

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun –Tiaret-
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département De Nutrition et Technologie Agro-alimentaire



Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine: "Sciences de la Nature et de la Vie"

Filière: Sciences Agronomiques

Spécialité: Agro Biotechnologie

Thème

L'effet des engrais sur la qualité de l'eau à partir d'indicateur biologique (diatomées) de barrage Bekhadda mechraa sfa wilaya de Tiaret.

Membres de jury :

-Président: M^r KOUADRIA Mostapha

-Examineur: M^r BERRAYAH. M

-Promoteur: M^r NEGADI Mohamed

-Co-promoteur : M^r HASSANI. A

Présenté par :

M^{elle}: BENRADJA Oum elkheie

M^{elle}: MENAD Kheira

Année universitaire: 2016–2017

Remerciements

Louange à Dieu de nous avoir permis d'effectuer ce travail

Nous remercions nos familles pour l'aide et leur soutien précieux durant ces années bien remplies

Nos remerciements s'adressent en particulier à notre encadreur Mr Negadi Mohamed et notre co-encadreur Mr Hassani qui ont accepté de nous suivre pendant cette année en prodiguant des conseils et des orientations.

Nous remercions les membres jury :

❖ Mr Kwadria Mostapha le président de notre travail.

❖ Bereyah Mohamed l'examineur de notre travail.

On exprime également notre gratitude envers l'équipe de laboratoire d'écologie et foresterie, en particulièrement le directeur et le personnel du BARRAGE pour leurs accueils.

En fin. Nous exprimons également nos vifs remerciements à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation.

Dédicaces :

Je dédie ce mémoire

*À mes chères parents ma mère et mon père pour leurs patience,
leur amour, leurs soutient et leurs encouragement.*

À mes chers frères

À mes chers oncles et mes tantes

Mes chers grands pères et mes chères grandes mères

Mes chers cousins et mes chers cousines

Et tous la famille Benradja et Bouchetara

Mes chers amies et camarades

Sans oublier tout les professeures que

ce soit du primaire, du moyen,

Du secondaire

ou de l'enseignement supérieures.

Oum Elkheir

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

*Ma mère, source de tendresse et l'amour pour leur soutien tout
le long de notre vie scolaire.*

*Mon père, qui j'ai toujours soutenu et qui a fait tout possible
pour nous aider.*

Mes frères et mes sœurs, que j'aime beaucoup.

Ma grande famille.

Mes cher ami (e) s, et enseignants.

*Tout qu'on collaboré de près ou de loin à l'élaboration de ce
travail.*

Que dieu leur accorde santé et prospérité.

kheira

Liste des abréviations

AEP : Alimentation en Eau Potable.

IFA : Internationale Fertilizer Association.

IPO : Indice de Pollution Organique.

CCA : Analyse des correspondances canoniques

IBO : L'indice biologique global normalisé

IOBS : L'indice Oligochètes de bio- indication des Sédiments fins

NRC : National Research Council

St : station

Liste de tableaux

Tableau01 : Différentes formes d'engrais inorganiques	6
Tableau 02 : Situation bioclimatique des stations d'étude	21
Tableau 03 : Matériel de laboratoire.	24
Tableau 04 : Coordonnées des stations	26
Tableau05 : Les classes de pollution	33
Tableau 06 : Résultats des indices de diversité	41
Tableau 07 : Indice de pollution organique (IPO)	48

Liste de figure

Figure01 : Principales méthodes de fabrication des engrais azotés.....	04
Figure02 : Frustule d'Eunotia sp (Microscopie électronique à balayage).....	11
Figure03 : (a) stries (b-c) Ponctuation (d) Fibules (e) stigma (f) Epines	11
Figure04 : Clé simplifiée de détermination des genres des diatomées d'eau douce	13
Figure05 : Carte représentative des stations.....	18
Figure06 : Répartition des précipitations mensuelles moyennes de la wilaya de Tiaret.....	19
Figure07 : Répartition de la température mensuelle moyenne de la wilaya de Tiaret.....	20
Figure08 : Le diagramme Ombrothermique de la période (1986-2015).....	20
Figure09 : Climat gramme d'Emberger de Tiaret.....	22
Figure10 : Schéma représente le protocole expérimental.....	25
Figure11 : Carte représentative la localisation des stations.....	26
Figure12 : Balayage d'une lamelle de microscope.....	30
Figure13 : Proportion des formes centriques et pennées des espèces diatomiques.....	34
Figure14 : Proportion de différentes formes pennées des espèces diatomiques.....	34
Figure15 : La proportion des familles des diatomées par les genres.....	35
Figure16 : La proportion des genres des diatomées par les espèces.....	35
Figure17 : La proportion des espèces de station 01.....	36
Figure18 : La proportion des espèces de station 02.....	37
Figure19 : La proportion des espèces diatomiques dans station 3.....	38
Figure20 : La proportion des espèces daitomiques dans station4.....	39
Figure21 : La proportion des espèces daitomiques dans station 5.....	40
Figure22 : La proportion des espèces diatomiques dans station 6.....	41
Figure23 : Variations spatio de la température des eaux de Barrage Bekhadda.....	42
Figure24 : Variations spatio du pH des eaux de barrage Bekhadda.....	42

Figure25 : Variations spatial de la conductivité électrique des eaux de barrage Bekhadda.....	43
Figure26 : Variation spatio de la DBO ₅ des eaux de barrage Bekhadda.....	43
Figure27 : Variation spatio de la DCO des eaux de barrage Bekhadda.....	44
Figure28 : Variation spatio de le phosphore total des eaux de barrage Bekhadda.....	44
Figure29 : Les variations spatio de l'oxygène dissous des eaux de barrage Bekhadda.....	45
Figure30 : Les variations spatio-temporelles des eaux de barrage Bekhadda.....	45
Figure31 : Les variations spatio des eaux de barrage Bekhadda.....	46
Figure32 : Variation spatio d'ammonium dans barrage Bekhadda.....	46
Figure33 : Analyse canonicalde correspondance entre les différents facteurs environnementaux et les espèces recensées.....	47

Table de Matières

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale

Première partie: Etude bibliographique

Chapitre I : Généralités sur les engrais

I.1. Définition des engrais.	3
I.2. Les types d'engrais	3
I.2.1. Les engrais azotés	3
I.2.2. les engrais organiques	5
I.2.3. Les Engrais Inorganiques (les engrais minéraux)	5
I.2. Définition de la pollution des eaux	5
I.2.1. les origines de la pollution	7
I.2.1.1. La pollution domestique	7
I.2.1.2. La pollution industrielle	7
I.2.1.3. La pollution agricole	7
I.2.1.4. Les phénomènes naturels	8
I.2.2. Les types de pollution	8
I.2.2.1. Pollutions physiques	8
I.2.2.2. Pollutions chimiques	8
I.2.2.3. Pollutions biologiques	8
I.3. Pollution par les engrais	9

Chapitre II : Les diatomées et la bio indication

II.3. Les diatomées	10
II.3.1. Généralité sur les diatomées	10
II.3.2. Morphologie des diatomées	10
II.3.3. Reproduction	12
II.3.3.1. La division binaire	12
II.3.3.2. L'auxosporulation (reproduction sexué)	12
II.3.4. Classification des diatomées	12
II.3.4.1. Les diatomées centrales	12
II.3.4.2. Les diatomées pennales	12
II.3.5. Ecologie de diatomées	13
II.3.5.1. Milieu	13
II.3.5.1.1. Les diatomées planctoniques	14
II.3.5.1.2. les diatomées benthiques	14
II.3.5.2. pH	14
II.3.5.3. La concentration en nutriments	14
II.3.5.4. La lumière	15
II.3.5.5. Température	15

partie expérimentale
Chapitre I : La zone d'étude

1. Zone d'étude	18
1.1. Situation géographique	18
1.2. Climatologie	18
1.2.1. Les facteurs climatiques	18
Ø Précipitations	19
Ø Température	19
1.3. Diagramme Ombrothermique de Gausson	20
1.4. Climatogramme d'Emberger de Tiaret	20

Chapitre II : Matériel et méthodes

II. Matériel et Méthodes	24
II.1. Matériel utilisé	24
II.1.1. Matériel Sur terrain	24
II.1.2. Matériel de laboratoire	24
II.1.3. Protocole expérimental	25
II.2. Méthodes	26
II.2.1. Prélèvements d'échantillons de diatomées	26
Ø Sur terrain	26
II.2.2. Les choix des stations	26
II.2.3. Caractéristiques agricoles de chaque site	
II.3. Les conditions des choix des stations	28
II.4. Prélèvement d'échantillons de diatomées	28
II.5. Préparation de l'échantillon	29
II.5.1. Elimination de la matière organique	29
II.5.2. Préparation de la lame	29
II.6. Comptage et détermination des diatomées	29
II.7. Les paramètres analysés	31
II.7.1. Les paramètres physiques	31
Ø Température	31
Ø Le pH	31
Ø La conductivité électrique (CE)	31
II.7.2. Les paramètres chimiques	31
Ø Détermination des chlorures (Cl ⁻)	31
Ø Détermination des nitrites (NO ₂ ⁻)	31
Ø Détermination des nitrates NO ₃ ⁻	31
II.8. Analyse des données	32
II.9. Indices de la diversité floristique	32
II.10. Calcul de l'indice de Shannon-Weaver (Shannon et Weaver 1949)	32

Chapitre III : Résultats et discussion

III.1. Interprétation des résultats	34
-------------------------------------	----

III.1.1. Forme des espèces diatomiques	34
III.1.2. Différentes formes des pennées	34
III.1.3. Diversité des familles	35
III.1.4. Diversité des genres	35
III.1.5. Diversité des espèces de chaque station	36
III.1.5.1. Station 1	36
III.1.5.2. Station 2	36
III.1.5.3. Station 3	37
III.1.5.4. Station 4	38
III.1.5.5. Station 5	39
III.1.5.6. Station 6	40
II.2. Indice de diversité	41
III.2.1. Mesure physico-chimiques	42
III.2.1.1. Température de l'eau	42
III.2.1.2. Potentiel hydrogène	42
III.2.1.3. Conductivité électrique	43
III.2.1.4. Demande biochimique en oxygène (DBO)	44
III.2.1.6. Phosphore	44
III.2.1.7. Oxygène dissous	44
III.2.1.8. Nitrites (NO ₂ ⁻)	45
III.2.1.9. Nitrates NO ₃ ⁻	46
III.2.1.10. Ammonium NH ₄ ⁺	46
III.3.2. Analyse statistique des taxons	47
III.3.3. Analyse des correspondances canoniques ACC des taxons (corrélation)	47
III.4. Indice de pollution	48
III.4.1. Indice de pollution organique IPO	48
III.5. Discussion	49
Conclusion	
Références bibliographiques	
Résumé	

Première partie
Synthese Bibliographique

Introduction Générale

Introduction générale

Introduction générale

Le périphyton est une composante essentielle des cours d'eau. Il désigne les micro-organismes qui se développent à la surface des substrats immergés, imbriqués dans une matrice constituée de substances polymériques excrétées par les bactéries et les algues et de particules inorganiques et détritiques. (Lok et al 1984, Roemer et al. 1984; Hoagland et al. 1993).

Les micro-algues péri-phytiques sont responsables d'une grande part de la production primaire au sein de nombreux écosystèmes lotiques, où le courant limite le développement des algues phytoplanctoniques et des macrophytes (Whitton 1980). Parmi ces micro-algues, les diatomées sont abondantes et peuvent constituer la quasi-totalité du peuplement végétal à certaines périodes de l'année (MacIntyre et al. 1996)

Les communautés de diatomées périphytiques regroupent une grande variété d'espèces présentant des niveaux de tolérance différents vis-à-vis des facteurs environnementaux. De nombreuses études, menées pour déterminer l'influence de facteurs tels que la température, la lumière, les nutriments ou la vitesse du courant sur la structure de ces communautés, ont mis en évidence une grande variabilité de leur composition spécifique en fonction des caractéristiques du milieu (Patrick 1971).

Les communautés de diatomées étant également sensibles à de nombreuses pollutions aquatiques, l'analyse de leur structure constitue un outil de choix pour l'évaluation biologique de la qualité des cours d'eau (Lowe and Pan 1996) (Caroline GOLD, 2002)

Dans les systèmes d'eau douce où les changements dans l'hydrologie sont rapides et difficiles à estimer, la surveillance biologique s'est avérée être très utile (soininen et kōnönen, 2004). La qualité biologique peut être évaluée par différents types d'organismes, tels que bactéries, protozoaires, algues, macro-invertébrés, macrophytes, mollusques et poissons. Parmi ceux-ci, les diatomées ont été choisies à des fins d'évaluation de la qualité de l'eau dans de nombreuses études (McCormick et Cains, 1994 ; Whitton et Rott, 1996 ; Prygel et al., 1999).

Par ailleurs, l'utilisation de diatomées comme bio-indicateurs dans les eaux courantes a augmenté ces dernières années en raison de leur large distribution dans l'eau et la variation écologique (Pan et al. 1999 ; Kelly et al., 2009). Les indices de diatomées résument l'écologie complexe de rivières et ruisseaux permettant l'estimation rapide de leur état général, et donc les diatomées sont largement utilisées pour évaluer l'état écologique des cours d'eau (Kelly, 2002 ; Atazadeh et al., 2007 ; Blanco et al., 2008; Benameur, 2016)

Les algues utilisent, entre autre, le phosphore et l'azote dissous dans l'eau des rivières pour leur croissance. Les sources de pollution qui rejettent du phosphore et de l'azote ont

Introduction générale

donc une influence directe sur la composition des communautés de diatomées. Parmi ces sources de pollution, les plus importantes sont les fertilisations agricoles, les eaux usées municipales ou domestiques et certaines industries.

Notre travail a pour objectif de connaître l'effet des engrais sur la qualité de l'eau par les diatomées comme bio indicateur de la pollution de l'eau, dans barrage Bekhada.

Ce document compte deux grandes parties à savoir :

- **La Première partie** est une recherche bibliographique qui compte deux chapitres:
 - Chapitre 01 : Les engrais chimiques et la pollution
 - Chapitre 02 : Généralités sur les Diatomées

- **La Deuxième partie** résume la partie expérimentale qui comporte trois chapitres :
 - Chapitre 01 : Présentation de la zone d'étude.
 - Chapitre 02 : Matériel et méthodes
 - Chapitre 03 : Résultats et discussion suivit d'une conclusion générale.

CHAPITRE I

Généralités sur les engrais

I.1. Définition des engrais

Les matières fertilisantes dont la fonction principale est d'apporter aux plantes des éléments directement utiles à leur nutrition (éléments fertilisants majeurs, secondaires et oligo-éléments). La teneur en éléments nutritifs est au moins égale à 3% en masse pour l'un des trois éléments majeurs (azote N, phosphore P₂O₅, potassium K₂O). (Jean ; 2011)

Selon la même source l'apport des engrais a pour objectifs :

- l'amélioration du niveau de fertilité du sol.
- la stimulation de la vie microbienne dans le sol.
- l'amélioration de la structure du sol.

I.2. Les types d'engrais

I.2.1. Les engrais azotés

L'azote est élément nutritif très important pour la production agricole. Il existe trois sources possible d'azote pouvant supplées l'apport du sol pour l'agriculture: la fertilisation minérale et organique, la fixation biologique de l'azote et dans certains cas, les dépôts atmosphériques (Arkoun, 2012)..

La production mondiale d'engrais azoté est basée sur la fixation du N atmosphérique sous forme d'ammoniac (NH₃).l'ammonium, le nitrate, ou la combinaison des deux formes, (figure 01).

En plus des engrais azotés simple, il existe des composés multi nutritionnels contenant de l'azote et d'autre éléments, tel que le phosphore (P) et /ou le potassium (K), et plus récemment le soufre (S), sont aussi largement utilisés.

L'ammonium, le nitrate et l'urée, constituent les trois principales formes minérales d'engrais azotés. L'efficacité des engrais minéraux est influencée par le principe des échanges d'ions. En raison de sa charge positive, l'ammonium est adsorbé par les colloïdes du sol chargés négativement (argile et matière organique). Le NH₄⁺ est ensuite, soit absorbé par les plantes, soit oxydé en nitrate par les bactéries du sol selon le processus de nitrification. En outre, l'ammonium apporté par fertilisation peut aussi être perdu par volatilisation dans l'atmosphère.

Par ailleurs, l'ion ammonium est en équilibre chimique avec l'ammoniac (NH_3), et cet équilibre se déplace vers l'ammoniac dans les sols alcalins où les pertes par volatilisation peuvent être importantes (allant jusqu'à 9 millions de tonnes de N-NH_3 , constituant plus de 10% des engrais azotés utilisés au niveau mondial, (IFA, 2003).

Contrairement à l'ammonium, le nitrate chargé négativement, n'est pas retenu par les particules du sol et par conséquent, il peut être facilement léxivié en raison de sa solubilité ou réduit en oxyde d'azote gazeux par le processus de dénitrification. Enfin, suite à sa solubilité, le nitrate est facilement véhiculé par l'eau du sol jusqu'aux racines (flux de masse) (Arkoun, 2012).

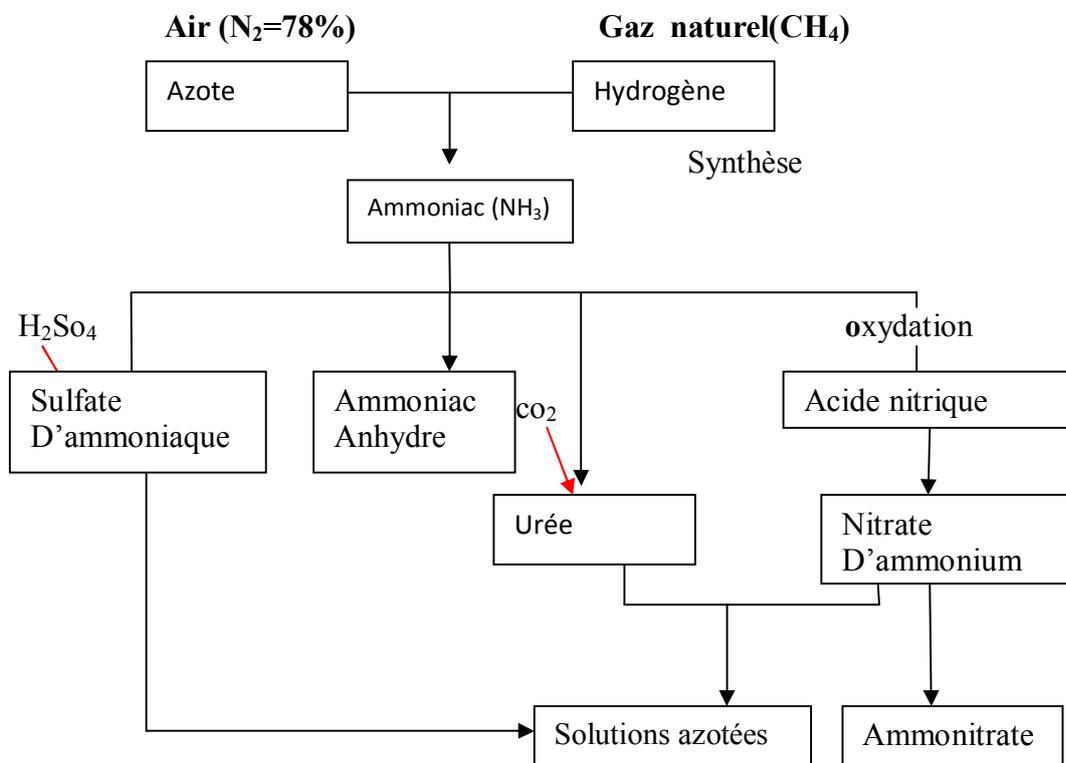


Figure 01 : principales méthodes de fabrication des engrais azotés (Source : Arkoun, M. (2012).

