

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 des Sciences de la Nature et de la Vie



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

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

Filière: "Biologie"

Spécialité: "Pathologie des écosystèmes"

Présenté et soutenu publiquement par

**Evaluation de la qualité des eaux d'Oued de Lardjam (Wilaya de
Tissemsilt) l'aide d'un Indice biologique diatomique**

Membres de jury :

- Président: M^r AIT HAMMOU Mohamed
- Promoteur: M^r NEGADI Mohamed
- Examineurs: M^r DAHMANI Walid

Présenté par :

- M^{elle}: GADOUM Fatiha
- M^{elle}: GHANES Mebarka

Année universitaire: 2016–2017

Remerciement

Avant tout, nous remercions Allah tout puissant qu'il nous a guidé tout au long de nous vie, qu'il nous a donné courage et patience pour passer tous les moments difficiles, qu'il nous a permis d'achever ce travail et de pouvoir le mettre entre vos mains aujourd'hui.

Ce mémoire est aujourd'hui l'occasion de remercier toutes les personnes qui ont collaboré à ce travail.

*Tout d'abord, nous remercions notre encadreur **Mr: NEGADI M***

Qui a accepté de nous encadrer,

*Que **Mr AITHAMMOU M** notre Co-promoteur et chef de département de biologie, trouve ici nos sincères remerciements.*

Nous remercions par ailleurs vivement l'examineur

MR DAHMANI W

Nous remercions également, tous les enseignants, qui nous ont donnée la base de la science,

Tous les travailleurs aux laboratoires de l'ADE et la STEP de Tissemsilt et de la Faculté des Sciences de la nature et la vie (université Ibn Khaldoun Tiaret).

Et n'oublions pas aussi la direction d'Hydraulique de Tissemsilt Pour les bonnes Informations.

Enfin, Nous remercions également toutes les personnes qui ont contribué directement ou indirectement à ce travail. Qu'ils trouvent tous ici l'expression de notre gratitude.

**GADOUM Fatima
ET
GHANES Mebaraka**

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

*A Dieu Le Tout Miséricordieux, ton
amour, ta Miséricorde et Tes grâces à
mon endroit m'ont fortifiée dans la
persévérance Et l'ardeur au travail.*

A mon Père et A ma Mère

A mes chère frère Et sœurs

A mes grands parents

A ma collègue Mebarka

*A tous mes oncles et mes tontons et toute
la famille « Gadoum »*

A tous mes collègues et mes amis

*Avec tous mes sentiments de
reconnaissance et de Gratitude*

FATIHA

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

*A Dieu Le Tout Miséricordieux, ton
amour, ta Miséricorde et Tes grâces à
mon endroit m'ont fortifiée dans la
persévérance Et l'ardeur au travail.*

A mon père et A ma Mère

A mes frères ET sœurs et leurs enfants

*A tous mes oncles et mes tontons et toute
la famille «Ghanes »*

A ma collègue Fatiha

A tous mes collègues et mes amis

*Avec tous mes sentiments de
reconnaissance et de Gratitude*

Mebarka

Tableau des matières

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction

Partie bibliographique

Chapitre I : pollution des eaux

1. Définition	01
2. Les types de pollutions	01
2.1. Pollution chimique	01
2.2. La pollution physique	01
2.3. La Pollution biologique	01
2.4. La Pollution organique	01
3. Multiples sources de pollution des eaux	02
3.1. Pollution d'origine urbaine	02
3.2. Pollution d'origine agricole	02
3.3. Pollution d'origine industrielle	02
3.4. Pollution d'origine domestique	02
4. Les paramètres de la pollution de l'eau	03
4.1. Paramètres Physiques	03
4.1.1. La température	03
4.1.2. Matières en suspension MES	03
4.2. Paramètres Organoleptiques	03
4.2.1. La Turbidité	03
4.2.2. La couleur	03
4.2.3. Odeur	04
4.3. Paramètres Chimiques	04
4.3.1. Le potentiel hydrogène(PH)	04
4.3.2. L'oxygène dissous	04
4.3.3. Conductivité électrique CE	04
4.3.4. Demande biologique en oxygène DBO	05
4.3.5. Demande chimique en oxygène DCO	05
4.3.6. L'azote	05
4.3.7. Matière organique (MO)	

	05
Chapitre II : les diatomées	
1. Présentation générale des diatomées	06
2. Systématique	06
➤ Les diatomées centriques	06
➤ Les diatomées pennées	06
3. Structure cellulaire	07
4. Habitats et modes de vie	08
5. Écologie des diatomées	08
6. Cycle de développement	09
7. Répartition et modes de vie	09
8. les bio-indicateurs de la qualité des eaux	10
8.1. L'utilisation des diatomées comme bio indicateurs	10
8.2. L'Indice Biologique Diatomées (IBD)	11
Partie expérimental	
Chapitre I : présentation de la zone d'étude	
1. Présentation générale de la wilaya de Tissemsilt	12
1.1. Situation de la wilaya	12
1.2. Situation géographique local	13
2. Contexte hydrologique	14
2.1. Etude des sous bassins versants	14
2.1.1. L'Oued Mellah-Lardjem	15
2.1.2. L'Oued Bouzegza	16
2.1.3. L'Oued Tamellahet	16
3. Contexte climatologique	17
3.1. La pluviométrie	18
3.2. La température	18
3.3. La synthèse climatique	19
3.4. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN	20
3.5. Quotient pluviothermique et Climagramme d'EMBERGER	20
Chapitre II : matériels et méthodes	

1. Méthodologie de travail	22
2. Matériels et méthodes	23
3. Méthodologie d'échantillonnage	24
➤ Période d'échantillonnage	24
➤ Choix des stations	24
➤ Situation des stations d'échantillonnage	24
3.1. Détermination des analyses des eaux	25
➤ Le prélèvement des eaux	25
3.1.1. Les analyses effectuées au niveau de la STEP de Tissemsilt.	25
➤ Le pH et de Température	25
➤ L'oxygène dissous.	25
3.1.2. Les analyses effectuées au niveau de l'ADE de Tissemsilt	25
➤ La conductivité électrique, TDS et salinité	25
➤ la turbidité	26
➤ Dosage des nitrates NO_3^-	26
➤ Détermination de l'azote ammoniacal (NH_4^+)	26
➤ Détermination des nitrites (NO_2^-)	26
➤ Détermination des phosphates (PO_4^{3-})	26
➤ Détermination de calcium (Ca^{2+}) et du magnésium (Mg^{2+})	26
➤ Détermination des chlorures (Cl^-)	27
➤ Détermination de l'alcalinité (HCO_3^-)	27
➤ Détermination des Sulfates (SO_4^{2-})	27
3.2. La détermination des diatomées :	27
➤ nature des supports à échantillonner	27
➤ La méthode de prélèvement	27
3.3. Prétraitement de l'échantillon :	28
➤ Elimination de la matière organique	28
➤ Préparation et fixation des lames	28
➤ L'observation microscopique et l'identification des espèces	28
4. Analyse des données :	29
4.1. Les analyses statistiques	29
4.2. Indices de la diversité floristique	29
4.2.1. Calcul de l'indice de Shannon-Weaver	29

4.2.2. Indice de Simpson	30
4.2.3. Indice de pollution organique	30
<i>Chapitre III : Résultats et discussions</i>	
1. Interprétation des résultats de diversité des taxons :	32
1.1. Forme des espèces diatomiques	32
1.2. Différentes Formes des pennées	32
1.3. Diversité des familles	33
1.4. Diversité des genres	33
1.5. Diversité des espèces	34
1.6. Indices de diversité	35
2. Mesures physico-chimique	36
2.1. Température de l'eau	36
2.2. Potentiel hydrogène (pH)	36
2.3. Conductivité électrique (CE)	37
2.4. Oxygène dissous	37
2.5. La salinité	38
2.6. Le taux de sels dissous	38
2.7. La turbidité	39
2.8. Le Nitrite	39
2.9. Le Nitrate	40
2.10. Azote Ammoniacal (NH ₄)	40
2.11. L'Orthophosphates (PO ₄)	41
2.12. Le calcium (Ca ²⁺)	41
2.13. L'alcalinité (HCO ⁻)	42
2.14. Le chlorure (Cl ⁻)	42
2.15. Le Sulfate (SO ₄)	43
2.16. Le DCO	43
2.17. Le DBO	44
3. Analyse statistique des paramètres physicochimiques :	44
3.1. L'analyse canonical (ACC) des différents paramètres physico-chimiques :	44

4. Analyse statistique des taxons :	45
4.1. Analyse canonical ACC des différents taxons	45
5. Indices de pollution	46
5.1. Indice de pollution organique IPO	46
<i>Conclusion</i>	
<i>Références bibliographiques</i>	
<i>Annexes</i>	

Liste des figures

N ^o	Titres	Page
01	Représentation schématique de la systématique chez les diatomées.	07
02	Structure du frustule de la diatomée <i>Luticola ventricosa</i> (observé au MEB) (d'après Güttinger 1999).	08
03	Situation géographique de la Willaya de Tissemsilt	12
04	Situation géographique de la zone d'étude	13
05	Découpage administratifs du bassin versant de Lardjam	15
06	Carte géographique d'Oued Mellah-Lardjem	15
07	Carte géographique d'Oued Bouzegza	16
08	Carte géographique L'Oued Tamellahet	17
09	Evolution des précipitations mensuelles moyennes de la région de Tissemsilt (1994-2005).	18
10	Evolution des températures mensuelles moyennes de la région de Tissemsilt (1994-2005)	19
11	Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson du bassin versant de lardjam (1994-2005)	20
12	Climagramme d'Emberger du bassin versant de lardjam pour la période (1994-2005).	20
13	Schéma du protocole expérimental	21
14	carte géographique des sites d'échantillonnages (Google earth) et photographie des sites de prélèvement.	22
15	Balayage d'une lamelle de microscope	29
16	Proportions des formes centriques et pennées des espèces diatomiques	32
17	Proportions de différentes formes pennées des espèces diatomiques	32
18	proportions des familles des diatomées par les genres	33
19	proportions des genres des diatomées par les espèces	34
20	variations spatiales des espèces des diatomées	35
21	Variations spatiales de la Température de l'eau de bassin versant de lardjam	36
22	Variations spatiales du PH de l'eau de bassin versant de lardjam	37
23	Variations spatiales du la CE de l'eau de bassin versant de lardjam.	37
24	Variations spatiales de l'Oxygène dissous de l'eau de bassin versant de	38

25	Variations spatiales de la Salinité de l'eau de bassin versant de lardjam	38
26	Variations spatiales du TDS de l'eau de bassin versant de lardjam.	39
27	Variations spatiales de la turbidité de l'eau de bassin versant de lardjam	39
28	Variations spatiales du nitrite de l'eau de bassin versant de lardjam	40
29	Variations spatiales du nitrate de l'eau de bassin versant de lardjam	40
30	Variations spatiales d'azote ammoniacal de l'eau de bassin versant de lardjam	41
31	Variations spatiales de phosphate de l'eau de bassin versant de lardjam	41
32	Variations spatiales de calcium de l'eau de bassin versant de lardjam	42
33	Variations spatiales de L'alcalinité de l'eau de bassin versant de lardjam	42
34	Variations spatiales de chlorure de l'eau de bassin versant de lardjam	43
35	Variations spatiales de sulfate de l'eau de bassin versant de lardjam	43
36	Variations spatiales de DCO de l'eau de bassin versant de lardjam	44
37	Variations spatiales de DBO de l'eau de bassin versant de lardjam	44
38	Projection des stations sur le plan factoriel (1×2)	45
39	Analyse canonique des taxons	46

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	résultats relatifs caractéristiques morfo métriques du sous bassin versant	14
02	Matériels et les méthodes utilisés pour les analyses	23
03	Classes de qualité écologique selon l'IPO	31
04	Résultats des indices de diversité	35

Annexes

N°	Titre
01	photographie des sites d'échantillonnage
02	Coordonnées géographiques des stations d'échantillonnage
03	Résultats concernant les paramètres physico-chimiques
04	Moyennes mensuelles des précipitations (: 1994-2005)
05	Répartitions mensuelles de la température (1994-2005)
06	photographie et rôle des appareils utilisés
07	Classification des stations selon les cinq classes de pollution organique à partir de l'indice de pollution organique

Partie Bibliographie

Chapitre I : Pollution des eaux

<i>Abréviations</i>	<i>Significations</i>
<i>ACC</i>	analyse canonical
<i>ADE</i>	Algérienne des eaux.
<i>ANDI</i>	Agence Nationale de Développement de l'Investissement
<i>ANRH</i>	Agence Nationale des Ressources Hydrauliques
<i>CFT</i>	Conservation des forets de la wilaya Tissemsilt
<i>DBO</i>	Demande Biochimique en Oxygène
<i>DCO</i>	Demande Chimique en Oxygène
<i>IBD</i>	Indice Biologique Diatomique
<i>JOA</i>	Journal Officiel Algérienne
<i>MOF</i>	matières organiques fermentescibles
<i>NA</i>	Norme Algérienne
<i>NTU</i>	Unité de Turbidité Néphélométrique
<i>ONM</i>	Office National de la météorologie
<i>TDS</i>	Taux des Sels Dissous

Introduction

Introduction

L'eau constitue un élément indispensable pour la vie des hommes, des animaux et des plantes. Avoir de l'eau à disposition en quantité et en qualité suffisantes contribue au maintien de la santé. L'eau peut aussi être source de maladies du fait de sa contamination par des déchets ménagers, industriels, agricoles, par des excréta et divers déchets organiques.

(Kahoul. M et al, 2013).

La pollution de l'eau est actuellement placée en tête des problèmes de l'environnement car l'eau est une interface entre l'air et le sol. Une eau est dite polluée lorsque son équilibre est modifié de façon durable par l'apport en quantités très importantes des substances plus ou moins toxiques, d'origines naturelles ou issues d'activités humaines. **(Rodier.J, 2005).**

Les bio-indicateurs peuvent être définis et classés selon leur mécanisme d'action d'abord, certains permettent de quantifier l'exposition aux polluants grâce à leur capacité de bioaccumulation, ce sont les bio accumulateurs **(Kaiser.J, 2001)**. ce phénomène de résistance aux changements environnementaux permet de surveiller l'évolution d'une contamination **(Marques.C.J.et al, 2009, Kerckhove.O ,2012).**

Les algues les plus utilisées comme bio-indicateurs sont les diatomées .ce sont des « algues unicellulaires à parois silicatées très ornementées » **(Phycoeco,2011)**, qui font partie de l'embranchement des algues brunes .les diatomées figurent parmi les groupes d'algues les mieux connus et plus utilisées pour le diagnostic écologique .leur morphologie très diversifiée, notamment au niveau de l'exosquelette siliceux (frustule), sert de critère d'identification des différents espèces lors des analyses au microscope(**Boissonneault. Y, 2006).**

Les diatomées sont des organismes unicellulaires photosynthétiques appartenant à la super-classe des Bacillariophyta. Elles se retrouvent tout autour du globe à la fois dans les milieux dulçaquicoles et marins. Le mot 'diatomée' vient du grec *diatomos* qui signifie 'coupé en deux' et qui se rapporte sans nul doute aux deux valves siliceuses que présentent toutes les espèces de cette super-classe.(**Maxime.S , 2013).**

Les indices biologiques diatomées utilisés pour évaluer la qualité des cours d'eau ont montré leurs limites pour déceler les effets des pollutions toxiques agricoles. Les diatomées, à la base de la chaîne trophique, sont connues comme de bons bio-indicateurs des pollutions par les éléments trophiques (**Debenest.T, 2007**)

Notre travail consiste à effectuer des analyses biologiques et physico-chimiques des eaux d'oued de Lardjam, Cette étude est répartie comme suit :

L'objectif de ce travail consiste à faire des analyses physico-chimiques et biologiques pour déterminer la qualité de l'eau et évaluation de la biodiversité algale à travers l'Oued de Lardjam

Le présent manuscrit est divisé en deux partie : Partie théorique est composée essentiellement des deux chapitres, le premier chapitre représente des généralités sur la pollution des eaux, constitue les paramètres de pollution d'une part, et d'autre part sur les types de pollution. Le deuxième chapitre rapporte généralités sur les diatomées et l'indice biologique diatomée.

Et d'autre partie expérimentale qui est composée de trois chapitres essentiels : le premier chapitre basé sur la présentation de la zone d'étude et le deuxième chapitre ressortir les matériels et méthodes d'analyse. le dernier chapitre porte les résultat et la discussion

Enfin, nous terminons notre étude par une conclusion.

première partie

Etude bibliographique

chapitre I

pollution des eaux

1. Définition :

La pollution de l'eau est une altération physique, chimique, biologique ou bactériologique qui rend son utilisation dangereuse et perturbe l'écosystème aquatique .elle concerne les eaux superficielles (rivières, plans d'eau), et les eaux souterraines (**Rodier.J, 1996**).

Cette pollution à pour origine principale l'activité humaine, les industries, l'agriculture et les charges de déchets domestiques ou industrielles. (**Debroise.A, 2000**).

2. Les types de pollutions :

« La plupart du temps, un rejet n'est jamais une source unique et les différents types de pollution sont mélangés et agissent les uns sur les autres (effets de synergie). Ainsi, un égout rejette des déchets organiques, des détergents dont certains s'accompagnent de métaux lourds (pollution chimique), des microorganismes (pollution biologique), le tout dans de l'eau douce (pollution physique). ». (**Gravez.V et Bernard.G, 2006**) , ainsi , nous distinguons :

2.1. Pollution chimique :

C'est une pollution due au déversement de substances chimique telles que les hydrocarbures, les détergents, les biocides, les pesticides (DDT, lindane,...), les métaux lourds (Pb, Cd, Hg...). (**GIS.P, 1996**)

2.2. La pollution physique :

On parle la pollution physique lorsque le milieu marin est modifié dans sa structure physique par divers facteurs .il peut s'agir d'un rejet d'eau douce qui fera baisser la salinité d'un lieu (par une centrale hydroélectrique) , d'un rejet d'eau réchauffée ou refroidie (par une centrale électrique ou une usine de regazéification de gaz liquide), d'un rejet liquide ou solide de substances modifiant la turbidité du milieu (boue ,limon,macrodéchets...) , d'une source de radioactivité (**Gravez .V.et Bernard.G , 2006**)

2.3. La Pollution biologique :

Les matières organiques fermentescibles (MOF) constituent une cause majeure de pollution biologique en effet les déchets humaines et animaux disséminent dans les milieux naturels une quantité de virus, de bactérie et parasite qui peuvent être pathogènes (**Gomila.C et Gurree. H, 2002**).

2.4. La Pollution organique :

Elle résulte de l'introduction dans le milieu de substances organiques provenant de diverses activités : industrielles (hydrocarbures), agricoles (engrais azotés et phosphatés) et domestiques (phosphates, matières fermentescibles) (**Khaled.A, 1995**).

3. Multiples sources de pollution des eaux

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.B, 2007**).

3.1. Pollution d'origine urbaine

Provoquée par les rejets d'eaux usées (ce qui descend doit monter) ; des eaux, pluviales (tout ce qui monte doit descendre sous forme de pluies acides), les dépôts d'ordures ménagères...etc. (**Défrancisai.M, 1996**).

3.2. Pollution d'origine agricole

L'agriculture constitue la première cause de pollution diffuse des ressources en eau. Les activités agricoles sont, en particulier, largement impliquées dans les apports d'azote et, surtout, de ses dérivés, nitrates et nitrites, que l'on trouve en forte concentration dans les produits phytosanitaires. Le stockage et l'épandage d'engrais chimiques et certains pesticides sont majoritairement à l'origine de la pollution agricole (**Ramade.F, 2000**).

