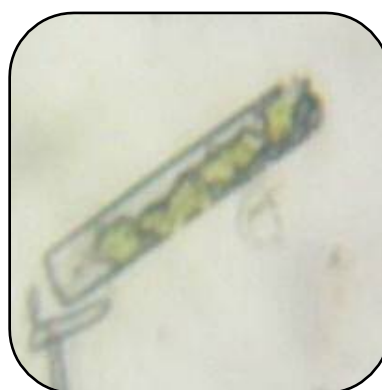
- Le PH de barrage est de classe (2), on constate que l'eau du barrage est acidophile.
- la salinité du barrage de Babar est $< 0.9\%$, donc, elle est de classe (2) douce à légèrement saumâtre selon le classement des eaux de Van Dam.
- la présence des espèces sensible au nitrogène ce qui indique sont taux normal des ces eaux
- La saprobité du barrage est de classe (1) (oligosaprobite), cette classe est caractérisée par une concentration élevée de l'oxygène ($> 85\text{mg/l}$) est proportionnellement inverse a la valeur de DBO5 ($< 2\text{mg/l}$).
- les espèces qui vivent dans le barrage de Babar, peuvent être aquatique ou subaérienne.

Pour la zone humide el sebikha nous avons les résultats suivants :

- Le PH de Sbikha est de classe (4), on constate que l'eau est alcaliphile. (> 7)
- la présence des espèces tolérantes au nitrogène, indique un teneur légèrement haut.
- la salinité est de (0.9-1.8%), donc, elle est de classe (3) moyennement saumâtre.
- La concentration de l'oxygène dans la plaine de Sbikha est varier entre 25 à 70 mg/l, par contre la quantité de la demande biologique d'oxygène est élevée, de classe (3) (alpha-mésosaprobe).
- les espèces qui vivent dans la plaine de Sbikha sont strictement aquatique

Tableau 08 : indice écologique de van dam

Barrage de Babar								
Van Dam 1994	1	2	3	4	5	6	7	Dominant
Classe de PH	0	230	98	160	65	0		(2) acidophile
Salinité	230	258	0	0				(2) douces à légèrement saumâtre
Nitrogène	380	235	0	0				(1)N-autotrophe sensible
Oxygène dissous	289	171	155	0	0			(1) élevée
saprobite	245	243	127	0	0			(1) oligosaprobe
L'humidité	65	390	225	0	0			(2) aquatique ou subaérien
La zone humide d'el Sbikha								
Van Dam 1994	1	2	3	4	5	6	7	Dominant
Classe de PH	0	0	158	145	0			(4) alcaliphile
Salinité	0	15	288	0				(3) moyennement saumâtre
Nitrogène	15	288	0	0				(2)N-autotrophe tolérant
Oxygène dissous	0	145	158	0	0			(3)modérée
saprobite	0	15	288	0	0			(3)alpha mésosaprobe
L'humidité	288	15	0	0	0			(1)aquatique stricte

PLANCHE 1 :**Les espèces du barrage de Babar****Figure 1 :** *Frustulia rhomboides***Figure 2 :** *Gomphonema acuminatum***Figure 3 :** *Navicula Sp***Figure 4 :** *Thalassiothrix nitzschioides***Figure 5:** *Rhoicosphenia curvata***Figure 6 :** *Strausirella leptaurom*