I.2.2. les engrais organiques

Les fumiers organiques sont une forme d'engrais issus de résidus de cultures, de biomasse végétale et de déchets animaux, y compris des déchets contenus dans les eaux usées. Il y existe de nombreuses méthodes pour améliorer la qualité des engrais organiques. Celles-ci comprennent l'utilisation de légumineuses permettant d'améliorer la teneur en azote dans les excréments d'animaux, ou le stockage de fumier à ciel ouvert ou en fosse pour éviter le lessivage et le séchage des nutriments contenus dans le fumier. (Draft, 2012)

Les engrais organiques ont été et sont encore utilisés dans de nombreux pays ruraux d'ASS car leur coût de production est faible. Toutefois, les 2 inconvénients pour le fumier organique sont la faible teneur en nutriments, et le fait d'être volumineux, ce qui rend son transport difficile et couteux. (Draft, 2012).

Puisque la teneur en nutriments des engrais organiques est faible, on peut se limiter à leur seule utilisation pour accroître significativement les rendements agricoles.

Par ailleurs, les engrais minéraux doivent être utilisés en combinaison avec des engrais organiques car ces derniers possèdent d'autres caractéristiques qui sont aussi avantageuses pour la croissance des plantes. (Draft, 2012)

I.2.3. Les Engrais Inorganiques (les engrais minéraux)

Les engrais inorganiques sont ceux qui sont fabriqués avec des quantités prédéterminées ou déclarées de nutriments d'Azote, de Phosphore et de Potassium (NPK). Ceux-ci peuvent être des engrais simples n'ayant qu'un seul des nutriments, ou des engrais composés avec au moins 2 nutriments. (Draft, 2012)

Tableau 1: différentes formes d’engrais inorganiques.

Classes d’engrais	Engrais simples	Engrais composés	Engrais ca, Mg, Na, S	Conditionneur de sols inorganique
Description	Ces engrais ont teneur connue en l’un des trois nutriments primaires N ou K	Les engrais contiennent 2 ou 3 nutriments primaires (NP, NK, PK et NPK)	Ce ne sont pas des NPK	Matériels de chaulage. continent un ou deux éléments Ca et Mg
Exemple	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ sulfate d’ammonium	$(\text{NH}_4)\text{HPO}_4^-$ phosphate diammonium(DAP)	Ce ne sont pas des NPK	$\text{CaSo}_42\text{Ho}^-$ sulfate de calcium déshydraté (Gypse)
Notes	Utilisé sur des sols alcalins pour élever le PH des sols et la fourniture de N	Augmente le PH du sol Une utilisation prolongée provoque une hausse du PH au-delà de l’optimal	Juste pour la nutrition des plantes.	Utilisé pour maintenir ou augmenter la valeur du PH.

Source: (Adaptée du Manuel de Statistiques des Engrais de la FAO, 1991)

I.2. Définition de la pollution des eaux

De nombreux facteurs peuvent modifier les composantes physico-chimiques des milieux aquatiques et notamment des pollutions de nature diverse le terme de pollution est difficile à définir. Chaque eau naturelle présente des caractéristiques originales (Khalide, 2011).

Selon Ramade Le terme *pollution* désigne toute modification défavorable du milieu naturel qui apparait en totalité ou en partie comme un sous produit de l’action humaine, au travers d’effet direct ou indirect altérant les critères de répartition des flux d’énergies, des niveaux de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l’abondance des l’espèce vivante.

Ces modification peuvent affecter l’homme directement ou au travers des ressources agricoles, en eau et autres produits biologiques. Elles peuvent aussi l’affecter en altérant les objets physiques qu’il possède, la possibilité récréative (Emilian, 2004).

I.2.1. les origines de la pollution

Il existe diverses sources de pollution de l'eau une des plus importantes reste son utilisation à grande échelle industriel. On peut distinguer généralement plusieurs sources de pollution des eaux : les eaux urbaines, les eaux domestiques, les eaux agricoles et les eaux industrielles (Marie, 2007).

I.2.1.1. La pollution domestique

Selon Faurie, Ferra et Medori, 2003, les effluents (rejetés d'eaux usées) contenant

- Des germes fécaux ;
- Des sels minéraux (d'azote et de potassium) ;
- Des détergents ;
- De fortes teneurs en matières organiques (Faurie, Ferra, et Medori, 2003).

I.2.1.2. La pollution industrielle

D'après Faurie, Ferra et Medori, 2003, elle est essentiellement industrielle, secondairement

- Des graisses et matières organiques ;
- Des hydrocarbures ;
- Des métaux ;
- Des produits chimiques divers ;
- Des matières radioactives ;
- De l'eau chaude ...

I.2.1.3. La pollution agricole

Elle a pour origine les cultures et les fermes les principaux polluants sont :

- Des sels minéraux en grandes quantités (d'azote, de potassium et de phosphore) ;
- Des produits chimiques (produit phytosanitaires et herbicides) (Faurie, Ferra, et Medori, 2003).

I.2.1.4. Les phénomènes naturels

Les éruptions volcaniques, les hydrocarbures sous-marins, certains filons géographiques de métaux, des sources thermominérales... peuvent être des causes de pollution. (Faurie, Ferra, et Medori, 2003).

I.2.2. Les types de pollution

D'après Barbault, 1995 Les principales pollutions sont réparties en trois grandes catégories

I.2.2.1. Pollutions physiques (rayonnements dus aux radionucléides, pollution thermique, bruits et infrasons).

I.2.2.2. Pollutions chimiques (produits naturels, minéraux ou organiques et substances de synthèse inexistantes auparavant dans la nature) ;

I.2.2.3. Pollutions biologiques (contaminations microbiologiques ; introduction intempestive d'espèces ou de variétés animales et végétales).

Il faut insister sur le fait que, même à faible dose, la présence de substances toxiques dans l'environnement peut représenter un danger pour les êtres vivants (Barbault, 1995).

L'effet de pollution n'est pas seulement lié à la libération dans l'environnement de substances toxiques car la production excessive de composés naturels impliqués dans les cycles biogéochimiques est aussi une grave source de déséquilibre. Ainsi les quantités de polluants rejetées dans l'atmosphère peuvent être si élevées par rapport aux sources naturelles dans le cas des dérives gazeuses du carbone et de ceux du soufre, par exemple, que la circulation des éléments correspondants dans la biosphère en est fortement modifiée (Barbault, 1995).

I.3. Pollution par les engrais

Les engrais chimiques (nitrate d'ammonium, nitrate de calcium, sulfate d'ammonium et superphosphates...), nécessaires à la production croissante d'aliments, sont devenus une source importante de pollution des sols et des eaux

Ils sont délivrés en excès et de manière répétée au long des années ils polluent en effet :

- 1) Par les impuretés qu'ils renferment ;
- 2) Par le déséquilibre de certains cycles biogéochimiques et de dégradation des sols ;
- 3) Par les contaminations des nappes phréatiques (Barbault, 1997).

Pour des raisons de prix de revient, les engrais industriels ne sont pas purifiés. Par conséquent, ils contiennent à l'état de trace de nombreux métaux et métalloïdes toxiques (arsenic, cadmium, chrome, cuivre, plomb, nickel, vanadium, zinc...etc.), qui sont peu mobiles

et qui s'accumulent dans les horizons superficiels des sols ce qui provoque un vrai risque de contamination des terres cultivées et par conséquent des aliments (Barbault, 1997) .

Le cycle de l'azote est profondément altéré par l'abus d'engrais chimiques, source importante d'azote nitrique. Le déséquilibre ainsi instauré se traduit par un excès de nitrates de l'ordre d'une dizaine de millions de tonnes par an qui s'accumule dans l'hydrosphère.

Ainsi, l'accumulation de nitrates qui se produit chez certaines plantes tels que les épinards, devient dangereuse pour la santé humaine, notamment par les risques de méthémoglobinémie (provoquée par la combinaison de l'ion NO_2^- l'hémoglobine).

En outre, les nitrites formés au niveau des intestins peuvent se transformer en nitrosamines qui sont de puissants agents carcinogènes.

Par ailleurs, le cycle du phosphore est également perturbé par l'apport d'engrais phosphatés. En outre, l'excès de phosphore entraîné chaque année dans les eaux continentales joue un rôle déterminant dans l'induction des phénomènes d'eutrophisation (Barbault, 1997).

CHAPITRE II

Les diatomées et la bioindication

II. Les diatomées

II.1. 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 $500\mu\text{m}$. Apparues dès le jurassique il y a environ 200 million d'années, le nombre d'espèces actuellement connu est proche de 11.000. Deux ordres sont distingués :

-les centrique, à symétrie radiale, rassemblent les espèces rondes et cylindriques.

-les pennées, à symétrie bilatérale, regroupent les autres espèces.

Leur faible besoin en lumière et en humidité pour se développer les prédisposent à occuper les milieux aussi différents que l'eau (eaux douces, salées et saumâtres et stagnantes, suintantes et intermittentes...), l'air (aérosols) et le sol (sols humides, parois de cavernes...)

Bien qu'unicellulaires, certaines espèces constituent des colonies aux forme très variables : en chaînette (centriques), en ruban (*Fragilaria*) ou en étoile (*Asterionella*).

Les diatomées ont la particularité de posséder un squelette externe siliceux, le frustule. Celui-ci se compose de deux valves s'assemblant comme le fond et le couvercle d'un à l'autre par un nombre variable de bandes intercalaires. Manteau et bandes intercalaires par la présence de stries, côtes, cloisons, ponctuation, soies ou autres protubérances. Associées à la forme générale de l'individu, ces structures aident à la détermination des espèces. (Lavoie et al, 2008).

II.2. Morphologie des diatomées

La cellule d'une diatomée est composé d'un noyau entouré d'une masse cytoplasmique et enveloppe d'un squelette externe siliceux appelé « frustule ».

Ce dernier est composé de deux valves inégales emboîtées l'une dans l'autre. La valve supérieure plus grande appelé épivalve, tandis que la valve inférieure est appelé hypovalve. Chaque valve prolonge d'une ou plusieurs ceintures connectives appelées cingulum. Ce dernier se compose en épicingulum et épocingulum.

La valve et le cingulum composent la thèque supérieure ou éoithèque (épivalve plus épicingulum), qui vient recouvrir une thèque inférieure ou hypothèque (hypovalve plus hyposingulum). (Hamadai; 2015).

Les pennées sont ornées par des stries, côtes, cloisons, ponctuation ou autre protubérances.

Les centrique leur ornementation est sous forme de ponctuation (aréoles) à symétrie radiale. Certaines formes pennées montrent une fente longitudinale (raphé) divise le frustule en deux parties généralement égales. Ce raphé présent généralement sur les deux valves, est interrompu en son milieu par un épaississement appelé le nodule centrale.

Le raphé se termine par deux nodules terminaux. Systématiquement de part et d'autre du raphé se disposent des cotes et des stries occupant le reste de la surface valvaire.

Les frustules de certaines pennées sont pourvus d'un raphé sur seule valve (épivalve ou épovalve). Ce raphé peut être absent chez d'autres formes et substitue par une aire hyaline longitudinale (pseudoraphé).

Selon la forme générale de leur frustule et la nature de leur ornementation, les diatomées (les pennées en particulier) peuvent présenter deux même valve et un axe transversal ou transapical passant par le milieu de valve et perpendiculaire au précédent. (Hamadai; 2015).

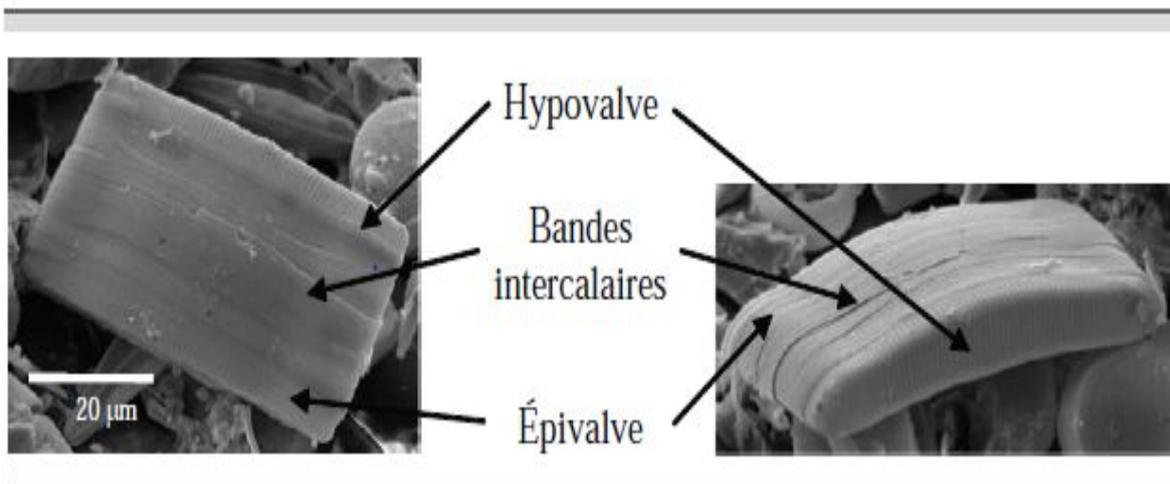


Figure 02 : Frustule d'Eunotiasp (Microscopie électronique à balayage).

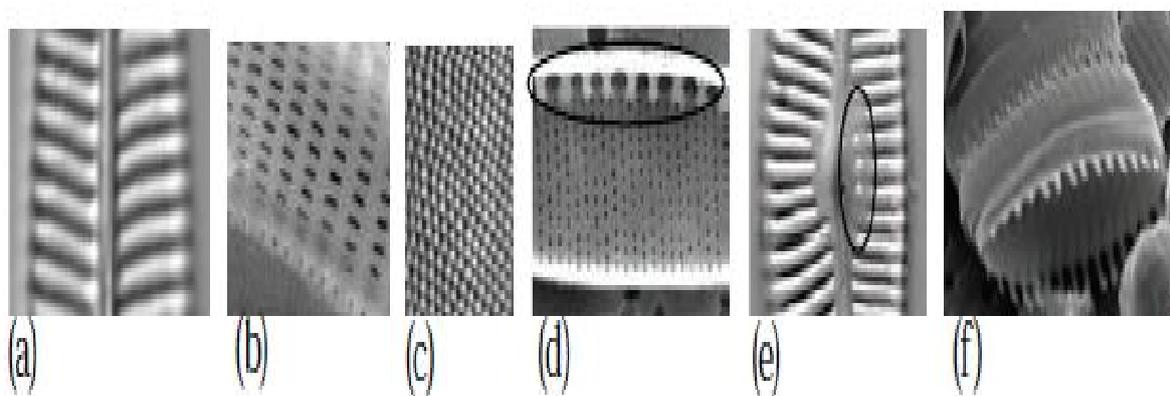


Figure 03 : (a) stries (b-c) Ponctuation (d) Fibules (e) stigma (f) Epines Lavoie *et al*, (2008).

II.3. Reproduction

Chez les diatomées deux modes de reproduction se distinguent :

II.3.1. la division binaire

Chaque cellule-mère se divise en deux cellules filles. La taille de la valve diminue à chaque nouvelle génération, jusqu'à ce que la reproduction sexuée (auxosporulation) intervienne pour rétablir la taille d'origine.

II.3.2. L'auxosporulation (reproduction sexué)

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 sexué permet de regagner la taille maximale de l'espèce. (Hamadai; 2015).

II.4. Classification des diatomées

La classification de diatomées est basée sur les caractéristiques morphologiques du frustule en valvaire et en vue connective, et sur l'ornementation des valves. Ces caractères morphologique sont extrêmement variables selon les espèces, mais restent permanents au sein d'une même espèce, transmissibles d'une génération à l'autre. L'élimination par traitement chimique du protoplasme des cellules et de la couche extérieure de matières organiques permet d'observer les détails des frustules au microscope photonique.

On distingue deux grands ordres de diatomées selon la géométrie de leur frustule :

II.4.1. Les diatomées centrales

À symétrie radiale : 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 (Lecointre G. et L E Guyader H., 2006).

II.4.2. Les diatomées pennales

À symétrie bilatérale : 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'axcrétion de mucilage. Si cette fenteest atrophiée ou peu marquée,

on parle de pseudo-raphé. Les pennales sans raphé sont appelées Diatomées araphidées ou crypto-raphidées (Lecointre G. et Le Guyader H., 2006).

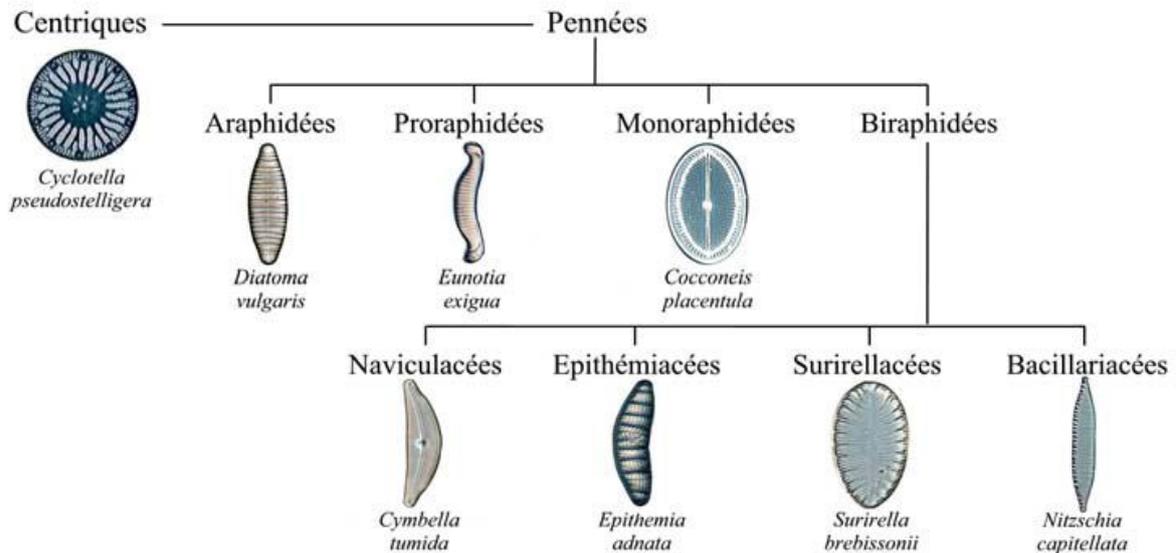


Figure04 : Clé simplifiée de détermination des genres des diatomées d'eau douce (d'après Krammer et Lange-Bertalot 1986-1991), illustration de Michel Coste 1999).