3.3. Pollution d'origine industrielle

Les industries rejettent différents produits considérés comme des polluants non dégradants, parmi ces produits on trouve : les eaux usées industrielles hydrocarbures des raffineries, produits chimiques des industries chimiques, les rejets phénoliques et détergents...etc. (**Defranceshi.M, 1996**).

3.4. Pollution d'origine domestique

Eaux ménagères, et eaux de vannes riches en bactérie. Virus, protéines, hydrates de carbone et autres déchets organiques ainsi qu'en détergents. Cette pollution compromet gravement de nombreuses réserves d'eau puisque si la quantité d'eau disponible à l'échelle mondiale demeure constante en revanche, sa qualité ne cesse de baisser (**Beaudry.J, 1998**).

4. Les paramètres de la pollution de l'eau :

La connaissance de certains paramètres nous permet de connaître le degré de pollution d'une eau.

4.1. Paramètres Physiques

4.1.1. La température :

C'est une caractéristique physique importante, elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH pour la connaissance de l'origine de l'eau des mélanges éventuels. Sa mesure est nécessaire pour accéder à la détermination du champ de densité et des courants. D'une façon générale, la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leur origine est moins profond (**Hamed.M et al, 2012**).

4.1.2. Matières en suspension MES :

Les matières en suspension comprennent toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau. Elles incluent les argiles, les sables, les limons, les matières organiques et minérales de faible dimension, le plancton et autres microorganismes de l'eau. (**Merabet.S, 2010**).

4.2. Paramètres Organoleptiques

4.2.1. La Turbidité :

Selon **Rejsek (2002)**, la turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence de matières en suspension (MES) fines, comme les argiles, les limons, les grains de silice et les microorganismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale.

4.2.2. La couleur :

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. (**Rodier.J et al, 2005**).

Elle représentera un indicateur de pollution si elle dépasse l'équivalent de 15 mg/l de platine cobalt (**Lefèvre.J.G, 1991**).

4.2.3. Odeur :

Toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition. L'odeur peut être définie comme : l'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles. La qualité de cette sensation particulière provoquée par chacune de ces substances (**Rodier.J, 2005**).

4.3. Paramètres Chimiques

4.3.1. Le PH : Le potentiel hydrogène

Le potentiel d'hydrogène est le logarithme décimal de l'inverse de sa concentration en ions d'hydrogène (H⁺), il est inférieur ou supérieur à 7 suivant que l'eau est acide ou basique. Il n'a pas de la signification hygiénique mais il représente une notion importante de la détermination de l'agressivité de l'eau et la précipitation des éléments dissous. (**Hamed .Aet al, 2012**).

$$\text{pH} = \log 1/[\text{H}^+]$$

4.3.2. L'oxygène dissous :

Les concentrations en oxygène dissous, constituent avec les valeurs de pH, l'un des plus importants paramètres de qualité des eaux pour la vie aquatique. L'oxygène dissous dans les eaux de surface, provient essentiellement de l'atmosphère et de l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques. La concentration en oxygène dissous varie de manière journalière et saisonnière car elle dépend de nombreux facteurs; tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière, l'agitation de l'eau et la disponibilité en nutriments (**Merabet.S, 2010**).

4.3.3. Conductivité électrique CE :

La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau La conductivité d'une eau naturelle est comprise entre 50 et 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. L'estimation de la quantité totale de matières dissoutes peut être obtenue par la II-Généralités 5 multiplication de la valeur de la conductivité par un facteur empirique dépendant de la nature des sels dissous et de la température de l'eau. La

connaissance du contenu en sels dissous est importante, dans la mesure où chaque organisme aquatique a des exigences propres (Merabet.S, 2010).

4.3.4. Demande biologique en oxygène DBO :

La DBO₅ est la quantité d'oxygène consommée par les germes aérobies dans les conditions de l'essai (incubation durant 5 jours à 20 °C et à l'obscurité) afin d'assurer la dégradation des matières organiques fermentescibles contenues dans l'eau (Ramade.F, 2002). ONA(2008) déclare que la détermination de la DBO₅ se fait après cinq jours d'incubation à 20°c dans un DBO mètre.

4.3.5. Demande chimique en oxygène DCO :

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène nécessaire pour obtenir une oxydation complète des matières organiques et minérales présentes dans l'eau. Certaines matières contenues dans l'eau dans l'eau sont oxydées par un excès de dichromate de potassium, en milieu acide en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure. L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium (Rodier .J.et al, 2005). La DCO est exprimée en mg/l d'O₂ consommé par les matières oxydables dans un litre d'eau.

4.3.6. L'azote :

L'azote présent dans l'eau peut avoir un caractère organique ou minéral. L'azote Organique est principalement constitué par des composés tels que des protéines, des Polypeptides, des acides aminés, de l'urée. Le plus souvent ces produits ne se trouvent qu'à de très faibles concentrations. Quant à l'azote minéral (ammoniaque, nitrate, nitrite), il Constitue la majeure partie de l'azote total. (Rodier.J, 2005).

4.3.7. Matière organique (MO) :

Elle est mesurée par oxydabilité au permanganate de potassium. Le principe consiste à mesurer en milieu acide la quantité d'oxygène utilisée pour la réduction du permanganate de potassium par les matières oxydables contenues dans une eau (Rodier .J .et al. 2005).

chapitre II

les diatomées

1. Présentation générale des diatomées :

Les Diatomées, ou Bacillariophycées, sont des micro-algues unicellulaires appartenant à l'embranchement des Cormophytes (algues brunes). Leur taille varie de moins de 10 µm à plus de 500 µm pour les plus grandes. Elles sont principalement solitaires, mais peuvent aussi former des colonies rubanées, étoilées ou filamenteuses. Les premières diatomées fossiles datent du Crétacé (120 millions d'années) (**Van den Hoek.C et al, 1995**) et plus de 100 000 espèces ont été recensées jusqu'à présent (**Round .F.E.et al. 1990**), se développant dans tous les types de milieux aquatiques, au niveau du phytoplancton et du périphyton.

2. Systématique :

Il existe plus de 7000 espèces de diatomées dans les eaux douces ou saumâtres ; plus de 400 taxons sont décrits chaque année, ce qui astreint la classification à une évolution permanente. Les classifications des diatomées sont abondantes, et révisées fréquemment. La Süßwasserflora (**Krammer.K et Lange-Bertalot.H 1986 - 1991**) repose sur la subdivision en deux groupes, qui sont identifiés d'après leur mode de reproduction sexuée et les caractéristiques du frustule (**Round.F.E et al. 1990**), observé en vues valvaire (de face) et connective (de profil) : forme, taille, symétrie, agencement et densité des ornements des valves, nature du raphé et des ceintures connectives. Parmi les diatomées, on distingue ainsi deux sous-classes :

Les *Pennatophycideae* (Pennées) et les *Centrophycideae* (Centriques).

➤ **Les diatomées centriques**, majoritairement pélagiques, sont définies par des critères de Symétrie axiale des valves, et d'arrangement des ornements (nombre de pores, organisation radiale ou concentrique).

➤ **Les diatomées pennées**, prédominantes dans le microphytobenthos, se distinguent des Centriques par une forme allongée des valves (linéaires, lancéolées ou ovales) et une symétrie des ornements du frustule généralement bilatérale. Certaines présentent une interruption des stries dans l'axe longitudinal de la valve (pseudo-raphé) ou une fente longitudinale (raphé).

Au sein de la sous-classe des pennées, on différencie les espèces en fonction de la présence et du nombre de raphés :

- les araphidées, sans raphé

Partie Bibliographie

Chapitre I : Pollution des eaux

- les biraphidées, avec un raphé sur chaque valve
- les monoraphidées, où seule une valve possède un raphé, l'autre valve ne présentant au plus qu'une ligne médiane appelée **pseudo raphé**.

Les diatomées centriques et pennées diffèrent aussi par leur écologie et leur cycle de développement.

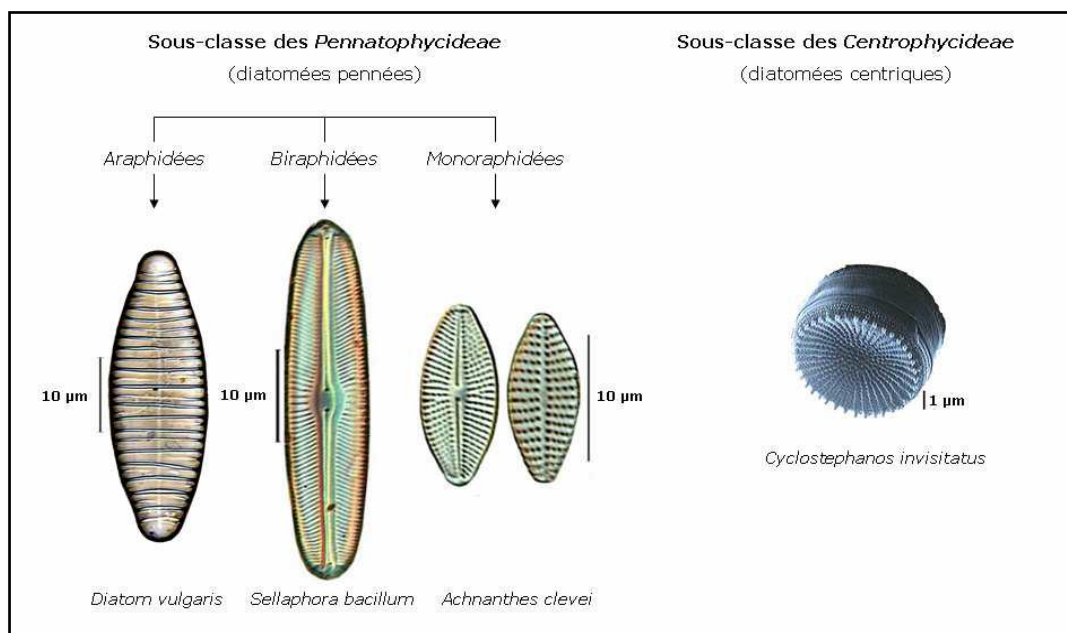


Figure N°01 : Représentation schématique de la systématique chez les diatomées.

3. Structure cellulaire :

Les diatomées sont caractérisées par la présence d'une paroi très différenciée autour de la cellule, principalement constituée de silice (le frustule). Cette paroi externe est formée de deux valves emboîtées (l'épivalve et l'hypovalve, de plus petite dimension), reliées entre elles par des ceintures connectives (l'épicingulum et l'hypocingulum). Les diatomées produisent des substances extracellulaires polymériques (Extracellular Polymeric Substances, EPS), qui peuvent organiser en tubes, pédoncules, fibrilles ou former une enveloppe adhésive autour du frustule (Hoagland.K.D et al, 1993). Ces substances mucilagineuses sont excrétées par la cellule au niveau des perforations réparties sur toute la surface du frustule (Round.F.E et al, 1990) .

Elles sont considérées comme étant en grande partie responsables du succès biologique des diatomées, jouant un rôle dans leur mobilité, leur adhésion au substrat, dans la formation des colonies et contre la dessiccation (**Hoagland.K.D et al, 1993**).

Le protoplasme sous-jacent ne présente pas de caractéristique particulière. Il contient les mêmes organites que les autres algues eucaryotes : noyau, mitochondries, dictyosomes, chloroplastes, vacuoles, etc.

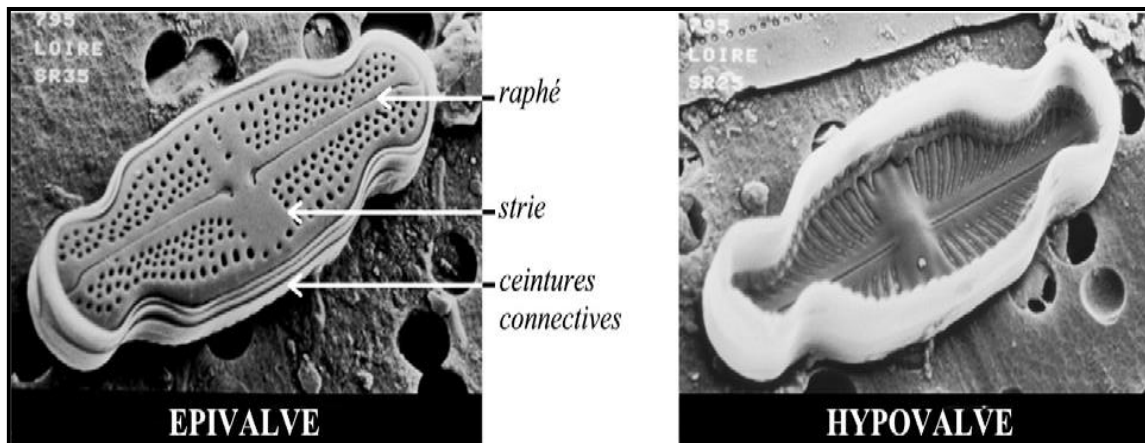


Figure N°02 : Structure du frustule de la diatomée *Luticola ventricosa* (observé au MEB) (d'après **Güttinger 1999**).

4. Habitats et modes de vie.

Les diatomées ont une grande amplitude écologique, on les trouve dans tous les types de milieux : aérien, terrestre et aquatique, dans des conditions des plus favorables aux plus rigoureuses. Les habitats aquatiques colonisés peuvent être des lacs, des mares, des rivières, mais aussi des estuaires et le milieu marin. Les espèces dites phytoplanctoniques se développent dans la colonne d'eau (en particulier les Centriques et les Araphidées). Les espèces benthiques croissent sur différents types de substrats, ce qui constitue un critère de distinction (**Patrick.P 1977**) : les diatomées formant l'épilithon se fixent sur la pierre, celles de l'épiphyton sur les plantes, celles de l'épipélon sur le sédiment...

5.Écologie des diatomées :

Les principaux facteurs qui influencent la structure, la biomasse et la 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. Le pH ressort souvent comme un des principaux éléments qui influencent

la composition et la distribution des espèces de diatomées (**Lavoie. I et al, 2004; Potapova. M.G et Charles.D.F, 2002; Wunsam .S et al, 2002; Xu .F.L et al, 1999**).

Il a été démontré que différentes espèces de diatomées toléraient un degré d'acidité spécifique (**Hirst.H et al, 2004**), fournissant ainsi des données intéressantes sur le niveau d'acidification d'un cours d'eau. **Hirst et al. (2004)** ont découvert que les diatomées répondent très rapidement à une acidification, mais que le retour à la normale nécessite un plus grand laps de temps.

6. Cycle de développement :

Les diatomées ont un cycle de développement relativement court, allant de quelques heures à quelques jours selon les espèces et les caractéristiques du milieu d'après **Baars 1983**, Elles possèdent deux modes de reproduction distincts : multiplication végétative et reproduction sexuée.

- Elles se reproduisent le plus souvent par **multiplication végétative**, au cours de laquelle chaque cellule donne naissance à deux cellules filles, par écartement des deux valves et régénération de nouvelles valves de plus petite taille. Ce processus conduit à la réduction progressive de la taille des cellules au fil des générations jusqu'à l'atteinte d'une taille minimale .

- La **reproduction sexuée**, induite par la réduction de taille de la cellule mais aussi par les facteurs environnementaux (lumière, température, nature du substrat, etc.), permet la restauration d'individus de taille normale. Les modalités de cette reproduction sexuée varient selon les espèces, mais l'auxosporulation (production d'auxospore ou cellule "oeuf ") est toujours observée

7. Répartition et modes de vie

Le groupe des diatomées possède une **grande amplitude écologique**, ces microalgues étant capables de coloniser tous les types de milieux aquatiques continentaux et marins, même les plus inhospitaliers et les plus pollués (mares temporaires, sources thermales, glace, bouées enduites de peinture antifouling, etc.). Les diatomées présentent deux modes de vie différents, une partie des espèces étant **planctonique** alors que les autres sont

périphytiques. Les diatomées planctoniques, appartenant aux Centriques pour la plupart, vivent en suspension dans la colonne d'eau et constituent la majeure partie du phytoplancton lacustre et marin. Elles ont une importance écologique considérable, contribuant à près de 25

% de la production primaire totale de la planète (**Werner.D, 1977**). Contrairement aux espèces planctoniques, les diatomées périphytiques ont un mode de vie benthique, et se développent à la surface des substrats immergés en zone photique. Elles sont constituées principalement d'espèces Pennées, et sont généralement responsables d'une forte proportion de la production primaire au sein des cours d'eau, où le compartiment phytoplanctonique est peu développé, voire absent, en raison du courant (**Whitton.B.A, 1980**).

8. les bio-indicateurs de la qualité des eaux :

La bio surveillance se définit comme « l'utilisation des réponses à tous les niveaux d'organisation biologique (moléculaire, biochimique, physiologique tissulaire, morphologique et écologique) d'un organisme ou d'un ensemble d'organismes pour prévoir et /ou révéler une altération de l'environnement et pour en suivre l'évolution». (**Garrec.J.P, 2007**).

Les végétaux sont les outils privilégiés car la diversité biologique offre un large panel d'organismes utilisables : bryophytes, lichens, et plantes supérieures qui sont employées spécifiquement pour un grand nombre de polluants (ozone, d'oxydes d'azote, métaux lourds...).(Durif. V. et al 2004).

Le bio-indicateur désigne une espèce ou une population qui, du fait des particularités écologiques des espèces composant l'assemblage, est apte à rendre compte de façon intégrée dans le temps de l'ambiance écologique régnant dans un milieu aquatique et à révéler précocement des modifications biotiques ou abiotiques de l'environnement. Pratiquement tous les organismes révèlent des informations sur leur environnement, mais certains sont plus utiles pour la surveillance de la qualité des eaux que d'autres (**Charles.D.F et Smol.S.P 1994**).

8.1. L'utilisation des diatomées comme bio indicateurs :

Un organisme biologique est considéré un bon indicateur lorsqu'il présente une gamme écologique étroite mais une vaste distribution géographique (ubiquiste), une réponse rapide aux changements environnementaux et, enfin, une taxonomie bien définie permettant une identification fiable (**Bellinger E.G, 2010**).

Le développement de la bio-indication ouvre ainsi la voie à une surveillance plus large et écologique intégrant les effets sur l'environnement grâce à des organismes sentinelles. (Ramade.F, 2007 .GarrecJ.P, 2003 ; Garrec.J.P, 2007).

8.2. L'Indice Biologique Diatomées (IBD) :

Les indices biologiques diatomées utilisés pour évaluer la qualité des cours d'eau ont montré leurs limites pour déceler les effets des pollutions toxiques agricoles. Les diatomées, à la base de la chaîne trophique, sont connues comme de bons bio-indicateurs des pollutions par les éléments trophiques.(**Debenest.T,2007**)

Les indices biologiques, notamment les indices s'appuyant sur les diatomées benthiques, utilisés en routine pour le suivi de la qualité des eaux de surface, dans le cadre des réseaux de surveillance, ne permettent pas à l'heure actuelle de discriminer les pollutions dues aux composés toxiques et des autres pollutions (**Sabater.S, 2000; Gold.C.A et al. 2002; Dorigo .U.X et al. 2004; Aubertot .J.Net al. 2005**).

Deuxième partie

Etude expérimental

chapitre I

Présentation de la zone d'étude

Ce chapitre est consacré à la présentation de la zone d'étude, dans laquelle nous avons fait la description du bassin versants de Lardjem, (Wilaya de Tissemsilt) et une synthèse climatique des paramètres météorologiques.