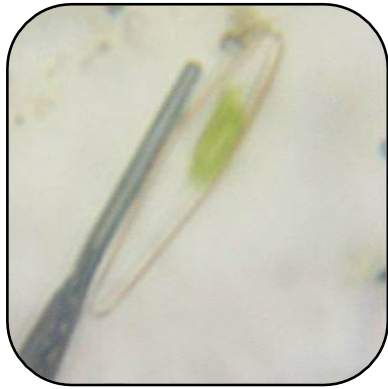


Figure 7 : Sellaphors Sp



Figure 8 : Ctenophora pulchella



Figure 9 : Bacillariales nitzshia siymoidea

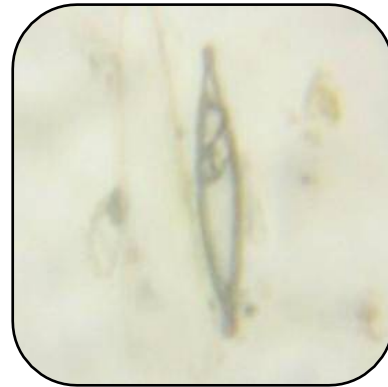


Figure 10 : Craticula SP

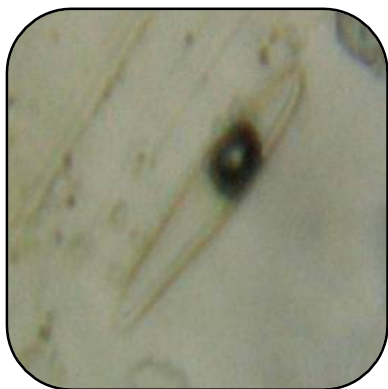


Figure 11 : Gomphonema subclavatum

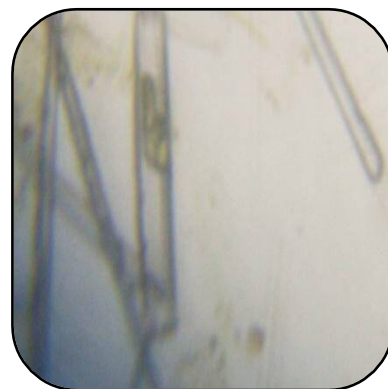


Figure 12 : Thalassiothrix nitzschioides



Figure 13 : *Stauroneis phoenicenteron*



Figure 14 : *Triceratium elegans*

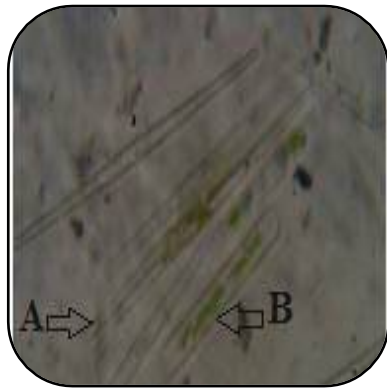


Figure 15 : A-*Ctenophora pulchella*B-*Thalassiothrix nitzschioides*

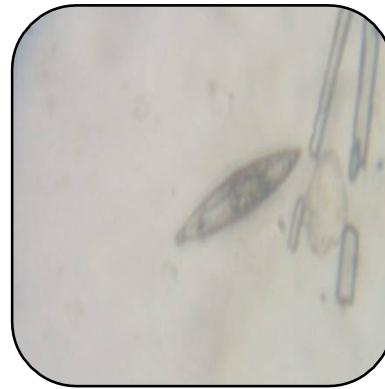


Figure 16 : *Navicula radiosa*

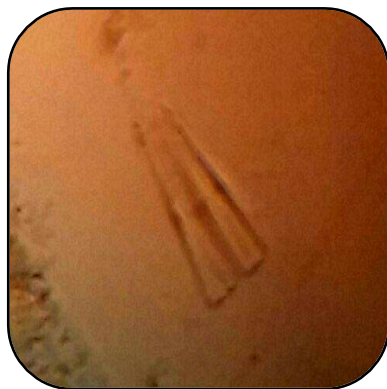






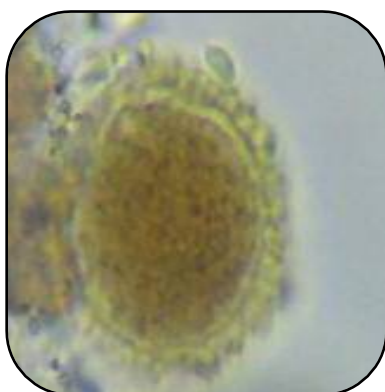
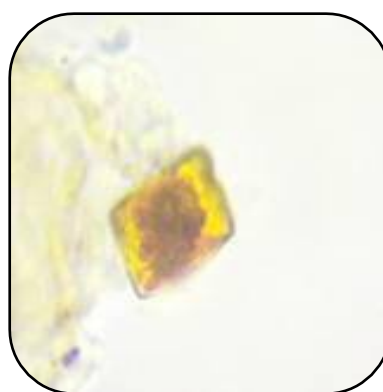
Figure 17 : *Gomphonema* sp