II.5. Ecologie de diatomées

Les principaux facteurs qui influencent la structure, la biomasse et distribution des communautés de diatomées sont le pH et la conductivité de l'eau, la concentration en nutriments, la lumière, la température, le substrat, le courant et les variations du niveau de l'eau et le broutage. (Sophielacoursière ; 2008).

II.5.1. Milieu

Les facultés d'adaptation et de survie de ces micro-algues leur confèrent une très grande ubiquité. Les diatomées sont présentes non seulement dans les milieux aquatiques (marins et continentaux) mais aussi dans les milieux aériens (espèces aérophiles) et terrestres (sols, paroi de cavemes) (Prygiel et al.2000 ;Berard et al.2004). Lorsque les conditions deviennent trop défavorables (sécheresse, lumière, nutriment), des spores de repos sont produits par la cellule. Dès que les conditions optimales sont rétablies, ces spores germent pour donner une cellule identique (Quéguiner ; 2007).

Dans les écosystèmes aquatiques, on distingue :

II.5.1.1. Les diatomées planctoniques

Qui vivent libres en suspension dans la colonne d'eau. Elles constituent l'essentiel du phytoplancton dans les parties inférieures des cours (milieux lenticques, canalisés), et les milieux lacustres et marins. Mises à part quelques formes pennées, les diatomées planctoniques sont surtout représentées par les diatomées centriques isolées ou associées en chaînes.

II.5.1.2. les diatomées benthiques

Qui vivent fixées à la surface des objets immergés à une profondeur correspondant à la zone photique des cours d'eau, où la lumière est suffisante pour assurer la photosynthèse. La nature du substrat détermine en général le type de communauté de diatomées qui s'y installent.

Dans ce dernier cas, ces micro-algues se développent au sein d'une matrice biologique complexe, le biofilm, qui comprend aussi des bactéries, des algues et des champignons, l'ensemble étant lié par des substances extracellulaires polymériques (notamment des polysaccharides) secrétées par ces microorganismes. (Cotelle Sylvie et Guasch 2007).

II.5.2. pH

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 (Battarbee *et al*, 2001). Les diatomées répondent de façon particulièrement marquée aux variations de pH, l'analyse des relations entre les communautés de diatomées et le pH a fait l'objet de beaucoup d'études. Ainsi des indices de pH ont été développés (Håkasson, 1993; Renberg et Helberg, 1982). Les diatomées peuvent être classées en cinq groupes distincts selon leur gradient optimal de pH, ((Nehar Benameur, 2016).

II.5.3. La concentration en nutriments

Les algues ont souvent besoin de plus de nutriments lorsque la lumière et la température sont plus basses que l'optimum requis pour la croissance (Borchardt, 1996). Il faut cependant noter que les nutriments ne sont pas toujours le principal facteur limitant pour la croissance des algues car d'autres facteurs comme la lumière, le routage et les perturbations que subit l'habitat sont des variables déterminantes pour la biomasse et la croissance des algues benthiques (Borchardt, 1996).

II.5.4. La lumière

La lumière est une variable fondamentale pour les algues benthiques car elle permet à ces organismes de faire de la photosynthèse, donc de transformer des composantes inorganiques en biomasse vivante. La lumière disponible influence la production du périphyton à la fois le long d'un gradient spatial de profondeur et selon la saison (Wetzel ; 2001).

II.5.5. Température

La température est un des facteurs qui est difficile à mettre en corrélation directe avec le développement de diatomées. En effet, un changement de température affecte une variété de facteurs chimique et biologique (oxygénation, solubilité, métabolisme,..) qui affectent le développement algal, les diatomées montrent en général, une préférence pour les eaux fraîches printanières et automnales. Les diatomées montrent en générale, une préférence pour les eaux fraîche printanières et automnales. Les diatomées supportent de petites variations de température (ca 10°C), les eurythermes supportent très bien des grandes variations les oligothermes vivent seulement à basse température (<15°C), les mésothermes entre 15 et 30°C, et enfin les eutherms (polytherms) vivent à des températures supérieures à 30 °C. Divers auteurs ont montré que les diatomées sont sensibles à la température de l'eau (Pienitz, Smol et al. 1995 ; Wunsam, Schmidt et al. 1995 ; Weckstroem, Korhola et al. 1997 ; Bloom, Moser et al. 2003 ; Schmidt, Kamenik et al. 2004) et la température de l'air (Patrick 1971 ; Lotter, Birk et al. 1997 ; Bigler, Grahn et al. 2003). (In A Bouchez, U. Dorigo, F. Rimet-INRA THONON ; avril 2010).

II.6. Généralités sur la bio indication

La bio-indication réfère donc à un processus d'analyse de divers indicateurs biologique qui s'inscrit dans la bio-surveillance de la qualité des écosystèmes.

Pour assurer la validité des résultats de cette approche, il est important de respecter certaines prérequis : une compréhension claire de ce que les variables considérées indiquent réellement (Kushlan, 1993).

D'autre part, il faut être en mesure de «différencier les variations naturelles des variations induites par les changements environnementaux » (Kaiser, 2001). Il est donc essentiel d'avoir une bonne connaissance de l'écologie des bio-indicateurs sélectionnés et de disposer d'une série de sites de référence afin d'être en mesure de tenir compte de la variabilité naturelle intraspécifique, interspécifique ou temporelle (Baily et al., 2004 ; Sewell et Griffiths, 2009; Landres et al., 1988 in Veronique, B-C).

II.6.1. Les diatomées en tant que bio-indicateur

II.6.1.1. Bio-indicateur

Selon la définition de Banaru et Perez (2010), reprise par plusieurs auteurs, un bio-indicateur est un « organisme ou ensemble d'organismes qui, par référence à des variables biochimiques cytologiques, physiologiques, éthologiques ou écologiques, permet, de façon pratique et sûre, de caractériser l'état d'un écosystème ou d'un éco-complexe et de mettre en évidence aussi précocement que possible leurs modifications, naturelles ou provoquées » (Landres et autres, 1988) (Banaru et Perez, 2010).

II.6.1.2. Utilisation des bio-indicateurs

Les bio-indicateurs sont utilisés pour déceler les changements qui surviennent dans l'environnement et la présence de pollution, mesurer les effets de ces perturbations sur l'écosystème et surveiller les améliorations de la qualité de l'environnement résultant de la prise de dispositions refédératrices (Véronique, B-C ; 2014).

II.6.2. Potentialités des Diatomées pour l'évaluation de la qualité des eaux

Les communautés périphtiques (algues et bactéries) constituent un compartiment privilégié pour la surveillance à long terme des cours d'eau, notamment parce qu'elles ont des exigences spécifiques et des tolérances variables à des gammes de paramètres de qualité des eaux différentes (Stevenson et Pan 1999).

Les diatomées représentent une grande partie du volume du périphyton dans la plupart des écosystèmes aquatiques et présentent de nombreux avantages en faveur de leur utilisation pour la bio-indication (John 2000a, b).

II.6.3. Les avantages d'utiliser la bio-indication des diatomées

Selon Lavoie *et al.*, (2008), S. Campeau *et al.*; (2013) et Y. Boissonneault; (2006).

- ✓ Les diatomées sont des indicateurs de pollution à court terme (environ un mois) en raison de leur cycle de vie court.
- ✓ Elles sont des indicateurs d'eutrophisations (N, P, M.O.), de pH, salinité et métaux lourds.
- ✓ Ont une sensibilité élevée à la pollution et une possibilité de suivre de nombreuses stations.
- ✓ Étant des producteurs primaires, les algues sont plus directement affectées par les facteurs physiques et chimiques de l'eau.

- ✓ Les communautés de diatomées sont peu influencées par les caractéristiques physiques du cours d'eau.
- ✓ L'échantillonnage est facile, peu coûteux, requiert peu de gens et minimise les impacts sur la faune en place. Dotées d'un frustule fait de silice, il est facile de les préserver.

deuxième partie
partie expérimentale

Chapitre I

La zone d'étude

1. Zone d'étude

I.1 Situation géographique du barrage

Le barrage de BEKHADDA se situe à 40 kilomètres à l'ouest de la ville de Tiaret, construit en 1936 est destiné à l'alimentation en eau potable et l'irrigation de la région de Tiaret. C'est un barrage en enrochement d'une capacité initiale de 56 hm³ le taux d'envasement de la retenue de ce barrage est estimé à 0.27 hm³ /ans. La capacité utile après le levé bathymétrique de 2006 est estimée à 39.94 hm³ (Mostfa ; Mourah, 2016).



Figure 05 : Carte représentative des stations (ANRH, 2012).

I.2. Climatologie

La région de Tiaret à un climat continental elle se caractérise par un hiver froid humide et un été chaud et sec. Deux périodes sont séparées par des saisons intermédiaires instables, le printemps et l'automne.

I.2.1. Les facteurs climatiques

Les facteurs climatiques (température, pluviométrie, vent...) permettent de réguler, de limiter, de prospérer la croissance des espèces végétales à travers un étagement zonal donné (ADE; 2009).

Pour identifier le climat de la zone d'étude, nous sommes référés aux données climatiques fournies par l'ONM (Office National de la météorologie de Tiaret).

➤ Précipitations

L'analyse des précipitations et leur répartition dans le temps et dans l'espace sont fort utiles. Ces précipitations constituent un facteur abiotique d'importance significative sur l'évolution et la répartition des espèces dans les milieux naturels.

La région de Tiaret se situe entre les isohyètes 350 mm au sud et 470 mm au nord. Elle se caractérise principalement par un climat continental à hiver froid humide et à étés chaud et sec.

À partir d'une représentation graphique (figure 06), on remarque que les mois de novembre, Décembre, Janvier, Février, Mars et Avril sont les plus pluvieux de l'année avec respectivement 38.2,42.3,35.8,34, 7 et 38,2 mm (Aissa et *al*; 2015).

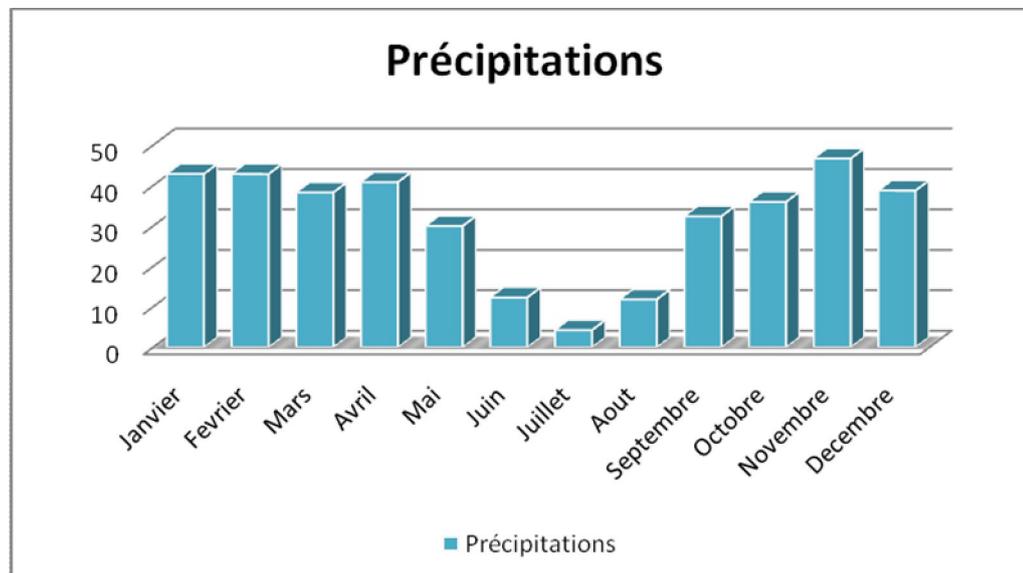


Figure06 : répartition des précipitations mensuelles moyennes de la wilaya de Tiaret.

➤ Températures

La température joue un facteur limitant dans la répartition et la survie des êtres vivants.

Chaque espèce exige pour son développement normal une certaine quantité de chaleur. De même, pour chaque espèce existent certaines des températures extrêmes au-dessus et au-dessous desquelles elle ne peut pas survivre.

Le mois le plus chaud de l'année est juillet avec une température moyenne de 26,05°C.

Le moins le plus froid de l'année est janvier avec une température moyenne de 5,96°C.

Température moyenne de l'année est donc de l'ordre de 15,02°C (Aissa et *al*; 2015).

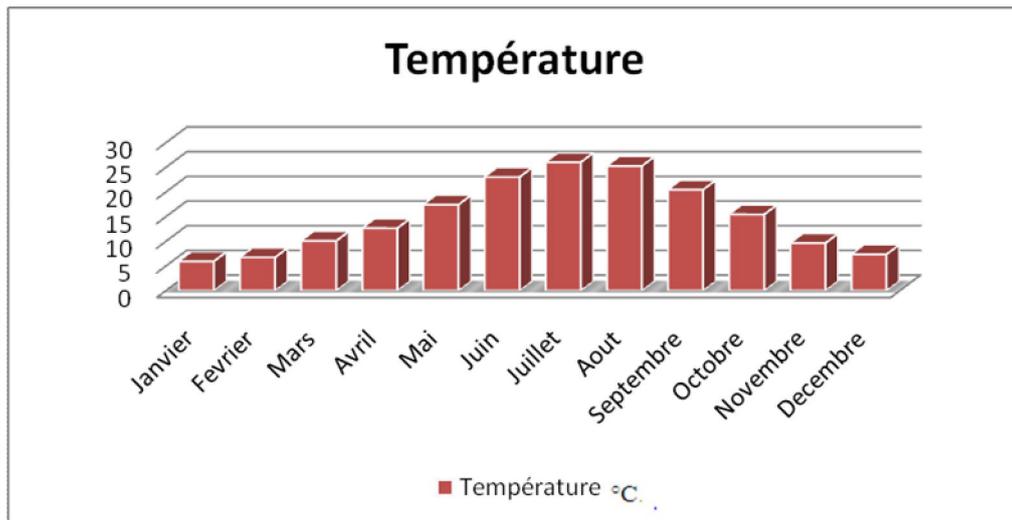


Figure 07 : répartition des températures mensuelles moyennes de la wilaya de Tiaret.

I.3. Diagramme Ombrothermique de Gaussen

Ce diagramme permet de définir la saison sèche et la saison humide à la cour de l'année. Pour la station de Tiaret la période sèche va de du mois mais à début Octobre.

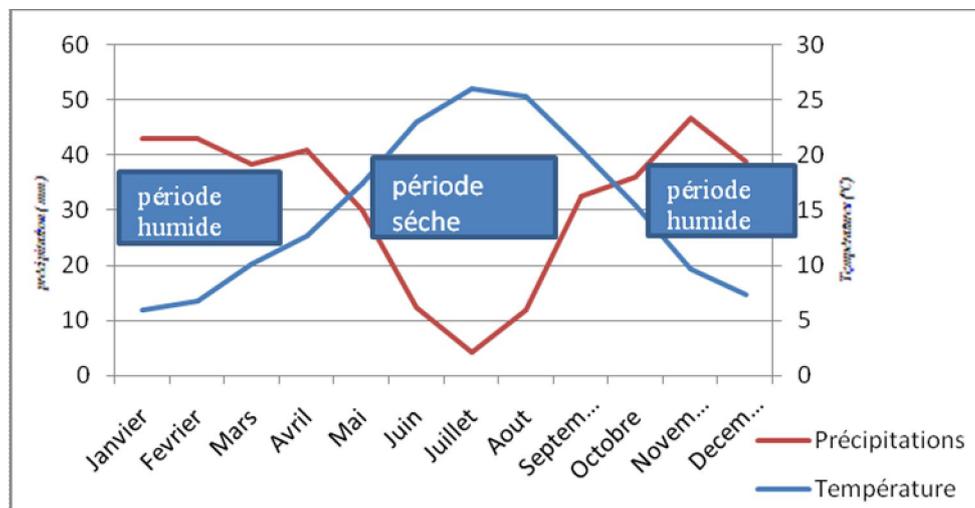


Figure 08 : Le diagramme Ombrothermique de la période (1986-2015).

I.4. Climagramme d'Emberger

Selon (Dajoz, 2006) le système d'Emberger permet la classification des différents types de climats méditerranéens.

Solon (Ramade, 2003), le quotient pluviométrique d'Emberger (Q2), établi initialement pour les régions méditerranéennes où l'évapotranspiration annuelle est

d'autant plus élevée, et l'amplitude thermique est plus grande.

L'usage de Q2 a permis de proposer une classification des climats méditerranéens

-Ce quotient est défini par la formule :

$$Q2 = 2000P / (M - m)^2$$

Où:

p: Moyenne des précipitations annuelles en mm

M: Moyenne des maxima du mois le plus chaud en °K m: Moyenne des minima du mois le plus froid en K.

$$Q2 = 3,43 P / (M - m)$$

Les calculs effectués sur la base de cette formule, nous donnons les résultats présentés dans le tableau 02. Nous présentons aussi les niveaux bioclimatiques des stations étudiés en fonction de leur Q2.

Les calculs pour la station de Tiaret pour les deux périodes (1913-1938 et 1986-2012), donnent un Q2 diminué de 30,94, soit environ la moitié. Cette diminution a fait que la station de Tiaret se classe actuellement dans le semi-aride inférieur à hiver frais.

Tableau02 : situation bioclimatique des stations d'étude

Station	Période	M(°c)	Q2	Niv.bioclimatique	Var Thermique
Tiaret	1986-2013	1,37	34,37	Semi-aride	Fraiche
Tiaret	1913-1938	1,7	65,31	Subhumide	Fraiche

Sur le graphe (Figure 09), nous remarquons que la station de Tiaret est passée du subhumide inférieur au semi-aride inférieur au cours du vingtième siècle (1913-1938/1986-2012).

La chute qu'a subie la position de la station de Tiaret sur le climogramme est bien claire.

Cette régression spectaculaire dans un laps de temps d'un siècle environ, nous informe sur un état climatique général changeant (Aissa et al; 2015).

