

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



N° Réf :.....

Centre Universitaire de Mila

Institut des Sciences et de la Technologie
Département de Science de la Nature et de la Vie

Mémoire Préparé En vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Filière : Biologie
Spécialité : Biologie Appliqué et Environnement
Option : Gestion et Fonctionnement des Écosystèmes Aquatiques et Forestières

Thème

Contribution à l'étude de l'impact des paramètres physico-chimiques sur la biomasse algale dans les deux Oueds qui alimentent le barrage Beni Haroun

Préparé par : BOUKEZZOULA Meryem

Promoteur : Mlle. KHERIEF N Saliha.

M.A.A Centre Universitaire de Mila

Soutenue devant le jury :

Présidente : Mme. DJEDDI Hamsa.

M.A.A Centre Universitaire de Mila

Examinatrice : Mlle. BOUDJAHM Ibtissem.

M.A.A Centre Universitaire de Mila

Année universitaire : 2013/2014

*« Quand je suis dans l'eau, j'ai des idées.
Quand j'en suis sorti, je sèche. »*

Roger Pierre



Remerciement

Nous rendons grâce à Dieu de nous avoir donné le courage et la patience pour faire notre devoir.

*Je tiens à exprimer toute ma gratitude à mon encadreur : m^{elle} **KHRIEF Naceraddine Saliha**, pour m'avoir accompagné tout au long de ce travail. Je suis très reconnaissante pour son apport et pour la confiance qu'elle m'a témoignée.*

Mes vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à ma recherche en acceptant d'examiner mon travail et de l'enrichir par leurs propositions.

*Je tiens à remercier sincèrement Monsieur **BOULBENDIR** (chef de l'institut des sciences et de la technologie) et Monsieur **TABET** (chef de département de S.N.V) qui sont toujours à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire.*

Je remercie aussi l'ensemble des personnes de directions (la A.N.B.T, la D.H.W, la S.T.E.P) pour l'excellent accueil, leurs conseils et leurs aides, sans oublier le laboratoire A.D.E de Zeghaia et le laboratoire du centre universitaire de Mila.

Je tiens également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Et la meilleure pour la fin : mes gratitude remerciement pour ma famille et mes chères amies.





Dédicace

Avant tout je remercie Dieu qui m'a donné la puissance, la santé, la volonté et le courage pour achever ce travail.

Je dédie ce modeste travail :

A mon défunt père qui a été le premier à m'encourager à aller si loin dans les études. Il m'a inculqué le goût du travail, de la rigueur et de l'ambition. Parce que tu m'avais toujours soutenu, je veux te dédie ce travail pour que tu sois fière de moi.....

A celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, ma chère mère...que dieu te garde et te protège.....

*A ma chère sœur **Bouchra***

*A mes chères frères **Mounir et Bilal***

A tout mes amies.

A tous ceux qui me sont chères.

A tous ceux qui m'aiment.

A tous ceux que j'aime.

Meryem

SOMMAIRE

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abreviations

Introduction..... 01

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I.1. Généralité sur les cours d'eaux..... 03

I. 1.1. C'est quoi un cour d'eau ?..... 03

I. 1.2. Caractéristiques générales des cours d'eaux..... 03

I.2. La pollution des eaux 03

I. 2.1. Définition..... 03

I.2.2. La pollution d'un cour d'eau..... 04

I.2.3. Les different types de pollution des eaux..... 04

I.2.3.1. La pollution biologique..... 04

I.2.3.2. La pollution chimique..... 05

I.2.3.3. La pollution physique..... 05

I.2.4. Les principales sources de pollution d'eau..... 07

I.2.4.1. La pollution urbaine..... 07

I.2.4.2. La pollution agricole..... 07

I.2.4.3. La pollution industrielle..... 08

I.2.5. Les conséquences de la pollution des eaux..... 08

I.2.5.1. Généralité sur l'eutrophisation..... 08

I.2.5.2. Caractirisation de l'eutrophisation..... 08

I.2.5.2.1. La prolifération des végétaux..... 08

I.2.5.2.2. Les implications physico-chimiques de la prolifération végétale... 08

I.2.5.2.3. Effets de l'eutrophisation	09
I.3. La qualité des eaux.....	10
I.3.1. Définition.....	10
I.3.2. Paramètres de la qualité des eaux superficielles.....	11
I.3.2.1. Paramètres physico-chimiques.....	11
I.3.2.1.1. L'odeur.....	11
I.3.2.1.2. La couleur.....	11
I.3.2.1.3. La température(T).....	11
I.3.2.1.4. Le potentiel hydrogène(pH).....	12
I.3.2.1.5. Oxygène dissous(O ₂).....	12
I.3.2.1.6. Les matières en suspension(MES).....	12
I.3.2.1.7. La conductivité électrique(CE).....	12
I.3.2.1.8. Demande biochimique en oxygène(DBO ₅).....	13
I.3.2.1.9. Demande chimique en oxygène(DCO).....	13
I.3.3. Eléments nutritifs.....	13
I.3.3.1. Substances eutrophisantes: différentes formes d'azote et de phosphore..	14
I.3.3.2. Le Calcium(Ca ²⁺).....	15
I.3.3.3. Le Magnésium(Mg ²⁺).....	16
I.3.3.4. Le Sodium(Na ⁺).....	16
I.3.3.5. Le Potassium(K ⁺).....	16
I.3.4. Généralité sur la surveillance biologique	16
I.4. Généralité sur les organismes vivants des eaux douces.....	17
I.4.1. Le Phytoplancton.....	17
I.4.1.1. Le cycle du phytoplancton.....	18
I.4.2. Définition des algues.....	18
I.4.2.1. Les propriétés biologiques générale des algues.....	19

I.4.2.1.1. Caractéristiques des algues.....	19
I.4.2.1.2. Ecologie des algues.....	19
I.4.2.1.3. Classification des algues.....	20
I.4.2.1.3.1. Algue bleues (Cyanobactéries).....	20
I.4.2.1.3.2. Algues rouges (<i>Rhodophycées</i>).....	21
I.4.2.1.3.3. Algues brunes (<i>phéophycées</i>).....	21
I.4.2.1.3.4. Algues dorées (<i>Les Chrysophycées</i>).....	21
I.4.2.1.3.5. Algues vertes (<i>chlorophycées</i>).....	21
I.4.2.1.3.6. Les diatomées (<i>Bacillariophycées</i>).....	22
I.4.2.1.3.7. Les dinoflagellés	22
I.4.2.1.3.8. Les euglènes	23
I.4.2.1.4. La reproduction chez les algues.....	22
I.4.2.2. Facteurs de répartition des algues.....	23
I.4.2.3. Distribution des algues.....	23
I.4.2.4. L'utilisation des algues.....	24
I.4.1.2. Le phytoplancton, indicateur de qualité biologique.....	24
I.4.1.3. Indice biologique des diatomées.....	25

Chapitre II: Présentation de la zone d'étude

II.1. Présentation et description du bassin versant Kébir-Rhumel.....	27
II.2. Situation géographique du bassin.....	27
II.3. Géologie et Lithologie du bassin.....	28
II.4. Les deux Oueds principale qui alimentent le barrage Beni Haroun.....	29
II.4.1. Oued Rhumel.....	30
II.4.2. Oued Endja.....	30
II.5. Climathologie.....	31
II.5.1. Pricipitation	31

II.5.2. Température.....	32
II.5.3. Les vents	33
II.6. Les sources de contamination.....	34
II.6.1. Industrie.....	34
II.6.2. Agriculture.....	35
II.6.3. Agglomération.....	36

CHAPITRE III: Matériel et Méthodes

III.1. Choix et localisation des sites de prélèvement.....	37
III.2. Protocole d'analyses réalisées.....	37
III.2.1. Analyse physico-chimiques des eaux.....	37
III.2.1.1. Echantillonnage des eaux.....	39
III.2.1.2. Méthodes d'analyses.....	39
III.2.1.3. Paramètre méssures sur terrain.....	40
III.2.1.4. Paramètre méssures au laboratoire.....	40
III.2.1.4.1. Dosage des Nitrates(NO_3^-).....	41
III.2.1.4.2. Dosage des Nitrites (NO_2^-).....	42
III.2.1.4.3. Dosage de l'Azote Ammoniacal (NH_4^+).....	43
III.2.1.4.4. Détermination de la dureté(Ca^{2+} Mg^{2+} et TH).....	43
III.2.1.4.5. Alcalinité(TAC).....	45
III.2.2. Etude des peuplements phytoplanctoniques des oueds.....	46
III.2.2.1. Echantillonnage,Conservation,Observation et Identification des algues. 46	
III.2.2.1.1. Echantillonnage quantitatif	46
III.2.2.1.2. Echantillonnage et analyse des diatomées.....	47

Chapitre IV: Résultats et Discussion

IV.1. Résultats des analyses physico-chimiques.....	49
IV.1.1. La Température (T).....	49

IV.1.2. Le potentiel d'hydrogène (pH).....	51
IV.1.3. L'oxygène dissous(O₂).....	52
IV.1.4. La conductivité électrique (CE).....	52
IV.1.5. Le Nitrate (NO₃⁻).....	54
IV.1.6. Le Nitrite (NO₂⁻).....	55
IV.1.7. Ammonium.....	56
IV.1.8. Calcium (Ca²⁺).....	57
IV.1.9. Le Magnésium (Mg²⁺).....	58
IV.1.10. La Dureté totale (TH).....	59
IV.1.11. Alcalinité (TAC).....	60
IV.2. Résultat des analyses phytoplanctoniques.....	61
IV.2.1. Résultat d'analyse quantitatif.....	61
IV.2.2. Inventaire des diatomées.....	65
Conclusion.....	71

Références bibliographiques

Résumé

Annexes

Liste des Figures

Figure 1: Cycle simplifié des éléments nutritifs (Galvez ,2002).....	9
Figure 2: Exemples de diatomées caractéristiques d'eaux : a/ de mauvaise qualité et b/ de bonne qualité (source : RNDE 2000).....	25
Figure 3: Situation géographique du bassin versant Kébir-Rhumel et ses sous bassins versants. (Cahiers de l'ABH-C.S.M, n°02,1999).....	28
Figure 4: Les grands domaines hydrogéologiques du Kébir-Rhumel (Mebarki et Thomas, 1988).....	29
Figure 5: Situation du barrage Beni Haroun dans le bassin du Kébir-Rhumel. (Mebarki, 2005).....	29
Figure 6 : Profil en long de l'oued Kébir-Rhumel (Mebarki, 1982).....	31
Figure 7: Carte des rejets industriels dans le bassin versant Kébir-Rhumel (DHW,2014).....	34
Figure 8: Carte des principales agglomérations dans le bassin du Kébir-Rhumel (DHW, 2014):.....	36
Figure 9: Localisation des stations de prélèvements.....	37
Figure 10: Stations de Oued Endjas (1: Amont , 2 : Aval).....	38
Figure 11: Stations de l'Oued Rhumel (3:Amont , 4 :Aval).....	39
Figure 12: Les valeurs de température dans les différentes stations.....	50
Figure 13: Les valeurs du pH dans les différentes stations d'études.....	51
Figure14: Les valeurs d'O2 dissous dans des différentes stations d'études.....	52
Figure15: Valeurs de C E dans les différentes stations d'études.....	53
Figure 16: Teneurs en Nitrate des différentes stations d'études.....	54
Figure 17 : Teneurs en Nitrite des différentes stations d'études.....	55
Figure 18: Teneurs en Ammonium des différentes stations d'études.....	56