Figure 18: *Bacillaria paradoxa*

	
<p>Figure 19 : navicula SP</p>	<p>Figure 20 : Gomphonema acuminatum</p>
	
<p>Figure 21: Craticula SP</p>	<p>Figure 22 : Thalassionema nitzschioides</p>

Les espèces de la plaine de Sbikha

**Figure 23** : *Fallacia* SP**Figure 24** : *Actinocyclus normanii***Figure 25** : *Cyclostephanos dubius***Figure 26** : *Nitzschia* sp**Figure 27** : *Gyrosigma fasciola***Figure 28** : *Thalassiosira subtilis* (vue équatoriale)

2-Discussion :

En raison de la nature particulière de la zone humide El Sebikha, dans la wilaya de Khenchela, nous avons adopté une méthodes biologique pour évaluer la qualité écologique de cette dernière en comparant ces résultats avec celles des eaux du barrage de BABAR -wilaya de khenchela.

Pour l'estimation de la qualité biologique de l'eau Quatre (04) indices diatomiques ont été testés : l'indice biologique diatomique (IBD), l'indice biologique de polluosensibilité (IPS) l'indice de Shannon et Weaver et a la fin l'indice de Van Dam.

Les résultats montrent que les indices IBD,IPS et Shannon et Weaver ont donnés une évaluation réaliste de la qualité des eaux des deux zones d'études.

Dans la première zone étudiée (Barrage du babar), la bonne qualité de ces eaux (classe B) corrobore les valeurs de l'IBD et IPS de notre étude, supérieure à 13 selon les classes de van Dam (1994). Même chose pour el sebikha nos résultats confirme le mauvais état écologique de cette dernière qui subit les effet néfastes des rejets des eaux usées domestique, Aussi, l'indice de Shannon très utilisé pour connaitre la biodiversité d'une zone donnée a montré la différence de diversité diatomique entre les deux zone d'études avec (17 taxons pour les eaux du barrage et 10 pour el sebikha), Pour l'indice de Van Dam qui illustre des différents paramètres qui confirme la pureté de barrage par l'absence d'eutrophisation et l'aération permanente grâce à des cours d'eau qui alimente le barrage d'une façon temporaire, par conséquence l'augmentation de la teneur d'oxygène dissous.

Si on analyse nos résultats en termes d'espèce identifié on trouve que l'espèce *Frustulia rhomboides* a été dominante dans les eaux du barrage, effectivement le genre *Frustulia* regroupe en majeure partie des espèces d'eau fraîche et oxygénée avec une sensibilité souvent marqué à la pollution. Donc c'est une espèce bioindicatrice des eaux non polluée.

En revanche ce qui a été constaté dans les eaux du el sebikha la majorité des espèces identifiées et dénombrées sont sphériques très connu comme des bioindicateur des eaux polluées comme *Cyclotella operculata* qui regroupe en majeure partie des espèces d'eau pollué et salée avec une grande capacité de tolérance marqué à la pollution. Et c'est le cas dans des eaux de el sbikha qui sont salées. Par contre, le genre *Epithemia* trouvé dans nos échantillons par un faible nombre ces espèces sont plutôt polluosensibles.

Concernant les résultats de l'indice de Van Dam , la différences de la qualité des eaux de nos zones d'étude très significative, les eaux du barrage sont fraîche, riche en oxygène moins polluer

par l'azote moins saline en revanche les eaux du el Sebikha sont saline, alpha mésosaprobe et la quantité d'oxygène est modéré sans oublier la présence des espèces tolérante a l'azote qui explique la teneur plus élevé qui peut provoquer une eutrophisation, très visible lors de nos sorties.



Conclusion generale

Conclusion générale :

Pour fournir une estimation fiable de la qualité des eaux de la zone humide el sebikha, dans la wilaya de Khenchela nous avons entrepris une étude diatomique comparative avec les eaux du barrage de BABAR -wilaya de Khenchela.