1. Présentation générale de la wilaya de Tissemsilt :

1.1.Situation de la wilaya :

La wilaya de Tissemsilt est située dans la partie Sud Ouest de la région biogéographique du centre du pays, elle couvre le mont de L'Ouarsenis, s'étale sur ses piémonts Sud et se prolonge jusqu'à la steppe dont elle occupe une partie.

Elle est limitée au Nord par Chlef et Ain Defla, au Sud par Djelfa et Tiaret, à l'Est par Médéa et à l'Ouest par Relizane.

Le relief de la wilaya est fortement accidenté et se compose de 65 % de montagne, de 25 % de piémonts et 10 % de plaine; Chevauchant l'atlas et les hauts plateaux, Elle s'étend sur une superficie totale de 3 151,37 km². (CFT2015).

La Wilaya de Tissemsilt s'étend sur une superficie de 3151,37 Km², La Wilaya est organisée en huit (08) Daira et vingt-deux (22) communes dont 16 sont situées dans la zone montagneuse. (INDI 2014)

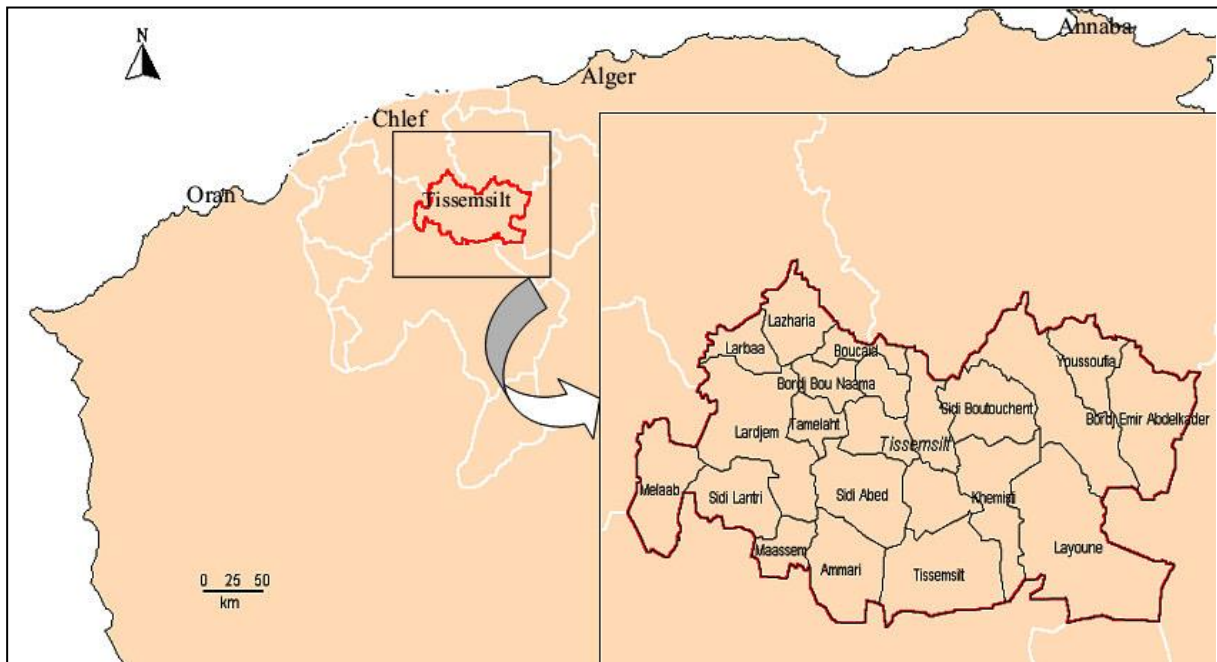


Figure N°03 : Situation géographique de la Wilaya de Tissemsilt.(ANRH Tissemsilt ,,2006)

Partie Bibliographie

Chapitre I : Pollution des eaux

1.2 .Situation géographique local:

Le bassin versant de l’Oued Lardjem est situe immédiatement au Nord-Ouest du la ville de Tissemsilt, Le bassin est limité au Nord par la plaine de Cheliff, au Sud par le plateau de Sersou, à l’ouest le bassin de Rhiou, et à l’Est la ville de Tissemsilt.

Administrativement, le bassin se trouve à la jonction des wilayas de Tissemsilt et Cheliff. (ANRH Tissemsilt 2006)

Le bassin versant de l’Oued de Lardjem est caractérisé par une superficie de 918 km² et un périmètre de 156 km², à une pente moyenne de 21.62 m/km sur une longueur de 62,72 km.

L’indice de compacité $kC=1.44$ montre que le bassin est de forme allongée. L’oued principal draine un ensemble de régions hétérogènes, aux chaines montagneuses de l’Ouarsenis.(Chenaoui.B, 2001).

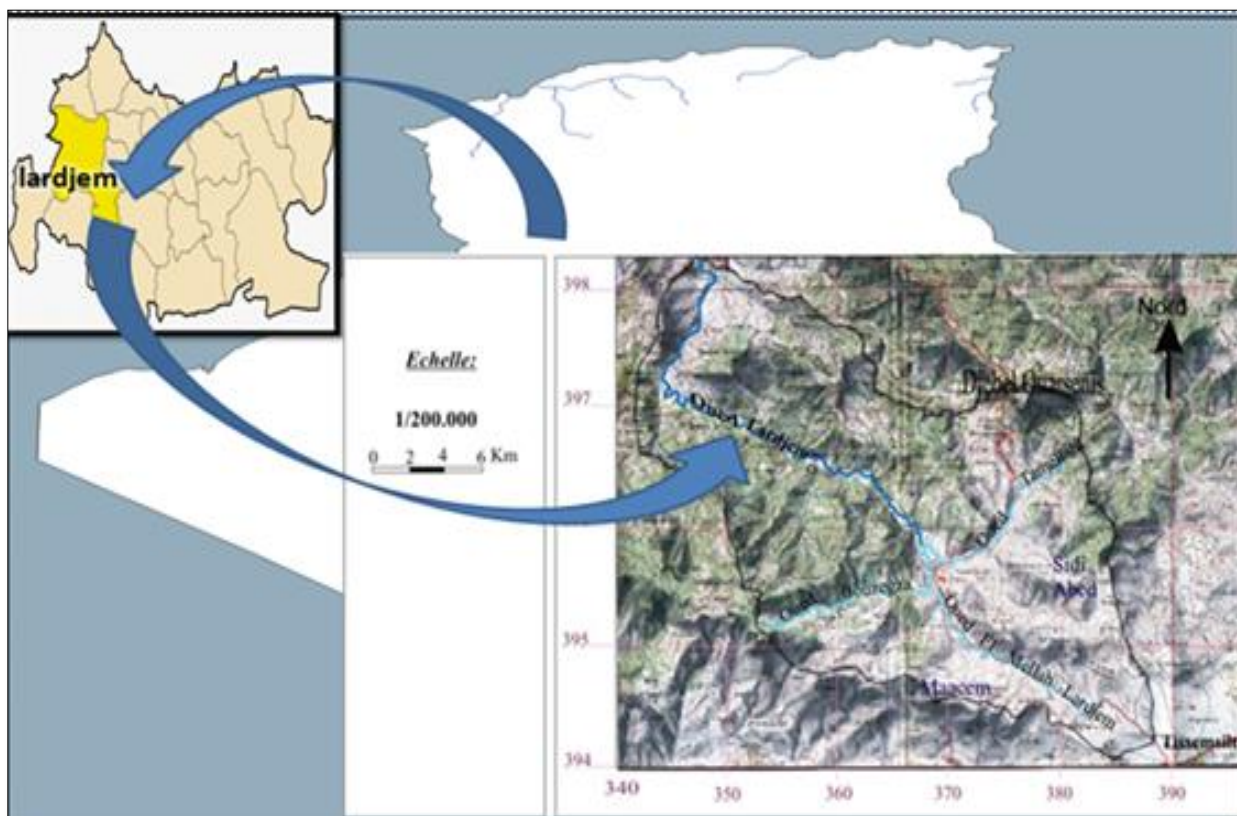


Figure N°04 : Situation géographique de la zone d'étude.

Partie Bibliographie

Chapitre I : Pollution des eaux

Tableau N°01 : Les résultats relatifs caractéristiques morpho métriques du sous bassin versant :

Paramètres	symboles	unités	Valeurs
Cordonnées :	X	Km Lambert	404,35
	Y	Km Lambert	279,55
	Z	m	672,86
Géométrie :			
Surface :	S	Km ²	37,81
Périmètre	P	Km	29,55
Rectangle équivalent :			

Longueur	L	Km	11,40
Largueur	I	Km	3,32
Altitude			
Maximale	H_{max}	m	1661
Minimale	H_{min}	m	672,86
Moyenne	H_{moy}	m	925,08
Médiane	H_{med}	m	930

2. Contexte hydrologique :

2.1. Etude des sous bassins versants :

Dans sa partie amont, le bassin versant de l'Oued Lardjem est caractérisé par 3 sous bassins principaux. Il s'agit des sous bassin versants de l'Oued El Mellah-Lardjem, de l'Oued Bouzegza et de l'Oued Tamellaht.

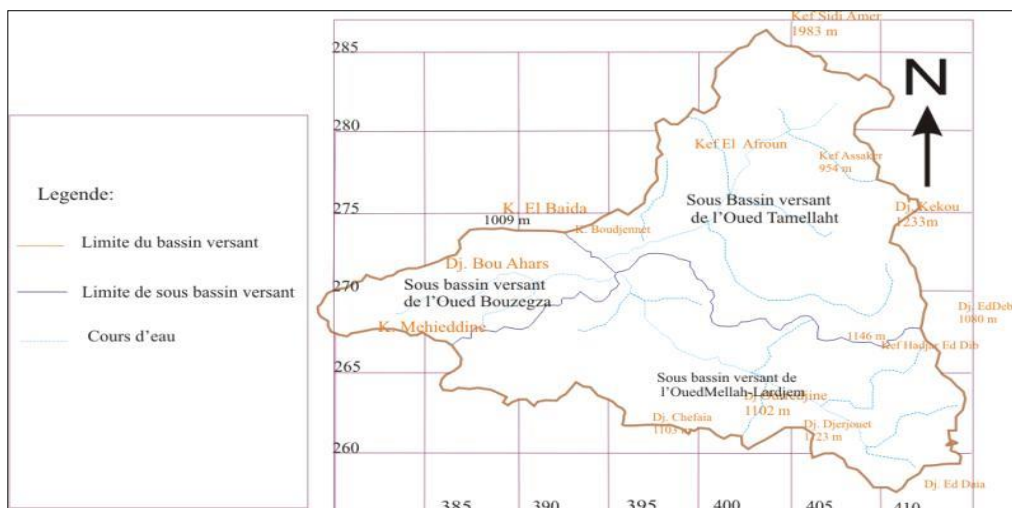


Figure N°05 : découpage administratifs du bassin versant de Lardjam.

2.1. 1. L'Oued Mellah-Lardjem :

L'Oued El Mellah Lardjem se situe dans la partie sud-est du bassin versant, Secteur de Djebel Ben Haouach. Il coule sur environ 32 Km selon une direction générale sud-est / nord-ouest

L'Oued El Mellah a façonné une vallée en forme de U. La largeur de cette vallée augmente d'amont en aval. Dans sa partie terminale, au niveau de la ville, elle dépasse les 100 m et dans certains méandres, elle avoisine les 200 m.

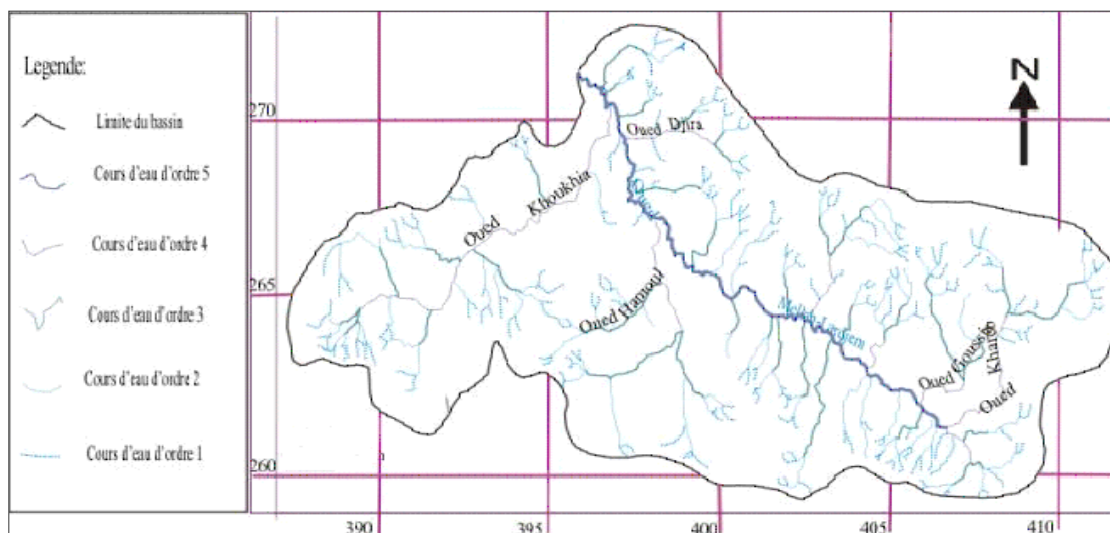


Figure N°06 : carte géographique d'Oued Mellah-Lardjem.

2.1. 2.L'Oued Bouzegza :

L'Oued Bouzegza prend naissance à 1200 m d'altitude dans le Djebel Hamou qui se trouve dans la partie ouest de la zone d'étude. De direction général WSW-ENE, l'Oued Bouzegza vient déverser ses eaux dans l'Oued El Mellah-Lardjem juste à l'entrée sud-ouest de la ville de Lardjem.

Il coule sur environ 21Km, et son sous bassin versant occupe une superficie totale de 68 Km².

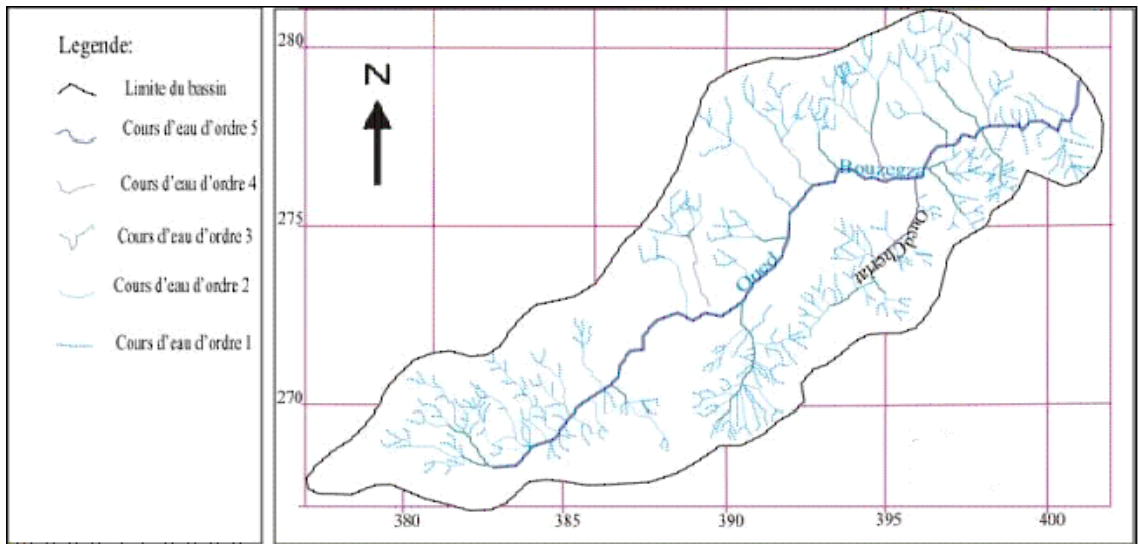


Figure N°07 : carte géographique d'Oued Bouzegza

2.1.3. L'Oued Tamellaht :

La source de l'Oued Tamellaht, ainsi que les points de départ de ces nombreux affluents, se trouvant pour la plupart à plus de 1000 m d'altitude, dans le secteur du sommet du Djebel l'Ouarsenis situé au nord du sous bassin.

Partie Bibliographique

Chapitre I : Pollution des eaux

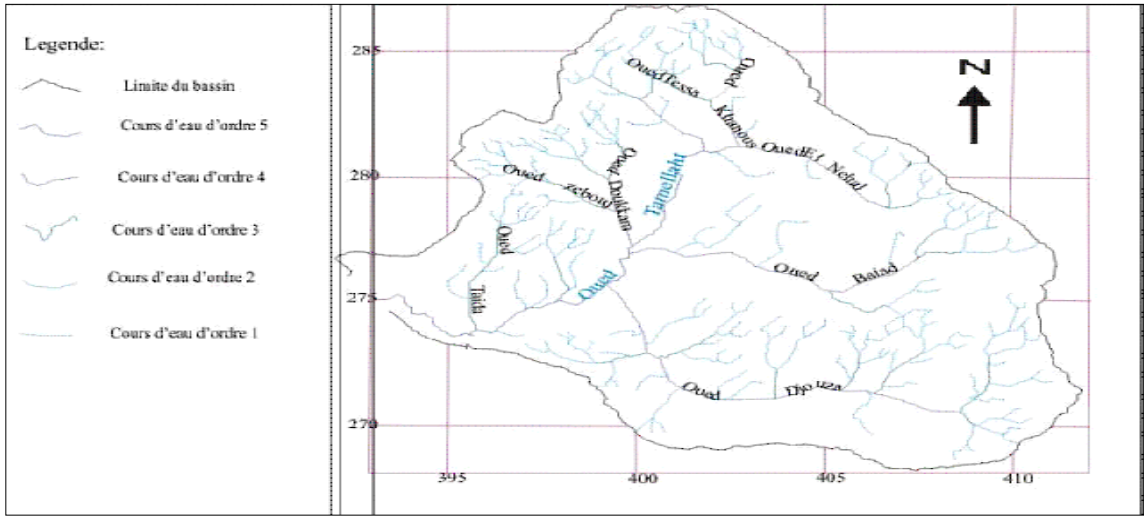


Figure N°08 : Carte géographique L'Oued Tamellaht.

3. Contexte climatologique :

Notre bassin d'étude possède un climat typiquement continental avec des brusques changements saisonniers de la température, pluies et de l'humidité.

Elle appartient à deux étages bioclimatique à savoir : semi-aride et semi humide où sont présente deux saisons annuelles :

Pluviale du mois d'octobre au mois de mars, sèche de juin a septembre.

L'altitude et le relief étant les facteurs qui influent sur la climatologie et en particulier le premier cite

Comme la région de Tissemsilt est dépourvue de station météorologique, l'analyse des facteurs climatiques de la zone d'étude est basée sur les données de la station de Tiaret, présentant les mêmes caractéristiques que la région de Tissemsilt, pour une période d'observation s'étalé de 1994 a 2005

On traiter dans cette étude, successivement des éléments climatiques suivants :

1- La pluviométrie

2- La température

3.1. La pluviométrie:

Au niveau de la station de Bordj Bounaama ou la station d'observation, donne une pluie moyenne inter annuelle de 368,6mm, pour la période 1994-2005.