Figure 19: Teneurs en Calcium dans les différentes stations d'études.....	57
Figure 20: Teneurs en Magnésium des différentes stations d'études.....	58
Figure 21: Teneurs de la Dureté totale des différentes stations d'études.....	59
Figure 22: Teneurs de l'Alcalinité des différentes stations d'études.....	60
Figure 23: <i>Chlorella vulgaris</i>	62
Figure 24: <i>Navicula gregaria</i>	62
Figure 25: <i>Euglena texta</i>	63
Figure 26: <i>Oedogonium</i> sp.....	63
Figure 27: <i>Rhodella reticulata</i>	64
Figure 28: Richesse floristique de Oued Endja.....	68
Figure 29: Richesse floristique de Oued Rhumel.....	69
Figure 30: Quelques espèces diatomiques d'Oued Rhumel	69
Figure 31: Quelques espèces diatomiques d'Oued Endja	70

Liste des Tableaux

Tableau 1: les substances chimiques toxiques dans l'eau (limites acceptables).....	5
Tableau 2: Principaux types de pollution des eaux , leur nature et leur cause.....	6
Tableau 3: La qualité générale de l'eau.....	11
Tableau 4: Les classes de qualité d'eau sont définies en fonction de la valeur de l'IBD.....	24
Tableau 5: Régime saisonnier pour la région d'étude.....	32
Tableau 6: Correction des températures mensuelles de la région d'étude	33
Tableau 7: Les principales unités industrielles dans le bassin Rhumel.....	35
Tableau 8: Méthodes d'analyse des différents paramètres physico-chimique.....	40
Tableau 9: Résultats des paramètres physico-chimiques des eaux.....	49
Tableau 10: Grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température (Masson, 1988).....	50
Tableau 11: Qualité des eaux en fonction de la conductivité électrique.....	53
Tableau 12: Grille de qualité des eaux en nitrates. (ANRH, 2001).....	55
Tableau 13: Grille de la qualité des eaux en nitrite. (ANRH, 2001).....	56
Tableau 14: Principaux groupes d'algues inventoriées dans les stations d'étude.....	61
Tableau 15: Algues récoltées et identifiées dans les deux Oueds.....	65

Liste des Abréviations

°C : Degré Celsius.

ABH : Agence des bassins hydrologiques.

ANB : Agence national des Barrage.

C E : Conductivité Electrique .

DBO₅ : Demande Biochimique en Oxygène.

DCE : Directive Cadre sur l'Eau.

DCO : Demande Chimique en Oxygène.

DHW : Dérection hydrolique willaya.

Fig : Figure.

H₂O₂ : Eau oxygéné.

H₂S : Hydrogène sulfuré.

HCL : Acide chlorhydrique.

HESSO : La Haute Ecole Spécialisée de Suisse Occidentale.

IBD : Indice biologique des diatomées.

m : mètre.

MES : Matières en Suspension .

mg/l : milligramme par litre .

ml : mili litre .

mm : mili mètre.

MO : Matière organique.

NARH : Agence Nationale des Ressources Hydriques.

NPK : Engrais (Azote, Phosphore et Potassium).

OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Économiques.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

ONM : Office national de la météologie.

PCB : Polychlorobiphényle.

PH : Potentiel Hydrogène .

SO-NE : Sud Ouest -Nord Est.

T : Température .

Tab : Tableau.

TAC : Alcalinité.

TH : Titre hydrotimétrique .

U N : Union Européenne

µg/l : micro-gramme par litre.

Introduction

Introduction

L'eau faisant partie de notre patrimoine collectif, il importe d'en assurer la pérennité et de favoriser l'amélioration ou la conservation de sa qualité au bénéfice de la collectivité et des générations futures.

Parmi les écosystèmes les plus complexes et les plus dynamiques celui des eaux douces, cet écosystème joue un rôle essentiel dans la conservation de la biodiversité, le fonctionnement des organismes et les cycles de matière organique. Les réseaux hydrographiques du monde entier sont tous plus ou moins perturbés par l'activité humaine.

Les eaux d'égout, les effluents industriels, l'urbanisation, l'agriculture, le pâturage, la construction des routes et des barrages, ... sont les activités les plus nocives à ces réseaux. La pollution ponctuelle des cours d'eaux est le résultat des rejets non traités.

Dans un cours d'eau en santé, les éléments nutritifs sont présents à des faibles concentrations et assurent une croissance normale des plantes aquatiques (macrophytes) et des microalgues (phytoplancton). Lorsque l'azote et le phosphore deviennent trop abondant, elles causent un développement anarchique des algues, d'où l'aspect inesthétique du plan d'eau, émanation d'odeurs désagréables, et pour les stations de traitement des eaux superficielles, les algues sont bien représentées dans le matériel retenu par les filtres à sable. Elles sont le plus souvent la principale cause de colmatage des filtres. Ce processus d'enrichissement du milieu aquatique s'appelle « eutrophisation ».

Le phytoplancton est constitué de l'ensemble des micro-organismes végétaux en suspension dans l'eau, capables d'élaborer par photosynthèse leur propre substance organique, à partir de l'énergie solaire, de l'eau, d'oxygène et des sels nutritifs.

Les diatomées ou Bacillariophycées sont des algues brunes, microscopiques et unicellulaires appartenant à l'embranchement des Chromophytes. Elles sont également d'excellents indicateurs de la qualité des eaux; en effet, certaines espèces tolèrent les conditions extrêmes du milieu. Les diatomées témoignent aussi de la qualité du milieu et on définit même un indice diatomique.

De plus, des espèces d'algues dégagent une large variété de toxine, qui sont l'origine de la mort des poissons et des oiseaux aquatiques et de graves maladies pour le bétail. Elles constituent même un danger potentiel pour l'homme. Dans ce contexte nous avons démarré ce travail, qui a comme objectif de recherche, apporter de nouvelles

données scientifiques d'un côté sur le peuplement phytoplanctonique et de l'autre côté connaître l'aspect physico-chimique et l'état actuel de santé des eaux de deux Oueds (Endja et Rhumel) alimentant le barrage Beni Harroun.

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

I.1. Généralité sur les cours d'eaux**I.1.1. C'est quoi un cours d'eau?**

Les cours d'eau étant des écosystèmes, peuvent être décrits comme des systèmes unitaires et fonctionnels composés d'une biocénose regroupant l'ensemble des êtres vivants et un biotope correspondant au milieu dans lequel ils vivent (Bonnard et al, 2003).

Selon (Mazzuoli, 2012) un cours d'eau est un chenal bien délimité où s'écoule un flux d'eau continu ou temporaire.

I.1.2. Caractéristiques générales des cours d'eaux

Les cours d'eau proviennent du ruissellement des eaux libres (précipitations) et des eaux de sources et de nappes (transit souterrain), ces dernières assurant leur pérennité.

Ils évoluent naturellement depuis la source jusqu'à l'embouchure :

- Évolution du profil par érosion régressive vers un profil d'équilibre ; on distingue de l'amont vers l'aval :

- ✓ La région supérieure, où sont transportés des matériaux grossiers (eaux vives) (pente > 5%, largeur < 25m) ;

- ✓ La région moyenne, où les transports particuliers dominent ;

- ✓ La région inférieure, où les phénomènes d'alluvionnement dominent (pente faible, lit large).

- Evolution physico-chimique de la minéralisation, des matières organiques et de la température qui augmentent généralement de l'amont vers l'aval, et de l'oxygène qui diminue ;

- Evolution biologique, notamment marquée chez les poissons : zones à truites, ombres, barbeaux, brèmes (Gaujous, 1995).

I.2. La pollution des eaux**I.2.1. Définition**

On appelle pollution de l'eau toute modification chimique, physique ou biologique de la qualité de l'eau qui a un effet nocif sur les êtres vivants qui y habitent ou la consomment. Donc la pollution c'est la présence d'une ou plusieurs substances modifiant la composition ou l'état d'une eau (Claude et al, 2001).

Selon (Gaujous, 1995), la pollution résulte de l'introduction dans un milieu de substances conduisant à son altération. En ce qui nous concerne, les milieux considérés seront les milieux aquatiques (oueds, ou cours d'eau). La notion d'altération du milieu est fondamentale. En effet, un rejet ne sera par définition comme polluant que s'il amène une altération, c'est-à-dire une dégradation. Ainsi, deux rejets de caractéristiques identiques pourront être plus ou moins polluants suivant le milieu récepteur ; par exemple, un rejet d'égout dans un lac de haute montagne n'aura pas le même effet que dans un grand fleuve ou en mer.

I.2.2. La pollution d'un cours d'eau

Selon l'organisation mondiale de la santé (OMS) :

« Un cours d'eau est considéré comme étant pollué lorsque la composition ou l'état des eaux est directement ou indirectement modifié du fait de l'activité de l'homme, dans une mesure telle que celles-ci se prêtent moins facilement à toute utilisation à laquelle elle pourrait servir à leur état naturel» (Pesson, 1980).

Cette définition inclue que les déversements des polluants peuvent modifier profondément les composantes physico-chimiques des milieux aquatiques récepteurs ainsi que les biocénoses peuplant ces milieux.

I.2.3. Les différents types de pollution des eaux

La pollution de l'eau est l'ensemble des nuisances auxquelles peut être exposé son usager. La pollution engendrée peut être d'ordre physique (radioactivité, élévation de la température...), chimique (rejets agricoles, industriels et urbains) et microbiologique (rejets urbains, élevage...). Pour mieux évaluer la pollution, il existe des paramètres qui permettent d'estimer l'ampleur de celle-ci en fonction de son type.

I.2.3.1. La pollution biologique

Elle résulte de la présence dans l'eau de microorganismes qui sont véhiculés par l'eau et sont responsables de beaucoup de maladies hydriques (Belhaj, 2001).

L'eau peut être un milieu favorable au développement des bactéries et virus nuisibles à la santé humaine des populations qui l'utilisent pour leurs besoins. Les bactéries pathogènes (*Vibrionacea*, *Enterobacteriaceae*,...etc) sont responsables des principales maladies hydriques. Les parasites sont eux aussi la cause de plusieurs autres maladies (hépatite infectieuse, méningite, ...etc) (Kankou, 2004).

I.2.3.2. La pollution chimique

La pollution chimique de l'eau devient de nos jours une préoccupation de santé publique, qui prend des formes multiples. Le nombre de polluants ne cesse de se multiplier, notamment les détergents et les pesticides. Ils font l'objet d'une surveillance particulière à travers le monde.

Les polluants chimiques sont classés à l'heure actuelle en cinq catégories ; les substances chimiques dites « indésirables », les pesticides et produits apparentés, les substances toxiques, les détergents et les colorants et autres éléments toxiques (Bouziani, 2000).

Tableau 1: Substances chimiques toxiques dans l'eau (limites acceptables) (OMS, 1998).

Substances (Paramètres)	Limites acceptables OMS	Limites acceptables U.E
Plomb (pb)	50 µg/l	25 µg/l
Cadmium (Cd)	5µg/l	5 µg/l
Mercure (Hg)	1 µg/l	1 µg/l
Cyanures (CN)	100 µg/l	50 µg/l l
Arsenic (As)	0,05 µg/l	10 µg/l

I.2.3.3. La pollution physique

Elle est liée aux facteurs qui influents sur l'état physique de l'eau tels que la température, la présence des particules ou mousses et le changement de l'effet réfractaire de l'eau. Le rejet d'eau chaude des centrales nucléaires dans les cours d'eau constitue la préoccupation de nombreux pays (Kankou, 2004).