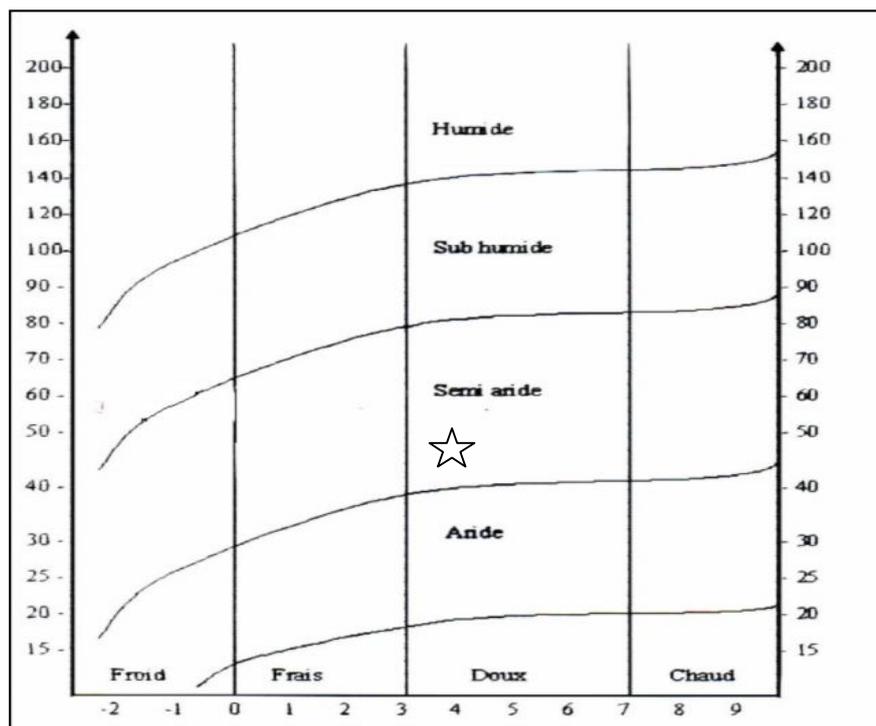


Figure 09: Climat gramme d'Emberger de Tiaret.

☆ Etage bioclimatique

Chapitre II

Matériel et méthodes

II. Matériel et Méthodes

II.1. Matériel utilisé

Notre travail s'est déroulé au niveau du laboratoire d'écologie végétale et forestière dans la faculté de sciences de la nature et de la vie, université Ibn Khaldoun-Tiaret ; durant une période de mars jusqu'en mai 2016.

Le prélèvement des échantillons se fait au niveau de Barrage Bekhadda Mechraa Sfa Tiaret

II.1.1. Matériel Sur terrain

Brosse à dent, receptions, flaque en plastique.

II.1.2. Matériel de laboratoire

Tableau03: Matériel de laboratoire.

Verreries	Produits	Appareillage
Pipettes pasteurs	Ban de canada	Centrifugeuse
Tubes à essai	Eau oxygéné	Microscope optique
Pipettes graduée	Eau distillé	Plaque chauffante
Lames	Eau de javel	
Lamelles	Huile de cédre	
Portes tubes	Legol	

II.1.3. Protocole expérimental

Notre travail expérimental est représenté suivant le schéma :

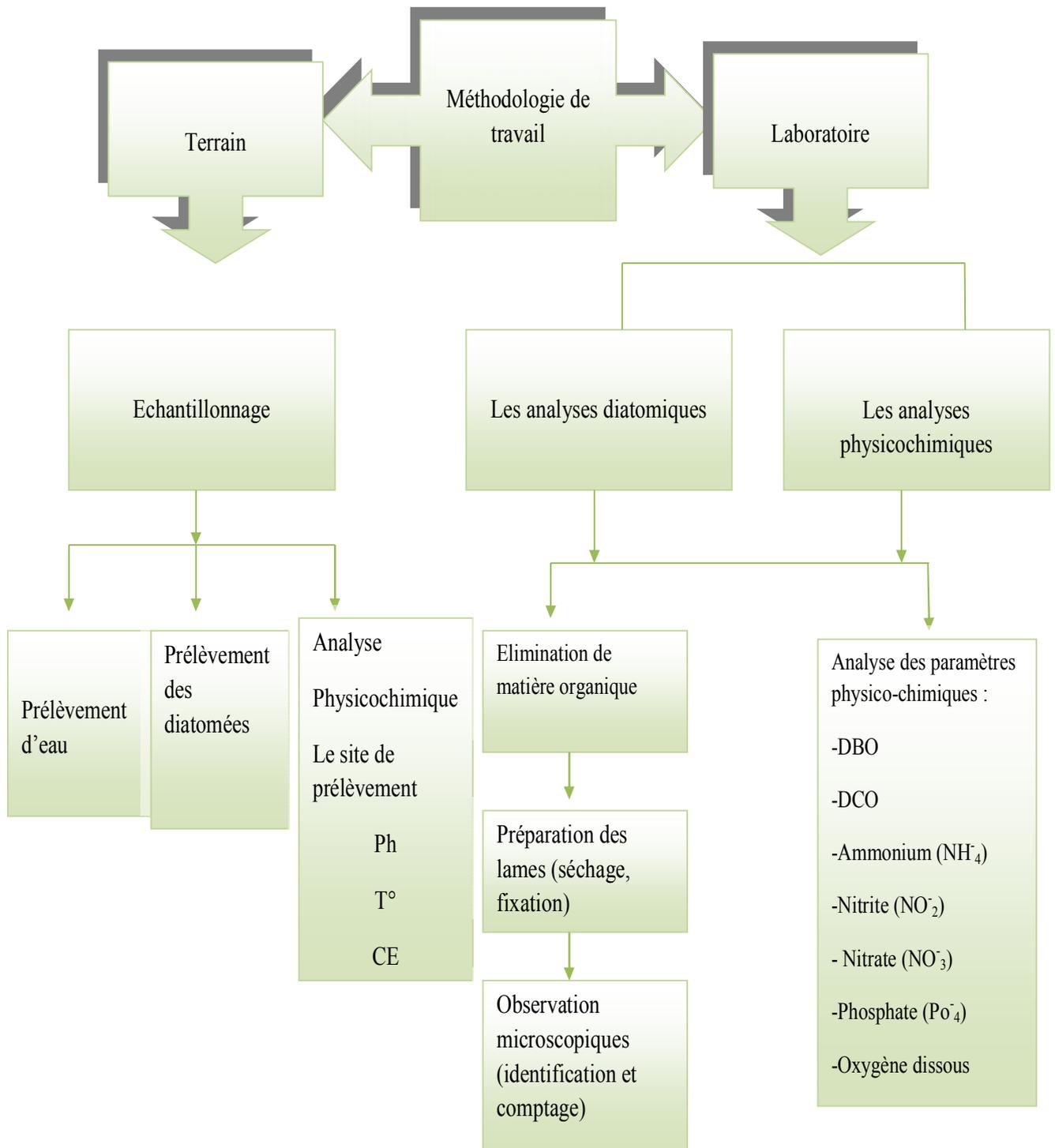


Figure10 : Schéma représente le protocole expérimental

II.2. Méthodes

II.2.1. Prélèvements d'échantillons de diatomées

➤ Sur terrain

En 19 mars 2017 à région de barrage Bekhadaa Mechraa Sfa Wilaya de Tiaret en fait le prélèvement de diatomées à température 25.

II.1.2. Les choix des stations



Figure11 : Carte représentative des stations.

Tableau04 : les coordonnées des stations.

Points	stations	Codes	Coordonnées	Altitudes
S1	Ben affan1	Sta1affan	35°19'39.20"N 1°05'41.36"E	605m
S2	Ben affan2	Sta2 affan	35°19'28.93"N 1°05'31.13"E	589m
S3	Oued mina	Sta3 O.m	35°19'30.34"N 1°06'37.02"E	607m
S4	Barrage1	Sta 1barag	35°20'36.98"N 1°02'21.49"E	591m
S5	Barrage2	Sta2 barag	35°20'11.28"N 1°02'48.31"E	592m
S6	Barrage3	Sta 3 barag	35°20'07.83 "N 1°02'49.19E	587m

Caractéristiques agricoles de chaque site

On a choisie les stations 03 (**Sta 1barag Sta 2barag et Sta 3barag**) comme des sites accumulateurs des différents déchets urbain, industriel ou agricole. Tandis que les terres des autres stations (**Oued mina, Ben affan2 et Ben affan1**) sont choisies selon les cultures agricoles appliquées :

- **Station Ben affan1**

1-cultures maraichères

➤ fève *Vicia faba* Fertilisation

Fumure minérale : 20 unité de N / ha, 60 à 70 unités de P/ ha. 80 à 90 unités e K / ha

➤ laitue *Lactuca sativa* Fertilisation

Fumure de fond : Organique 20 t / ha de fumier Minérale : 30 unités de N/ ha 50 unités de P/ ha 100 unités de K/ ha

Fumure d'entretien : 2 apports, 1er apport 20 jours après plantation : 50 unités de N/ha
2ème apport début pommaison : 40 unités de N/ha. Apporter toute la fumure de fond du fait que la laitue couvre rapidement le sol.

2-Vergers : Olivier et Abricotier

- **Station Ben affan2**

1-Cultures maraichères :

➤ **MELON** *Cucumis melo* Fertilisaton

Fumure de fond: 30 à 35 t / ha 170 à 200 unités de N / ha 100 à 150 unités de P/ ha 200 à 250 unités de K/ ha

Fumure d'entretien : 1er apport : 40 unités de N/ ha après floraison

2ème apport : 40 unités de N/ ha 50 unités de K/ ha 03 semaines après le 1er apport.

➤ **PASTEQUE** *Citrulus vulgaris schrad* Fertilisation

Fumure de fond : Organique : 30 t / ha de fumier.

Minérale : 120 à 150 unités de N/ ha. 130 à 170 unités de P/ ha. 130 à 160 unités de K /ha

Fumure d'entretien : 30 unités de N / ha 30 unités de K / ha de préférence avant le dernier binage.

- **Station Oued mina**

1-Cultures céréalière

2-cultures maraichères

➤ Pomme De Terre *Solanum tuberosum* la Fertilisation :

Fumure de fond

Organique : 25 à 30 t / ha (bovin ou ovin). 15 à 20 t / ha (fientes de volailles).

Minérale : 80 à 100 unités de N / ha. 100 à 120 unités de P / ha. 200 à 240 unités de K / ha.

Avant plantation 11-15-15 : 10 qx / ha.

Fumure d'entretien Méthode d'apport : Deux mois après plantation : 1,5 ql d'urée 46%

2 qx de sulfate de potasse 48 %.

➤ Oignon *Allium cepa* Fertilisation

Fumure minérale de fond 60 à 80 unités de N / ha 100 à 120 unités de P / ha. 180 à 200 unités de K / ha

Fumure d'entretien 45 unités de N / ha. 50 unités de K / ha.

Remarque la pluparts des engrais utilise par les agriculteurs dans la région d'étude, sont celles de la société PROFERT :

- **Engrais Azotés** : Azofert et Perlurée
- **Engrais NPK** WEATGRENN 30.0.15+13 et 7.25.25+22
- **Engrais potassiques** potafert 0.0.50+44.
- **Engrais phosphates** phosfert 12.52.00.

II.3. Les conditions des choix des stations

- ✓ Eviter les couverts forestiers ou les zones ombragées, choisir un site ensoleillé.
- ✓ La présence de supports durs naturel immergés le prélèvement manuel.
- ✓ Dans les zones soumises à des mamages, les relevés doit être réalisés à une profondeur plus importante 30 à 50

II.4. Prélèvement d'échantillons de diatomées

- ✓ prélevons des cailloux relativement grandes et plat en trouve en bas de barrage en remarque les filmes brunâtre qui recouvrir le caillou cette couche de biophile est association nous forte abondance de diatomée
- ✓ en place le caillou dans un reception et ont frotte la surface avec une brosse à dont à la fin récolte le biophile brunâtre de l'eau avec grosse pipette sont utilise pour facilite le nettoyage pour les échantillons de diatomée seulement la face supérieure des cailloux est brosse
- ✓ une fois la surface de caillou bien brossé à dernier ressuage est effectué à la fin assuré de récolte tous la biosphère contenant les diatomées
- ✓ après ont les diatomées se trouve dans le brune rocouer au fond de reception
- ✓ en prendre cette échantillons dans une flaque en plastique par grosse pipette pour observé les diatomées prélève.

II.5. Préparation de l'échantillon

II.5.1. Elimination de la matière organique

- Une partie de l'échantillon brut est prélevé et placé dans un tube en verre auquel sont ajoutés minimum de 3 volumes d'eau oxygénée afin de la matière organique et aussi ajouté quelque goutte de l'eau de javel.
- Les tubes sont placés dans bain pendant 20 min, a chaque fois mélangé la mixture, après 20 min en mettrons les échantillons dans un tubes de centrifugeuse en ajoute d'eau distillé dans les tubes le neveu de les tubes est équivalente
- En plaçons ensuite les tubes dans centrifugeuse électrique pendant 3 min 1500toun
- Une fois la centrifugation est terminé nous transvasons la surnage ne nous risque pas de perde les coquilles de diatomées puis ce que ils restent dans le fond de tube

II.5.2. Préparation de la lame

- En place des gouttes de la solution sur la lamelle de microscope
- Placer la lamelle sur une plaque chauffante pour le séchage.
- Lorsque les lamelles sont séchées, placer une lame de microscope par déposer une goutte de résine (bande kanada)
- Retirer la lame de la plaque chauffante et applique une légère pression à l'aide d'une pince courbe sur la lamelle afin d'éliminer les bulles.
- La lame sont prêtes pour l'observation au microscope des que la résine est solidifiée.

II.6. Comptage et détermination des diatomées

L'identification et le comptage des valves de diatomées s'effectuent en microscope à un grossissement 100. 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 suivant la figure12 :

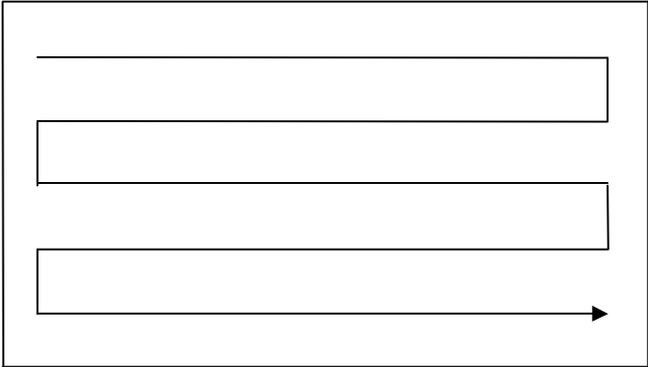


Figure12: Balayage d'une lamelle de microscope

II.7. Les paramètres analysés

II.7.1. Les paramètres physiques

➤ La température

La détermination de la température est essentielle pour les différentes réactions physico-chimiques, cette température est déterminée sur place à l'aide d'un thermomètre et exprimée en C°.

➤ Le pH

Un facteur important à l'évaluer, car une valeur supérieure ou un inférieure aux normes, influe sur le milieu récepteur.

Le PH est mesure à l'aide d'un PH mètre

➤ La conductivité électrique (CE)

La mesure de la conductivité électrique d'une solution s'effectue en immergeant dans la solution une cellule de mesure comportant une électrode, le conductimètre affiche directement une valeur qui est mesurée à 20 C°.

Si une conductivité élevée, qui peut être naturelle ou due à des rejets salins. Elle est exprimée en $\mu\text{S/cm}$.

II.7.2. Les paramètres chimiques

➤ Détermination des chlores (Cl⁻)

Prendre 50ml d'eau à analyser, ajouté de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (apparition d'une coloration jaunâtre), titre avec AgNO_3 à 0,01N jusqu'à coloration brunâtre (ADE, 2009) .

➤ Détermination des nitrites (NO_2^-)

Prendre 50ml d'eau à analyser et ajouter 1ml de réactif mixte. L'appariation d'une couleur rose indique la présence des NO_2^- attendre 10mn et effectuer le lecture à 543nm sur le spectrophotomètre.

➤ Détermination des nitrates NO_3^-

Prendre 10ml d'eau à analyser dans une capsule de 60ml, alcalinisé faiblement avec la solution d'hydroxyde de sodium, ajouter 1ml de la solution de salicylate de sodium. Evaporer à sec à 75-80°C(ne pas surchauffer ; ni chauffer trop longtemps), laisser refroidir, répondre les résidus par 2ml de H_2SO_4 concentré on ayant soin l'humecter complètement. Attendre 10mn puis jouter 15ml d'eau distillée ; ajout 15ml de la solution d'hydroxyde de sodium et de tartare double de sodium et de potassium qui développe la couleur jaune. La lecture effectuée au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 420nm (ADE, 2009).

II.8. Analyse des données

L'ensemble des données sont rassemblées dans un tableau à double entrées dont les colonnes correspondent aux relevés et les lignes représentent les espèces. Ce tableau est constitué par 40 relevés décrits par les espèces. Il a fait l'objet d'une analyse factorielle des correspondances (CCA) logiciel past3 qui constitue la méthode statistique la plus appropriée pour mettre en évidence des groupements végétaux

II.9. Indices de la diversité floristique

Les indices les plus courants ont été utilisés pour l'évaluation de la diversité floristique, à savoir l'indice de Shannon et l'équitabilité de Pielou

II.10. Calcul de l'indice de Shannon-Weaver (Shannon and Weaver 1949)

Cet indice permet de quantifier la biodiversité d'un milieu d'étude et donc d'observer une évolution au cours du temps.

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

Avec H' : indice de biodiversité de Shannon-Weaver ; i : une espèce du milieu étudié ; p_i : proportion d'une espèce ; i par rapport au nombre total d'espèces dans le milieu ; s : nombre d'espèces.

L'indice de Shannon est souvent accompagné de l'indice d'équitabilité de Pielou (1966). qui représente le rapport de H' à l'indice maximal théorique dans le peuplement, c'est-à-dire à un peuplement où toutes les espèces auraient le même effectif (H_{\max}).

$$E = H' / H'_{\max}$$

Indice de pollution organique (IPO, LECLERCQ & MAQUET 1987)

La première est l'indice de pollution organique (IPO) mise au point à partir de plus de 1000 analyses chimiques et biologiques (algues diatomées). Le principe est de répartir les valeurs des éléments polluants en 5 classes, puis de déterminer, à partir de ses propres mesures, le numéro de la classe correspondant pour chaque paramètre puis d'en faire la moyenne. Comme l'analyse de DBO5 nécessite un appareillage assez coûteux. Les données ne sont pas souvent disponibles en rivières. On calcule alors la moyenne des numéros de classe avec les trois autres éléments.

Tableau05 : les classes de pollution.

Paramètres	DBO5	Ammonium	nitrites	phosphates
classes	mg-0 ₂ /l	mg-N/l	µg- N/l	µg- P/l
5	< 2	< 0,1	5	15
4	2 – 5	0,1 - 0,9	6 - 10	16 - 75
3	5,1 - 10	-2,4	11 – 50	76 - 250
2	10,1 – 15	2,5 – 6,0	50 – 150	251 - 900
1	> 15	>6	>150	>900

IPO = moyenne des numéros de classes des 4 paramètres (au mieux) :

= 5,0 – 4,6 : pollution organique nulle.