Sa représentation intra annuelle des précipitations est représentée dans le figure suivant :

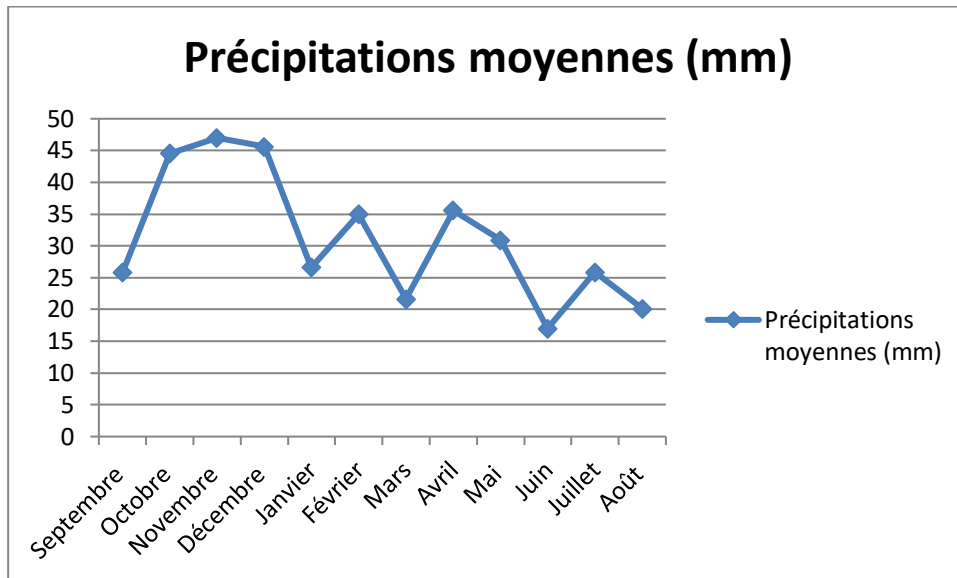


Figure N°09 : Evolution des précipitations mensuelles moyennes de la région de Tissemsilt (1994-2005)

L'examen de la figure relative aux oscillations pluviométriques mensuelles montre :

- L'irrégularité saisonnière, et par conséquent une inégale distribution annuelle de précipitations.
- La hauteur maximale des précipitations mensuelles est enregistrée au mois de novembre (47mm), tandis que le minimum est atteint au mois de mai (17mm).

Partout dans le secteur d'étude, de juin à Août, le total des précipitations est extrêmement bas, en revanche de octobre à décembre, c'est-à-dire pendant la période la plus pluvieuse, durant quatre mois de l'année plus de la moitié des précipitations annuelles sont relevées, tandis que la période pluvieuse réelle ne dépasse guère en moyenne une quarantaine de jours.

3.2. La température :

La température peut jouer un rôle défavorable ou favorable dans l'intensité hydraulique.

Partie Bibliographie

Chapitre I : Pollution des eaux

A cet effet, on examinera :

- 1- la moyenne mensuelle
- 2- la moyenne de tous les minima
- 3- la moyenne de tous les maxima

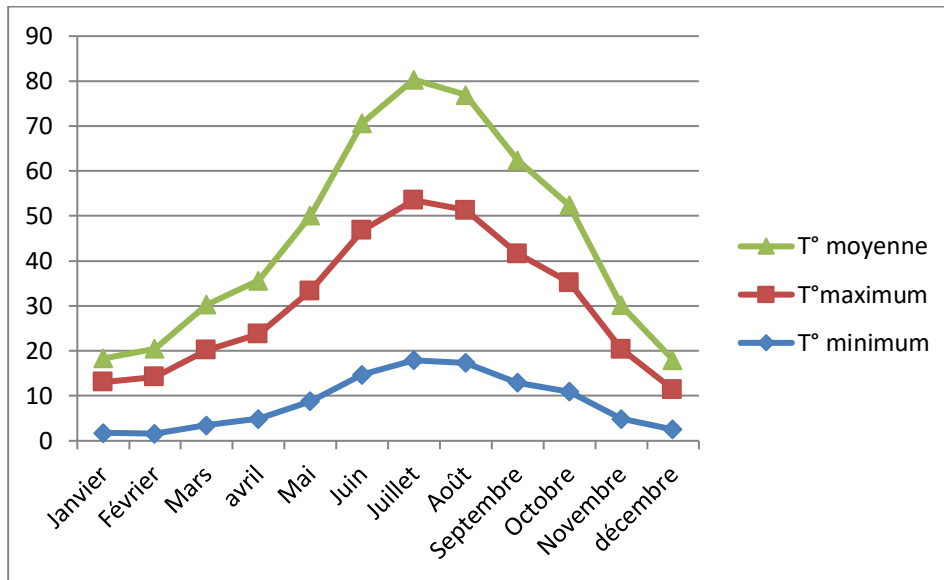


Figure N°10 : Evolution des températures mensuelles moyennes de la région de Tissemsilt (1994-2005)

La température moyenne mensuelle est d'environ 15,08°C, les températures extrêmes enregistrées sont 5°C et 26,83°C, localisées respectivement en Janvier et en Juillet, atteintes avec des fréquences faibles.

Dans le mois de Janvier la température moyenne mensuelle varie le plus souvent entre 1,75°C et 11,35°C alors, qu'en Juillet elle est située entre 17,9°C et 35,6°C, partout les températures moyennes mensuelles sont de novembre à avril inférieures à la moyenne annuelle et sont supérieures à cette moyenne de mai à octobre ; divisant ainsi l'année en deux saisons, une froide et d'autre chaude. Ainsi, durant la saison froide on relevé les moyennes les plus basses pendant trois mois consécutifs : Décembre, Janvier et Février avec un minimum en Janvier,

3.3. La synthèse climatique :

Pour identifier le climat de la zone d'étude, nous nous sommes référés aux données climatiques fournies par **direction de l'hydraulique de la Wilaya de Tissemsilt**.

Partie Bibliographie

Chapitre I : Pollution des eaux

Nous sommes dans le domaine méditerranéen, caractérisé par un hiver doux et pluvieux et un été chaud et sec.

La barrière montagneuse constituée par le massif de l'Ouarsenis au Nord, atténue les influences maritimes, dans le but de visualiser d'avantage les caractéristiques propres au milieu bioclimatique de la zone d'étude.

3.4. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN :

Selon **Ozenda (1982)**, c'est un diagramme qui permet d'avoir une idée sur les Périodes sèches et humides d'une région donnée. Un mois est sec lorsque sa pluviométrie Totale en mm égale ou inférieure au double de sa température moyenne en °C.

Selon le diagramme ombrothermique, la période sèche s'étale sur 5 mois qui va de mi-mai Jusqu'au la fin de septembre et la période humide du mois de octobre jusqu'a avril.

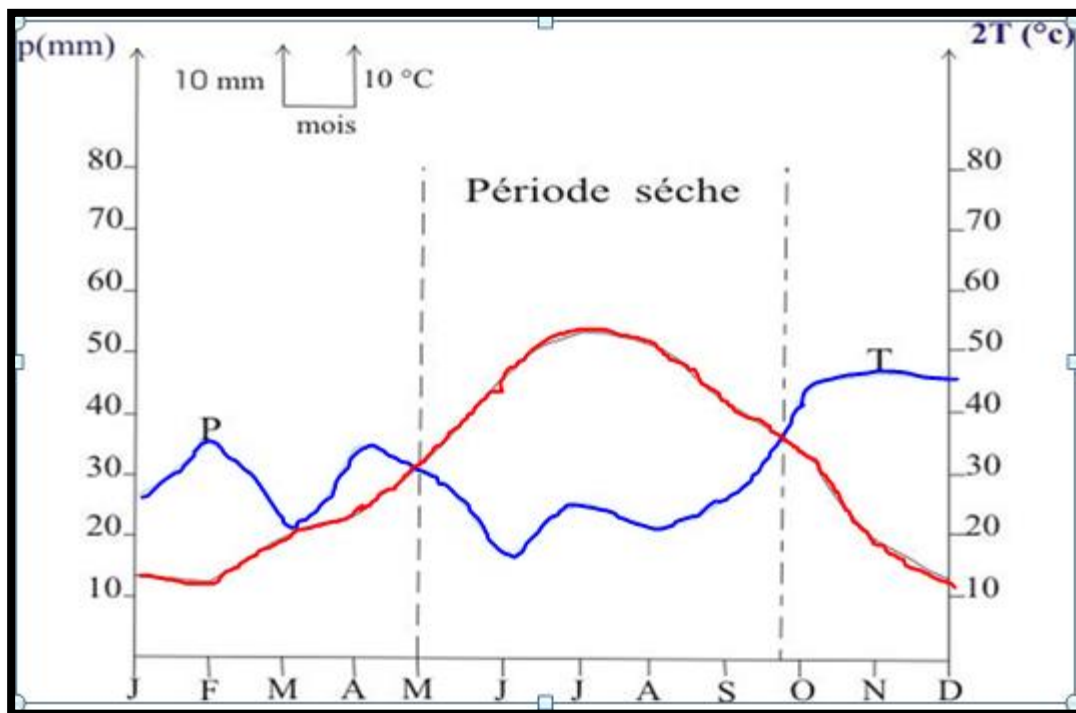


Figure N°11 : diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen du bassin versant de Lardjam (1994-2005)

3.5. Quotient pluviothermique et Climagramme d'EMBERGER

Les températures et les précipitations sont interférences .elles caractérisent le type de climat régnant dans une région donnée .la mesure de cette interférence conduit à l'établissement des

indices pluviométrique qui permettent la classification des différents climats (**Dajoz, 1978 ; Ozenda, 1982, Ramade, 1982**).

Le Quotient pluviométrique d'EMBERGER est une indice pluviométrique propre à la région méditerranéenne (**Ozenda, 1982 ; Ramade, 1982**) .

Il calcule par la formule suivante :

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

Q2 : quotient pluviométrique.

M : moyenne du maxima du mois le plus chaud en degré absolu °K.

m : moyenne du minima du mois le plus froid en degré absolu °K.

P : précipitation annuelle en mm.

Le **Q2** calculé pour la période (1994-2005) est équivalent à 49,15 et donc la zone d'étude se trouve dans l'étage bioclimatique semi-aride supérieur à hiver tempéré, doux. (**Figure N° 12**)

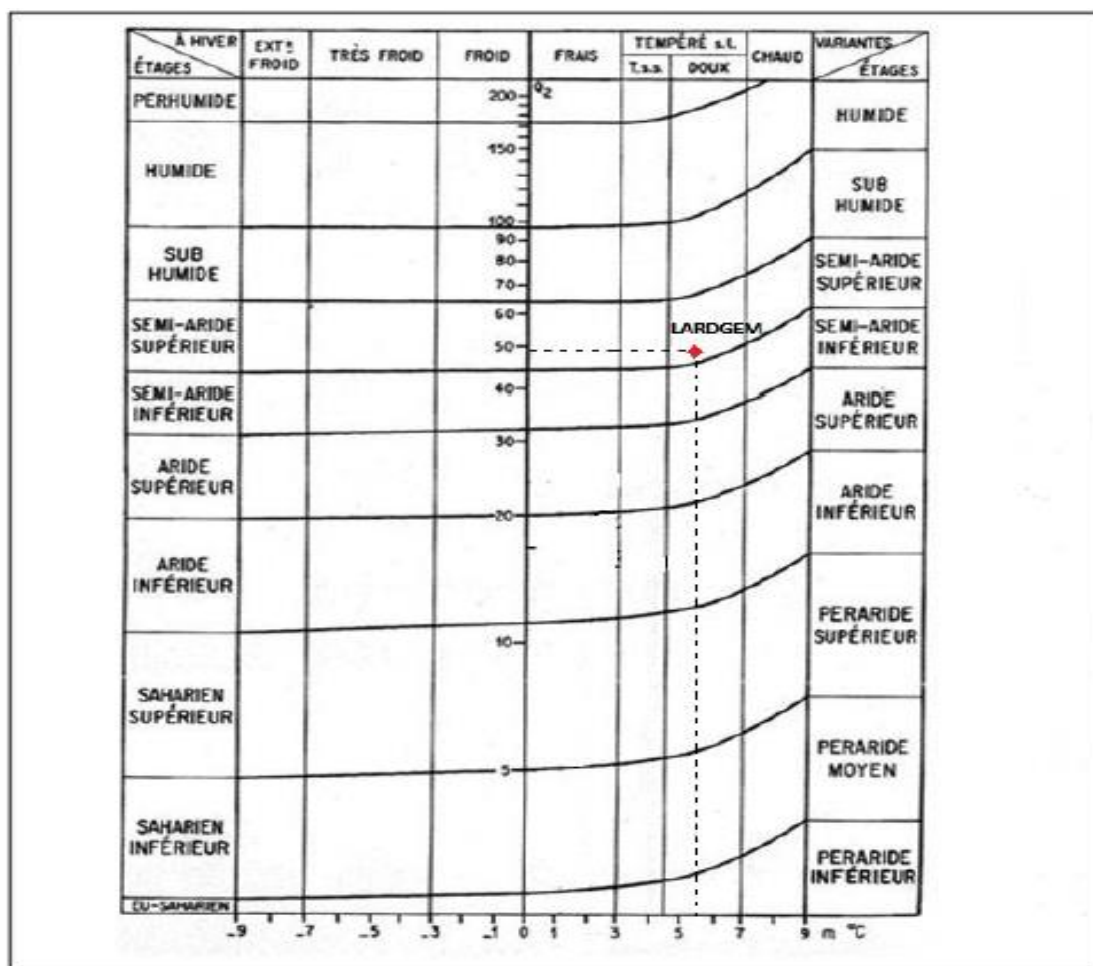


Figure N° 12 : Climagramme d'Emberger pour la période (1994-2005).

chapitre II

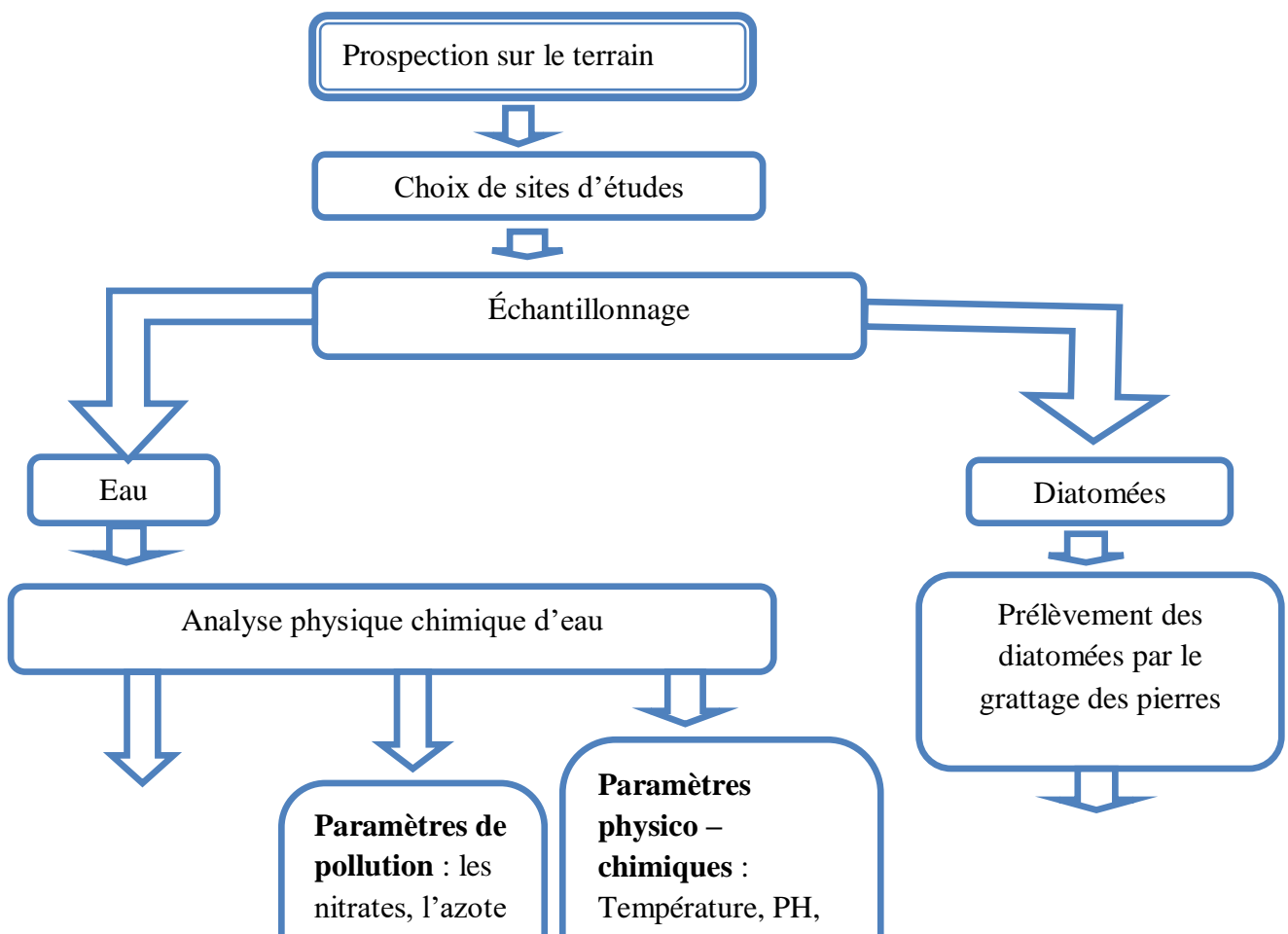
Matériels et méthodes

Dans ce chapitre, nous présentons la méthodologie de travail et les matériels utilisés (localisation des stations de prélèvement).

La nature des prélèvements ainsi que les méthodes analytiques mises en œuvre sont présentées dans un deuxième lieu. Enfin, dans un dernier lieu, nous précisons les méthodes statistiques utilisées afin de traiter l'ensemble des résultats obtenus.

1. Méthodologie de travail :

Pour atteindre notre objectif nous avons opté la méthodologie présentée sur la **figure** №11



Minéralisation**globale :**

Détermination de calcium et du magnésium, des chlorures, de l'alcalinité, et des Sulfates.

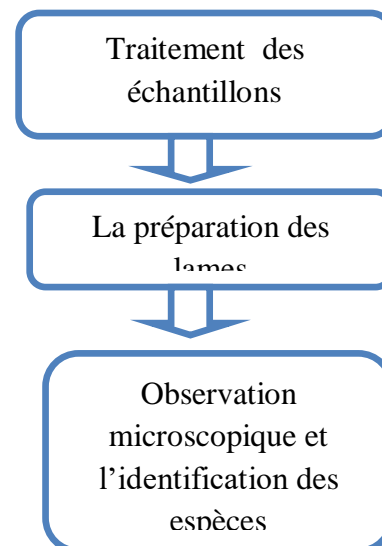


Figure N°13: Schéma du protocole expérimental.

2. Matériels et méthodes :

Les matériels et les méthodes utilisés sont présentés dans le tableau N°02

Les paramètres	Méthodes	matériels
La température et la PH	Méthode électrométrique	Multi paramètres (STEP Tissemsilt)
Oxygène dissous	méthode oxymétrique	oxymétrie
turbidité	méthode néphélométrique	Turbidimètre
La conductivité, la salinité et le TDS	Méthode électrométrique	Multi paramètres (ADE Tissemsilt)
Azote Ammoniacal (NH ₄)	Méthode colorimétrique	Appareillage et verrerie : *Béchers. *Spectrophotomètre UV allant de 400 nm à 800 nm *Etuve *Bain marie * Agitateur *Titrimétrie (DCO) * Incubateur (DBO5) * Pissette d'eau distillée
Nitrites(NO ₂)	Méthode colorimétrique	
Nitrates (NO ₃)	Méthode colorimétrique	
Orthophosphates (PO ₄)	Méthode colorimétrique	
calcium (Ca ²⁺) et du magnésium (Mg ²⁺)	Méthode volumétrique	
chlorures (Cl ⁻)	Méthode volumétrique	
l'alcalinité (HCO ₃ ⁻)	Méthode volumétrique	
Sulfates (SO ₄)	Méthode Néphélométrique	
DBO et DCO	Méthode volumétrique	
Azote total	Méthode colorimétrique	

Les analyses biologiques (diatomées)	*L'élimination de la matière organique *L'élimination d'eau oxygénée *La fixation des lames *L'observation microscopique .	* 5 tubes à essai *pissette d'eau oxygénée H ₂ O ₂ *pipettes *Des lames et des lamelles *centrifugeuse *plaque chauffante *Microscope optique. *Ban de canada
--------------------------------------	--	--

Tableau N°02 : Les matériels et les méthodes utilisés pour les analyses.