Tableau 2 : Principaux types de pollution des eaux, nature et cause (Ramade, 2000)

Type de pollution	Nature physicochimique	Source ou agent causal
<p>I Physique</p> <p>Pollution thermique, pollution radioactive</p>	<p>Rejet d'eau chaude</p> <p>Radio-isotope</p>	<p>Centre les électriques</p> <p>Installations nucléaires</p>
<p>II Chimique</p> <p>Pollution par les engrais</p> <p>Pollution par des éléments toxiques</p> <p>Pollution par les pesticides</p> <p>Pollution par les détergents</p> <p>Pollution par les hydrocarbures</p> <p>Pollution par les composés organochlorés</p> <p>Pollution par les divers autres composés organiques de synthèses</p>	<p>Nitrate</p> <p>Phosphates</p> <p>Cadmium, mercure, plomb, aluminium, arsenic, etc</p> <p>Insecticides, herbicides, fongicides, etc.</p> <p>Agent tensioactifs</p> <p>Pétrole brut et ses dérivés (carburants et autres produits raffinés)</p> <p>PCB, insecticides, solvants chlorés</p> <p>Très nombreuses molécules > 120 000</p>	<p>Agricultures</p> <p>Lessives</p> <p>Industrie agriculture, Combustion (pluies acides)</p> <p>Agriculture (industries, transports)</p> <p>Effluents domestiques (industriels)</p> <p>Industrie pétrolière, transports, chaufferies industrielles</p> <p>Industrie, agriculture</p> <p>Industries, usages dispersifs en particulier domestiques pour certains</p>
<p>III Matières organiques fermentescibles</p>	<p>Glucides, lipides, protides, acides nucléiques</p>	<p>Effluents domestiques, agricoles, industries agroalimentaires, industries du bois (papeteries)</p>
<p>IV Pollution microbiologique</p>	<p>Bactéries, virus entériques, champignons</p>	<p>Effluents urbains, élevage, abattoir, secteur agroalimentaire en général</p>

I.2.4. Les principales sources de pollution d'eau

I.2.4.1. La pollution urbaine

Selon (Ginin et al, 2003) la pollution urbaine apparue depuis qu'il existe des réseaux de collecte spécifique, avec des points de concentration des rejets, elle engendre de graves perturbations, surtout lorsqu'elle prend une importance relative plus grande (rejets domestiques mieux traités). Ces rejets sont caractérisés par :

- Une teneur importante en matières minérales en suspension (sables, graviers, poussières) ;
- La présence de nombreux débris solides ou flottants de petite taille ;
- Une concentration forte en toxiques et hydrocarbures (lessivage de parking, résidus d'échappement des véhicules, résidus de corrosion des équipements métalliques).

L'irrégularité de ces rejets et les volumes d'eau importants qu'ils mettent en jeu rendent difficile et onéreux leur traitement.

Les rejets urbains résultant de la collecte et du traitement des eaux usées des ménages, des activités domestiques, artisanales et tertiaires ainsi que du ruissellement des eaux pluviales dans les zones urbaines (Panorama, 2008).

I.2.4.2. La pollution agricole

Selon (l'Agence d'Eau Seine- Normandie), elle s'intensifie depuis que l'agriculture est entrée dans un stade d'industrialisation. La concentration des élevages entraîne un excès de déjections animales par rapport à la capacité d'absorption des terres agricoles ; celles-ci, sous l'effet du ruissellement de l'eau et de l'infiltration dans le sous-sol, enrichissent les cours d'eau et les nappes souterraines en dérivés azotés et constituent aussi une source de pollution bactériologique.

Les engrais chimiques (nitrates et phosphates), employés par l'agriculture intensive, altèrent la qualité des cours d'eau et les nappes souterraines vers lesquels ils sont entraînés.

Les herbicides, insecticides et autres produits phytosanitaires de plus en plus utilisés par les agriculteurs s'accumulent dans les sols et les nappes phréatiques et polluent les cours d'eau.

I.2.4.3. La pollution industrielle

Les effluents industriels peuvent causer des pollutions organiques, chimiques ou physiques. La pollution industrielle peut avoir un effet toxique sur les organismes vivants, ou causer l'accumulation de certains éléments dans la chaîne alimentaire (métaux, pesticides, radioactivité...) (El Amrani, 2007).

Elle est caractérisée par une très grande diversité, suivant l'utilisation de l'eau dans les processus (refroidissement, lavage, extraction mise en solution, etc.) et l'activité de l'usine (chimie, traitement de surface, agroalimentaire, etc.) (Ginin et al, 2003).

I.2.5. Les conséquences de la pollution des eaux

I.2.5.1. Généralité sur l'eutrophisation

L'eutrophisation est définie par l'OCDE comme un « enrichissement des eaux en matières nutritives qui entraîne une série de changements symptomatiques, tels que l'accroissement de la production d'algues et de macrophyte, la dégradation de la qualité de l'eau et autres changements symptomatiques considérés comme indésirables et néfastes aux divers usages de l'eau » (Galvez, 2002).

Selon (Bourdin, 2004) l'eutrophisation d'un milieu aquatique peut être définie comme une fertilisation ou un enrichissement, du fait d'un apport important en nutriments, entraînant un accroissement de la production primaire végétale.

I.2.5.2. Caractérisation de l'eutrophisation

Le phénomène d'eutrophisation se caractérise pour les lacs et les cours d'eau lentique par des développements micro-algaux importants ainsi que de fortes variations de la teneur en oxygène et du potentiel hydrique (Bourdin, 2004).

I.2.5.2.1. La prolifération des végétale

La prolifération végétale peut être classée en deux catégories ; celle qui concerne les algues et celle qui concerne les plantes aquatiques (Bourdin, 2004).

I.2.5.2.2. Les implications physico-chimiques de la prolifération végétale

Les cellules végétales étant comparables à des usines biochimiques, les principaux effets d'une prolifération végétale sont les suivants :

- En phase diurne, la production d'oxygène peut atteindre des valeurs telles que cet élément devient toxique. Un film de bulles d'oxygène se dépose sur toutes les surfaces, dont l'épithélium branchial des poissons, provoquant leur mort par asphyxie ;
- En phase nocturne la respiration de cette importante biomasse peut entraîner une chute de la concentration en oxygène (10 à 20% de la teneur saturante) ;
- Le PH suit la même variation proportionnelle à l'activité de la biomasse végétale (Bourdin, 2004).

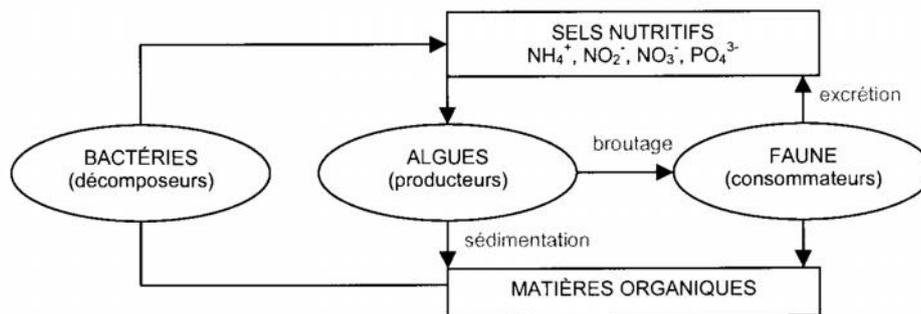


Figure 1 : Cycle simplifié des éléments nutritifs (Galvez, 2002).

I.2.5.2.3. Effets de l'eutrophisation

Un écosystème est en piètre état lorsque se manifestent un ou plusieurs des symptômes suivants :

- Mort massive des poissons ;
- Changement des propriétés chimiques : La réduction du pH de l'eau causée par les pluies acides et peut-être l'un des plus importants changements enregistrés ;
- Présence de certains organismes qui témoignent de conditions insalubres. Les bactéries coliformes, par exemple, peuvent indiquer la présence d'organismes capables de provoquer chez l'être humain certains maux ou maladies, notamment la diarrhée, la typhoïde et le choléra ;
- Perte de la culture traditionnelle autochtone associée à l'écosystème ;
- Mauvaises odeurs dues à la putréfaction des algues et des plantes mortes ;
- Diminution de la transparence de l'eau ;
- Désoxydation de l'eau du fond suivi de la formation d'hydrogène sulfuré (H₂S), gaz hautement toxique et ayant une très mauvaise odeur ;

- Apparition de fleurs d'eau, croissance luxuriante des plantes aquatique supérieures ;
- Formation d'écume d'algue ou de tapis d'algues flottantes notamment les cyanobactéries ;
- Production des cyanotoxines qui sont néfastes à la vie humaine et animale telle que l'apparition des dermatites ou d'allergies chez des individus ayant un contact direct avec de l'eau riche en cyanobactéries (Houli, 2013).

I.3. La qualité des eaux

I.3.1. Définition

La qualité d'une eau est caractérisée par les diverses substances qu'elle contient, leur quantité et l'effet qu'elles ont sur l'écosystème et sur l'être humain. C'est la concentration de ces différents éléments qui détermine la qualité d'une eau et permet de savoir si celle-ci convient à un usage particulier. Même l'eau des rivières et des lacs les moins influencés par les activités humaines n'est pas pure.

Elle contient de nombreuses substances, dissoutes ou en suspension, que l'on retrouve partout dans la nature (bicarbonates, sulfates, sodium, calcium, magnésium, potassium, azote, phosphore, aluminium, fer, etc.). Ces éléments proviennent du sol et du sous-sol, de la végétation et de la faune, des précipitations et des eaux de ruissellement drainant le bassin versant, ainsi que des processus biologiques, physiques et chimiques ayant lieu dans le cours d'eau lui-même.

À ces substances d'origine naturelle peuvent s'ajouter des produits découlant de la simple présence humaine (phosphore, azote et micro-organismes contenus dans les eaux usées domestiques) ou des activités industrielles et agricoles (substances toxiques, métaux, pesticides) (Hébert et Légaré, 2000).

Au Canada, on considère en général que le terme « qualité de l'eau » désigne les caractéristiques et les conditions physiques, chimiques et biologiques de l'eau et des écosystèmes aquatiques qui influent sur la capacité de l'eau à servir aux utilisations auxquelles elle est destinée.

La qualité de l'eau est déterminée au moyen d'un vaste éventail de paramètres, de variables, d'indicateurs et de mesures physiques, chimiques et biologiques. Les

caractéristiques chimiques et physiques de l'eau et des sédiments influent sur le biote aquatique et les écosystèmes qui les abritent (Kent, 2006).

I.3.2. Paramètres de la qualité des eaux superficielles

I.3.2.1. Paramètres physico-chimiques

La qualité des eaux et l'estimation de son degré de pollution sont souvent traitées et mesurées sur la base d'indicateurs multiples comme par exemple les indicateurs d'ordre biologique, hydro-chimique ou physiques.

Les principaux sont la demande biologique en oxygène (DBO), la demande chimique en oxygène (DCO), les matières ou le poids des matières en suspension (MES), la température, le pH, la pureté bactériologique et l'abondance de produits toxiques (Ouzza et Akdim, 2001).

I.3.2.1.1. L'Odeur

Indique un manque d'aération, et toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition (Rodier, 1997).

I.3.2.1.2. La Couleur

Les divers déversements dans un cours d'eau modifient sa couleur. La nature et la concentration des matières en suspension jouent un rôle important dans la coloration des eaux (Pesson, 1980).

I.3.2.1.3. La Température (T)

La température est le paramètre le plus important dans les analyses de l'eau. Elle a une influence directe sur le comportement de différentes substances contenues dans l'eau et a une grande influence sur l'activité biologique. La température de l'eau n'a pas d'incidence directe sur la santé humaine (Roux, 1987).

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique et dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels (Rodier et al, 2005).