Les diatomées qui constituent l'un des meilleurs groupes bio indicateurs des eaux. Elles réagissent directement à la pollution organique puisqu'elles présentent des exigences écologiques spécifiques. Pour l'estimation et la bio-évaluation de la qualité de ces eaux, Quatre (04) indices diatomiques ont été testés : l'indice biologique diatomique (IBD), l'indice biologique de polluosensibilité (IPS) l'indice de Shannon et Weaver et à la fin l'indice de Van Dam.

Les résultats montrent que les indices IBD,IPS et Shannon et Weaver, et van dam ont donner une évaluation réaliste de la qualité des eaux des deux zones d'études c'est -a -dire les eaux du barrage sont fraiche, riche en oxygène moins polluer par l'azote moins saline et avec une bonne biodiversité diatomique et les eaux du el Sebikha sont saline, alpha mésosaprobe avec une quantité modérée d'oxygène sans oublier la teneur plus élevé d'azote, exprimée par la présence des espèces tolérantes au azote aussi la pauvreté en terme de biodiversité.

A l'issu de ce travail et au vu des résultats obtenus les diatomées pourrait constituer un organisme très intéressant à exploité dans le cadre de la bio-évaluation de la qualité des eaux cependant des études complémentaires s'imposent, par exemple il serait en effet intéressant de faire une bio-évaluation diatomique du la zone humide el Sebikha à différentes période de l'année.



Bibliographie

Référence bibliographique :

- 1) Alain Boudou, (1999) Les diatomées, indicateurs de la qualité de l'eau : une collaboration avec les agences de l'eau, Cemagref: avancées et perspectives scientifiques.bordeaux, France 130
- 2) Aouaigjia. A, (2012) Qualité microbiologique et physicochimique de l'eau d'une retenue artificielle (Barrage de Babar) khenchela, université Abbes Laghrour, khenchela (ALGERIE),p 67.
- 3) Carion, F., J (2012) Les diatomées, bio-indicatrices de la qualité des cours d'eau.
- 4) Deroche.N, Effets du cuivre et du zinc sur la photosynthèse et le métabolisme d'une cyanobactérie et de diatomées marines du littoral vietnamien; comparaison avec des espèces de la côte atlantique française. L'université du Maine le mans, France,(France), 2008.
- 5) Direction du Barrage de Babar, 2017
- 6) Djaballah.A, (2015)Aptitude des eaux souterraines à l'irrigation : cas de la plaine d'El-mahmel (wilaya de khenchela), université Abbes Laghrour, Khenchela (Algerie) , p 60.
- 7) Djebaili.N, Hezil.S, (2012) classification géochimique des eaux du lac du Barrage de Babar khenchela, université Abbes laghrour,khenchela (Algerie), p 54.
- 8) Duke, E.L. et Reimann, B.E.F. (1977). Chapter 3:ultrastructure of the diatom cell. - In:werner, D. (ed.) The Biology of Diatoms. Bot. Monogr. 13. Th W Blackwell Sci. Publ., 65-109
- 9) Genin, B., Chauvin, C., & Ménard, F. (2003). *Cours d'eau et indices biologiques: pollution, méthodes, IBGN*. Educagri éditions.
- 10) Guide d'utilisation de l'Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC) version 3.
- 11) Hanoi et Lot-Riou Mort, Réponses des diatomées fixées aux pollutions organiques et métalliques dans les hydrosystèmes Nhue-Tolich, (France).
- 12) Hill, W. (1996). Effects of light. Dans Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystems. Stevenson, R.J., M.L. Bothwell et R.L. Lowe (dir.). Academic Press, San Diego, p. 121-148.
- 13) Langlois, C. (2006).Diatomées , Caractères généraux. 5p
- 14) Lavoie, I., W.F. Vincent, R. Pientz et J. Pain chaud (2003). Dynamique temporelle des algues périphytiques dans une rivière influencée par les activités agricoles. Revue des sciences de l'eau, 16: 55-77.
- 15) Leland, H.V. et s.d. porté (2000). Distribution of benthic algae in the upper Illinois River basin in relation to geology and land use. Freshwater Biology, 44: 279-301
- 16) Marie-France SIMON, « DIATOMÉES », Encyclopædia Universalis [en ligne]
- 17) Michel COSTE, Institut national de recherche en sciences et technologies pour

l'environnement et l'agriculture, directeur de recherche à l'IRSTEA Bordeaux

18) Prygiel, J., & Coste, M. (2000). Guide méthodologique pour la mise en oeuvre de l'Indice Biologique Diatomées. *Agences de l'Eau, Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Direction de l'Eau & CEMAGREF, Paris, France.*

19) Tuchman, N.c. (1996). The role of heterotrophy in algae. Dans *Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystems*. Stevenson, R.J., M.L. Bothwell et R.L. Lowe (dir.). Academic Press, San Diego, p. 299-320.