3. Méthodologie d'échantillonnage:

Pour la réalisation de cette étude, nous avons retenu cinq (5) sites d'échantillonnages (les sites se reprisent dans le même oued)

➤ **Période d'échantillonnage :**

Le prélèvement des échantillons était réalisé durant le mois de mars 2017.

➤ **Choix des stations :**

- Choisir un site d'échantillonnage ensoleille. Eviter les couverts forestiers ou les zones ombragées.
- Eviter les zones où il ya une grande exploitation agricoles

➤ **Situation des stations d'échantillonnage :**

Les stations 01, 02, 03,04 se situent au nord-est du la commune de Lardjam. et le station 05 se trouve au Nord-ouest du la commune de Lardjam.

Les coordonnées géographiques des stations d'échantillonnage présenté dans **annexe1**.

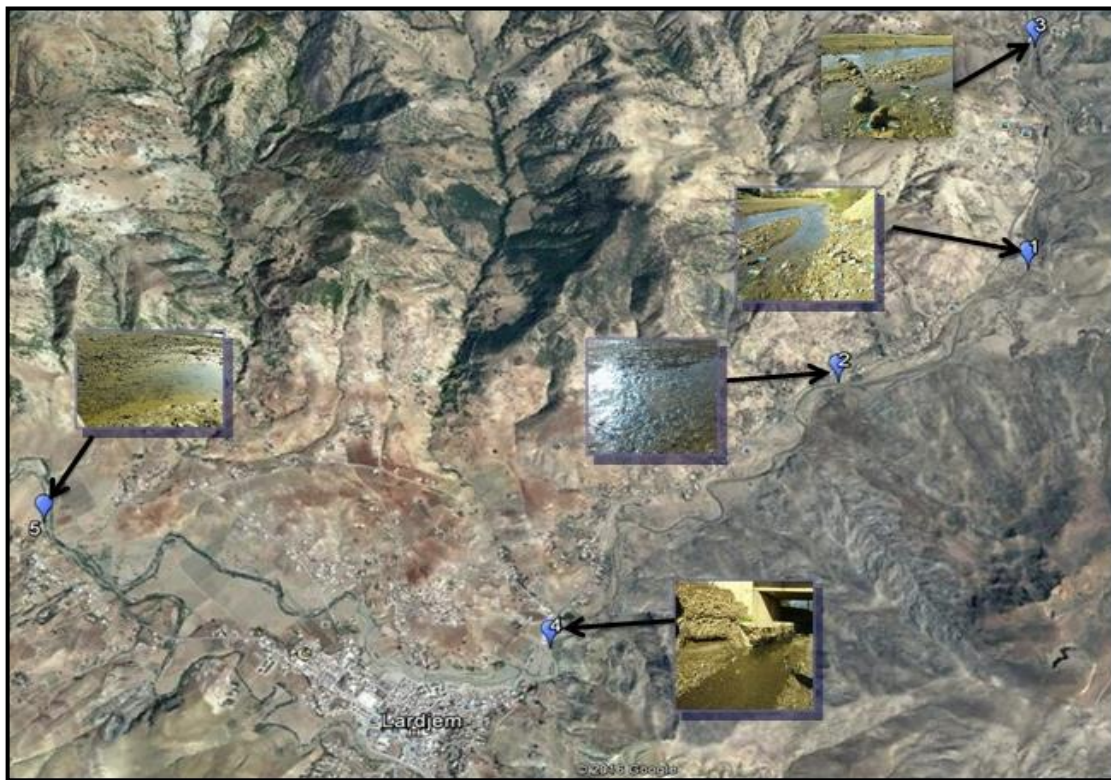


Figure N°14 : carte géographique des sites d'échantillonnages (Google earth) et photographie des sites de prélèvement

3.1. Détermination des analyses des eaux :

➤ Le prélèvement des eaux :

Il existe plusieurs méthodes de prélèvements : bouteilles hydrologiques, pompage, prélèvement par immersion de flacon, prélèvement de surface.

Le prélèvement utilisé est le prélèvement de surface Il s'effectue à l'aide d'un flacon et constitue une autre méthode très courante. Elle présente l'avantage d'être extrêmement simple. On peut s'aider d'une perche pour atteindre le cours d'eau s'il n'est pas accessible. Le flaconnage doit être propre et inerte s'il s'agit de prélèvements pour analyses chimiques.

-Remplir le flacon avec l'eau à analyser

-Etiqueter le flacon d'échantillonnage avec le numéro de la station de 1 à 5.

-Noter sur une carte du bassin le positionnement des 5 prélèvements (éventuellement le point GPS).

3.1.1. Les analyses effectuées au niveau de la STEP de Tissemsilt :

➤ Le pH et de Température :

Le pH et la température sont mesurés directement à l'aide d'un multi paramètre. Ils consistent à tremper l'électrode dans le bêcher de l'échantillon, laisser stabiliser un moment, puis noter les valeurs.

Le résultat de la température est donné directement en C°

➤ **L'oxygène dissous.**

L'oxygène dissous a été mesurée à l'aide d'un oxymétrie de laboratoire, Rincer l'électrode de L'appareil avec de l'eau distillée, Les résultats sont donnés en mg/l.

3.1.2. Les analyses effectuées au niveau de l'ADE de Tissemsilt :

➤ **la conductivité électrique, TDS et salinité :**

On utilise un appareil multi-paramètres pour mesurer les trois paramètres (conductivité électrique, TDS, salinité).

-Opérer de la verrerie rigoureusement propre et rincée avant usage avec de l'eau distillée. Tout d'abord, rincée plusieurs fois l'électrode avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans l'échantillon à examiner,

- laissé stabiliser un moment, puis noter les valeurs.

Partie Bibliographie

Chapitre I : Pollution des eaux

Le résultat de conductivité est donné directement en $\mu\text{S}/\text{cm}$. Le résultat de la salinité et du taux de sels dissous (TDS) sont donnés respectivement en ‰ et en mg/l

➤ **la turbidité :**

Elle se détermine à l'aide d'un turbidimètre HACH 2100N. Après remplissage de la Cuvette de mesure propre et bien essuyée au papier hygiénique contenant l'échantillon à analyser, bien homogénéisé, il s'effectue rapidement la mesure. Il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure. La mesure est obtenue directement en NTU.

➤ **Dosage des nitrates NO_3^- Méthode au salicylate de sodium :**

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosoulate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique. Le résultat est donné directement en mg/l à une longueur d'onde de 415 nm.

➤ **Détermination de l'azote ammoniacal (NH_4^+)**

La détermination de l'azote ammoniacal (NH_4^+) est obtenue par méthode colorimétrique à environ 655 nm du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium. L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de NH_4^+ dans l'eau à analyser.

➤ **Détermination des nitrites (NO_2^-) :**

Les nitrites (NO_2^-) sont dosés suivant la méthode colorimétrique. Les nitrites réagissent avec le Sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui, après couplage avec le N1 Naphtyle-éthylène-diamine dichlorure donne une coloration rose mesurée à 543 nm.

➤ **Détermination des phosphates (PO_4^{3-}) :**

La détermination des phosphates (PO_4^{3-}) se fait par méthode colorimétrique, après formation en milieu acide d'un complexe avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium, puis réduction par l'acide ascorbique en un complexe coloré en bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption l'une vers 700 nm, l'autre plus importante à 880 nm

Détermination de calcium (Ca^{2+}) et du magnésium (Mg^{2+}) :

Partie Bibliographie

Chapitre I : Pollution des eaux

Titration molaire des ions calcium et magnésium avec une solution de sel disodique de l'acide éthylène-diamine-tétraacétique (EDTA) à pH10. Le noir érichrome T, qui donne une couleur rouge foncé ou violette en présence des ions calcium et magnésium, est utilisé comme indicateur.

➤ **Détermination des chlorures (Cl^-) :**

Réaction des ions chlorure avec des ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui est précipité quantitativement. Addition d'un petit excès d'ions argent et formation du chromate d'argent brun-rouge avec des ions chromates qui ont été ajoutés comme indicateur. Cette réaction est utilisée pour l'indication du virage. Durant le titrage, le pH est maintenu entre 5 et 9.5 afin de permettre la précipitation.

➤ **Détermination de l'alcalinité (HCO_3^-) :**

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence bicarbonates, carbonates et hydroxydes.

Cette détermination est basée sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence d'un indicateur coloré.

Noter son pH puis titrer avec HCl à 0,1 N jusqu'à obtention d'un pH de 4,3.

➤ **Détermination des Sulfates (SO₄²⁻) :**

Méthode Allemande élaborée par laboratoire, les ions sulfates sont précipités et passés à l'état de sulfate de baryum en présence de Ba Cl₂.

En fin Agiter énergiquement pendant 1 mn. Passer au spectrophotomètre $\lambda = 420$ nm.

3.2. La détermination des diatomées :

➤ **nature des supports à échantillonner :**

Un seul échantillon est réalisé par station quel que soit le nombre de supports prospectés, l'échantillonnage doit réaliser sur support dur naturel (des pierres).

➤ **La méthode de prélèvement :**

Le prélèvement des diatomées peut être effectuée dans tous les types de cours d'eau à condition de respecter les recommandations suivantes :

-L'échantillonnage s'effectue au centre du lit du cours d'eau grâce au port de cuissardes. Les prélèvements sont toujours effectués dans des zones bien éclairées (évitements des couverts forestiers si cela est possible)

- La profondeur d'échantillonnage doit varier entre 20 et 60 cm, selon la turbidité (transparence) et le niveau de l'eau.

-Tenir une des pierres au-dessus de la bassine et brosser énergiquement sa surface supérieure à l'aide d'une brosse à dent, la brosse est idéal pour récupérer les diatomées fixées dans les interstices des supports. Le support et la brosse à dent sont ensuite rincés à l'eau distillée afin de récupérer le maximum de diatomées.

-Remplir le flacon avec le liquide de la bassine.

- préserver les échantillons avec du Lugol.

-Etiqueter le flacon d'échantillonnage avec le numéro de la station de 1 à 5.

3.3. Prétraitement de l'échantillon :

➤ **Elimination de la matière organique :**

-Une partie de l'échantillon est prélevé et placé dans un tube à essai, ajouter une fois une quantité d'eau oxygène pour éliminer la matière organique de l'échantillon récolté.

- L'échantillon est ensuite centrifugé et rincé plusieurs fois à l'eau distillée. Pour le but de l'élimination d'eau oxygénée.

➤ **Préparation et fixation des lames :**

-Prélever quelques gouttes d'échantillon et déposer sur une lamelle.

-laisser sécher sur une plaque, puis mettre une goutte de ban de Canada

-appliquer la lamelle sur une lame, placer l'ensemble sur une plaque chauffante, afin d'éliminer les bulles d'air.

-Etiqueter les lames avec le numéro de station 1 à 5.

➤ **L'observation microscopique et l'identification des espèces :**

L'identification et le comptage des valves de diatomées s'effectuent en microscopie 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 :

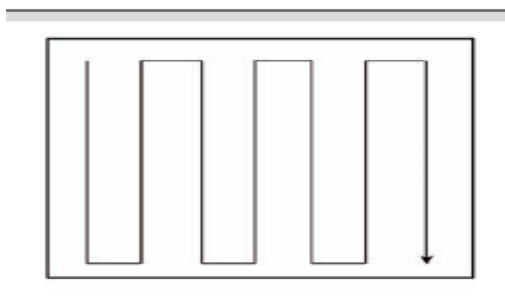


Figure N°15 : Balayage d'une lamelle de microscope

Pour l'identification des espèces et la reconnaissance des taxons (soit famille, genre, espèce, ..) On utilise aussi les guides des recherches *An Illustrated Guide to Some Common Diatom Species from South Africa (Taylor et al, 2007)*, et guide d'identification des diatomées de rivières de l'Est du Canada (*lavoie et al,2008*).

4. Analyse des données :

4.1. Les analyses statistiques :

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 canonique des correspondances (CCA) qui constitue la méthode statistique la plus appropriée pour mettre en évidence des groupements végétaux.

4.2. 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, l'équitabilité de Pielou et l'indice de diversité de Simpson.

4.2.1. 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}).

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

4.2.2. Indice de Simpson

Simpson indice de diversité (aussi connu comme l'indice de la diversité des espèces ou de l'indice de dominance) est l'un des paramètres qui nous permettent de mesurer la richesse des organismes. En écologie, il est également utilisé pour quantifier la biodiversité d'un habitat. Il faut un certain nombre d'espèces dans l'habitat et leur abondance relative. Simpson indice représente la probabilité que deux individus au sein d'un habitat, choisis au hasard appartiennent à la même espèce.

L'indice de Simpson est une formule permettant de calculer une probabilité, soit la probabilité que deux individus sélectionnés aléatoirement dans un milieu donné soient de la même espèce.

$$D = \sum Ni (Ni-1)/N(N-1)$$

D : Indice de Simpson

Ni : nombre d'individus de l'espèce donnée.

N : nombre total d'individus.

L'indice variera entre 0 et 1. Plus il se rapproche de 0, plus les chances d'obtenir des individus d'espèces différentes sont élevées.

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

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 classe correspondant pour chaque paramètre puis d'en faire la moyenne. Comme l'analyse de DOB5 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.(Azote ammoniacal , nitrite et phosphate).

IPO = moyenne des numéros de classes des 4 paramètres

Tableau N°03 : classes de qualité écologique selon l'IPO

Note IPO	1-1.9	02-2.9	3-3.9	4-4.5	4.6-5
Qualité écologique	Pollution organique très forte	Pollution organique forte	Pollution organique modéré	Pollution organique faible	Pollution organique nulle

chapitre III

Résultats et Discussions

1. Interprétation des résultats de diversité des taxons :

Après l'identification et le dénombrement des espèces diatomiques qui se trouve dans les 05 stations étudié, concernant les résultats de diversité des taxons représentent 02 formes des diatomées (centriques et pennées) dont, 14 familles ,20 genres et 45 espèces.

1.1. Forme des espèces diatomiques

La figure 16 représente les proportions des diatomées des formes centriques et pennées, où les formes pennées sont dominantes avec une proportion de 98% et les formes centriques avec une proportion faible de 2 %.

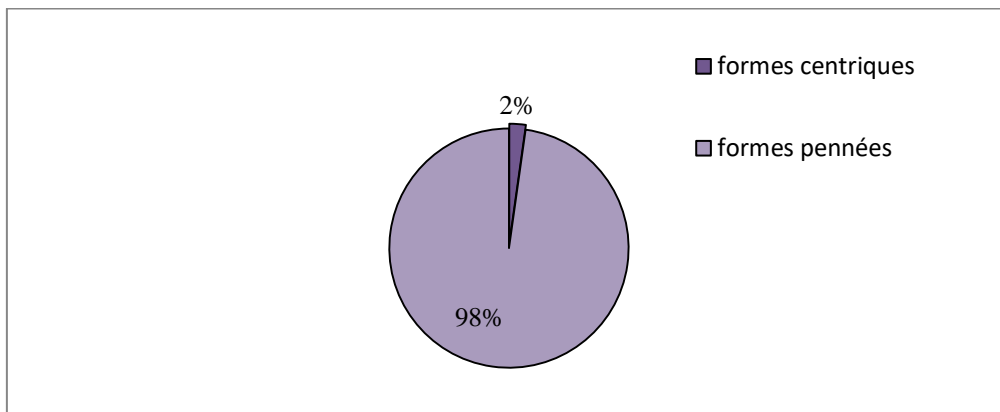


Figure №16 : Proportions des formes centriques et pennées des espèces diatomiques.

1.2. Différentes Formes des pennées :

Le secteur (**figure 17**) présent les proportions de différentes formes pennées, où il ya une prépondérance des Naviculacées avec une proportion de 61%, suivies par les Bacillariacées avec une proportion de 16 % les Monoraphidées et les Araphidées avec une proportion de 9% et les Surireilacées avec de proportions de 5%.

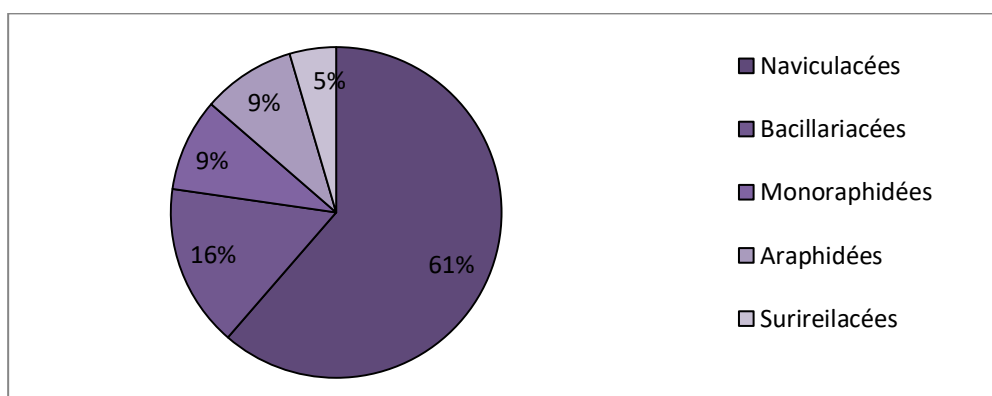


Figure №17 : Proportions de différentes formes pennées des espèces diatomiques.

1.3. Diversité des familles :

Pour une meilleure lisibilité, les familles mises en exergue sont celles qui représentent plus de 4% du total des espèces. La famille de *naviculaceae* regroupe le plus grand nombre avec (4 genres) d'une proportion de 18 %, suivi par la famille de *Cymbellaceae* avec (3 genre) d'une proportion de 13 % , et les famille *Gomphonemataceae* ,*Surirellaceae* , *Fragilariaceae* et *Bacillariaceae* et *Achnanthaceae* avec une proportion de 9%, (2 genres), Tandis que les autre familles représentées un pourcentage égale ou moins de 5% (1 genre) (**Figure 18**).