I.3.2.1.4. Le Potentiel Hydrogène (pH)

Le (PH) correspond, pour une solution diluée ; à la concentration d'ions hydrogènes, il mesure l'acidité ou la basicité (alcalinité) d'une eau. Le (PH) d'une eau naturelle dépend de l'origine de celle-ci et de nature des terrains traversés. Des eaux issues de massifs cristallins auront un (PH) plutôt acide, à l'inverse, des eaux provenant de régions calcaires auront un (PH) plutôt basique. Certaines eaux superficielles (lac, rivières) voient leur (PH) s'élever brutalement en été, suite à une forte production végétale (Savary, 2003).

I.3.2.1.5. Oxygène Dissous (O₂)

L'eau contient toujours de l'oxygène dissous dont les concentrations varient avec la température et la précipitation partielle dans l'atmosphère. Du fait de l'équilibre entre l'oxygène de l'air et de l'eau, plus les eaux sont superficielles et plus elles sont chargées en oxygène ; les teneurs maximales atteintes dépassent rarement 10 mg.l⁻¹ (Savary, 2003).

I.3.2.1.6. Les Matières en Suspension (MES)

Ce sont des matières insolubles, fines, minérales ou organiques et leur présence dans l'eau réduit la luminosité de cette dernière.

La détermination de la matière en suspension est essentielle pour évaluer la charge polluante dans une eau usée urbaine. Près de 50% de la pollution organique se trouve sous forme de MES (Bentoux, 1993).

I.3.2.1.7. La Conductivité Electrique (CE)

La (CE) mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouve sous forme d'ions chargés d'électrons. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau (Saadali, 2007).

La conductivité est également fonction de la température de l'eau: elle est plus importante lorsque la température augmente. Elle s'exprime en micro siemens par centimètre (Detay, 1993).

La qualité de l'eau en fonction de la conductivité est définie de la manière suivante :

- Conductivité de 50 à 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ Qualité excellente ;
- Conductivité de 400 à 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ Bonne qualité ;
- Conductivité de 750 à 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ Qualité médiocre mais eau utilisable ;
- Conductivité $>$ de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ Minéralisation excessive.

I.3.2.1.8. Demande Biochimique en Oxygène (DBO₅)

La (DBO₅) représente la quantité de pollution biodégradable. Cette méthode d'analyse de la pollution correspond à la quantité d'oxygène nécessaire, pendant 5 jours, aux MO (bactéries) contenus dans l'eau pour oxyder une partie des matières carbonées. Cette mesure permet une certaine évaluation des nuisances provoquées par le rejet de matières organiques biodégradables en mesurant une consommation d'oxygène (Koller, 2009).

I.3.2.1.9. Demande Chimique en Oxygène (DCO)

Elle représente la consommation d'oxygène nécessaire à l'oxydation non biologique de l'ensemble des matières organiques présentes dans l'effluent, qu'elles soient ou non biodégradables (Koller, 2009).

Tableau 3: La qualité générale de l'eau (Laouar et Khoubbach, 2006).

Classes	1A	1B	2	3	HC
DBO ₅ mgO ₂ /l	≤ 3	De 3 à 5	De 5 à 10	De 10 à 25	>25
DCO mgO ₂ /l	≤ 20	De 20 à 25	De 25 à 40	De 40 à 80	>80
O ₂ dissous mg/l	≥ 7	De 5 à 7	De 3 à 5	<3	
NH ₄ ⁺	$\leq 0,1$	De 0,1 à 0,5	De 0,5 à 2	De 2 à 8	>8

I.3.3. Eléments nutritifs

I.3.3.1. Substances eutrophisantes : différentes formes d'azotes et de phosphores

1. Les Nitrates (NO_3^-)

Les nitrates (NO_3^-) constituent le stade final d'oxydation de l'azote organique. Les nitrates sont abondamment répandus dans le sol, dans la plupart des eaux et dans les plantes ou ils sont nécessaires à la synthèse des végétaux (Savary, 2003).

Les activités humaines sont la cause du rejet en excès de nitrate dans les divers compartiments de la biosphère. L'essentiel de la pollution des eaux par les nitrates provient à l'heure actuelle des activités agricoles : élevages industriels et surtout sur fertilisation azoté dans les grandes cultures (Ramade, 2000).

Ils stimulent la flore aquatique; avec l'ammonium, c'est la forme d'azote la plus utilisée par les végétaux, qui peuvent toutefois utiliser les nitrates (Gaujous, 1995).

2. Les Nitrites (NO_2^-)

Les (NO_2^-) constituent une étape importante dans la métabolisation des composés azotés. Ils s'insèrent dans le cycle de l'azote entre l'ammoniaque et les nitrates. Leur présence est due, soit à l'oxydation bactérienne de l'ammoniaque, soit à la réduction des nitrates. Ils ne représentent qu'un stade intermédiaire et sont facilement oxydés en nitrates, leur présence dans l'eau est donc rare et en faible quantité (Rejsek, 2002).

3. L'Ammonium (NH_4^+)

Désigné sous le terme « azote ammoniacal », il englobe les formes ionisées (ion ammonium, NH_4^+) et non ionisées (gaz ammoniac, NH_3), l'azote ammoniacal est assez souvent recentrée dans les eaux et traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique. Il constitue un des maillons du cycle de l'azote. L'ammoniac est un gaz soluble dans l'eau, mais suivant les conditions du (PH) il peut se combiner à d'autres composés ou rester sous forme ionisée. L'azote ammoniacal des eaux superficielles peut avoir pour origine naturelle la décomposition des déchets végétaux et animaux (Savary, 2003).

4. Les Phosphates

Sels de l'acide ortho phosphorique qui représentent des éléments minéraux nutritifs essentiels pour les végétaux autotrophes. La teneur en phosphate des eaux et des sols constitue de ce fait le facteur déterminant de leur fertilité car ils représentent dans la quasi-totalité des cas le type de nutriments présents en plus faible quantité, tant dans les eaux continentales que marines (Ramade, 2000).

Les phosphates sont généralement responsables de l'accélération du phénomène d'eutrophisation dans les milieux aquatiques, ils peuvent avoir un effet bénéfique comme sel nutritif (Gaujous, 1995).

Les ions phosphates contenus dans les eaux peuvent être d'origine naturelle (produit de décomposition de la matière organique), mais à l'heure actuelle, leur présence dans les eaux est essentiellement due aux rejets, domestique (poly phosphates des détergents), agricoles (engrais, pesticides), voir industrielles (Rodier, 1996).

I.3.3.2. Le Calcium

Le (Ca^{2+}) est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches sous forme des carbonates, composant majeurs de la dureté de l'eau et qui est généralement l'élément dominant des eaux potables. Sa teneur est liée directement à la nature géologique des terrains traversés. Il existe surtout à l'état d'hydrogénocarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfates, de chlorures, etc... (Rodier, 1996).

La présence des ions de calcium dans l'eau est liée principalement à deux origines naturels, soit la dissolution de formations gypseuses $CaSO_4$ et la dissolution des formations carbonatées $CaCO_3$ (Saadali, 2007).

L'influence de calcium sur la santé de l'individu a été souvent discutée. Cependant, les chercheurs et les études statistiques ont montré qu'il n'y aurait pas de relation dose effet avec la teneur de cet élément dans l'eau. Les eaux potables, de bonne qualité, renferment de 100 à 140 mg/l de calcium soit 150 à 200mg/l en CaO ou 250 à 350 mg/l en $CaCO_3$. (Rodier, 1996).

I.3.3.3. Le Magnésium

Le (Mg^{2+}) magnésium est l'un des éléments les plus répandus dans la nature; il constitue environ 2,1% de l'écorce terrestre. La plus part de ses sels sont très solubles dans l'eau (Rodier, 1996). Ses origines sont comparables à celle du calcium, car il provient de la dissolution des formations carbonatées à fortes teneurs en magnésium (Magnésite et dolomites) (Debieche, 2002).

I.3.3.4. Le Sodium

Le (Na^+) est un élément constant de l'eau, toutefois, les concentrations peuvent être extrêmement variables allant de quelques dizaines de milligrammes à 500 mg/l et même au-delà. Indépendamment de la lixiviation des formations géologiques contenant du chlorure de sodium, le sel peut provenir :

- De l'altération des minéraux silicatés, échanges de cations avec les minéraux argileux ou des substances organiques;
- Des retombées d'origine marine, de la venue d'eaux salées dans les nappes aquifères;
- Des rejets des eaux usées, ainsi que l'épandage des engrais chimiques qui augmentent aussi les concentrations en sodium;
- Des nombreux usages industriels;
- Des apports atmosphériques, etc. (Rodier et al, 2005).

I.3.3.5. Le Potassium

Le (K^+) provient de l'altération des formations silicatées (gneiss, schistes), des argiles potassiques, de certains rejets industriels et de la dissolution des engrais chimiques (NPK). Sa présence à peu près constante dans les eaux naturelles ne dépasse pas habituellement 10 à 15 mg/l (Rodier et al, 2005).

I.3.4. Généralité sur la surveillance biologique

La surveillance biologique est reconnue, aux États-Unis et en Europe, comme une composante essentielle des programmes de surveillance de la qualité de l'eau (Barbour *et al.*, 1999; WFD, 2003; Moisan et Pelletier, 2013).

Ainsi, la surveillance biologique et la surveillance physicochimique des cours d'eau sont considérées comme des outils complémentaires. En général, la surveillance biologique mesure les effets des perturbations sur les communautés biologiques en place. La surveillance physicochimique mesure les agents stressants, en d'autres mots la contamination environnementale.

La surveillance de la qualité de l'eau basée exclusivement sur la mesure de la concentration de polluants dans l'eau ne permet pas de tirer des conclusions sur la santé de l'écosystème. Elle ne renseigne pas sur la qualité de l'habitat, n'évalue pas l'effet des polluants non mesurés ou présents à des seuils inférieurs aux limites de détection des méthodes analytiques, ni les effets synergiques, additifs et antagonistes des différents polluants sur les organismes vivants. Des mesures relatives aux êtres vivants sont souvent nécessaires. La surveillance biologique s'avère donc l'outil principal pour évaluer la santé biologique des milieux aquatiques (Moisan et Pelletier, 2013).

I.4. Généralité sur les organismes vivants des eaux douces

Les écosystèmes aquatiques sont colonisés naturellement par une grande variété d'organismes vivants. Le nombre d'individus et la diversité des espèces animales et végétales sont fonction des conditions climatiques (température et éclaircissement), salinité, oxygénation, apport des éléments nutritifs, profondeur et de la charge organique, qui varient dans le temps et /ou dans l'espace, conditionnant ainsi une succession de milieu de vie spécifique dans lesquels se développent ces différentes espèces animales et végétales. Tous ces organismes sont liés par des relations alimentaires qui les rendent dépendants les uns des autres. Les interactions entre ces êtres vivants sont multiples et se manifestent en permanence par des phénomènes de cohabitation, de dégradation, de compétition, de prédation et de parasitisme.

On peut distinguer d'une manière très générale trois types d'organismes vivants dans les eaux : les producteurs, les consommateurs et les décomposeurs.

- Les producteurs (algues et végétaux) ;
- Les consommateurs : ils peuvent être primaires (zooplancton) ou secondaires (poissons). on peut considérer qu'ils se nourrissent exclusivement des producteurs ;
- Les décomposeurs : ce sont essentiellement les bactéries (Houli, 2013).

I.4.1. Le Phytoplancton

Selon (Groga, 2012) Le phytoplancton (du grec *phyton* ou plante et *planktos* ou errant) est constitué par l'ensemble du plancton végétal.

Le phytoplancton est constitué de l'ensemble des micro-organismes végétaux en suspension dans l'eau, capables d'élaborer par photosynthèse leur propre substance organique, à partir de l'énergie solaire, de l'eau, du dioxyde de carbone et des sels nutritifs (Gailhard, 2003).