= 4,5 – 4,0 : pollution organique faible

= 3,9 – 3,0 : pollution organique modérée

= 2,9 – 2,0 : pollution organique forte

= 1,9 – 1,0 : pollution organique très forte

chapitre III

résultats et discussion

III.1. Interprétation des résultats

Après l'identification et le dénombrement des espèces diatomiques qui se trouve dans les 06 stations étudiées, concernant les résultats de diversité des taxons représente 02 formes des (centrique et pennées), et représente par 07 familles, et 57 espèces.

III.1.1. Forme des espèces diatomiques

La figure 13 représente les proportions des diatomées des formes centriques et pennées, où les formes pennées sont dominantes avec une proportion de 94.74 % alors que les formes centriques moins abondantes avec une proportion faible de 5.26%.

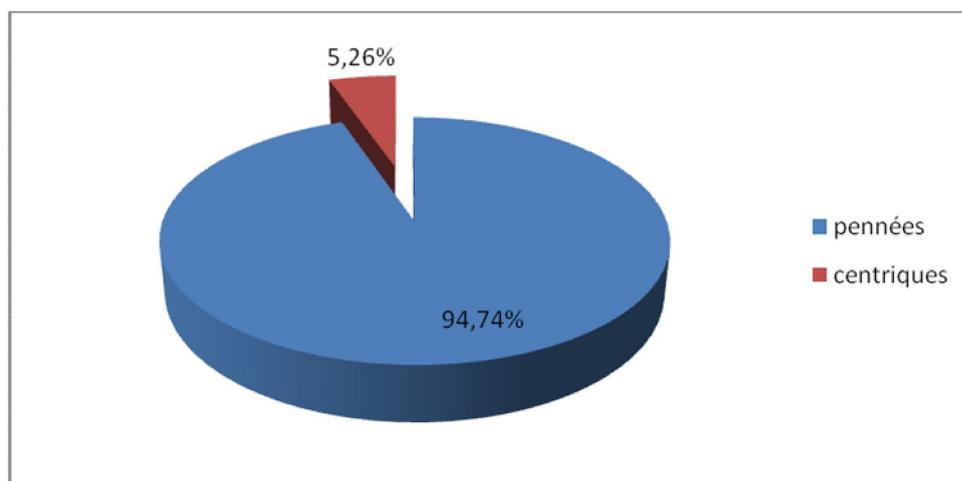


Figure 13 : proportion des formes centriques et pennées des espèces diatomiques.

III.1.2. Différentes formes des pennées

La figure 14 présente les proportions de différentes formes pennées, où il y a une domination des *Naviculacées* avec une proportion de 61%, suivi par *Araphidées* et *Bacillariacées* dont la proportion ne dépasse pas 13%, tandis que les *Monoraphidées*, les *Surirellacées* et *Ulnariacées* représentent successivement des proportions de 8%, 5% et 2%.

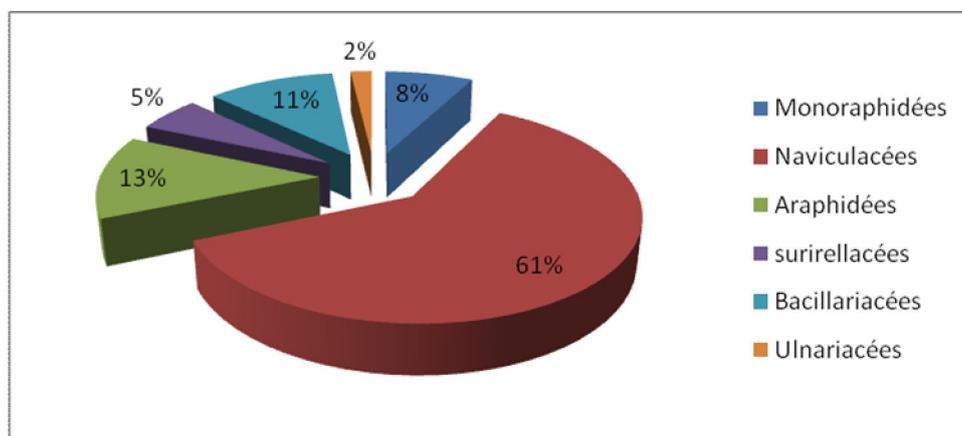


Figure 14 : proportion de différentes formes pennées des espèces diatomiques

III.1.3. Diversité des familles

La famille *Naviculacées* plus grande nombre avec une proportion 59%, *Araphidées* d'une proportion 13%, *Bacilaricées* avec d'une proportion de 11%, suivi par *Monoraphidées* avec d'une proportion 7 %, suivi par *Centrophycidées* et *surirellacées* représente par et une proportion de 5 %, suivi par *Ulnariacées* avec d'une proportion 2%.

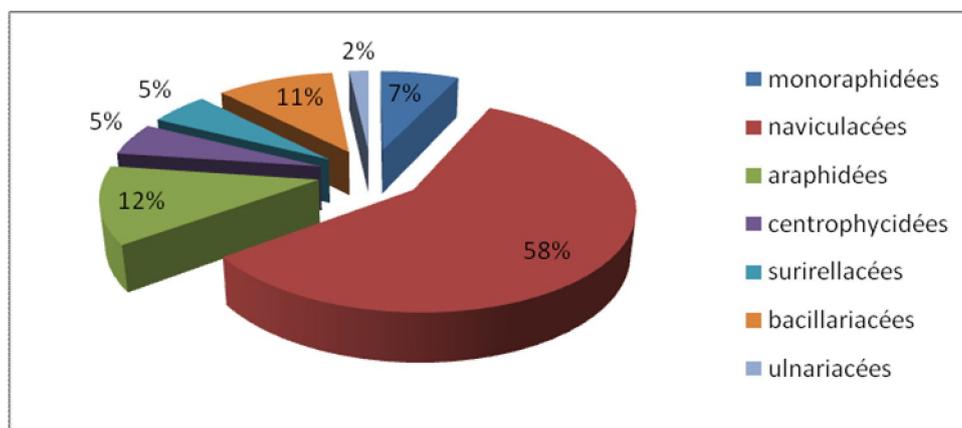


Figure15 : la proportion des familles des diatomées par les genres.

III.1.4. Diversité des genres

En termes de nombre d'espèces, Le genre le plus grande est *Navicula* avec proportion 23%, suivi par *Gonphonema* et *Nitzschia* avec proportions suivant 11%et 9% respectivement, tandis que les autres genres enregistrant des proportions que ne dépasse pas les 7%.

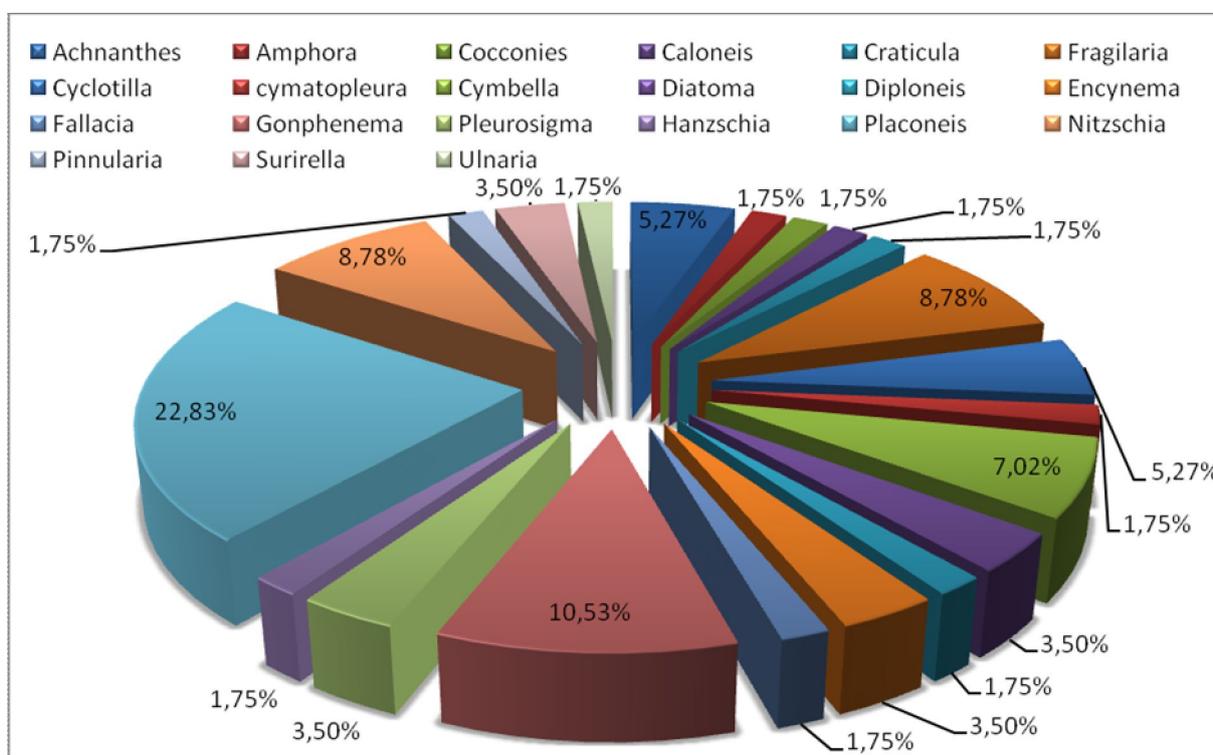


Figure16 : La proportion des genres des diatomées par les espèces.

III.1.5. Diversité des espèces de chaque station

Les secteurs suivant (figure17, 18, 19, 20, 21, 22) présente les proportions des espèces diatomiques dans différent station de Barrage Bekhadda.

III.1.5.1. Station 1

La figure 17 présenté la domination des *Gomphonema Parvulum*(GPAR) avec une proportion 31%, suivies par *Nitzschia Palea* (NPAL) avec une proportion 25%,*Gomphonema laticollum*(GLAT) 9%et *Achanthidium Minutissimum* (AMIE) 7%.

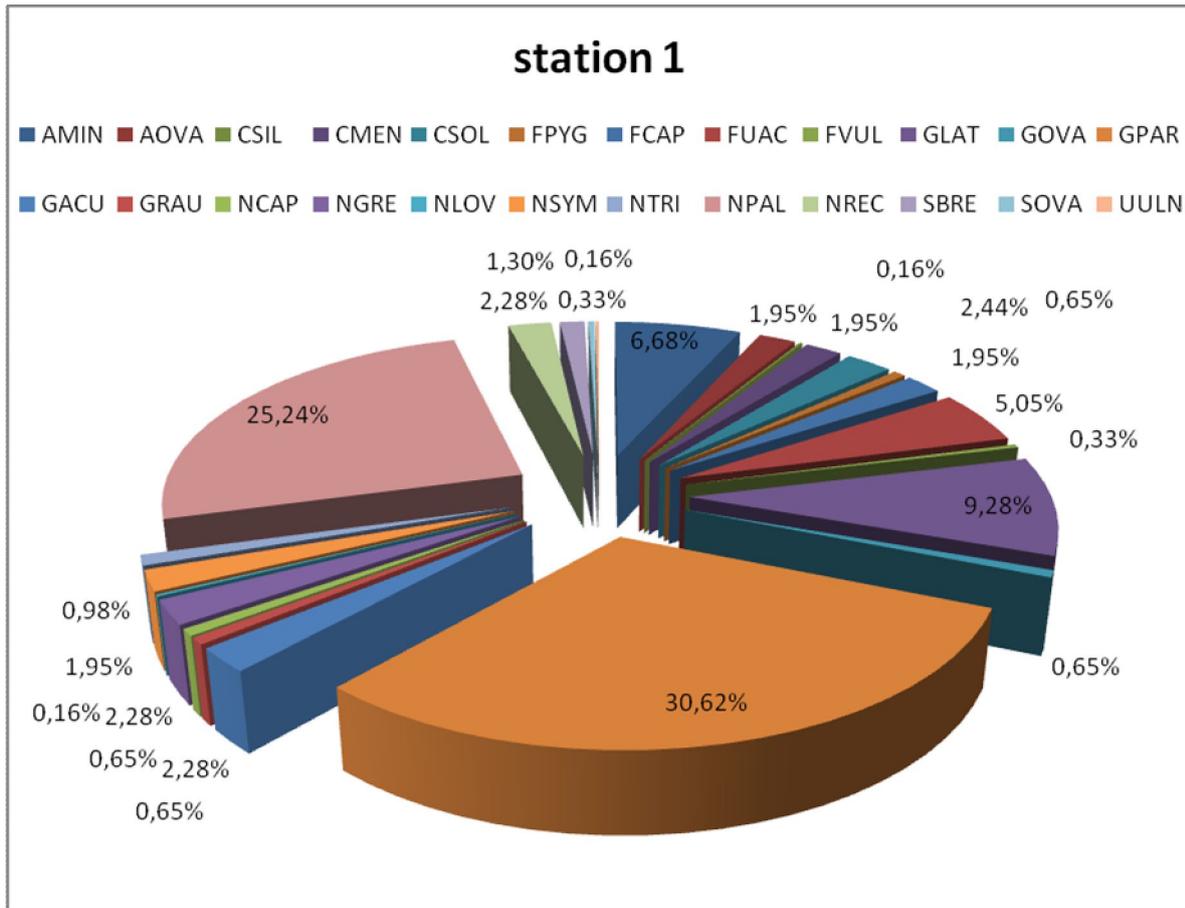


Figure 17 : la proportion des espèces de station 01.

III.1.5.2. Station2

La figure18 présenté les proportions des espèces diatomiques dans station 2, où il ya d’une domination des *Gomphonema Prvulum*(GPAR) avec une proportion 27%, suivies par *Nitzschia Palea* (NPAL) avec une proportion 21%, suivies par *Gomphonema Laticollum* (GLAT) et *Nitzchia Gregaria* (NGRE) avec une proportion 9%.

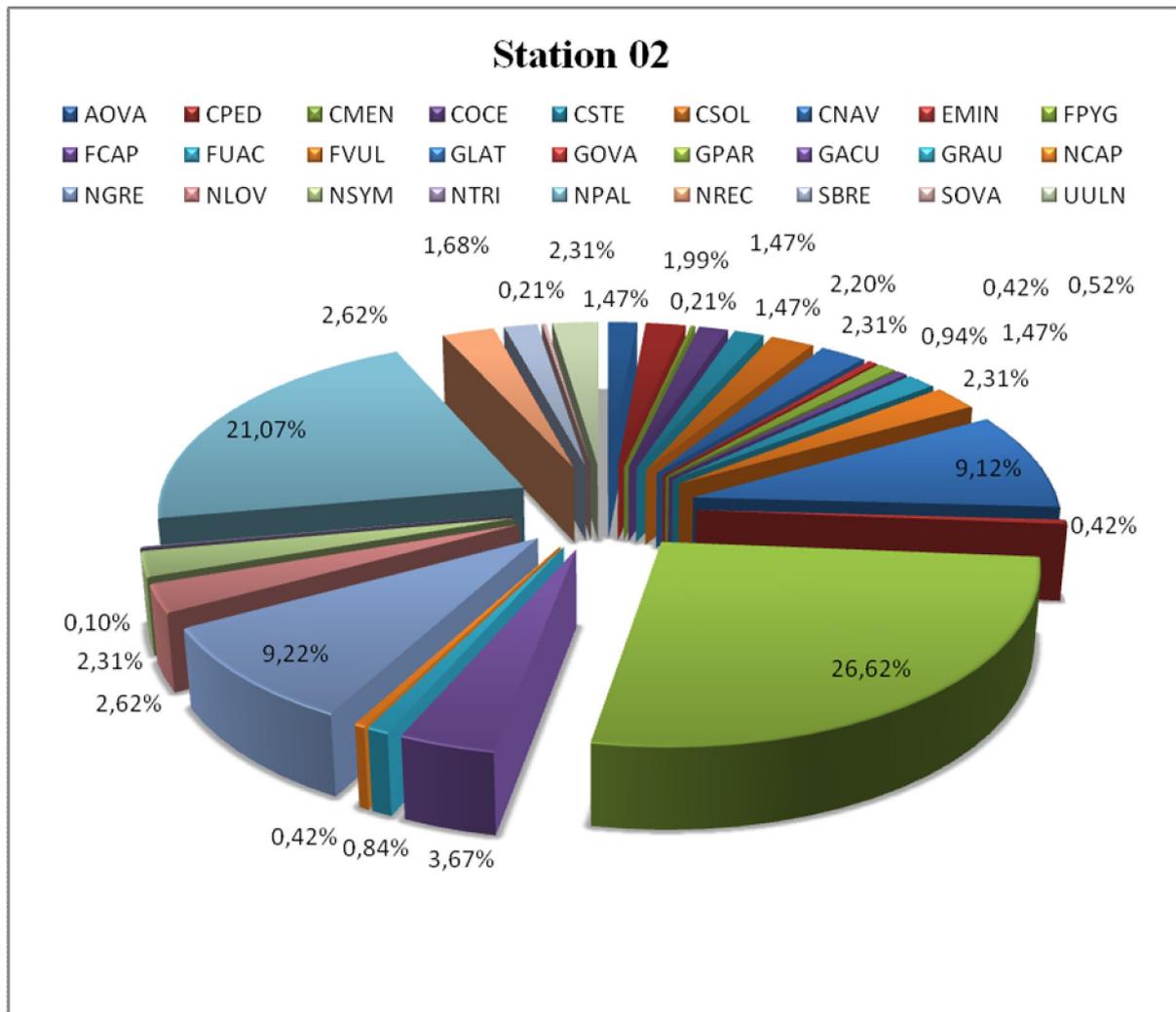


Figure 18 : la proportion des espèces de station 02.