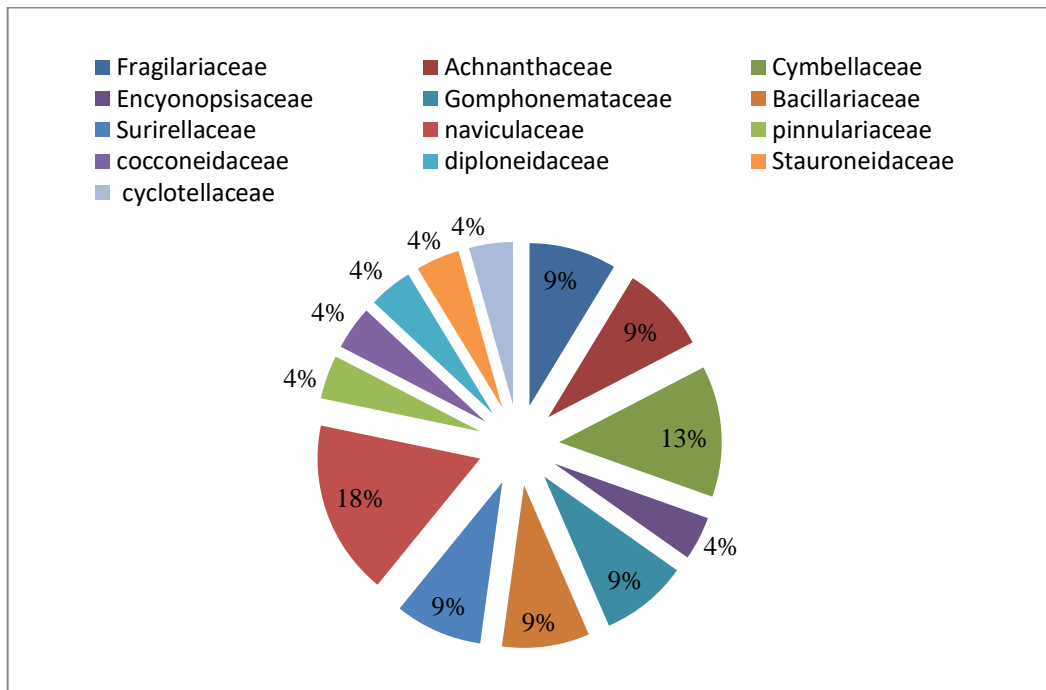


Figure №18 : la proportion des familles des diatomées par les genres.

1.4. Diversité des genres :

En termes de nombre d'espèces, les genres les plus représentés sont *Navicula*, *Gomphonema* et *Nitzshia*, et des proportions 18%, 16% et 13% respectivement, se sont les genres les plus répandus dans les eaux douce (**Fig.19**).

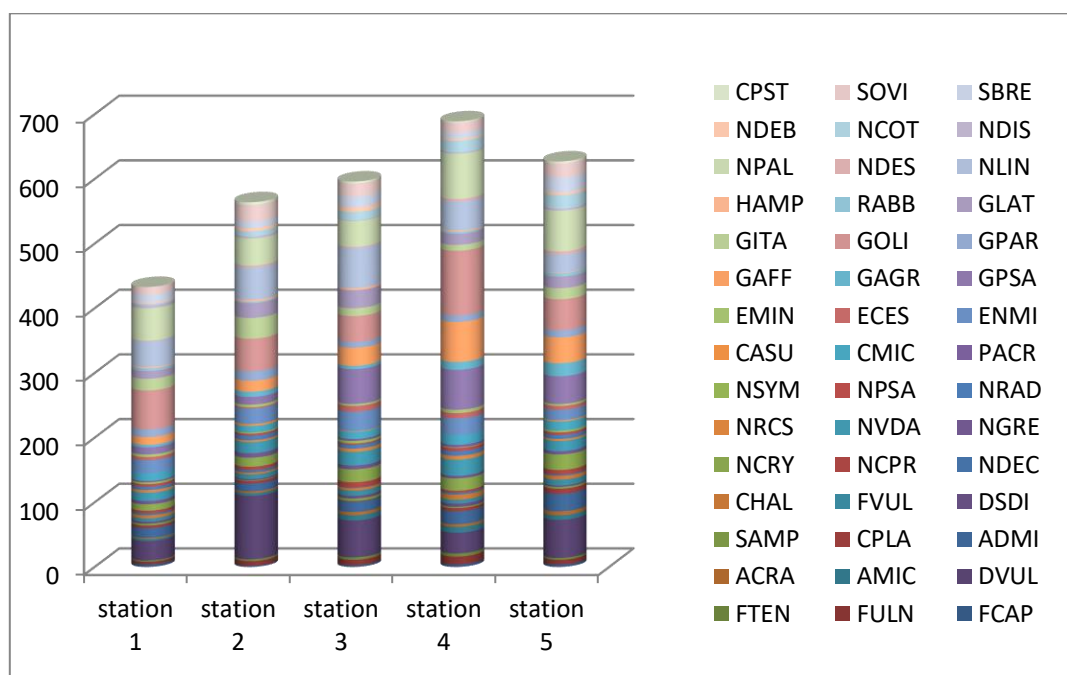


Figure №20 : variations spatiales des espèces des diatomées

1.6. Indices de diversité :

Pour L'indice de diversité de Shannon est présenté en tableau 04 qui postule qu'un écosystème atteint une diversité maximale en espèces 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 significatif de la diversité pour l'ensemble des stations étudiées. Une valeur élevée d'indice de Shannon témoigne d'un nombre élevé d'espèces rares (*Ramade, 1994*).

Tableau 04 : Résultats des indices de diversité

	station_1	station_2	station_3	station_4	station_5
Taxa_S	43	44	44	44	44
Individuals	433	564	596	689	627
Dominance_D	0,05956	0,0667	0,0525	0,06305	0,0489
Simpson_1-D	0,9404	0,9333	0,9475	0,937	0,9511
Shannon_H	3,235	3,163	3,263	3,175	3,315
Equitability_J	0,86	0,8357	0,8624	0,839	0,8761

L'équitabilité varier entre 0.83 à 0.86. 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 a pas d'espèces prédominantes, la compétition alimentaire est plus ou moins équilibrée.

2. Mesures physico-chimique

Les résultats des analyses physico-chimiques (T° , pH, CE, O_2 , salinité, turbidité, TDS, NH_4 , NO_2^- , NO_3^- , PO_4 , Ca^{++} , Mg^{++} , Cl $^-$, SO_4 , P total, DBO_5 et DCO) sont regroupés dans (annexe 02,03 et 04) et illustrés par les figures 18 à 36, qui représentent les variations spatiale de chaque paramètre.

2.1. Température de l'eau

Selon la **figure 19**, La température de l'eau du bassin versant de Lardjam présente des variations similaires dans l'ensemble des stations, la valeur maximale relevée dans la station 1 ($17C^\circ$) et la valeur minimale relevée dans la station 2 ($16,3C^\circ$).

Les valeurs limitent recommandées pour la température est supérieur à $30 C^\circ$ pour les normes Algériennes (J.O.A.2009). Ou les températures des stations étudiées ne dépassent pas les normes.

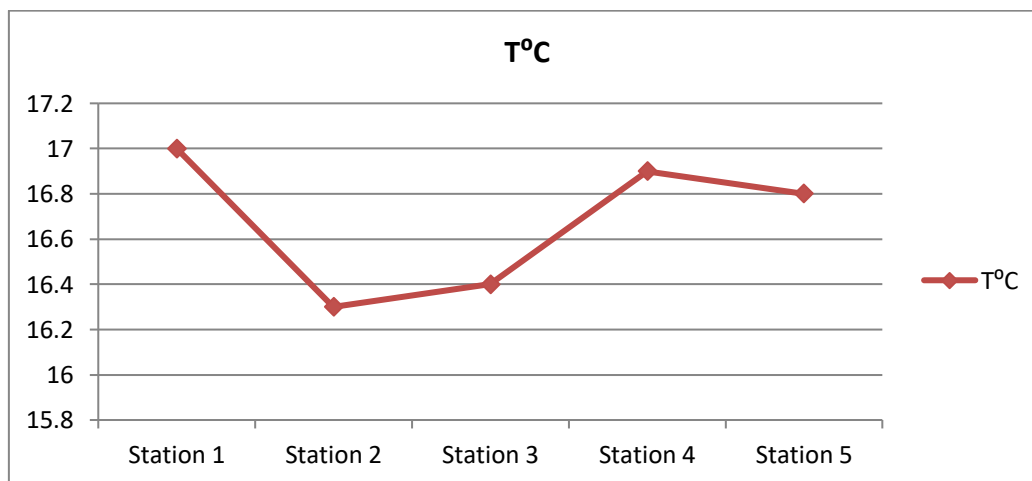


Figure N°21: variations spatiales de la Température de l'eau de bassin versant de lardjam.

2.2. Potentiel hydrogène (pH) :

Le PH de l'eau du bassin est légèrement alcalin, ce paramètre présente une évolution divers dans l'ensemble des sites échantillonnés. La valeur la plus élevée (8,14) est enregistrées dans la station 1. Et la valeur la plus basse (7,81) relevée dans la station 5.

Le PH des stations ne dépassent les normes qui sont limitent a des valeurs comprises entre 5.5 et 8.5 pour les normes Algériennes (J.O.A.2009).

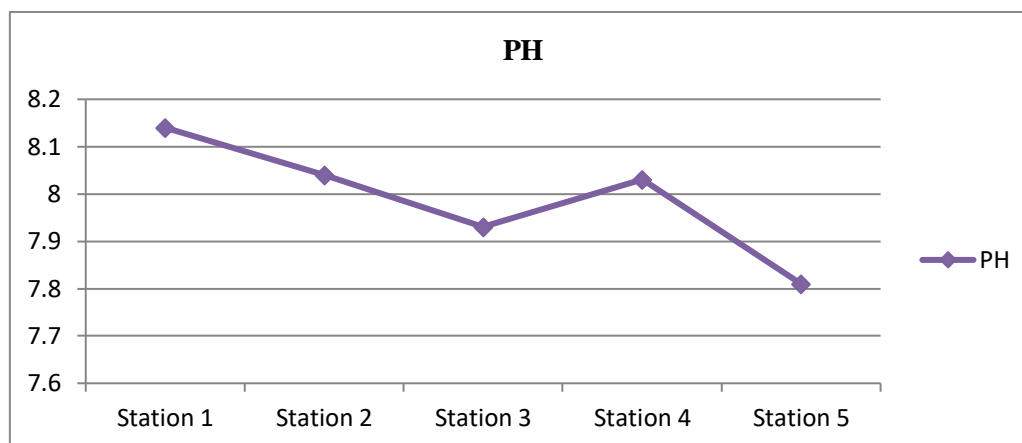


Figure N°2 : variations spatiales du PH de l'eau de bassin versant de lardjam.

2.3. Conductivité électrique (CE)

La CE de l'eau du bassin présente des variations différentes entre les stations, On a enregistré une valeur maximale (8700 $\mu\text{S}/\text{cm}$) pour la station 4 et une valeur minimale (5530 $\mu\text{S}/\text{cm}$) pour la station 03.

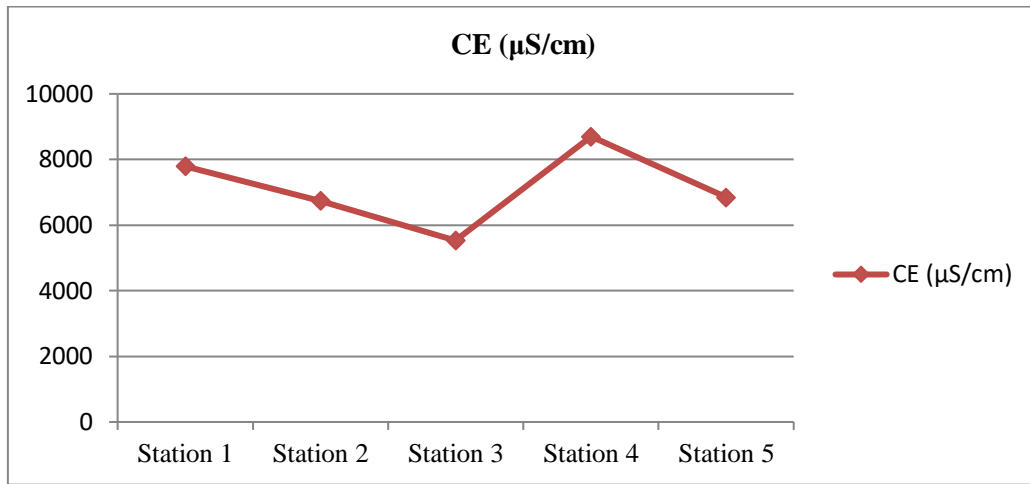


Figure N°23 : variations spatiales du la conductivité électrique de l'eau de bassin versant de lardjam.

2.4. Oxygène dissous

La solubilité de l'oxygène dans l'eau est un paramètre qui dépend essentiellement de la température. Les teneurs en oxygène dissous sont très variables et irrégulières dans l'espace pour l'ensemble des 05 stations.

Les teneurs en oxygène dissous de l'eau sont comprises entre 9.12 mg/l (station 2) et 8.29 mg/l (station 5) avec une moyenne égale à 8.81 mg/l.

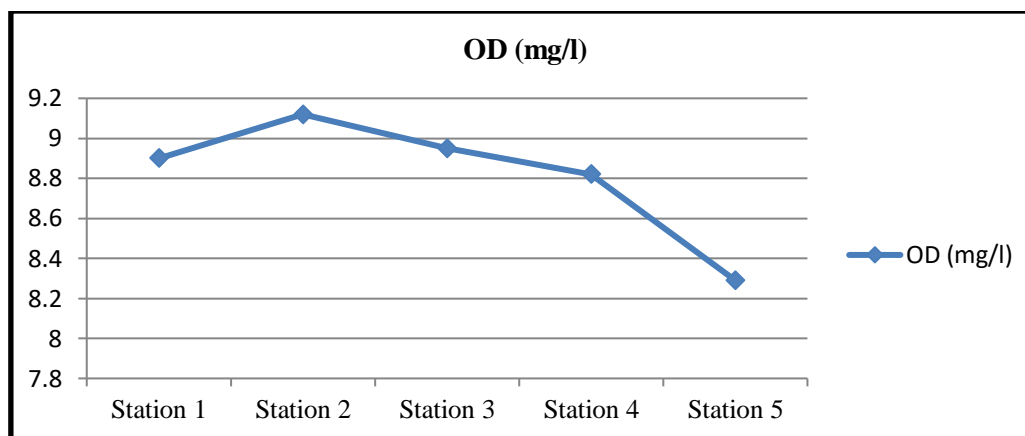


Figure N°24 : variations spatiales de l'Oxygène dissous de l'eau de bassin versant de lardjam

2.5. La salinité :

Les valeurs moyennes de la salinité sont comprises entre 3 g/l et 4,5 g/l avec un moyenne 3,86 g/l, la valeur maximale relevée dans la station 4 (4.5g/l) et la valeur minimale relevée dans la station 3 (3g/l)

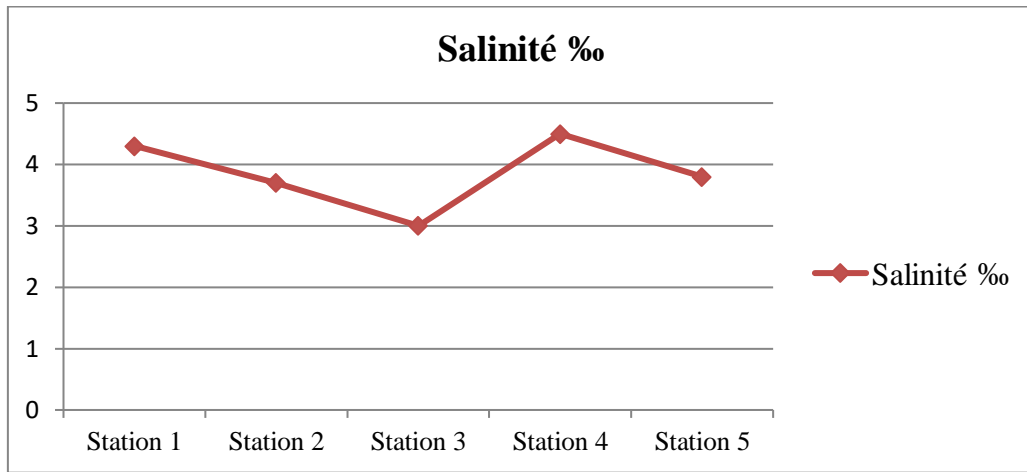


Figure N°5 : variations spatiales de la Salinité de l'eau de bassin versant de l'ardjam .

2.6. Le taux de sels dissous (TDS) :

Le TDS de l'eau du bassin enregistré des variations différentes entre les stations, On a une valeur maximale (4300 mg/l) pour la station 4 et une valeur minimale (2770mg/l) pour la station 3. Avec une moyenne (3552 mg/l).

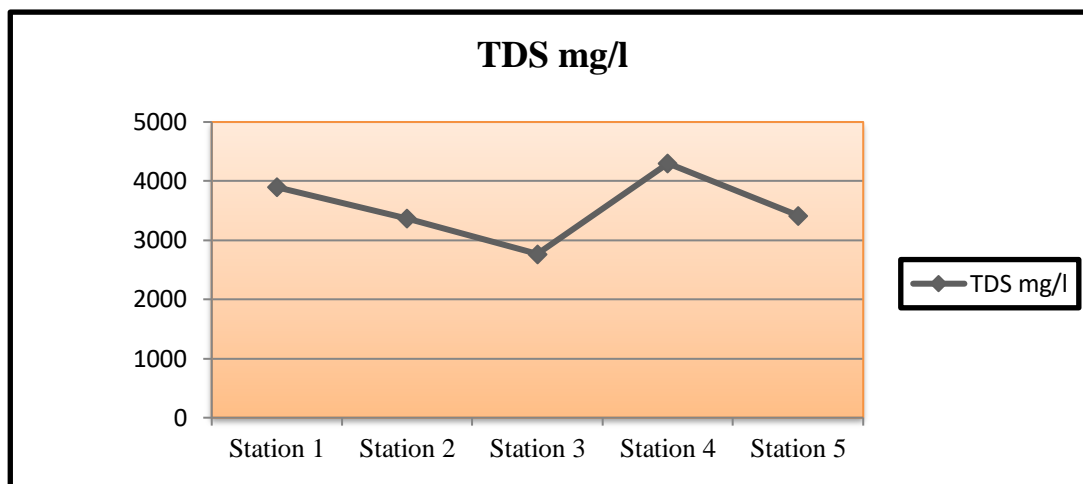


Figure N°26 : variations spatiales du **taux de sels dissous** de l'eau de bassin versant de lardjam.

2.7. La turbidité :

La turbidité de l'eau du bassin versant de Lardjam présente des variations similaires dans l'ensemble des stations, la valeur maximale relevée dans la station 3 (3.19 NTU) et la valeur minimale relevée dans la station 1 (2,3 NTU), avec une moyenne (2.63 NTU).

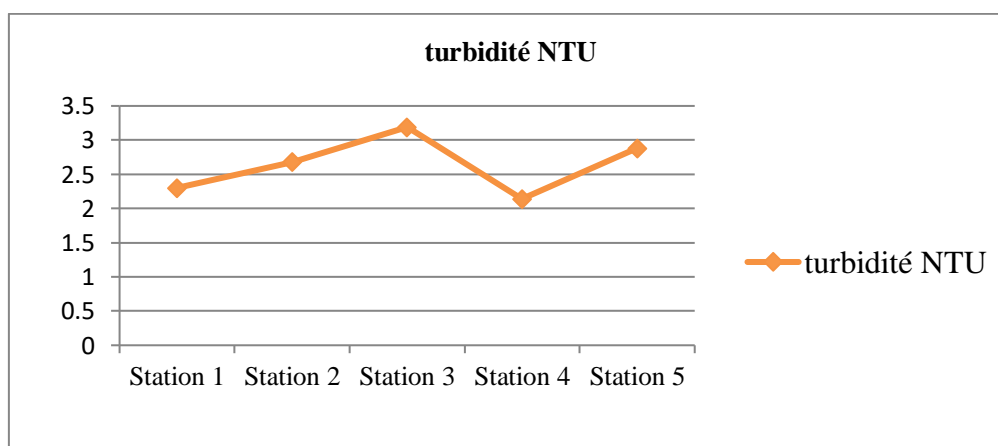


Figure N°27: variations spatiales de la turbidité de l'eau de bassin versant de lardjam.