Les eaux douces et particulièrement les eaux de surface, qui représentent une ressource vitale pour l'homme, sont menacées par des pollutions diverses, d'origine anthropique. Le phytoplancton réagit à ces altérations et peut être considéré comme un indicateur de la dégradation de la qualité des eaux continentales, proposé par la DCE comme élément de qualité biologique.

La prolifération du phytoplancton a un impact direct sur les écosystèmes aquatiques entraînant des modifications de la diversité et de la dynamique des populations.

En outre, certaines espèces, dont les cyanobactéries, sont susceptibles de synthétiser des toxines à l'origine d'intoxications plus ou moins graves, représentant des risques importants pour la santé humaine et animale (Chorus et Bartram 1999 ; Groga, 2012). Les usages de l'eau peuvent ainsi être limités par ces contaminations.

I.4.1.1. Le cycle du phytoplancton

Pour vivre, le plancton végétal a besoin d'eau, de lumière, de sels minéraux (nitrate, phosphore, silicate, potassium...), d'oligoéléments (magnésium, fer...) et de CO₂. Ainsi, son existence est étroitement liée aux conditions régnant dans son milieu : température et turbidité (degré d'opacité) de l'eau, précipitations, ensoleillement, pollution, etc. À l'échelle d'une année, il présente donc une grande variabilité saisonnière.

En théorie, le phytoplancton se développe de préférence au printemps et à l'automne, lorsque les conditions sont optimales. Aujourd'hui, ce rythme annuel est de moins en moins respecté en raison de l'évolution du milieu (excès d'apports en nutriments, réchauffement climatique) et certaines espèces peuvent proliférer tout au long de l'année (Mollo et Noury, 2013).

I.4.2. Définition des algues

Selon (Roland, 2008), les algues, ou *phycophytes* (du gr.*phykos* = algue ; *phuton* = plantes), sont des Thallophytes chlorophylliens, c'est à-dire des organismes capables de photosynthèse. Elles sont donc autotrophes.

Les algues sont des végétaux beaucoup moins connus que les plantes terrestres, et beaucoup plus difficiles à appréhender. Elles occupent en grande partie les milieux aquatiques, en particulier marins et sous-marins et constituent un ensemble d'organismes extrêmement divers qu'il est fort difficile de présenter de manière univoque. Les algues, et les végétaux en général, sont à la base de la chaîne alimentaire sous-marine (Person, 2010).

Rivard (2005), définit les algues comme des végétaux aquatiques primitifs qui vivent naturellement dans nos plans d'eau. Ces organismes sont, contrairement aux plantes aquatiques, dépourvus de véritables feuilles, tiges et racines.

La communauté algale constitue aussi un excellent indicateur de la qualité de l'eau, car sa composition et l'abondance des diverses algues sont la plupart du temps représentatives des propriétés chimiques de l'eau comme le pH et les concentrations de nutriments (et peuvent d'ailleurs influencer sur ces propriétés) (Huynh et al, 2006).

I.4.2.1. Les propriétés biologiques générales des algues

I.4.2.1.1. Caractéristiques des algues

Les algues sont généralement microscopiques (invisibles à l'œil nu). Or, si elles sont trop nourries, elles se multiplient et s'agglomèrent au point de former des masses macroscopiques (Rivard, 2005).

Nous distinguons dans les populations algales deux grands ensembles :

- Le premier est constitué d'espèces qui flottent ou nagent en pleine eau ; elles sont en général microscopiques et souvent unicellulaires. Elles forment la partie végétale et productrice du plancton et phytoplancton.
- Le second ensemble – appelé *phytobenthos* – est constitué par des espèces fixées au fond (Roland et al, 2008).

I.4.2.1.2. Ecologie des algues

Les algues croissent dans tout milieu aqueux ou humide : plans d'eau douce ou salée, sources chaudes, glace, air et à la surface ou à l'intérieur d'autres organismes et substrats. Dans les Prairies canadiennes, les algues sont plus communes l'été que l'hiver. Nous les trouvons également dans des communautés, vivant avec de nombreuses autres espèces d'algues et de zooplancton. Ces communautés peuvent renseigner beaucoup sur la santé de l'écosystème. Par exemple, une communauté d'*Euglena*, de *Scenedesmus* et de *Selenastrum* indique habituellement que le plan d'eau est eutrophe (Huynh et al, 2006).

I.4.2.1.3. Classification des algues

Le phytoplancton regroupe deux types d'organismes qui diffèrent au niveau cytologique essentiellement par la présence (eucaryotes) ou non (procaryotes) d'un noyau cellulaire (ADN confiné dans une enveloppe nucléaire) (Prescott *et al.* 2003 ;Groga, 2012). Huit principales classes différenciées selon des critères morphologiques, cytologiques, biochimiques et reproductifs sont recensées dans les milieux aquatiques.

I.4.2.1.3.1. Algue bleues (Cyanobactéries)

Les cyanophycées ou algues bleues-vertes sont des algues procaryotes très répandues ne possédant aucun noyau dont environ 7 500 espèces sont connues à ce jour. Elles sont habituellement de petites tailles, soit 10 µm ou moins, et peuvent être retrouvées dans pratiquement tous les habitats (eaux fraîches, eaux salées, eaux saumâtres et sols) étant donné leur aptitude à résister à des températures extrêmes et leur résistance à la dessiccation. Cependant, la majorité des algues bleues-vertes ont des températures optimales de croissance de 32 à 35°C (Lechevalier et al, 1977).

Les cyanobactéries (cyanophycées) se présentent généralement sous forme de fins filaments. Contenant un pigment qui leur confère une couleur bleue (du grec *cyano*, « cyan »), elles peuvent modifier la couleur des eaux où elles prolifèrent. Elles sont un indicateur de la mauvaise qualité de l'eau. En effet, leur prolifération trahit la présence en quantité d'insecticides, de pesticides, de métaux lourds...

Les cyanobactéries peuvent être toxiques pour les mammifères, et pour l'homme en particulier. À la suite de leur prolifération dans des eaux d'alimentation humaine, leur ingestion a été à l'origine d'intoxications graves, par exemple en Angleterre et en Australie (Mollo et Noury, 2013).

I.4.2.1.3.2. Algues rouges (*Rhodophycées*)

Sont des algues annuelles de 3500 espèces, dont les plus consommées sont les algues dulse, nori ou carraghénanes (HESSO, 2009).

Les Rhodophycées ou Algues rouges, chez lesquelles aux pigments ordinaires est mêlé un pigment surnuméraire de teinte rouge : la phycoérythrine, qui masque la chlorophylle. Ce pigment surnuméraire n'est fixé aux chloroplastes que pendant la vie ; lorsque l'algue meurt, il diffuse dans l'eau (Vivie et al, 1943).

I.4.2.1.3.3. Algues brunes (*phéophycées*)

Sont des algues annuelles dont on dénombre 1500 espèces. Ce sont des algues qui peuvent atteindre 50 mètres de long et dont les plus connues sont les algues wakamé, kombu, aramé ou spaghetti de mer (HESSO, 2009).

I.4.2.1.3.4. Algues dorées (*Les Chrysophycées*)

Les chrysophycées ou algues dorées sont généralement présentes dans les eaux douces. Cette classe est représentée par 150 genres et environ 800 espèces. Le mode de nutrition de ces algues est très varié, mais certaines d'entre elles possèdent un mode de nutrition hétérotrophe comme *Ochromonas danica* qui comprend un pourcentage de 27,4 % en acides gras et dont la source de carbone assimilée est le glucose (Lechevalier et al, 1977 in Catin, 2010).

Leurs cellules possèdent un ou plusieurs plastes jaunes ou bruns à cause de la forte concentration en xanthophylles (lutéine, fucoxanthine, diadinoxanthine) et caroténoïdes (- carotène) masquant la couleur due aux chlorophylles *a* etc. (Wetzel *et al.* 2001 ;Groga, 2012).

I.4.2.1.3.5. Algues vertes (*chlorophycées*)

Les chlorophycées sont des microalgues vertes vivant isolées ou organisées en colonies dans les eaux marines et douces des zones tempérées et chaudes. Unicellulaires ou pluricellulaires, de forme ovoïde, elles mesurent de 1 à 10 microns et peuvent, comme les chrysophycées, posséder deux flagelles qui leur permettent de se maintenir en surface (Mollo et Noury, 2013).

Forment un groupe extrêmement vaste et morphologiquement très diversifié. Elles sont réparties en 4 classes : les Euchlorophycées, les Ulothricophycées, les Zygothricophycées et les Charophycées. Celles-ci comportent environ 500 genres, représentant plus de 15000 espèces (John 1994 ; Grogga, 2012).

Les algues vertes, dépourvues de pigments surnuméraire, dont les chloroplastes colorés en vert sont formés des mêmes pigments que chez les végétaux supérieurs : chlorophylle, carotène, xanthophylle (Vivie et al, 1943).

Avec plus de 6500 espèces, elles sont les algues les plus consommées dont la laitue de mer, le Aonori ou l'ulve (HESSO, 2009).

Les chlorophycées sont retrouvées dans tous les types d'habitat et l'amidon et l'huile constituent leurs principales réserves énergétiques (Catin, 2010).

I.4.2.1.3.6. Les diatomées (*Bacillariophycées*)

Engloberaient plus de 100000 espèces et on estime que seulement près de 15 000 ont été identifiées à ce jour. C'est un des groupes les plus importants du phytoplancton même si beaucoup d'espèces sont sessiles ou associées aux substrats littoraux. Leur caractéristique principale est la présence d'une paroi cellulaire siliceuse appelée frustule.

Ces microorganismes sont unicellulaires ou coloniaux et sont communément divisés en deux groupes : les diatomées centriques qui ont une symétrie radiale et les diatomées pennées qui ont une symétrie bilatérale.

La reproduction végétative par division cellulaire est le mode le plus commun de multiplication (Grogga, 2012).

Les diatomées sont les algues d'une teinte brunâtre qui tapissent le fond des cours d'eau. Ce tapis brunâtre, qui rend les roches glissantes, est en fait composé de millions de petites cellules microscopiques. Ces algues forment une communauté très diversifiée. Chaque roche d'une rivière peut en effet compter plusieurs dizaines d'espèces de diatomées (Campeau, 2009).

I.4.2.1.3.7. Les dinoflagellés

Regroupent environ 300 espèces et sont des algues flagellées unicellulaires dont la plupart sont mobiles. La chlorophylle *a* et *c2* sont deux pigments photosynthétiques majeurs des cellules de dinoflagellés (Grogga, 2012).

I.4.2.1.3.8. Les euglènes

Sont réparties en 13 genres et plus de 2000 espèces. Ils sont presque tous unicellulaires, sans paroi cellulaire, possèdent un, deux ou trois flagelles qui émanent d'une invagination de la membrane cellulaire, une vacuole contractile et un stigma « eyespot » orange à rouge composé de globules de caroténoïdes. Bien que certaines euglènes soient non pigmentées, phagotrophes (capable d'ingérer des particules solides) et par conséquent considérés comme des protistes animaux (ex protozoaires), la plupart sont photosynthétiques et parfois hétérotrophes.

En ce qui concerne leur mode de reproduction, la division cellulaire semble être la règle pour cette classe du phytoplancton (Bourelly 1985 ; Grogga, 2012).

I.4.2.1.4. La Reproduction chez les algues

Les algues présentent trois grands types de reproduction.