20) Van Dam, H., Mertens, A., & Sinkeldam, J. (1994). A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Aquatic Ecology*, 28(1), 117-133.

Site web:

<http://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr> > ... > Diatomées

<http://www.universalis.fr/encyclopedie/diatomees/2-biologie-ecologie>

<http://omnidia.fr/>

http://www.diatomloir.eu/Diatodouces/eau_douce.html

<http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/diatom%C3%A9/25271#WPxIp2XwcOVA8f56.9>

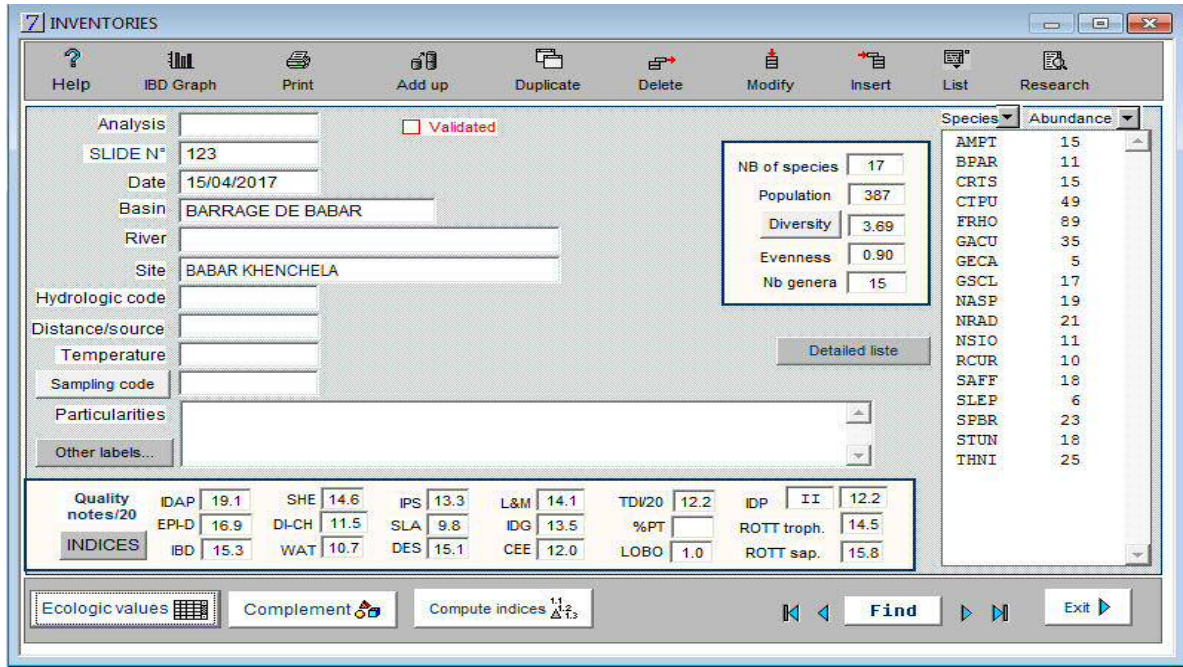
<http://www.universalis.fr/encyclopedie/diatomees/>

https://www.pinterest.com/search/pins/?q=diatoms&rs=typed&term_meta%5B%5D=diatoms%7Ctyped