III.1.5.3. Station 3

Le secteur (figure19) présenté les proportions des espèces diatomiques dans station 3, où il ya d'une domination des *Netzschia Palea* (NPAL) avec une proportion 32%, *Encynéma Minutum* (EMIN) avec une proportion 8% ,suivies par *Navicula Longicaphala* (NLOU) , *Navicula Radiosa* (NRAD) et *Fragilaria Ulna* (FUAC) avec une proportion 7%

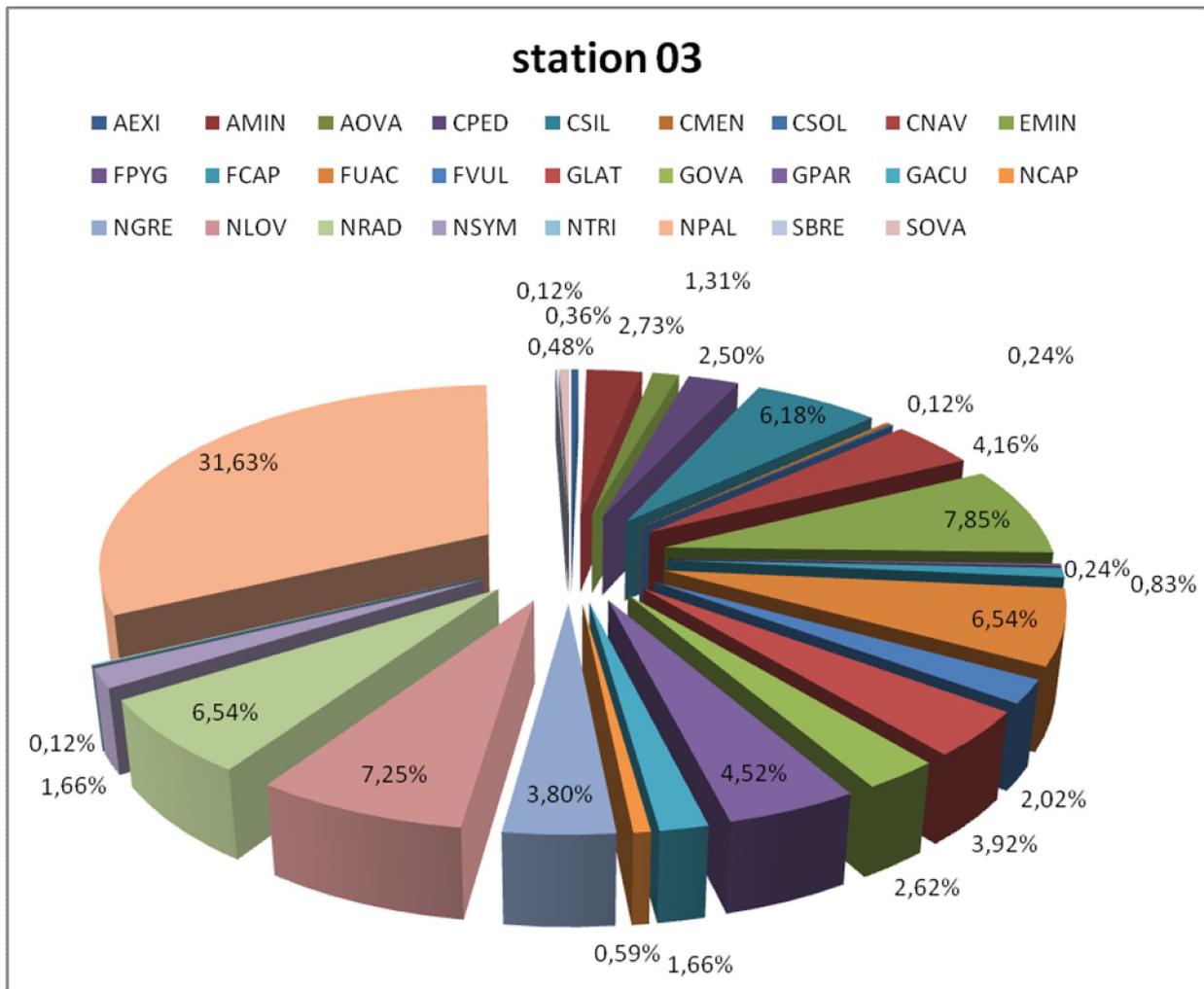


Figure 19: la proportion des espèces diatomiques dans station 3.

III.1.5.4. Station 4

La figure 20 présenté les proportions des espèces diatomiques dans station 4 barrage, où il ya d'une domination des *Netzschia Palea* (NPAL) avec une proportion 19%, *Navicula Capitoradiata* (NCPR) avec une proportion 14%, *Achanthidium Minutissimum* (AMIE) avec une proportion 13%, suivies par *Gomphenema Olivaceum*(GOVA) avec une proportion 9%

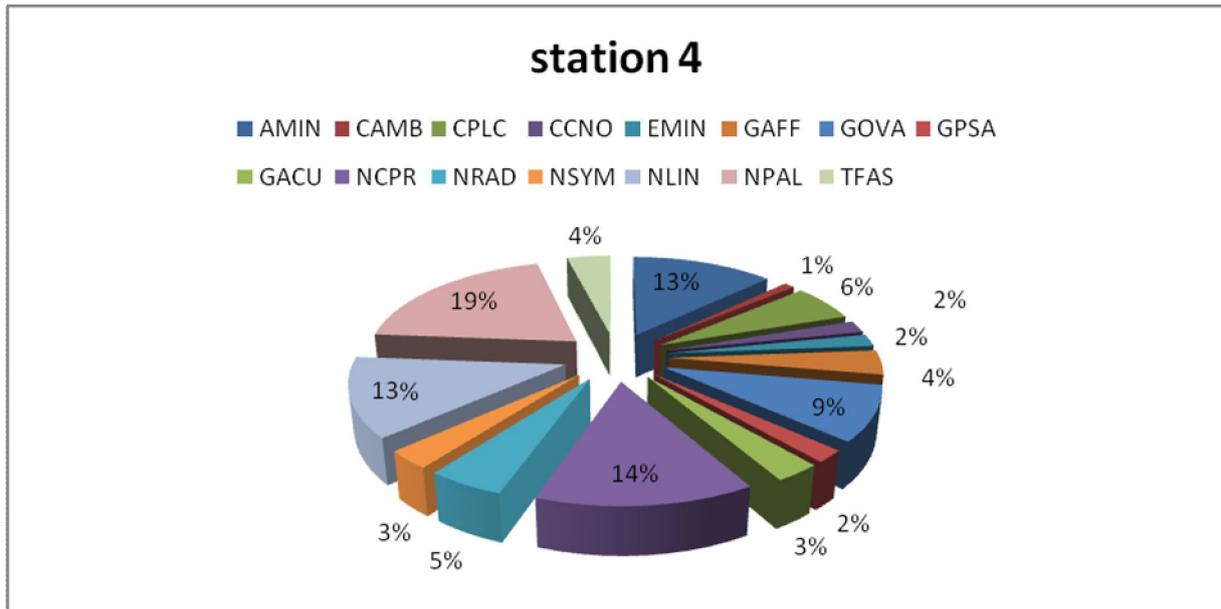


Figure 20: la proportion des espèces daitomiques dans station4.

III.1.5.5. Station 5

La figure21 présenté les proportions des espèces diatomiques dans station 5, où il ya d'une domination des *Gomphenema Olivaceum* (GOVA) avec une proportion 16%,suivies par *Nitzschia Palea* (NPAL) avec une proportion 14%, suivies par *Nitzschia Linearis* (NLIN) avec une proportion 9%, *Navicula Gotllandica* (NGOT) avec une proportion 7%, suivies par *Cyclotella Ocellata* (COCE), *Encynéma Minutum*(EMIN), *Ctenephora Pulchelle* (CPLC) et *Navicula Symetrica* (NSYM) avec une proportion 6%.

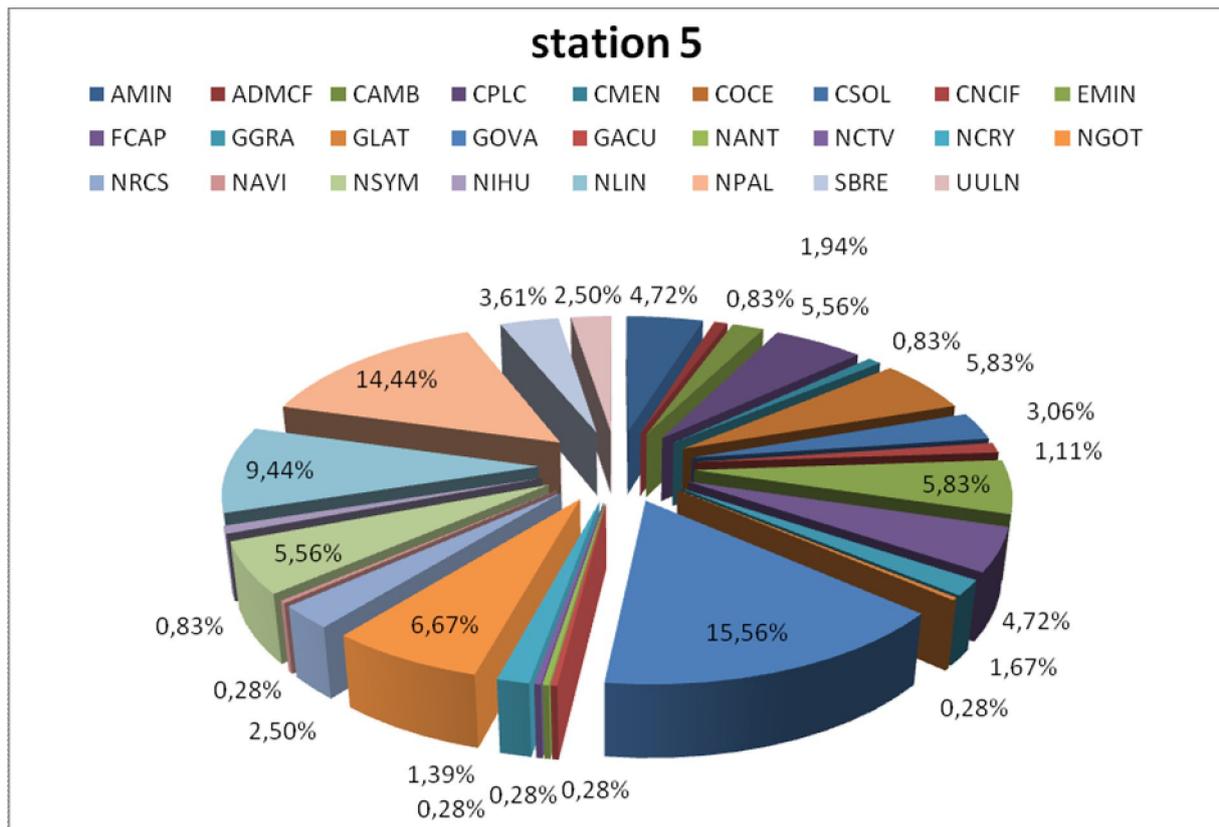


Figure 21: la proportion des espèces daitomiques dans station 5.

III.1.5.6. Station 6

La figure 22 présente les proportions des espèces diatomiques dans station 6, où il y a d'une domination des *Netzschia Linearis* (NLIN) avec une proportion 16%, suivies par *Navicula Radiosa* (NRAD) avec une proportion 13%, suivies par *Hantzschia Amphioxys* (HAMP) avec une proportion 11%, suivies par *Gomphonema Olivaceum* (GOVA) avec une proportion 10%, suivies par *Navicula Palea* (NPAL) avec une proportion 8%

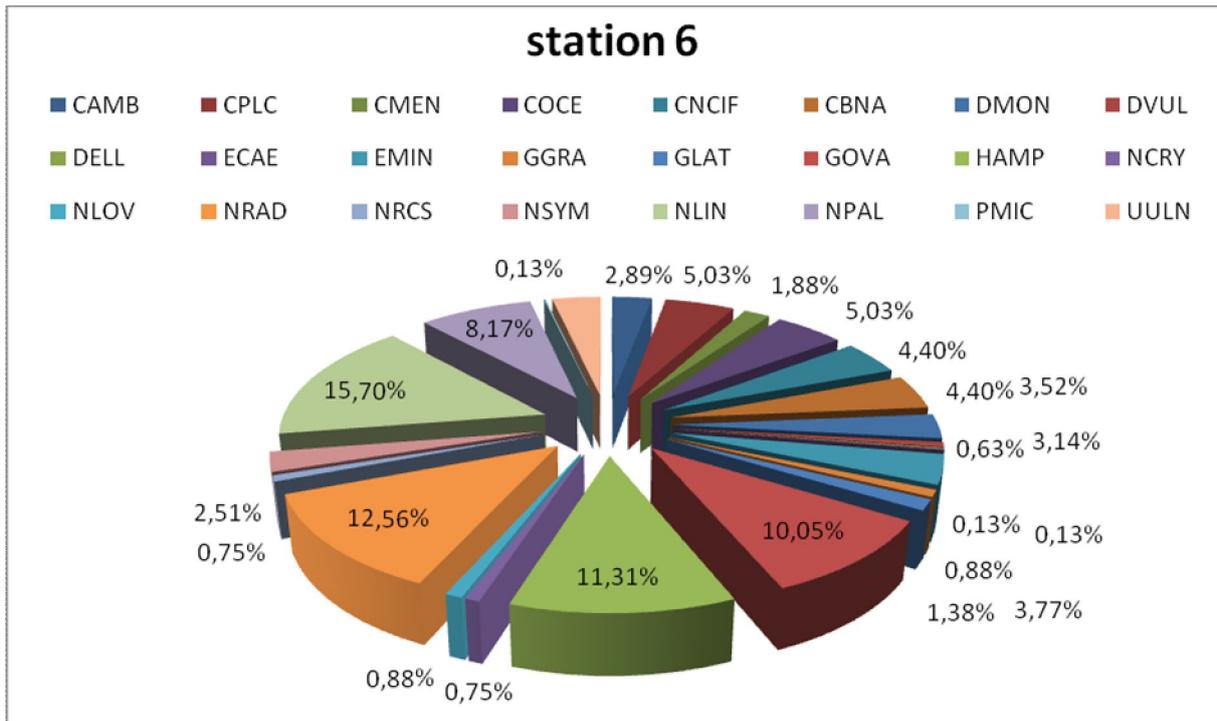


Figure 22: la proortion des espèces diatomique dans station 6.

II.2. Indice de diversité

Pour les indices de diversité de Shanone est présenté dans tableau04 qui postule qu’un écosystème atteint une diversité maximale en espèce lorsqu’il est soumis à un régime de perturbations de fréquence et d’intensité moyennes, on aurait pu s’attendre à des diversités différentes, les résultats obtenus ne montrent pas de changement signification de la diversité pour l’ensemble des stations étudiées. Une valeur élevée d’indice de Shanone témoigne d’un nombre élevé d’espèces rares (Ramade, 1994)

Tendis que l’équitabilité peut varier entre 0.69 à 0.88. Elle est maximale quand les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement. Dans ce cas, le milieu apporte les conditions nécessaires au bon développement des espèces. Il n’y pas des espèces prédominantes, la compétition alimentaire et équilibrée.

Tableau06 : Résultats des indices de diversité.

	sta_1_	sta_2_	sta_3_	sta_4	sta_5	sta_6
Taxa_S	24	27	26	15	27	24
Individuals	614	954	841	101	366	796
Dominance_D	0,1773	0,1392	0,1339	0,1117	0,07822	0,08488
Shannon_H	2,221	2,47	2,533	2,398	2,818	2,702
Equitability_J	0,6987	0,7496	0,7775	0,8854	0,855	0,8501

III.2.1. Mesure physico-chimiques

III.2.1.1. Température de l'eau

Les variations de la température sont d'une manière générale spatio-temporelle semblent moins

Le courbe suivant représente les variations de la température de chaque stations dans Barrage Bekhdda, où on a remarque que la valeur de la température le plus élève est dans le station6 20°C et la valeur le plus faible dans le station4 12.5°C .

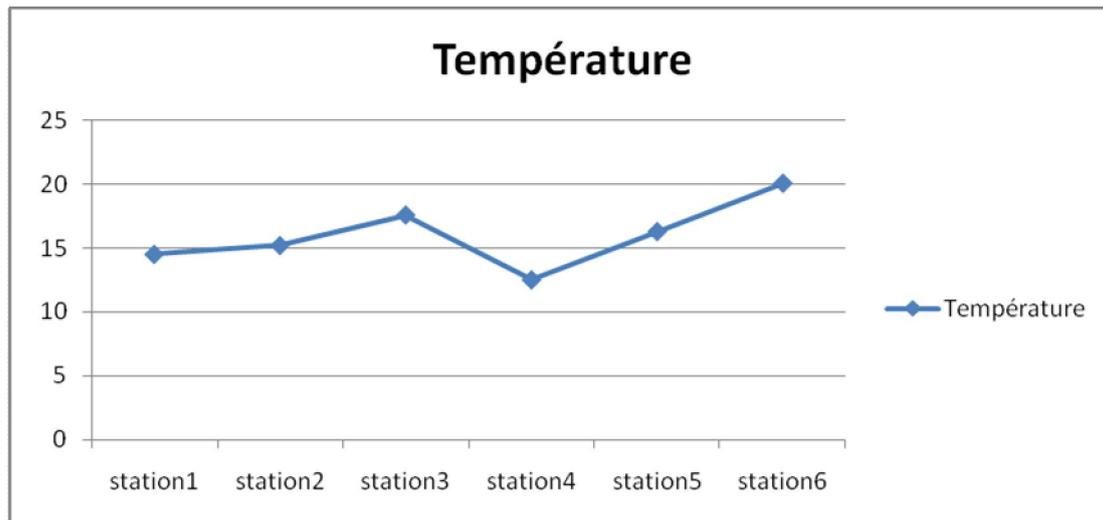


Figure 23: variations spatio de la température des eaux de Barrage Bekhadda.

III.2.1.2. Potentiel hydrogène

Le pH des eaux de Barrage Bekhadda est faiblement alcaline il oscille entre 7.89 et 8.91 la valeur la plus élevée est relevée au station3 9.31, et plus faible est dans le station6 7.89.

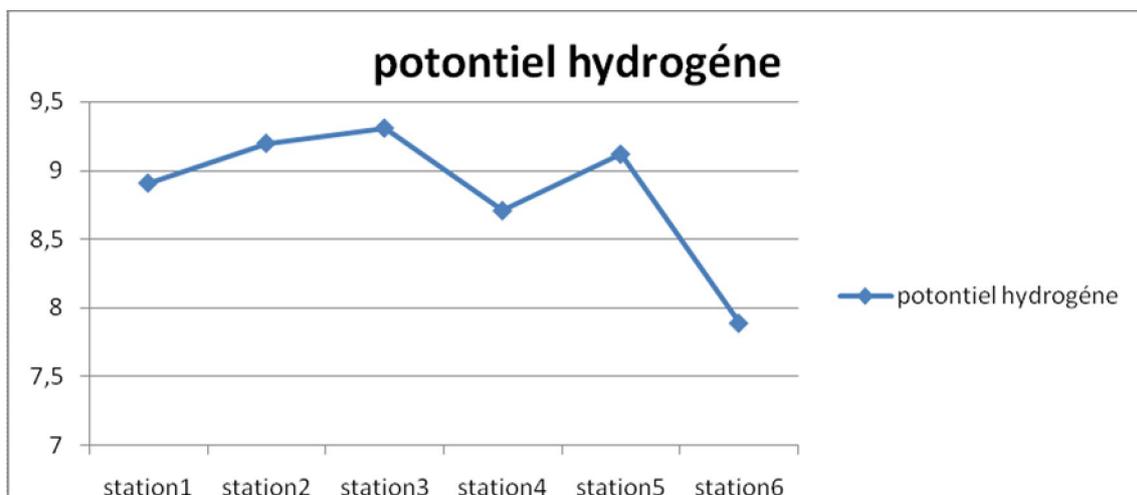


Figure24: variations spatio du pH des eaux de Barrage Benkhadda.