- La reproduction sexuée : Fait intervenir la production de gamètes (à n chromosomes) qui lorsqu'ils fusionnent produisent un œuf (ou zygote) à $2n$ chromosomes. Les gamètes sont produits par des thalles à n chromosomes, qu'on désigne sous le terme de gamétophytes. On appelle haplophase cette phase à n chromosomes.
- La reproduction asexuée : S'effectue à partir de spores (à $2n$ chromosomes) qui n'ont pas besoin de fusionner. Les thalles à $2n$ chromosomes qui les produisent sont les sporophytes. Cette partie du cycle à $2n$ chromosomes est désignée sous le terme de diplophase.

Lorsqu'une espèce présente un seul de ces types de reproduction, son cycle biologique est dit monogénétique, et digénétique quand les deux générations (gamétophyte et sporophyte) se succèdent. Dans ce dernier cas, quand les deux générations sont semblables d'un point de vue morphologique, on parle de cycle digénétique isomorphe, et de cycle digénétique hétéromorphe lorsque le sporophyte et le gamétophyte sont différents.

Enfin, les algues peuvent se développer par multiplication végétative, c'est-à-dire, sans intervention de cellules spécialisées (zoïde = spore ou gamète). Une partie du thalle se détache et donne naissance à un autre individu (L'infremer et al, 1994).

I.4.2.2. Les facteurs de répartition des algues

Les algues sont liées à l'eau et peuvent dès lors s'installer dans tous les types d'habitat suffisamment humides et éclairés. On peut les retrouver en eau douce, en mer, sur sol humide et même sur la neige.

Les algues étant photosynthétiques, elles sont dépendantes de la présence de la lumière. Aussi, Les algues nécessitent d'être fixées à un substrat, par conséquent, la texture, le degré de cohésion et la nature chimique du substrat ont une importance sur la répartition spatiale des espèces (Ainane, 2011).

I.4.2.3. La Distribution des algues

La distribution géographique des Algues d'eau douce, exception faite des Algues aériennes qui paraissent plus spécialement localisées aux régions tropicales humides, constitue, sauf quelques variantes dues aux climats, des formations végétales entièrement semblables dans toutes les zones du globe. Ce pouvoir de dispersion dépend beaucoup plus de leur grande faculté d'adaptation aux conditions physico-chimiques variées du milieu (ubiquisme), que de l'influence du lieu géographique (Vivie et al, 1943).

I.4.2.4. L'utilisation des algues

Les algues ont été utilisées depuis longtemps : au début dans l'alimentation des populations des rivages asiatiques, ou comme engrais en Europe ou encore pour le bétail. Au XXème siècle la production industrielle de phycocolloïdes est en plein essor eu égard à la diversification de leur utilisation. Le besoin de récoltes de plus en plus importantes a développé la culture d'espèces plus productives. A cause des propriétés de plusieurs de leurs éléments, les algues ont été et sont encore utilisées à de nombreuses fins :

- Agro-alimentaire : Gélose et alginates utilisées comme agents émulsifiants ; épaississants, stabilisants, gélifiants (additifs de E400 à E408), excipients ;
- Agriculture : utilisées comme engrais (goémon) ou amendement (maërl) ;
- Dentisterie : pâtes pour les empreintes dentaires ;
- Industries chimiques : les frustules (enveloppes externes des diatomées) siliceux, sont utilisés comme abrasifs, ou isolants phoniques ou thermiques. Les colles, peintures, résines, caoutchoucs, savons utilisent des produits d'algues ;
- Médecine : en thalassothérapie on utilise les bains d'algue (algotérapie) pour traiter les rhumatismes ou certaines affections de l'appareil locomoteur, en chirurgie ou en gynécologie on utilise des stipes de laminaires (pour leur propriétés à retenir l'eau tout en se dilatant) pour débrider une plaie ou dilater une voie naturelle ;

➤ Pharmacie : on utilise les propriétés laxatives ou vermifuges (*Hypnea Carrageen*), anticoagulantes (*Phyllophora*) (Ainane, 2011).

I.4.1.2. Le phytoplancton, indicateur de qualité biologique

Qu'il s'agisse du phytoplancton, des macrophytes, des invertébrés ou des poissons, les indicateurs biologiques (bio-indicateurs) sont basés sur le même principe. La variété des taxons présents dans un prélèvement, leur assemblage, la présence ou l'absence de groupes sensibles (aux pollutions par exemple), donnent une indication sur la qualité des milieux (Groga, 2011).

Ainsi Coste (1994) a donné au terme bio-indicateur la définition suivante : « Un indicateur biologique (ou bio-indicateur) est un organisme ou un ensemble d'organismes qui – par référence à des variables biochimiques, cytologiques, physiologiques, éthologiques ou écologiques – permet, de façon pratique et sûre, de caractériser l'état d'un écosystème ou d'un écosystème et de mettre en évidence aussi précocement que possible leurs modifications, naturelles ou provoquées ».

(Morin, 2006) définit les diatomées comme excellents bio-indicateurs de l'enrichissement en nutriments, de l'acidification des eaux ou de l'eutrophisation du milieu. Les indices actuels ont été conçus d'après les *preferenda* écologiques des différentes espèces de diatomées et se révèlent très performants pour la surveillance de la charge organique et ionique des cours d'eau.

I.4.1.3. Indice biologique des diatomées (IBD)

L'indice biologique diatomée dont la méthode a été normalisée en décembre 2007 (NTT90-354) peut être appliqué à l'ensemble des cours d'eau (à l'exception des estuaires). Il permet d'évaluer le degré de pollution organique et d'eutrophisation des cours d'eau indépendamment du degré d'altération physique du milieu aquatique (Mazzuoli, 2012).

Ces indices sont basés sur l'analyse du peuplement de diatomées périphtiques, algues brunes siliceuses unicellulaires vivants à la surface du substrat ou d'autres végétaux immergés. Les diatomées sont considérées comme les algues les plus sensibles aux conditions environnementales (Genin, 2003).

Ces microalgues sont sensibles aux variations de facteurs abiotiques tels que le pH, la salinité, la température, la turbidité, ... mais également aux pesticides et à certaines bactéries. Ainsi, certaines diatomées vont mieux résister que d'autres à ces perturbations, et

de ce fait, la présence ou non et la quantité de certaines espèces va nous fournir des renseignements sur la qualité d'eau (Morin, 2006).

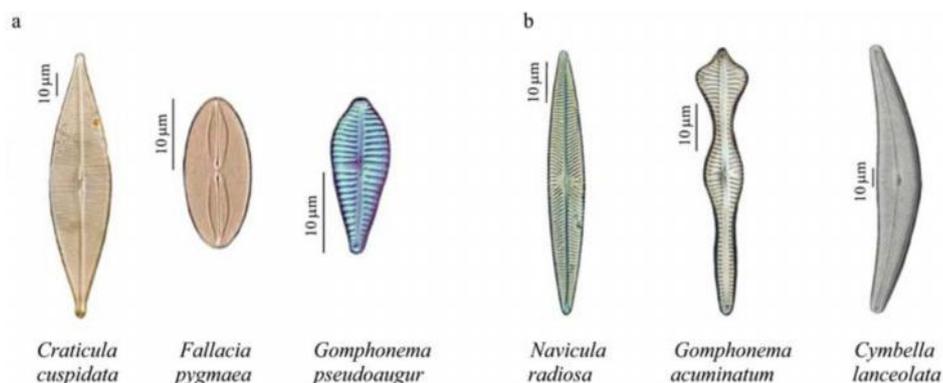


Figure 2 : Exemples de diatomées caractéristiques d'eaux : a/ de mauvaise qualité et b/ de bonne qualité (source : RNDE 2000 in Morin, 2006).

L'indice IBD varie de 0 (qualité très mauvaise) à 20 (qualité très bonne) (Tab4) (Laguerre, 2007). Il s'appuie sur 209 espèces (Mazzuoli, 2012).

Tableau 4: Relation entre l'IBD et la qualité de l'eau.

IBD	IBD 17	17>IBD 13	13>IBD 9	9>IBD 5	IBD<5
Qualité de l'eau	Très bonne	bonne	passable	mauvaise	très mauvaise
Couleur	bleu	vert	jaune	orange	rouge

L'IBD peut être appliqué pour :

- Evaluer la qualité biologique d'une station bien définie (étude ponctuelle) ;
- Suivre l'évolution temporelle de la qualité biologique d'une station (saisonniers ou pluriannuelle) ;
- Suivre l'évolution spatiale de la qualité biologique d'un cours d'eau (comparaison amont aval) ;
- Evaluer les conséquences d'une perturbation sur le milieu (comparaison entre l'amont et l'aval d'un rejet) (Anonyme, 2006).

Chapitre II :
Présentation de
la zone d'étude

II.1. Présentation et description du bassin versant Kébir-Rhumel

Un bassin est défini comme une entité topographique et hydrographique dans laquelle se produisent des entrées d'eau (sous forme de précipitations essentiellement, sans oublier les apports souterrains issus d'autres bassins) et où l'écoulement (et le transport de matériaux mobilisés par l'érosion) s'effectue suivant un système de pentes et de drains naturels en direction de l'exutoire ou embouchure du cours d'eau collecteur. «*Les processus de transfert d'eau s'expriment dans les réseaux hydrographiques, considérés comme des éléments linéaires, par opposition aux bassins versants, éléments de la surface terrestre* » (Bravard et Petit, 2000 in Mébarki, 2005).

L'Oued Kébir-Rhumel, est un cours d'eau très important dans l'Est algérien. Il a contribué au façonnement du ravin Constantinois qui est célèbre dans toute l'Algérie par son pittoresque. Les limites du Kébir Rhumel sont très pertinentes sur la partie tellienne où les lignes de crêtes vivent rigoureusement. En conséquence, le calcul de la superficie du bassin versant Kébir- Rhumel diffère souvent d'un opérateur à un autre ; elle est de l'ordre de 8795 km², cependant selon les données de l'ANRH elle est de 8815 km² (Melghit, 2010).

II.2. Situation géographique du bassin

Le bassin versant Kébir-Rhumel est l'un des plus grands bassins hydrographiques importants en Algérie. Il couvre une superficie de 8115 Km² et possède une façade maritime d'environ 7 Km. Il est centré 36° de latitude Nord, de 7° de longitude Est. Il est subdivisé en 7 sous bassins.

Le Kébir-Rhumel prend sa source vers 1160 m dans les marges méridionales du Tel, au Nord de Bellaa. Il est limité au Nord par les deux bassins côtiers constantinois Ouest et centre, au Sud par le bassin versant des hauts plateaux constantinois, à l'Est par le bassin versant de la Seybouse, drainé par l'Oued Seybouse et à l'Ouest le bassin hydrographique Algérois- Hodna-Soummam (Melghit, 2010) (Fig.3).

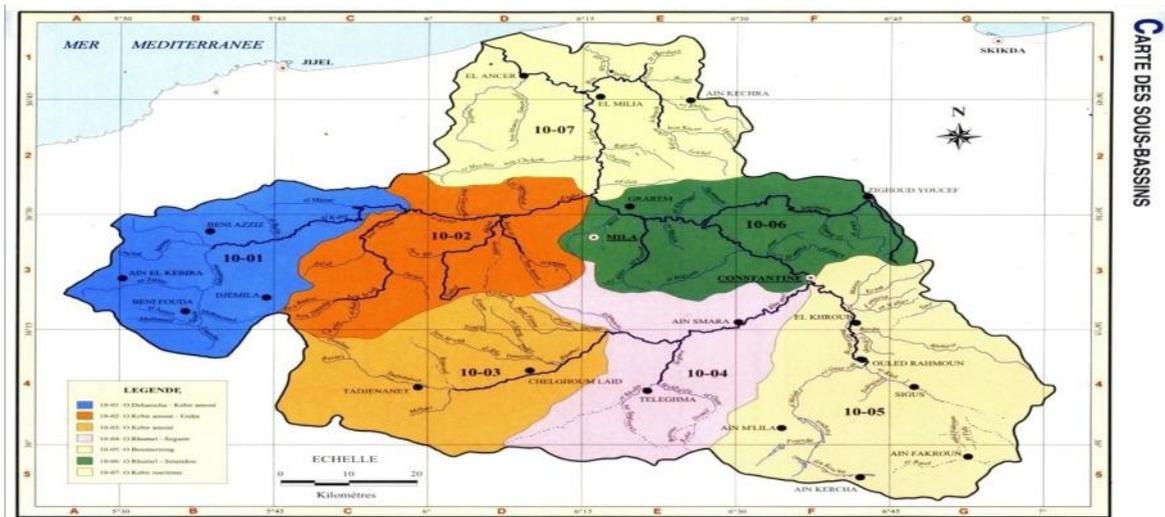


Figure 3 : Situation géographique du bassin versant Kébir-Rhumel et ses sous bassins versants (Cahiers de l'ABH-C.S.M, n°02,1999).