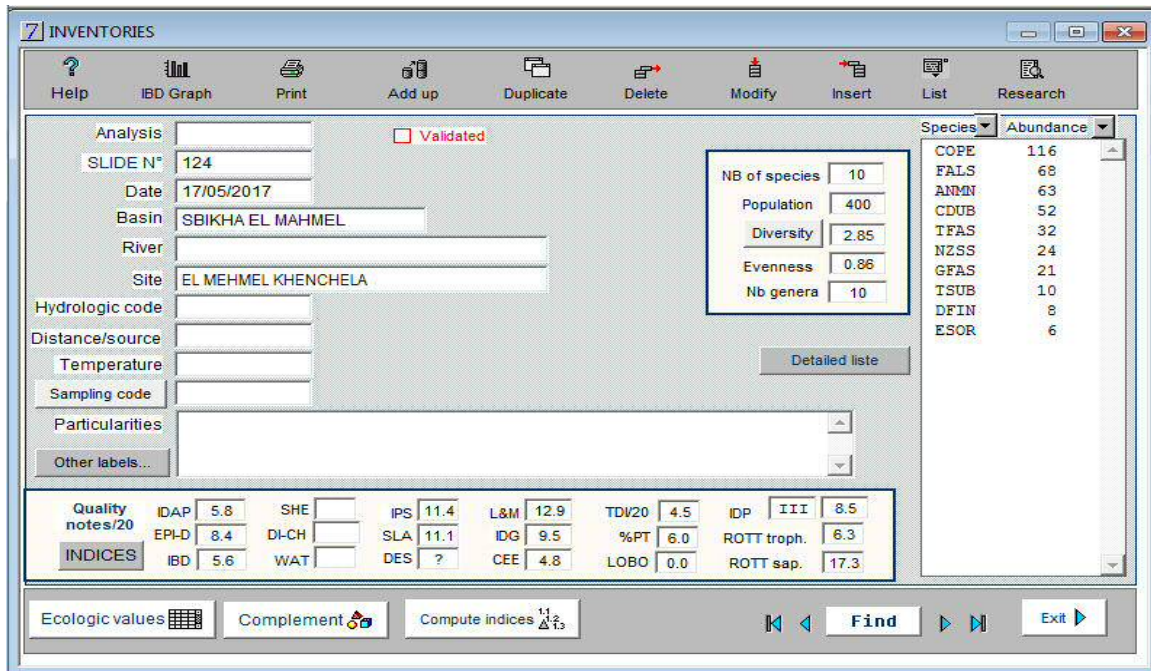
<https://www.vetofish.com> (*Glossaire technique*)

Annexes

Annexe 1 : Tableau d'après le logiciel OMNIDIA qui représente les résultats des différents indices pour le Barrage de Babar.



Annexe 2 : Tableau d'après le logiciel OMNIDIA qui représente les résultats des différents indices pour la zone humide de Sbikeha.



Annexes

Annexe 3 : Le tableau représente les résultats de l'indice de Van Dam du Barrage de Babar.

(abundance/1000)	123 BABAR KHENCHELA 15/04/2017							
Van Dam 1994	1	2	3	4	5	6	7	DOMINANT
PH classes	0	230	98	160	65	0		2 acidophile
Salinity	230	258	0	0				2 douces à légèrement saumâtres
Nitrogen uptake	380	235	0	0				1 N-autotrophe sensible
Oxygen requirements	289	171	155	0	0			1 élevée
Saprobity	245	243	127	0	0			1 oligosaprobe
Trophic state	230	44	0	70	271	0	0	5 eutrophe
Moisture	65	390	225	0	0			2 aquatique ou subaérien

Annexe 4 : Le tableau représente les résultats de l'indice de Van Dam de la zone humide de Sbikha.

(abundance/1000)	124 EL MEHMEI KHENCHELA 17/05/2017							
Van Dam 1994	1	2	3	4	5	6	7	DOMINANT
PH classes	0	0	0	158	145	0		4 alcaliphile
Salinity	0	15	288	0				3 moyennement saumâtres
Nitrogen uptake	15	288	0	0				2 N-autotrophe tolérant
Oxygen requirements	0	145	158	0	0			3 modérée
Saprobity	0	15	288	0	0			3 Alpha-mésosaprobe
Trophic state	0	0	0	0	303	0	0	5 eutrophe
Moisture	288	15	0	0	0			1 aquatique strict