2.8. Le Nitrite :

La figure 25 qui présente l'évolution spatiale des nitrates d'eau de bassin avec les normes (0.1 mg/l), montre que les teneurs en nitrates dans les stations (2, 4,5) dépassent la valeur des normes. Ou valeur maximale relevée dans les stations 4 et 5 (0.1 mg/l) et la valeur minimale relevée dans la station 1 (0.08 mg/l), avec une moyenne (0.09 mg/l).

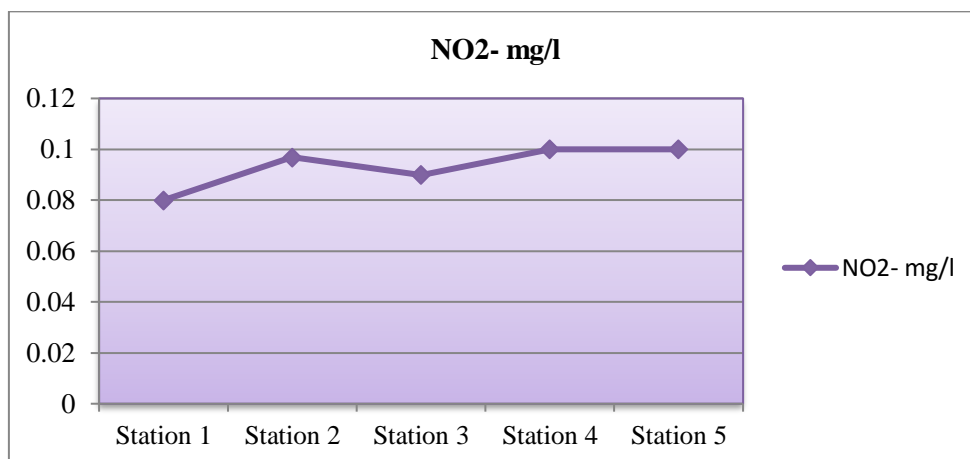


Figure №28 : variations spatiales du nitrite de l'eau de bassin versant de lardjam.

2.9. Le Nitrate :

Le nitrate de l'eau du bassin versant de Lardjam présente des variations similaires dans l'ensemble des stations, la valeur maximale relevée dans la station 1 (6.06 mg/l) et la valeur minimale relevée dans la station 3 (5,9 mg/l), avec un moyenne (5,95 mg/l).

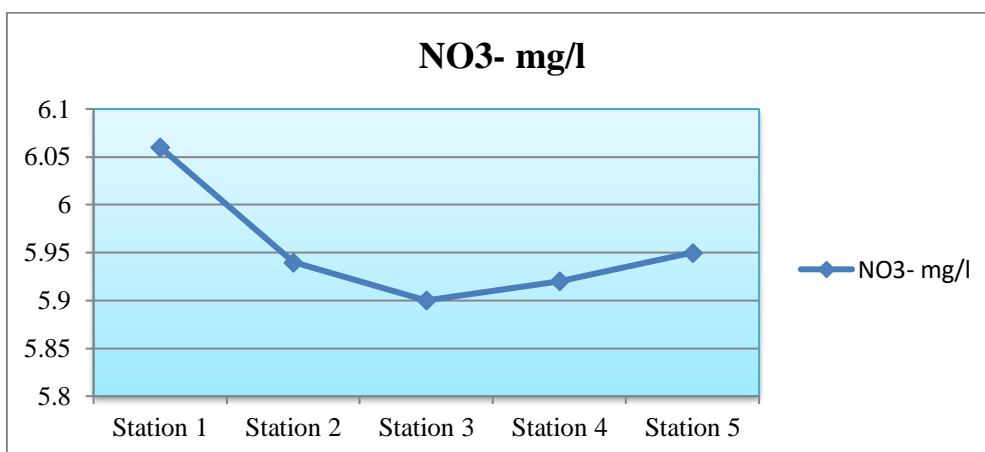


Figure №29 : variations spatiales du nitrate de l'eau de bassin versant de lardjam.

2.10. Azote Ammoniacal (NH4) :

Figure N°30 la figure 25 qui présente l'évolution spatiale des nitrates d'eau de bassin L'Azote Ammoniacal de l'eau du bassin présente une valeur maximale (1.36 mg/l) pour la station 3 et une valeur minimale (0.1 mg/l) dans la station 5. Avec une moyenne (0.93 mg/l).

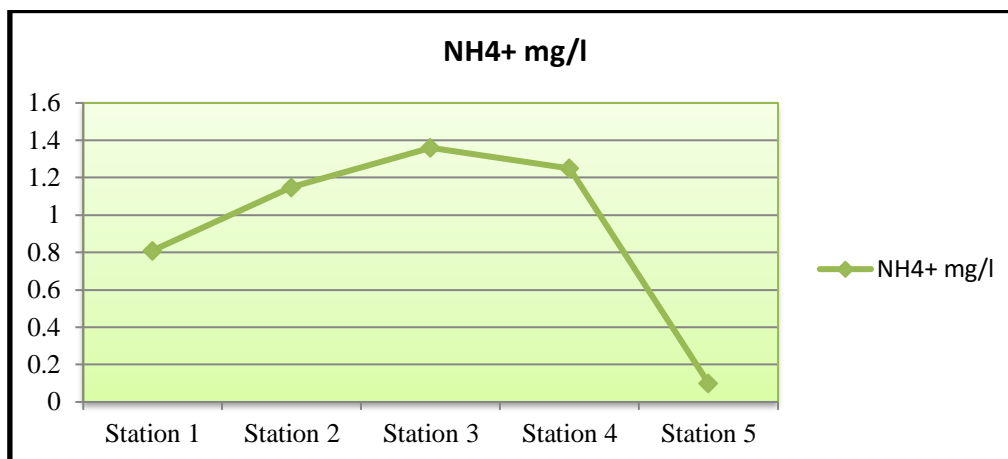


Figure N°30: variations spatiales d'azote ammoniacal de l'eau de bassin versant de lardjam.

2.11. L'Orthophosphates (PO4) :

L'orthophosphates de l'eau du bassin versant de Lardjam présente des variations similaires dans l'ensemble des stations, la valeur maximale relevée dans les stations 3,5 (0.14 mg/l) et la valeur minimale relevée dans les stations 2 et 4 (0.09 mg/l), avec un moyenne (0.11 mg/l)

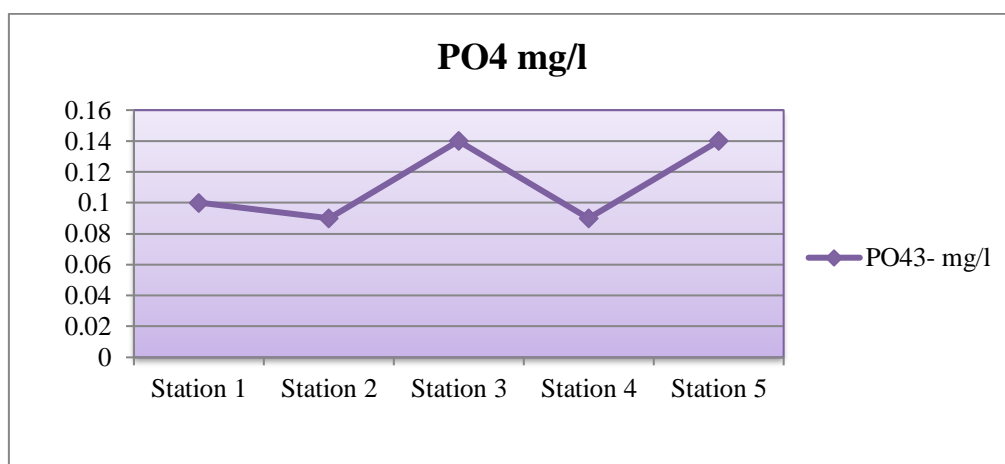


Figure N°31 : variations spatiales de phosphate de l'eau de bassin versant de lardjam.

2.12. Le calcium (Ca²⁺) :

Selon la **Figure N°2** On a enregistré une valeur maximale de calcium (21.3 mg/l) dans la station 5 et une valeur minimale pour la station 4 (18.1 mg/l). Avec une moyenne (19.16 mg/l).

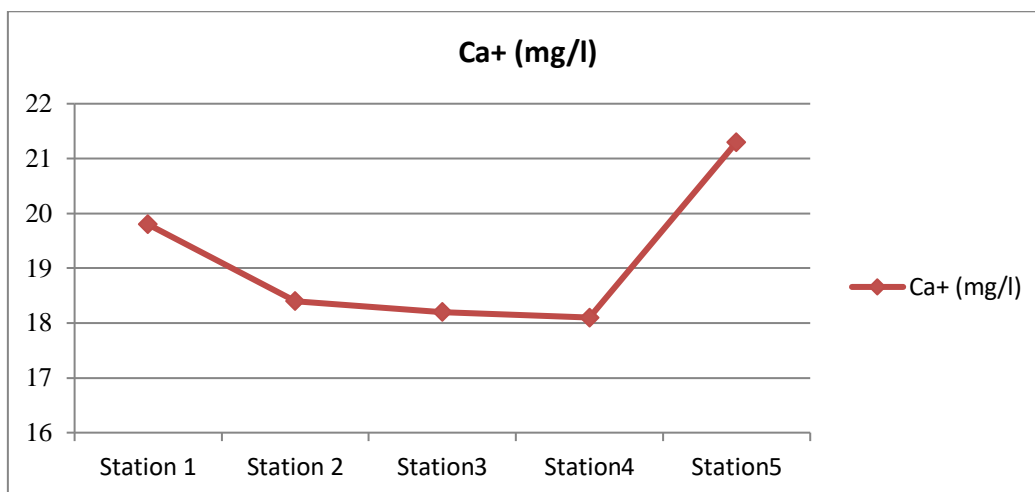


Figure N°32 : variations spatiales de calcium de l'eau de bassin versant de lardjam.

2.13. L'alcalinité (HCO^-) :

L'alcalinité de l'eau du bassin versant de Lardjam présente des variations similaires dans l'ensemble des stations, la valeur maximale relevée dans le station 4 (4.7 mg/l) et la valeur minimale relevée dans le station 1 (3.2 mg/l), avec un moyenne (4.22 mg/l).

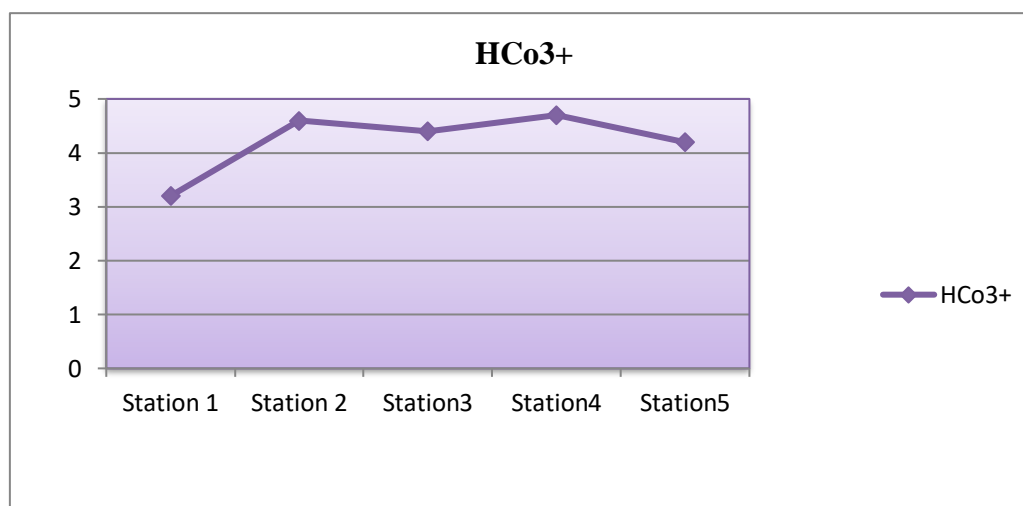


Figure N°33 : variations spatiales de L'alcalinité de l'eau de bassin versant de lardjam

2.14. Le chlorure (Cl^-) :

La **Figure N°35** présente une valeur maximale (19 mg/l) pour la station4 et une valeur minimale (12 mg/l) dans la station 2. Avec une moyenne (15.4 mg/l).

Les valeurs limitent recommandées pour le chlorure est 3mg/l pour les normes Algériennes (J.O.A.2009).tandis que le chlorure dans tous les stations étudiées dépasse les normes.

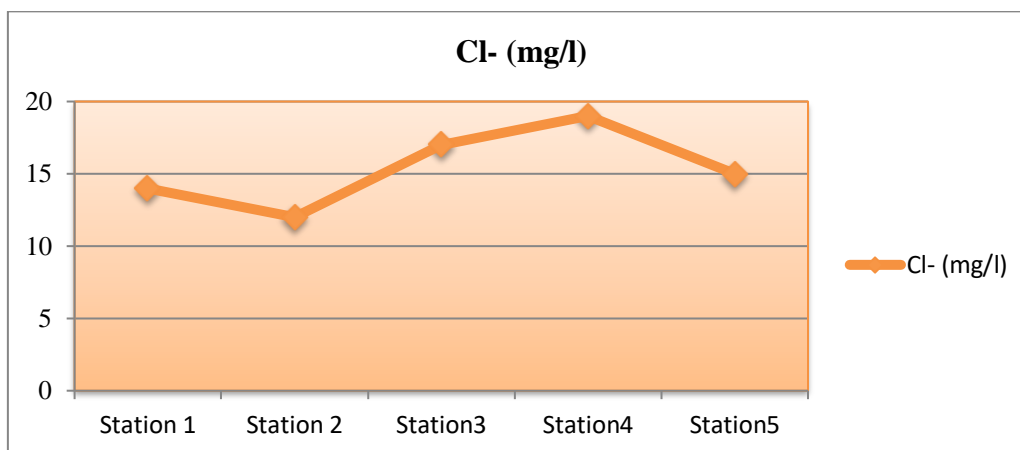


Figure N°34 : variations mensuelles de chlorure de l'eau de bassin versant de lardjam.

2.15. Le Sulfate (SO4) :

Le Sulfate de l'eau du bassin présente une valeur maximale (88.2 mg/l) station 5 et une valeur minimale (82.4 mg/l) station 4. Avec une moyenne (84.28 mg/l).

Les valeurs limitent recommandées pour le sulfate est 400 mg/l pour les normes Algériennes (J.O.A.2009). Ou les valeurs des sulfates dans tous les stations ne dépassent pas les normes.

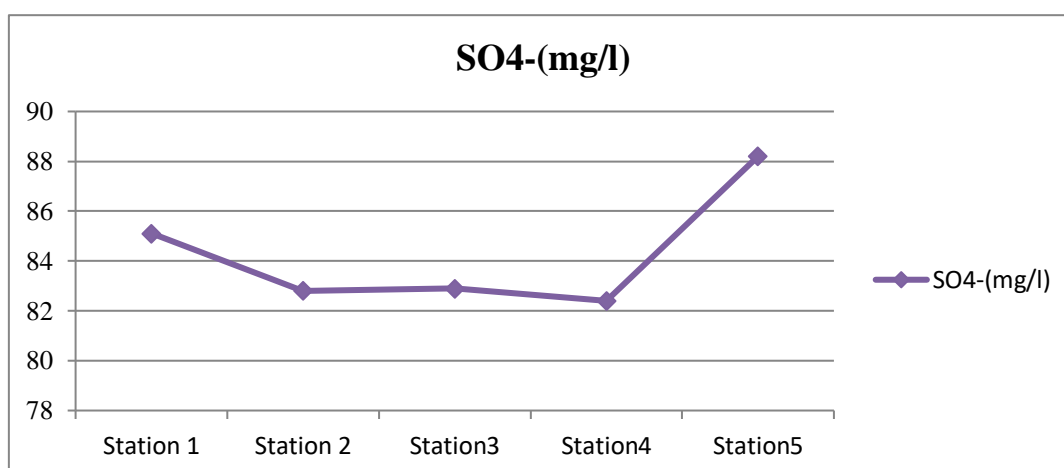


Figure N°35 : variations mensuelles de sulfate de l'eau de bassin versant de lardjam

2.16. Le DCO :

Le DCO de l'eau du bassin versant de Lardjam présente des variations similaires dans l'ensemble des stations, la valeur maximale relevée dans la station 3 (221 mg/l) et la valeur minimale relevée dans la station 5 (191 mg/l), avec un moyenne (208.8 mg/l).

Les valeurs limitent recommandées pour le DCO est 1000 mg/l pour les normes Algériennes (J.O.A.2009), dont les valeurs des DCO dans toutes les stations ne dépassent pas les normes.

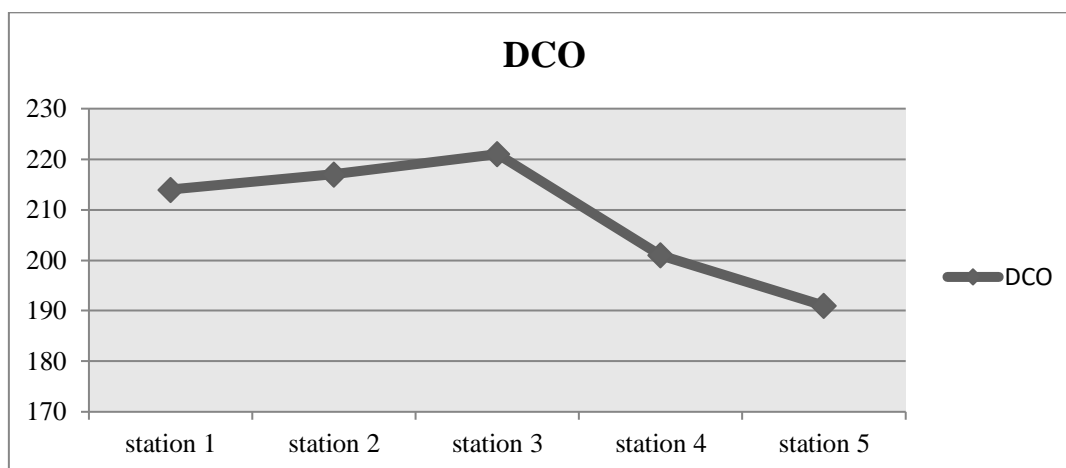


Figure №36 : variations spatiales de DCO de l'eau de bassin versant de lardjam.

2.17. Le DBO :

Le DBO de l'eau du bassin présente une valeur maximale (12.4 mg/l) pour la station 5 et une valeur minimale (3.24 mg/l) dans station. Avec une moyenne (7.07 mg/l).

Les valeurs limitent recommandées pour le DBO est 500 mg/l pour les normes Algériennes (J.O.A.2009), ou les valeurs des DBO dans toutes les stations ne dépassent pas les normes.