II.3. Géologie et Lithologie du bassin

Le bassin versant Kébir Rhumel est composé de domaines géologiques très différents : (Fig4), (Mebarki, 1982 et 2005).

- Le domaine des Hautes-Plaines sud-constantinoises (DI), constitué de deux grandes unités lithologiques : les massifs carbonatés du néritique constantinois et les plaines plioquaternaires d'une part et d'autre part les massifs de calcaires jurassiques et crétacés ;
- Le bassin néogène de Constantine-Mila (DII), d'âge mio-pliocène et à dominance argileuse, à l'exception de quelques affleurements de calcaires lacustres ;
- Le domaine des nappes tectoniques de Djemila (DIII), à l'ouest de Ferjioua, en position occidentale par rapport au domaine (DII). Elles sont formées d'une alternance de marnes et de calcaires marneux (Jurassique-Crétacé-Eocène) ;
- Le domaine de la dorsale kabyle et des massifs gréseux numidiens (DIV), au nord de Grarem. Il est constitué essentiellement de grès numidiens sous lesquels apparaissent des calcaires jurassiques très tectonisés de la dorsale kabyle ;
- Le domaine du socle granitique et cristallophylien de la petite Kabyle d'El Milia (DV), au sud d'El Milia, la vallée du Kébir s'encaisse dans les formations du socle. Large de 1 à 2 km, cette vallée renferme des graviers et sables alluviaux abondants (Sahli, 2012).

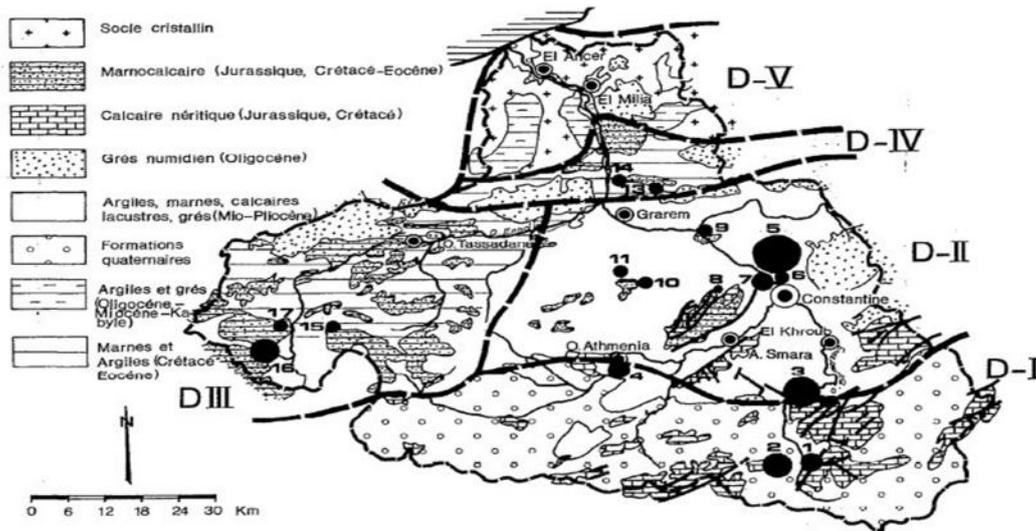


Figure 4 : Les grands domaines hydrogéologiques du Kébir-Rhumel

(Mebarki et Thomas, 1988 in Sahli, 2012).

II.4. Les deux Oueds principale qui alimentent le barrage Beni Haroun

Le barrage de Beni Haroun est situé à l'aval de la confluence de Oued Rhumel et Oued Endja (nord-ouest de la région de El Grarem wilaya de Mila) à une quarantaine de kilomètres au nord de Constantine et une distance équivalente par rapport à l'embouchure de Oued Kebir (ANB, 2007).



Figure 5: Situation du barrage Beni Haroun dans le bassin du Kébir-Rhume.

(Mebarki, 2005)

Le bassin Kebir-Rhumel présente un chevelu hydrographique très dense, totalisant un réseau de plus de 4200 km. Quarante oueds ont une longueur supérieure à 10 km.

Ce bassin résulte principalement de la jonction de deux cours d'eau importants : l'oued Rhumel et l'oued Endja, drainant respectivement une superficie de 5315 km² et 2160 km² et dont la confluence donne naissance à l'oued Kebir (Mebarki, 1982).

II.4.1. Oued Rhumel :

D'un linéaire de plus de 123 Km, c'est l'oued le plus important du Kébir Rhumel. Il prend naissance dans les hautes plaines sétifiennes, en taille les gorges de Constantine jusqu'à la confluence de l'Oued Endja et prend ensuite le nom d'El Kébir (Melghit, 2010).

Il draine, suivant une orientation SO-NE, les sous-bassins semi-arides des Hautes Plaines (Tadjenanet, Chelghoum Laid) puis franchissent le Rocher de Constantine en s'encaissant profondément (200 m de dénivellation) dans des gorges calcaires.

Ensuite, il s'écoule en direction Nord-Ouest et plus au Nord, aux environs de Sidi Merouane, il conflue avec l'oued Endja qui draine la partie occidentale du bassin.

Durant tout ce parcours, l'oued Rhumel reçoit quelques affluents importants, entre autres les oueds Dekri, Athmania, Seguen, Boumerzoug, Smendou et Ktone (Mebarki, 1982 ; Mebarki et Laborde, 2005 ; Sahli, 2012).

II.4.2. Oued Endja :

D'un linéaire de 15km, il est formé à l'amont par la confluence de l'oued Dehamcha et de l'oued Menaâ. Le premier prend sa source au seuil des hautes plaines au nord d'El Eulma alors que le second prend sa source aux environs d'Ain El Kebira dans les massifs de la petite Kabylie.

A l'instar de la haute vallée du Rhumel, il suit une direction SO-NE, mais cette fois à travers les reliefs montagneux du Tell, parallèlement à la chaîne numidique qui le borde au Nord. Durant son parcours, l'oued Endja ne reçoit pas d'affluents importants sur sa rive gauche, mais sur sa rive droite, il collecte les eaux des oueds Rarama (ou Djemila) ainsi que ceux de Bou Selah, de Redjas et d'El Melah (Mebarki, 1982 et 2005 ; Sahli, 2012).

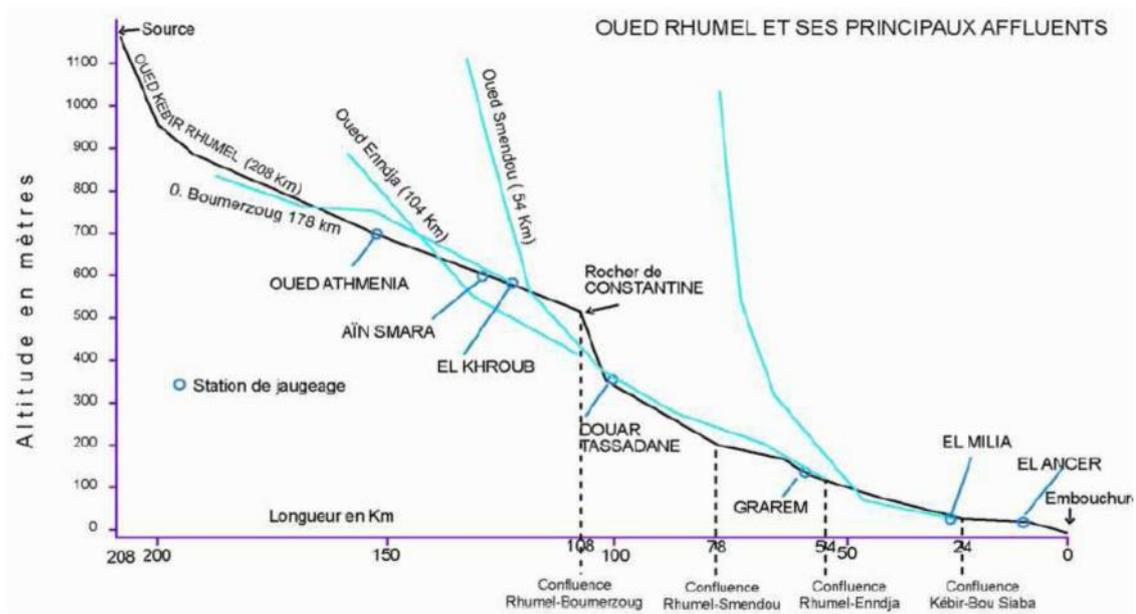


Figure 6 : Profil en long de l'oued Kébir-Rhumel (Mebarki, 1982).

II.5. Climatologie

Le climat de la région est de type méditerranéen semi-aride au Sud et sub-humide au Nord de Constantine. Le bassin versant Kébir Rhumel rassemble sur sa toute superficie 22 stations pluviométriques qui se répartissent comme suit :

- 4 au niveau du sous bassin Dehamcha-Kébir amont ;
- 1 au niveau du sous bassin Kébir amont-Endja ;
- 5 au niveau du sous bassin Kébir amont ;
- 3 au niveau du sous bassin Rhumel-Seguen ;
- 3 au niveau du sous bassin Boumerzoug ;
- 2 au niveau du sous bassin Rhumel-Smendou ;
- 4 au niveau du sous bassin Kébir maritime.

II.5.1. Précipitation :

Les précipitations constituent un facteur climatique très important qui conditionne l'écoulement saisonnier et influence directement le régime des cours d'eaux.

D'après l'analyse des données recueillies auprès du service météorologique d'Ain El bey. La région d'étude reçoit environ 556,14 mm de pluie annuellement. Cependant, la distribution de cette tranche est irrégulière comme l'indique le tableau 5.

Le maximum des pluies est enregistré entre le mois de novembre et janvier. Le mois de juillet et août ne reçoivent que de faibles quantités.

Pour ce qui est du régime saisonnier de la région d'étude, on distingue des précipitations élevées pendant l'hiver avec 224,57 mm soit 40,38% et les faibles valeurs sont enregistrées en été avec 41,75 mm soit 7,50% (tab.5).

Tableau 5 : Régime saisonnier pour la région d'étude (période 2000 à 2012)(ONM, 2013).

Mois	P (mm)	Saison	Précipitation saisonnières	
			mm	%
Sep	44.12	Automne	151,84	27,30
Oct	32.66			
Nov	75.06			
Déc	80.43	Hiver	224,57	40,38
Jan	93			
Fév	51.14			
Mar	44.1	Printemps	137,98	24,81
Avr	52.79			
Mai	41.09			
Jui	24.53	Eté	41,75	7,50
Jui	4.81			
Aut	12.41			
Total	556.14		556,14	100

II.5.2. Température :

Les températures moyennes mensuelles sont calculées par différentes méthodes. Dans notre cas, nous avons utilisé la méthode de la sommation des extrêmes et le calcul de leur moyenne arithmétique « $M+m/2$ » (tab 6).