III.2.1.3. Conductivité électrique

La courbe suivant représente les variations de conductivité électrique de chaque station dans le Barrage Bekhadda , où on remarquons la valeur dans station1 est plus élève 3221.4 $\mu\text{S}/\text{cm}$, après il ya une diminution jusqu'à atteindre les 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et se stabilise dans les 03 station suivantes tandis que la station6 marque la faible concentration avec 1580 $\mu\text{S}/\text{cm}$

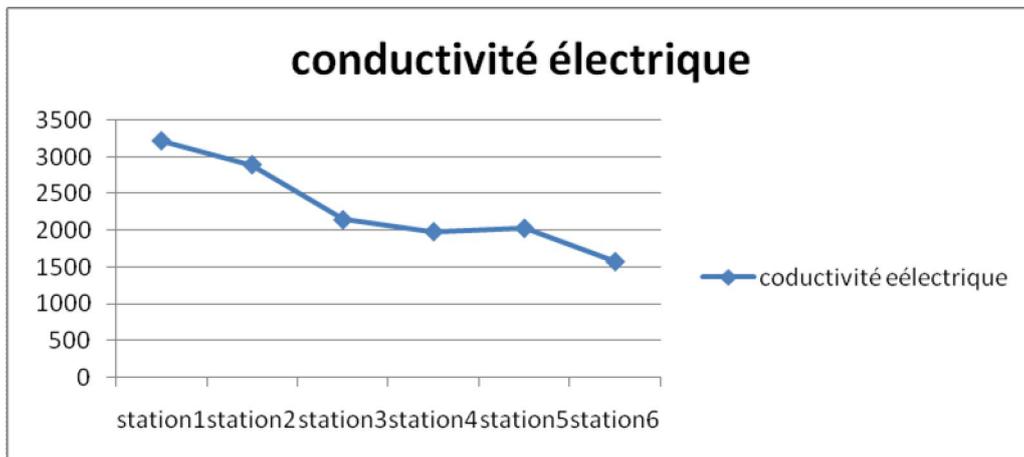


Figure 25 : Variations spatial de la conductivité électrique des eaux de Barrage Bekhadda.

III.2.1.4. Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

La figure 26 représente les variations de demande biochimique en oxygène, où les valeurs de la DBO₅ relevées sont caractérisées par des fluctuations très importantes s'observant d'un prélèvement à l'autre. On remarque La valeur maximale de la DBO₅ est 13.7mg /l d'O₂ enregistrée au station5, la valeur minimale est 9.7 mg/l dans station4

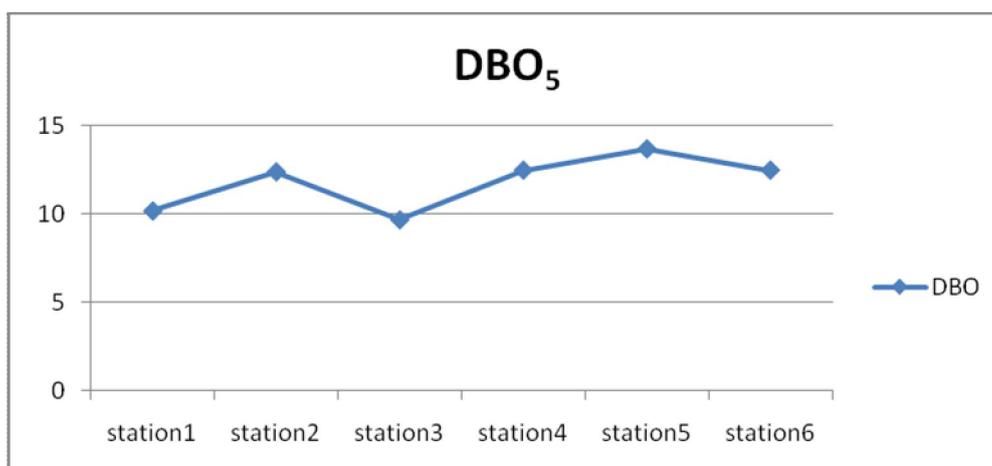


Figure 26 : Variation spatiale de la DBO₅ des eaux de Barrage Bekhadda.

III.2.1.5. Demande chimique en oxygène (DCO)

La courbe représente les variations de DCO des différentes stations dans Barrage Bekhadda, où les valeurs oscillent entre 150mg/l et 231 mg/l la valeur la plus élevée est élevée au station 2, et la plus faible dans station 6.

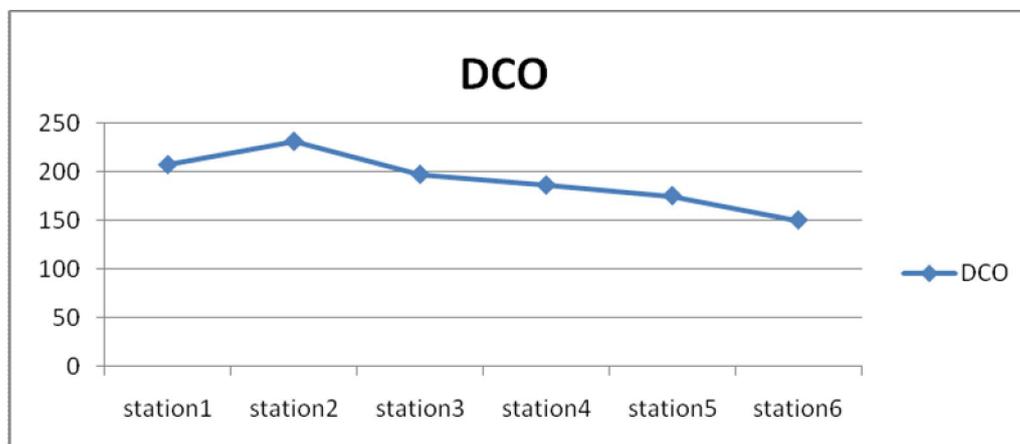


Figure 27: Variation spatio de la DCO des eaux de Barrage Bekhadda.

III.2.1.6. Phosphore totale

La figure 28 représente la variation de phosphore totale dans les six stations de Barrage Bekhadda, où remarque la valeur à été constant dans les stations 1et 2 de 1000 mg/l, et la valeur maximale à été enregistré dans les stations 4 et 5.

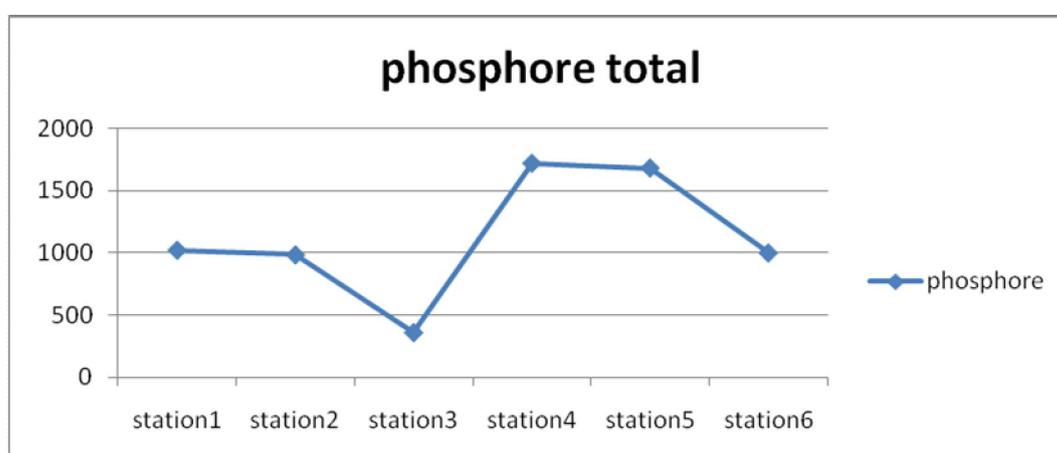


Figure 28: Variation spatio du phosphore total des eaux de Barrage Bekhadda.

III.2.1.7. Oxygène dissous

La solubilité de l'oxygène dans l'eau est un paramètre qui dépend essentiellement de la température, les tenures en oxygène dissous sont très variable et irrégulières dans l'espace et dans le temps pour les six stations. La valeur la plus élevée 14.7 a été enregistrée à la station 5 et la valeur la plus faible 9.12 a été enregistrée à la station 6.

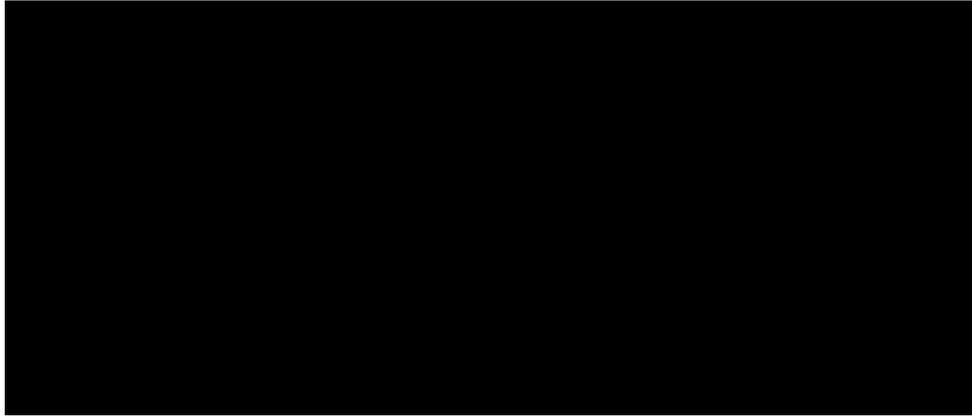


Figure 29 : les variations spatio de l'oxygène dissous des eaux de Barrage Bekhadda.

III.2.1.8. Nitrites (NO_2^-)

Les tenures en nitrates présentent des variations moins fluctuantes s'observant dans les différentes stations de Barrage Bekhadda, la tenure la plus élevée en nitrate 0.321mg/l été enregistrée à la station (station 1), la plus faible est 0145 à la station (station6)

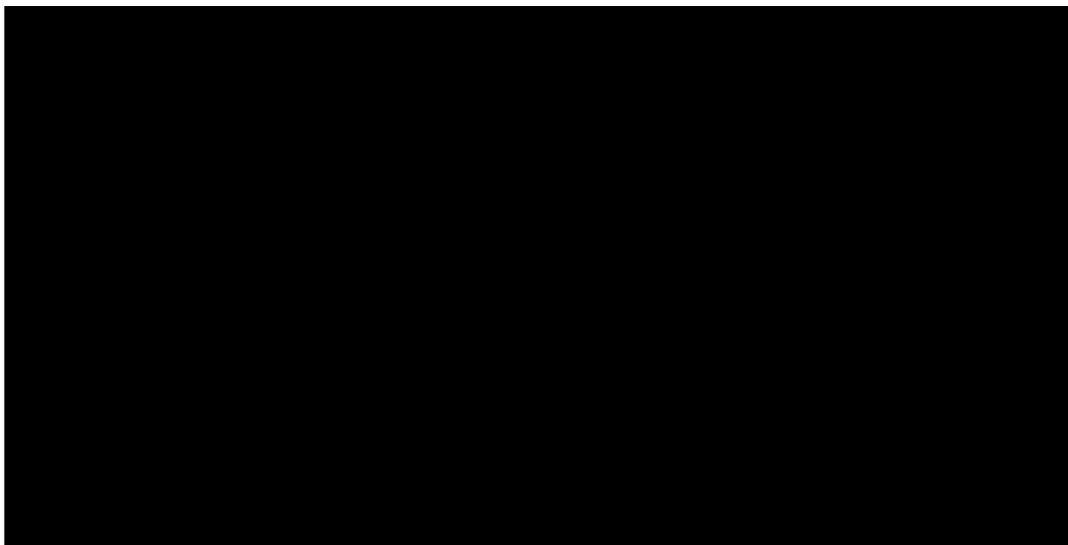


Figure 30: les variations spatio des eaux de Barrage Bekhadda.

III.2.1.9. Nitrates NO_3^-

Selon la figure 31, la moyenne de la teneur en nitrates pour les six stations de Barrage Bekhadda. Où la concentration maximale en nitrate 142.5mg/l été enregistrée à la station (station5), la minimale 66mg/l été enregistrée à la station (station 6).

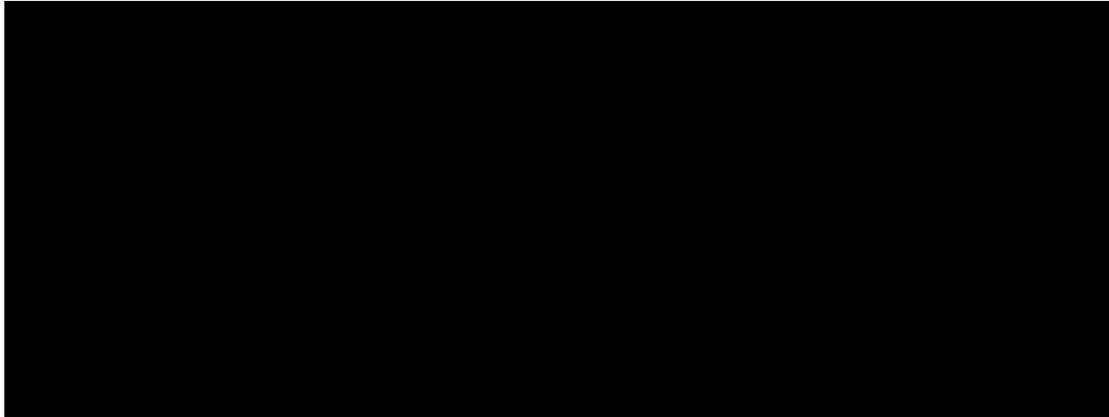


Figure 31: les variations spatio des eaux de barrage bekhadda.

III.2.1.10. Ammonium NH_4^+

Les valeurs de l'azote ammoniacal présentent des fluctuations importantes dans les stations.

On observe que les valeurs sont stable dans les stations 1,2 et3 avec une valeur environ (0.1 - 0.13 mg/l).

La valeur maximale à été enregistré dans station 5, tandis la minimale est observé dans station 6.

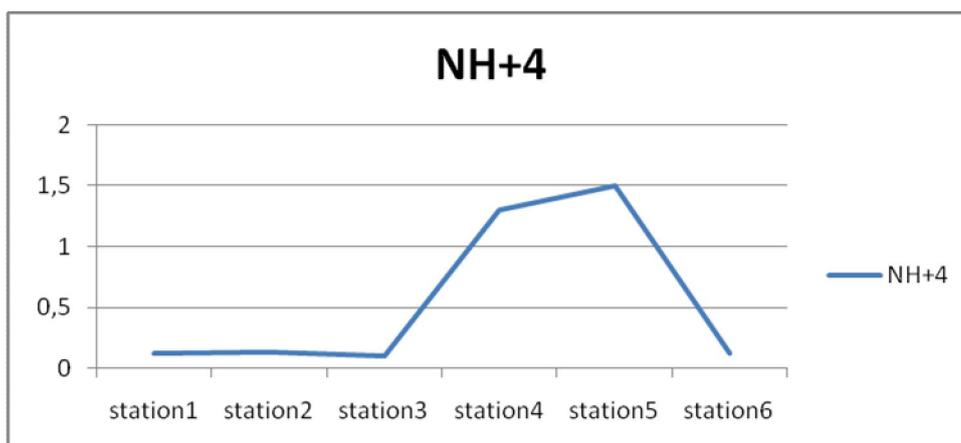


Figure 32 : variation spatio d'ammonium dans Barrage Bekhadda

III.3. Analyse statistique des taxons

III.3.1. Analyse des correspondances canoniques ACC des taxons (corrélation)

Nous avons effectués l'ACC pour déterminer les effets des factures environnementaux sur répartition des diatomées épilithiques. La répartition des communautés de diatomées est explique par les deux axes de coordination dans CCA (valeurs propres : 0.587 dans axis-1 et 0.212 dans axis-2), les effets des facteurs environnementaux étaient identifié par les coefficients de corrélation de Pearson (coefficient de corrélation, $p < 0.05$). (fig33)

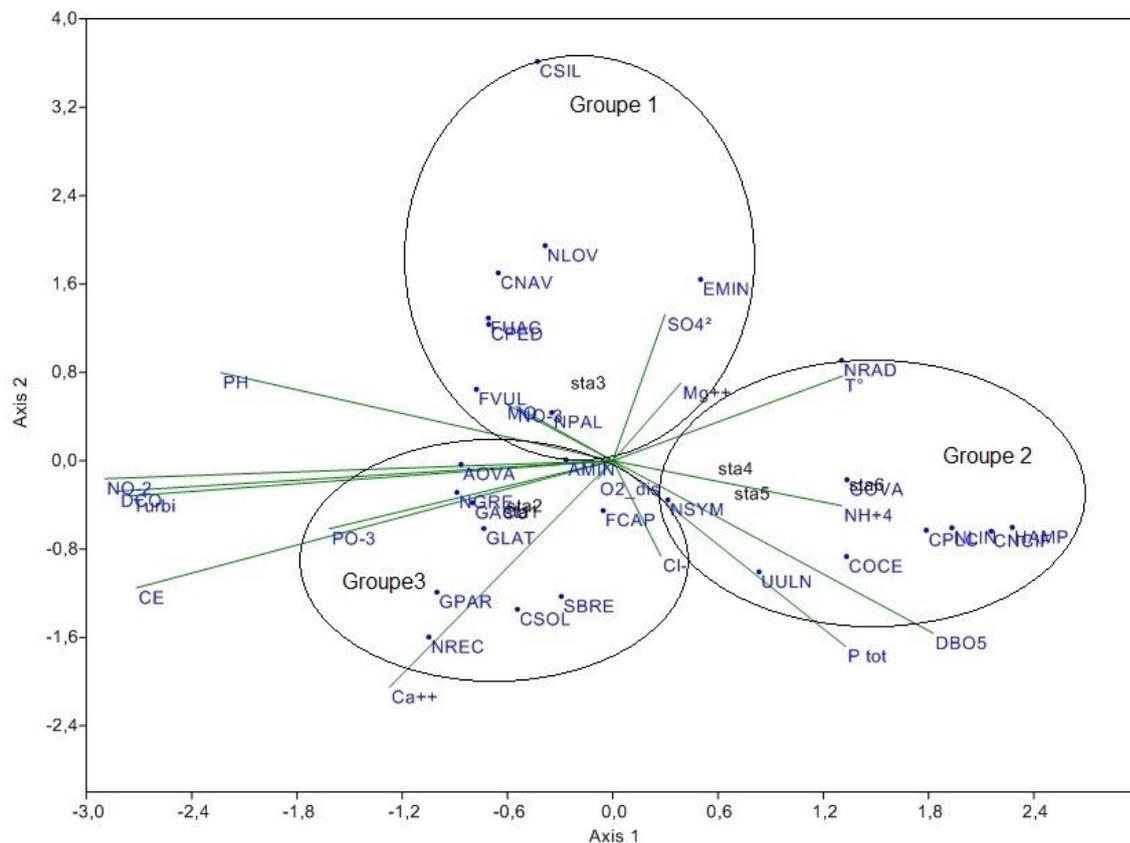


Figure 33: analyse canoniale de correspondance entre les différents facteurs environnementaux et les espèces recensées.