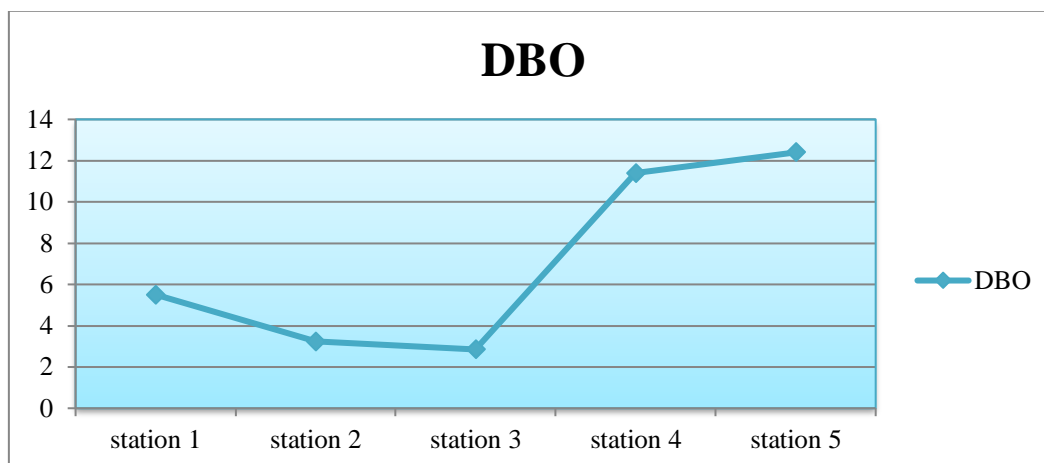


Figure №37 : variations spatiales de DBO de l'eau de bassin versant de lardjam.

3. Analyse statistique des paramètres physicochimiques :

3.1. L'analyse canonique (ACC) des différents paramètres physico-chimiques :

La **figure 39** représente la répartition des stations de prélèvement de part et d'autre des deux axes 1 et 2. La station 2 converge au niveau de la partie négative de l'axe 2 et corrélées négativement avec le pH, l'azote total et l'O₂. Tandis que sur le côté positif de l'axe 2, s'oppose la station 3 avec une corrélation positive avec la turbidité, l'azote ammoniacal et l'Orthophosphate. Sur le côté positive de l'axe 1, les stations (S4 et S5) sont corrélées positivement avec le chlore et le nitrite. Alors que sur le côté négative de l'axe 1, s'oppose la station 1 avec une corrélation négative avec la température, la conductivité électrique et la salinité.

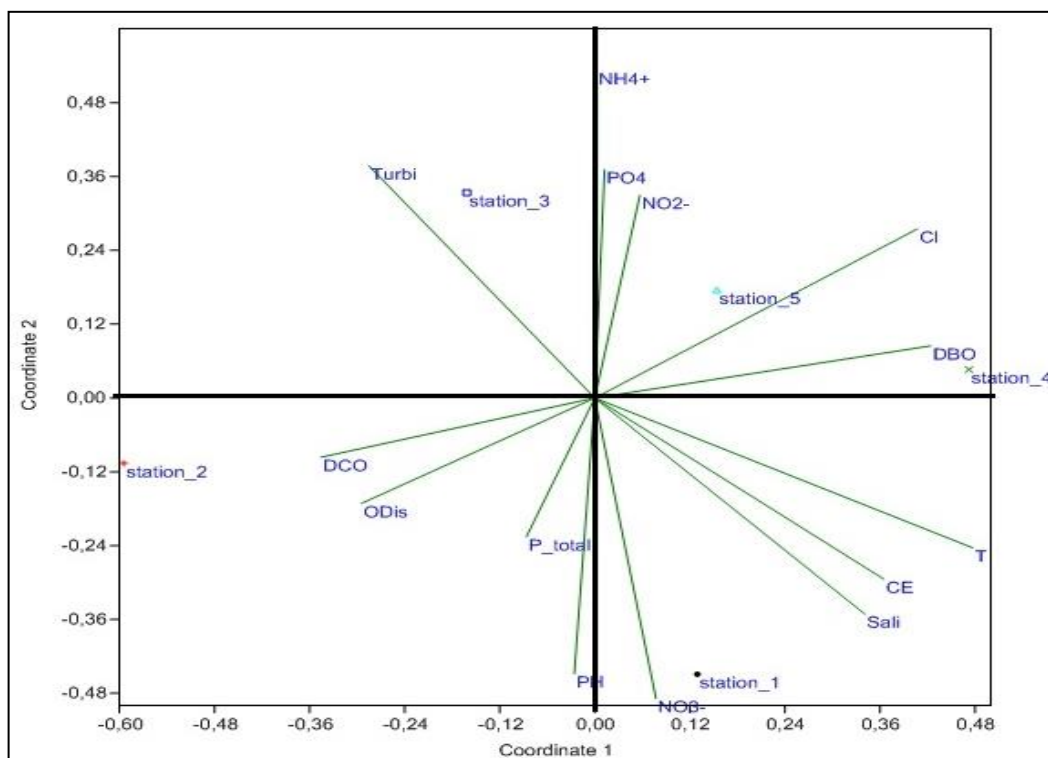


Figure N° 38: Projection des stations sur le plan Coordonat (1x2)

4. Analyse statistique des taxons :

4.1. Analyse canonical ACC des différents taxons :

Nous avons effectués l'ACC pour déterminer les effets des facteurs environnementaux sur la répartition des diatomées épilithiques. La répartition des communautés de diatomées est expliquée par les deux axes de coordination dans CCA (Figure N° 40).

Conclusion

Conclusion

Dans la présente étude, la qualité des eaux d'oued de Lardjam (Tissemsilt) est suivie à travers l'analyse de différents paramètres physico-chimiques et biologique. Les résultats obtenus, montrent que les eaux d'oued de Lardjam ont une Température qui varie entre 16.3C° et 17 C°, avec un pH généralement alcalin. La conductivité électrique est liée directement à la salinité et la température, elle est supérieure à 7000 ($\mu\text{S}/\text{cm}$), la teneur en oxygène dissous dans l'eau est limité entre une valeur minimale 8,29 mg/l et une valeur maximale 9,12 mg/l.

Selon les normes des paramètres physico-chimiques on peut conclure que les eaux d'oued de Lardjam sont : chaudes, saumâtre, alcalin et présente une eutrophisation faible.

Après l'identification et le dénombrement des espèces diatomiques qui se trouvent dans les 05 stations étudié, représentent 14 familles ,21 genres et 45 espèces.

Les espèces le plus domine à travers les différentes stations *GOLI* dans la station 1, *DVUL* et *NLIN*, *GPSA* et *NPAL*, avec une équitabilité varier entre 0.83 à 0.86. Elle est maximale quand les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement.

Nous avons effectués l'ACC pour déterminer les effets des facteurs environnementaux sur la répartition des diatomées épilithiques.

On remarque une dominance de *GPSA* et *GAFF*, *NDIS*, *NDIB* et *GITA* représente une corrélation avec le PH, NO_3^- , l'oxygène dissous, la salinité, la conductivité électrique, la température, le chlore, l'azote ammoniacal, l'ortho phosphate.

Le résultat des analyses biologique montre que la présence des espèces sensible a la contamination par des éléments toxique. les résultats d'indice IPO ressortir 02 classes pollution organique forte (classe2) et pollution organique modérée (classe3).

L'étude effectuée a montré que la qualité des eaux d'oued de Lardjam est de mauvaise qualité (pollués) qui est confirmé aussi par l'analyse biologique d'où l'utilisation des diatomées comme bio indicateurs pour l'évaluation de la qualité d'eau.

En fin on conclue que cette eau est de mauvaise qualité. Elle est impropre à la consommation humaine et aussi à l'irrigation agricole, nous suggérons :

- De nouvelles recherches pour accroître notre connaissance sur les exigences écologiques de ces taxons et de nouveaux points d'échantillonnage doivent être investigués à l'échelle du bassin hydrographique pour augmenter le nombre de sites prospectés.
- Contrôler la pollution urbaine issue de la région et l'aménagement de centres de traitement des eaux le long de ce réseau hydrographique fortement anthropisé.

Annexe

I : Pollution des eaux

Annexe 01 : photographie des sites d'échantillonnage.



(Photos prises par Gadoum Fatiha et Ghanes Mebarka mars2017)

Références bibliographiques

- **ANDI 2014** : Entretien réalisé par l'ANDI avec Monsieur le Wali de Tissemsilt Janvier 2014.
- **Aubertot, J.-N., J.-M. Barbier, A. Carpentier, J.-J. Gril, L. Guichard, P. Lucas, S. Savary, M. é. Voltz and S. r. Savini (2005)**. Pesticides, agriculture et environnement Réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux. Paris, INRA CEMAGREF.
- **Baars, J.W.M.** 1983. Autoecological investigations on freshwater diatoms. 1. Generation times of som species. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 67(1): 11-18.
- **BAGNOULS F. & GAUSSEN H., 1957** – Les climats biologiques et leur classification. *Ann. Géogr.* 355 (LXVI^eannée) : 193-220.
- **Beaudry, J., (1998)** : chimie des eaux. Ed. Le griffon d'angile, 537p.
- **Bellinger, E.G. 2010**. *Freshwater algae: identification and use as bioindicators*. Chichester, West Sussex, UK ; Hoboken, NJ : Wiley-Blackwell, 271 p.
- **Boissonneault, Y.(2006)**.le suivi écologique des rivières au Québec : comparaison des bio-indicateurs basés sur les invertébrés et les diatomées benthiques .mémoire de maîtrise .université de trois –rivières , trois rivières ,Québec , 137p .<http://depot-e-uqtr.ca/1664/1/030000409.pdf>(page consultée le 8 Février 2014)
- **Charles .D.f.and Smol, J.P., 1994** : long-term chemical changes in lakes : quantitative inferences from biotic remains in the sediment record.
- **Chenaoui .B,** 2001: Quantification de l'érosion à partir des différentes stations hydrométriques de l'oued Mina. Thèse de magister. Centre universitaire de Mascara. Algérie
- **Dajoz.1978**.précis d'écologie .paris : bordas.549p
- **Debenest. T ,2007** : Caractérisation de l'impact des pollutions agricoles sur les diatomées benthiques.
- **Debroise. A.2000** : pollution agricole une gestion impossible .lyonnaise des eaux .paris, pp.42.68.
- **Defranceschi. M (1996)** : l'eau dans tous ses états .Édition ellipses. Paris. 127p.
- **Dorigo, U., X. Bourrain, A. Berard and C. Leboulanger (2004)**. "Seasonal changes in the sensitivity of river microalgae to atrazine and isoproturon along a contamination gradient." *Science of the Total Environment* 318(1-3): 101-114.

- **Durif ; Vandamme, L ; Benard. 2004.** utilisation d'une technique de bio surveillance pour évaluer les retombés de métaux lourds .61.p
- **Garrec, J.P. 2007.**bio surveillance végétale de la pollution de l'air et de l'eau. Base documentaire. Technique de l'ingénieur .62p .
- **GIS, Posidonie .1996.**Groupement d'internet scientifique d'études et de protection de l'environnement marin .Biologique méditerranéenne, nuisance et pollution.
- **Gold, C., A. Feurtet-Mazel, M. Coste and A. Boudou (2002).** "Field transfer of periphytic diatom communities to assess short-term structural effects of metals (Cd, Zn) in rivers." *Water Research* 36(14): 3654-3664.
- **Gomila.C et Gurree. H, (2002) :** Le traitement des eaux .publiques industriel et privées.3^{eme}Ed.Eyolles, paris. 262p.
- **Gravez, V., Bernard, G., 2006 .**pollution marine : les définitions .WWW.com.univ-mrs.fr.
- **Hamed. M, Guettache A & Bouamer L, 2012, :**Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage DJORF- TORBA Bechar. Mémoire d'Ingénieur d'état en Biologie. Université de Bechar. pp 7, 9.
- **Hirst, H., Chaud, F., Delabie, C., Jüttner, 1., Ormerod, S.J. (2004)** "Assessing the short-term response of stream diatoms to acidity using inter-basin transplantations and chemical diffusing substrates", *Freshwater Biology*. 49: 1072-1088.
- **Hoagland, K.D., Rosowski, J.R., Gretz, M.R. and Roemer, S.C. 1993.** Diatom *J. Phycol.* 29: 537-566.
- **Journal officiel de la République Algérienne. N°36 le 21 juin 2009**
- **Kahoul M., Derbal N., Alioua A., Ayad W. 2013 :**évaluation de la qualité physico-chimique des eaux de puits dans la région de Berrahal (Algérie) .
- **Kaiser,J.(2001).** Bioindicators and biomarkers of en environmental pollutions and risk assessment .Hartford, science publishers, 304 p.
- **Kerckhove,O.(2012).**espèces ou association d'espèces de poissons en tant que bio-indicateur de l'état de santé des récifs coralliens .mémoire de maitrise .université de Sherbrooke .Sherbrooke, Québec,96p.
- **Khaled A., 1995.** La pollution, un phénomène universel qui s'aggrave et nécessite une lutte soutenue. 10/1995. *base.d-p-h.info/fr/fiches/premierdph/fiche-premierdph - 2589.html.*
- **Krammer K., Lange-Bertalot H., 1986 - 1991.** Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae. 876 p.; 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae, 596 p.; 3. Teil: Centrales,

Fragilariaceae, Eunotiaceae, 576 p.; 4. Teil: Achnanthaceae. Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*. 437 p. Süßwasserflora von Mitteleuropa . Band 2/1-4. G. Fischer Verlag., Stuttgart.

- **Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1991a:** Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. – In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (eds): Süßwasserflora von Mitteleuropa. 2 (3). G. Fischer, Stuttgart & Jena. [Comment: Some names first used in this volume were validated in Lange-Bertalot (1993).]
- **Lange-Bertalot H. 2001.** *Navicula sensu stricto*. 10 genera separated from *Navicula sensu lato*. Frustulia. Diatoms of Europe. ARG Gantner Verlag KG, Ruggell.
- **Lavoie, I., Vincent, W.F., Pienitz, R, Painchaud, J. (2004)** "Benthic algae as bioindicators of agricultural pollution in the stream and rivers of southern Québec (Canada)", *Aquatic Ecosystem Health & Management*. 7(1): 43-58.
- **Lefèvre J.G., 1991 :** Les analyses d'eau avec les tests prêts à l'emploi: la potabilité de l'eau, les eaux piscicoles, l'eau des piscines, laboratoire Merck-Clevenot
- **Marie Badot, (2007) :** Traitement et épuration des eaux industrielles polluées. Presses universitaires de Franche comté, 2007. 21p.
- **Marques.J.C. Salas. P., Patricio.J., Texeira, H.and Neito.J.M (2009).** Ecological indicators for coastal and estuarine environmental assessment. A user guide. Southampton. WITpress 183p.
- **Maxime .S. 2013 :** Rôles du frustule des diatomées et des conditions nutritives de leur croissance sur l'export de carbone dans les océans.
- **Merabet. S, 2010 :** Évaluation de la qualité physico-chimique des eaux brutes et Distribuées du barrage réservoir de beni Haroun. Mémoire de magister chimie analytique. Université mentouri de Constantine. pp 4, 5,9. Morphology of the genera. Cambridge Univ. Press, 747 p.
- **Ndiritu, G.G., N.N. Gichuki, and L. Triest, 2006.** Distribution of epilithic diatoms in response to environmental conditions in an urban tropical stream, Central Kenya. *Biodiversity and Conservation* 15: 3267-3293.
- **OZENDA, P.1982.** les végétaux dans la biosphère. Paris : Doin Editeur .431p
- **Patrick, P.1977.chapter 10 :** ecology of freshwater diatoms and diatom communities.-in Werner, D,(ed) the biology of diatoms ,bot monogr ,13.blackwell publ., 284-332.
- **PhycoEco, (2011).**bio-indication. In PhycoEco, Prestations .<http://www.PhycoEco.ch/Prestations .htm> (page consultée le 15 Février 2014) . Phycology. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 133-159.

- **Potapova, M.G., Charles, D.F. (2002)** "Benthic diatoms in USA rivers: distributions along spatial and environmental gradients", *Journal of Biogeography*. 29: 167-187.
- **Ramade F., 2002.** Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. 2ème Ed. *DUNOD*. Paris. 1075 pp.
- **Ramade François (2000)** : Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Ed. science international. Paris. P 141.
- **Rejesk, 2002** : Analyse des eaux.192p
- **Rodier . J et al., 2005** : L'analyse de l'eau « eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer ». 8 emeédition. Paris. Edition : Dunod. 1382p.
- **Rodier J., 1996** : L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 6 eme édition: Dunod, Paris.
- **Rodier J., 2009** : L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 9 eme édition: Dunod, Paris.
- **Round, F.E., Crawford, R.M. and Mann, D.G.** 1990. *The Diatoms: biology and*
- **Sabater, S. (2000).** "Diatom communities as indicators of environmental stress in the Guadamar River, S-W. Spain, following a major mine tailings spill." *Journal of Applied Phycology* 12(2): 113-124.
- **Van den Hoek, C., Mann, D.G. and Jahns, H.M.** 1995. *Algae: An Introduction to Hoek, to Phycology*. Cambridge University Press, Cambridge. ISBN 0-521-30419-9.
- **Werner, D.** 1977. *The Biology of Diatoms*, Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- **Whitton, B.A.** 1980. *River Ecology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford London Edinburgh Melbourne.
- **Whitton, B.A. 1991:** Aims of monitoring. - In: Whitton, B.A., Rott, E. et Friedrich, G. (eds.), *Use of algae for monitoring rivers*, 5-8.
- **Wunsam, S., Cattaneo, A., Bourassa, N. (2002)** "Comparing diatom species, genera and size in biomonitoring: a case study *trom* streams in the Laurentians (Québec, Canada)", *Freshwater Biology*. 47: 325-340.
- **Xu, F.-L., Jørgensen, S.E., Tao, S. (1999)** "Ecological indicators for assessing freshwater ecosystem healthff, *Ecological Modelling*. 116: 77-106.

Résumé :

Notre travail consiste tout d'abord à déterminer la qualité de l'eau d'oued de Lardjam (willaya de Tissemsilt), par réalisation des analyses physico-chimiques et biologique de cinq échantillons durant le mois de mars 2017.

Les paramètres physico-chimiques mesurés montrant des variations spatiales. Les eaux du d'oued est généralement chaude et légèrement saumâtre, le PH est légèrement alcalin.

Les résultats des analyses physico-chimiques ont montrés que cette eau est polluée, qui est confirmé par l'IPO et aussi par l'analyse biologique (l'utilisation des diatomées comme bio indicateurs pour l'évaluation de la qualité d'eau).

On conclue que cette eau est de mauvaise qualité. Elle est impropre à la consommation humaine et aussi à l'irrigation agricole.

Mots clés:

Paramètres physico-chimiques et biologique ,qualité de l'eau, oued de Lardjam, les diatomées, IPO, pollution

الملخص:

أنجز هذا العمل أولا بتحديد نوعية مياه وادي لرجام (ولاية تيسمسيلت) عن طريق التحاليل الفيزيوكيميائية و البيولوجية لخمسة عينات خلال شهر مارس 2017

قياس الخصائص الفيزيوكيميائية بين وجود تغيرات من موقع إلى آخر : مياه الوادي عموما ساخنة و تقريبا مالحة درجة الحموضة معتدلة إلى قاعدية خفيفة .

. أين لوحظ أن كل نتائج التحاليل الفيزيوكيميائية المتحصل عليها تثبت تلوث الماء.

كما لوحظت نفس النتائج و أكدت عن طريق مؤشر التلوث العضوي و أيضا عن طريق التحاليل البيولوجية التي استعملت فيها الدياتومات كمؤشر بيولوجي لمراقبة نوعية المياه.

و في الأخير استنتجنا أن هذه المياه ذات نوعية رديئة و غير صالحة للاستهلاك البشري وكذلك في الزراعة و الري.

الكلمات الدالة :

الخصائص الفيزيوكيميائية و البيولوجية، نوعية المياه ،وادي لرجام، الدياتومات، مؤشر التلوث العضوي، التلوث .