Les coefficients de corrélation sont présentés sous forme de flèches indique la grandeur de la valeur de corrélation et la flèche la direction implique une corrélation avec chaque axe :

- Axis 1 la plus forte corrélation celle du NO_2^- avec ($r = -0.964$) et DCO ($r = -0.939$),
- Axe 2 montré une forte corrélation avec (SO_4^{2-}) ($r = 0.441$) et Mg^{++} ($r = 0.234$)

Analyse Canonique des correspondances sépare clairement les factures de l'environnement et la composition des communautés de diatomées en trois groupes :

Groupes 1 : correspondant au Sta 3 représente par le taxon dominat *Nitzchiapalea* (NPAL), *Encyonéma minutum* (EMIN), *Navicula longicaphala* (NLOV), Complexe caloneis silicula (CSIL).

Le groupe 2 : correspondant au Sta 4, Sta5, Sta6 associé à *Nitzschia linearis* (NLIN), *Navicula radiosa* (NRAD), *Hantzschia amphioxys* (HAMP), *Gomphonema olivaceum* (GOVA) *Netzschia palea* (NPAL)

Le groupe3 : correspondant au Sta 1 et Sta2 associé *Gomphonema parvulum* (GRAP), *Nitzschia palea* (NPAL) ,*Achnanthidium minutissimum* (AMIN), *Gyrosiegma acumunatum* (GACU), *Nitzschia recta* (NREC)

III.4. Indice de pollution

III.4.1. Indice de pollution organique IPO

Les résultats d'indice IPO font ressortir 02 classes de pollution selon (LECLERCQ et MAQUET) qui sont :

Pollution organique forte (classe1) remarqué dans les stations 1, 2, 3,4 et 5 avec des valeurs 2.5, 2.25, 2.75, 2 et 2.25 successif

Pollution organique modérée (classe2) enregistré dans la station 6 avec une valeur 3.

Le tableau indique les valeurs des différents indices de la pollution organique

Tableau07 : indice de pollution organique (IPO)

Points de prélèvements	stations	Indice de pollution organique (IPO)
S1	Sta1 affan	2,5
S2	Sta2 affan	2,25
S3	Oued mina	2,75
S4	Sta1 barag	2
S5	Sta2 barag	2,25
S6	Sta3 barag	3

Discussion générale

Au totale, 57 taxons de diatomées ont été enregistré dans les 6 stations, la plupart des taxons appartenait à *Naviculacées* 52%, suivi par *Bacillariacées* 29%, *Araphidées* 8%, *Monoraphidées* 4%, *Surirellacées* et *Cebtrophycidées* avec une proportion 3%, *Ulnariacées* 1%

Notant que Beghalia et al (2016). A oud mina Tiaret La plupart des taxons appartenait à *Bacillariacées* (13%), suivie par *Cymbellaceae* et *Fragilariaceae* (9%), *Gomphonemataceae*, *Pinnulariaceae*, *Pleurosigmataceae*, *Stauroneidaceae*, *Surirellacé* représentées (6%), Alors que les analyses de la diversité d'Oued Chlef ont montrés la majorité des espèces appartienne à la famille *Fragilariaceae* Nehar et al. (2014), tout le contraire d'Oued El Kbir à l'est de l'Algérie qui montre la dominance de *Naviculaceae* (Chaib et al, 2011).

En ce qui concerne les indices de diversité, les valeurs de structure de peuplement métrique (richesse en espèce S, la diversité de Shannon H' et équitabilité E), Shannon ne dépasse pas 3 bits/ind (tableau04). Au courant de barrage bekhadda les communautés de diatomées les stations 1, 4 sont moins équilibre et diversifié par rapport à d'autre station. Station ata6 a été dominée par *Gomphenema olivaceum* avec 10%, qui influence négativement sur la diversité H' et la regularité de Shannon "E". Beghalia et al (2016). ont noté que l'abondance de la communauté pendant au mois de septembre à une station STA2 de oued mina (sud-ouest de l'Ouarsnis). Chaib et Tison-Rosebery. (2012) ont noté que l'abondance de la communauté pendant l'été à une station de flux Kebir-Est (Nord-est de l'Algerie) *Achnathidium minutissimum* représenté jusqu'à 75% de la tendis la dominance dans oued chlef *Achnathidium minutissimum* 55%. Nehar et al (2014), les valeurs moyennes calculées indice d'équitabilité au oued Kbir-Est en été autour de E= 0.7 et étant E= 0.6 et 1.9 au flux El-Hammam et oued chelf équitabilité de oued mina oscille entre 0.43 et 0.84. L'équitabilité de barrage bekhadda oscille entre 0.69 et 0.88.

Les caractéristiques physico-chimiques de barrage Bekhadda définissent comme un plan d'eau modéré pH varie de 7.89 et 9.2, et les valeurs de conductivité sont caractéristiques de l'eau douces. En ce qui concerne les niveaux d'acidité au courant de barrage bekhadda, les communautés de diatomées observées sont généralement constituées d'un mélange d'alcalophiles. Selon la classification de Van Dam et al (1994), les taxons dominants aux stations les sources de Chellala étaient généralement d'un environnement modérément

oxygéné comme *Achnanthydium minutissimum* et *Frustulia vulgaris* ou ses abondances les plus élevées se trouvaient surtout dans les rivières à faible charge organique, comme le montrent les valeurs de l'écologie Préférences pour DBO, NO₂⁻, NH₄⁺. Ses besoins en oxygénation étaient élevés, mais cela pourrait être trouvé également dans les eaux désoxygénées représenté par les taxons dans notre cas : *Nitzschia palea*. et *diatoma vulgaris* (Rimet et al., 2005). *Gomphonema parvulum* et *Nitzschia palea*, observés dans Les zones de ruissellement agricole telles que st1, st2, st3 ont également été trouvées dans des rivières avec des concentrations élevées de nitrates et de phosphates à proximité des terres agricoles aux États-Unis, au Japon, en Pologne et en Allemagne (Lobo et al. , 1995; Leland & Porter, 2000; Köster & Hübener, 2001; Sczepocka & Szulc, 2006; Zampella et al., 2007) in (Segura et al.,2012).

Pour déterminer le niveau typologique des eaux de barrage, on se réfère tous d'abord aux espèces sensibles à la pollution sinon à d'autres en cas où celles-ci disparaissent par action anthropique. Cette situation est confirmée par la présence d'un assemblage des espèces sensibles et très sensibles telle que *Navicula cryptotenella* qui s'adapte au milieu modérément oxygéné tandis que leurs abondances les plus élevées ont été trouvées dans les eaux avec une faible charge organique (Rimet et al, 2005).

Cet assemblage est regroupe par la analyse canonical de correspondance la CCA, d'une part elle regroupe certaines espèces qui sont sensibles à l'oxygène dissous .d'autre part un groupe qui conçoit une concentration élevée en oxygène exigeant des espèces à savoir, *Gomphonema parvulum*, *cyclotella ocillata*, *Navicula radiosa*, *Nitzschia palea*, et *Cymbella neocistula* ont été caractérisés dans la littérature comme étant tolérants à des teneurs en électrolytes élevés dans les rivières fortement contaminés par des déchets industriels et urbains (Krammer & Lange-Bertalot, 1997b; Lange-Bertalot, 2001). Alors que d'un autre coté la CCA ne faire sortir un groupe des espèces tolérantes aux grandes teneures de salinités comme *Surirella brebissonii*, *Surirella ovalis* et *Cymatopleura solea* connus pour être tolérant à l'eau saumâtre et des fluctuations fréquentes de la salinité (Leland et Porter, 2000).

Le calcul de l'indice de pollution organique IPO (leclercq and Maquet, 1978) à partir des donnes physico-chimiques confirme l'état pollué et eutrophies de la zone d'étude. Les taxons aux 04 stations étaient généralement d'un environnement modérément oxygéné avec des valeurs qui oscillent entre 3a 3.75, reflètent une pollution forte. La présence *Hantchia amphioxys*, *Navicula radioza* témoigne cette situation et qui était présent dans les stations 04,

05 et 06 ces taxons, il été observé toujours dans les plus hauts niveaux de minéralisation. Ces taxons tolèrent des niveaux élevés de pollution. Il est considéré comme des indicateur des niveaux fort de pollution dans l'Indice de diatomées IPS (Cemagref 1982 in Rimet *et al.*, 2005).

Ces dernières années la région agricole de Tiaret connus pour ces grandes cultures céréalières a vécue une détérioration vers les cultures maraichers notamment les sols aux bords des oueds, dont ces cultures nécessite l'utilisation des engrais pour la fertilisation Le cas des activités agricoles situées dans la région de Ouled Affane .dont les cultures maraichères assidus exige un apport de N^{\square} 170 à 200 unités pour MELON et 130-170 unités pour PASTEQUE. (ITCMI. 2010). Ainsi a la station d'Oued Mina ou l'utilisation irrationnelles des engrais potassiques employées dans les champs de pomme de terre 200 à 240 unités de K / ha, n'ont guère décliné et les déchets rejetés par l'unité d'ONAV (volailles), augmentant ainsi les concentrations des NH^4 , NO^3 et PO^4 reflétant une forte pollution des sites accumulateurs du barrage st4, st5 et st6

Barrage bekhadda a été caractérisé comme un système pollué et eutrophies, en raison d'une constante au long de l'année du drainage et autre teneur en éléments nutritifs des eaux usées provenant des activités industrielles, agricoles et urbaines, qui est déployé par IPO en 2 classe de pollution forte et modéré, envers les différentes stations de la zone étudiée.

Conclusion

Conclusion

Conclusion

Les résultats obtenus dans le cadre de cette étude ont montré une baisse assez généralisée de la qualité des eaux des 6 stations. L'étude des diatomées et l'application d'Indice de Pollution Organique.

Comme le montre les résultats d'Analyse des correspondances canoniques, la distribution d'espèces épilithiques de diatomées dans la zone d'étude est étroitement liée aux éléments chimiques et les caractéristiques physiques de l'eau (en particulier à la conductivité et le pH), également associés aux différents types et les intensités des activités humaines qui se déroulent le long du barrage Bekhadda. Les informations environnementales et taxonomiques de cette étude sera d'une aide à la conception de programmes de surveillances de la qualité de l'eau en utilisant des espèces de diatomées épilithiques qui ont été présentés par notre étude : être des bio-indicateurs, et parce qu'elles fournissent des outils pour développer une série des activités de gestion visant à améliorer la qualité de l'eau, améliorant ainsi la qualité de vie des personnes qui dépendent de cette ressource.

Afin de mieux connaître, de préserver, de valoriser et d'utiliser ces ressources diatomiques avec le maximum d'efficacité dans le domaine de la bioindication de la qualité de l'eau, les perspectives d'avenir seront l'augmentation du nombre de sites prospectés le long du barrage Bekhadda, pour contrôler la pollution urbaine et agricole, afin d'optimiser dans l'avenir l'aménagement de centres de traitement des eaux le long de ce réseau hydrographique fortement anthropisé

Nous concluons de notre étude, que Barrage Bekhadda a été caractérisé comme un système pollué et eutrophies, cette anthropisation est due principalement à la forte activité urbain, nonobstant, l'activité agricole marque une détérioration de l'écosystème en raison d'une constante au long de l'année du drainage et autres teneurs en éléments nutritifs .

Références bibliographiques

📖 **A, B., et U, D. F.(2010).** Surveillance des impacts environnementaux d'effluents aqueux de sites industriels par les diatomées diatococques .

📖 **ADE. (2009).** *Algérienne des eaux.* Etat global de la wilaya de Tiaret

📖 **Adaptée** du Manuel de Statistiques des Engrais de la FAO, 1991

📖 **Aissa et al, (2015)** Contribution à l'étude de la biodiversité des bacillariophycées dans la région de Tiaret

📖 **Arkoun, M. (2012).** Etude de la nutrition uréique et ammoniacale chez le colza (*brassic napus L.*) et développement de nouveaux inhibiteurs d'uréases et de la nitrification.

📖 **Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière (ANIREF), (2011) :** Rubrique Monographie de la Wilaya de Tiaret. P25

📖 **Agence national hydraulique. (2012).**

📖 **Barbault, R. (1995).** écologie générale Structure et fonctionnement (éd. 3eme édition).

📖 **Barbault, R. (1997).** écologie générale Structure et fonctionnement de la biosphère (éd. 4eme édition).

📖 **BEGHALIA, O., Belfadel, N., et Boudjliche, M (2016)** Evaluation de qualité des eaux d'oude mina à l'aide d'un indice biologique diatomique

📖 **Borchaedt, (1996)** "Nutrients", *Aigai ecology: freshwater benthic ecosystems,* (eds Stevenson, R.J., Bothwell, M.L., Lowe, R.L.) Academic Press, San Diego, U. S. A., pp. 183-227.

📖 **Chabort, V. B. (2014).** les facteurs de sélection des bio-indicateurs de la qualité des écosystèmes aquatiques élaborations d'un outil d'aide à la décision.

📖 **Chaïb, N., et 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.

- 📖 **Chaïb, N., Alfarhan, A. H., Al-Rasheid, K.A.S. and Samraoui, B. (2011):** Environmental determinants of diatom assemblages along a north African wadi, the Kebir-East, north-east Algeria. *Journal of Limnology*. –70, 1, 33–40.
- 📖 **Cotelle, S., et Guasch, H.(2007).** these de doctorat université bordeaux1
- 📖 **Draft,(2012)**Manuel de formation statistique sur les engrais en Afrique.
- 📖 **Emilian, K. (2004).** Traitement des pollutions industrielles eaux, air, déchets, sols, boues (éd. Dunod, paris
- 📖 **Faurie, C., Ferra, C., & Medori, p. (2003).** Ecologie : approche scientifique et pratique (éd. 5ème lavoisier technique et documontation). Paris.
- 📖 **Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'indice biologique diatomées NF T 90-354)**
- 📖 **Hamadai, Ali .(2015).** Thèse la microflore diatomique des dépôts.
- 📖 **Jean, (2011)**en cyclopédique de science du sol (élément matiere. (T. e. Doc, Éd.)
- 📖 **John, J. (2000b):** A guide to diatoms as indicators of urban stream health.LWRRDC, 181.
- 📖 **Khalide, A. (2011).** Pollution des eaux (éd. Universitaire européennes)
- 📖 **Krammer et Lange-Bertalot (1986-1991), .**Sübwasserfloravon Mitteleuropa. Band 2. In: Bacillariophyceae. Teil 1. Naviculaceae, Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D., (Eds), Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- 📖 **(Lecointre G. et L E Guyader H., 2006)**Classification phylogénétique du vivant, 3e édition. Belin.
- 📖 **Lelan d, H.V. et S.D. Porter (2000):** Distribution of benthic algae in the upper Illinois River basin in relation to geology and land use. *Freshwater Biology*, 44: 279-301.
- 📖 **Marie, B. (2007).** Traitement et épuration des eaux industrielles polluées (éd. Presses universitaire de franche comté).
- 📖 **Mostfa, R., et Mourah, A. (2016).** l'origine et évolution du chimisme des eaux brutes du barrage de bekhadda (wilaya de Tiaret).

📖 **Nahar, Benameur, (2016)** contribution à l'étude des diatomées benthiques de quelques cours d'eau de l'Oranie: taxonomie et écologie

📖 **Patrick 1971 ; Lotter, Birk et al. (1997) ; Bigler, Grahn et al. (2003).** In A Bouchez, U. Dorigo, F. Rimet-INRA THONON ; avril (2010) .

📖 **Quéguiner, B. (2007).**"Structure et Fonctionnement des Ecosystèmes Pélagiques Marins.

📖 **Stevenson, R.J. et Pan, Y. (1999):** Assessing environmental conditions in rivers and streams with diatoms. - In: Stoermer, E.F. et Smol, J.P. (eds.), the Diatoms - Applications for the Environmental and Earth Sciences. Cambridge University Press, 11-40

📖. **Sophielacoursière ; (2008)**mémoire présenté à l'université du Québec à Trois-Rivières.

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

📖 **Wetzel , R, G.(2001).** "Limnology, Lake and River Ecosystems", Academic Press, San Diego, U. S. A., 1006

Résumé

Le Barrage Bekhdda constitue des principales ressources d'eau de la wilaya de Tiaret à diverses destinations eau potable agricole (irrigation).

Pour en savoir qu'il y a un effet des engrais utilise le long de terres approximatives du barrage, nous avons effectuait des analyses physico-chimiques et biologiques d'eau, d'où l'utilisation de diatomées comme bio-indicateur biologique pour évaluer la qualité de l'eau.

À partir des résultats biologiques, physico-chimiques et l'IPO, ressortirent que l'eau de Barrage Bekhdda est classé en 02 pollutions organiques fort, pollution organique modérée environ 2.25 à 3 D'autre part les espèces tolérantes à la pollution organique d'origine agricole, son mois fréquent. Alors que celles tolérantes à la pollution d'origine urbaine et industrielle sont abondantes.

Enfin ont conclu qu'il y a une grande influence des engrais sur la qualité de l'eau dans notre zone d'étude, mais moins comportait par rapport a l'influence des déchets urbains et industriels.

Les mots-clés

Engrais, Barrage Bekhadda, diatomées, pollution, IPO.

Summary

The Bekhdda dam constitutes the main water resources of the Tiaret wilaya at various agricultural drinking water (irrigation) destinations.

To know that there is an effect of fertilizers used along the approximate land of the dam, we carried out physical-chemical and biological water analyzes, hence the use of diatoms as bio-biological indicator to assess the Quality of water.

From the biological, physico-chemical and IPO results, it emerges that the bekhdda dam water is classified as 02 strong organic pollution, moderate organic pollution about 2.25 to 3 On the other hand species that are tolerant to organic pollution, Agricultural origin, are frequent months. While those tolerant to urban and industrial pollution are abundant.

Finally, it concludes that there is a great influence of fertilizers on the quality of the water in our study area, but less on the influence of urban and industrial waste.

Keywords

Fertilizer, Bekhadda dam, diatoms, pollution, IPO.

ملخص

-سد بخدة من أهم الموارد الرئيسية في ولاية تيارت والمعرفة أن هناك تأثير الأسمدة على نوعية المياه. قمنا بإجراء التحاليل البيولوجية باستعمال الطحالب المجهرية و كذلك أجرينا تحاليل الفيزيو كيميائية حيث لوحظ أن نتائج التحاليل البيولوجية و الفيزيو كيميائية تؤكد أن مياه بخدة ملوثة. في الأخير استنتجنا أن لا يوجد تأثير الأسمدة على نوعية المياه وإنما تلوث المياه مصدره

الكلمات المفتاحية

التلوث, الدياتوميات, بخدة سد, الأسمدة