Dont : *M= Moyenne des maxima ; *M= Moyenne des minima ;

Tableau 6 : Correction des températures mensuelles de la région d'étude (période 2000 à 2012) (O.N.M, 2013).

Mois	M	m	M+m/2
Jan	12,92	2,89	7,59
Fév	13,63	2,91	8,27
Mar	16,83	5,07	10,95
Avr	19,40	7,02	13,21
Mai	25,83	11,57	18,47
Jui	31,14	15,88	23,51
Jui	34,50	18,49	26,49
Aut	34,58	19,18	26,88
Sep	28,57	16,09	22,33
Oct	24,15	11,44	17,79
Nov	16,76	7,26	12,01
Déc	13,17	4,48	8,82
Total	270,20	122,28	196,22
Moyenne	22,51	10,19	16,35

Le tableau (6), montre que les températures mensuelles de notre zone d'étude atteignent leur minima au mois de janvier, avec une valeur de 2,89°C. Les maxima sont observés au mois de juillet, avec une valeur de 34,50°C. La moyenne annuelle des minima est de 10,19°C et celle des maxima est de 22,51°C. Pour la moyenne arithmétique «M+m/2» est de 16,35°C.

II.5.3. Les vents :

Les vents les plus violents sont de direction Nord Est avec une vitesse pouvant atteindre 140 Km/h (Source ONM Dar El Beidha).

II.6. Les sources de contamination

II.6.1. Industrie

Sous la ville de Constantine et ses périphéries se concentre, un tissu industriel aussi dense que varié. Les effluents les plus importants et les plus nocifs se localisent dans un rayon de 20 km de la ville de Constantine.

Il s'agit des rejets (en partie traités) des industries de construction mécanique de oued Hamimime et d'Ain Smara ainsi que ceux générés par les unités de textiles et les unités de produits laitiers de Constantine, par le complexe tabagique de la commune d'Ibn Badis, par le dépôt d'hydrocarbures d'El Khroub, par la cimenterie de Hamma Bouziane, par les unités de matériaux de construction et autres. Ils ont pour milieux récepteurs, l'oued Rhumel et son principal affluent, Boumerzoug.

Les industries localisées autour des agglomérations d'Ain El Kébira (cimenterie, unité boulonnerie), de Mila (briqueterie, vaissellerie) de Ferjioua (matériel électroménager, minoterie) et de Chelghoum Laid (détergents) génèrent également des rejets non négligeables.

Les principales unités industrielles implantées à travers le bassin versant Kebir Rhumel sont résumées dans le tableau 7 (Sahli, 2012).

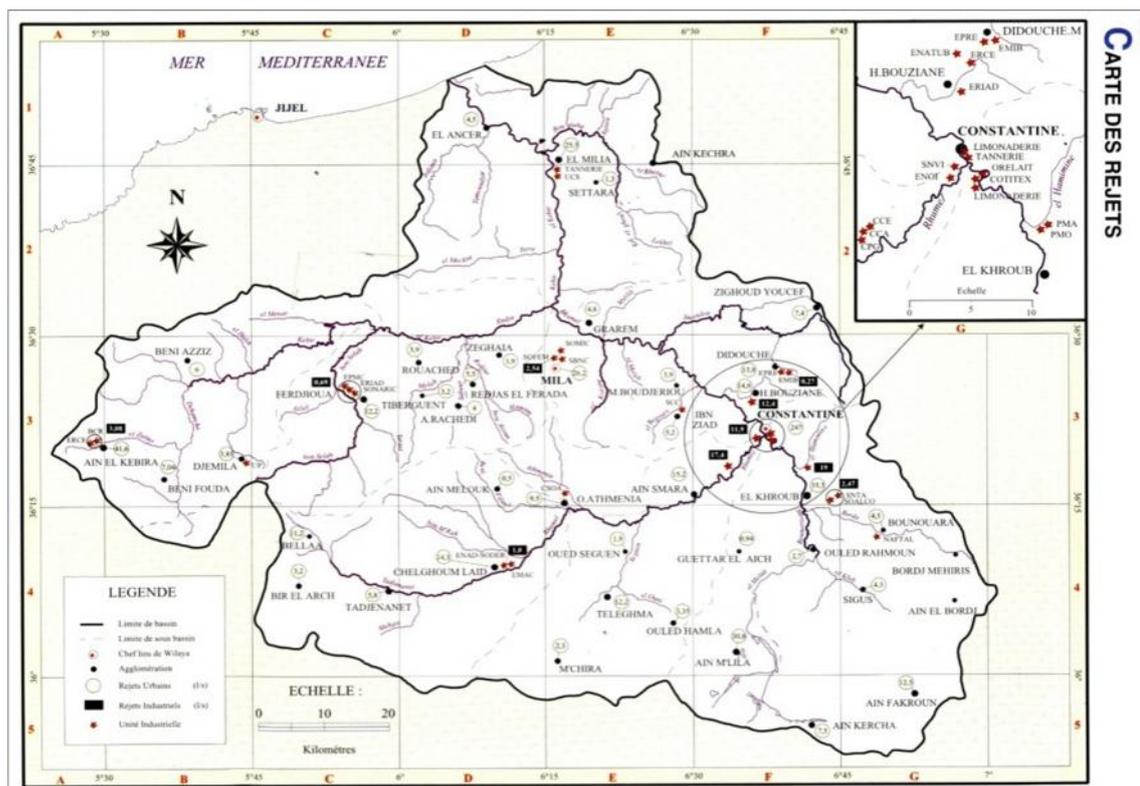


Figure 7 : Carte des rejets industriels dans le bassin versant Kébir-Rhumel(D H W, 2014).

Tableau 7 : Les principales unités industrielles dans le bassin Rhumel (A.B.H.1999-2004).

Nature/type	Lieu d'implantation
Détergents	Chelghoum Laid
Pelle, grues, compacteur	Ain Smara
Chariots élévateurs	Ain Smara
Céramique	Oued Athmania
Céramique	Hamma Bouziane
Tuyaux d'assainissement	Hamma Bouziane
Minoterie	Hamma Bouziane
Briques	ZI.Didouche Mourad
Boisson gazeuses	ZI.Didouche Mourad
Céramique	ZI.Didouche Mourad
Céramique	Ibn Ziad
Céramique	Mila
Briques	Mila
Céramique	Mila

II.6.2. Agriculture

Le bassin du Kébir-Rhumel se caractérise par une agriculture mixte, traditionnelle (irrigation gravitaire) et moderne (irrigation par canaux d'aspersion), tout dépend du type de culture. La superficie actuellement irriguée dans le bassin est de 2679 hectares consommant un volume annuel de 27,65 hm³.

Les principales activités des périmètres irrigués sont essentiellement les cultures maraichères et l'arboriculture. Afin d'atteindre la production nécessaire, il était important de développer des techniques et des stratégies de culture et d'autoriser l'usage de certains produits chimiques et organiques tel que les engrais et les pesticides pour améliorer les rendements et lutter contre les parasites et les maladies (Melghit, 2010).

II.6.3. Agglomérations

Sur l'ensemble du bassin, on dénombre 100 agglomérations de plus de 2000 habitants, regroupant au total 1,43 millions d'habitants. Quatre vingt onze pour cent (91 %) de ces centres sont dotés d'un réseau d'assainissement d'une longueur totale de 1 400 km. La ville de Constantine (462 187 habitants) détient, à elle seule, le tiers de l'effectif total aggloméré.

Lui succèdent El Khroub (65 344), Mila (54 557), Ain M'lila (50 744), Chelghoum aid (41417), Ain Fakroun (40701) et El Milia (39 620), (Fig.8) (Mebarki, 2000).

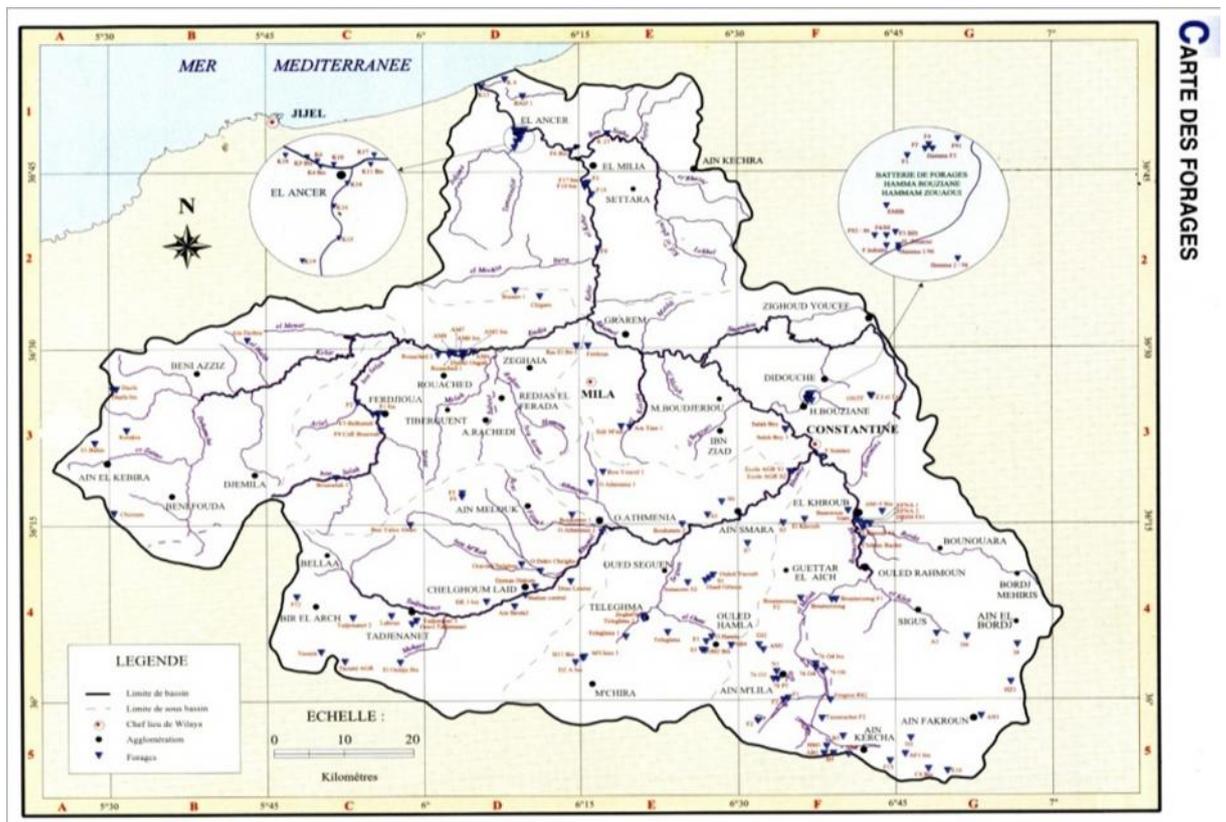


Figure 8 : Principales agglomérations dans le bassin du Kébir-Rhumel (DHW, 2014).

Chapitre III :
Matériel et
Méthodes



III.1. Choix et localisation des sites de prélèvement

Une seule campagne de prélèvement des échantillons des eaux douces des oueds qui alimentent le barrage de Beni Haroun a été réalisé au mois d’Avril 2014.

Pour chaque oueds, deux stations (Amont et Aval) ont été retenues selon l’accessibilité et de façon à intégrer le mieux possible l’influence de certaines zones à forte pression anthropique et/ou industrielle (agglomération, industries, mines, agriculture...).

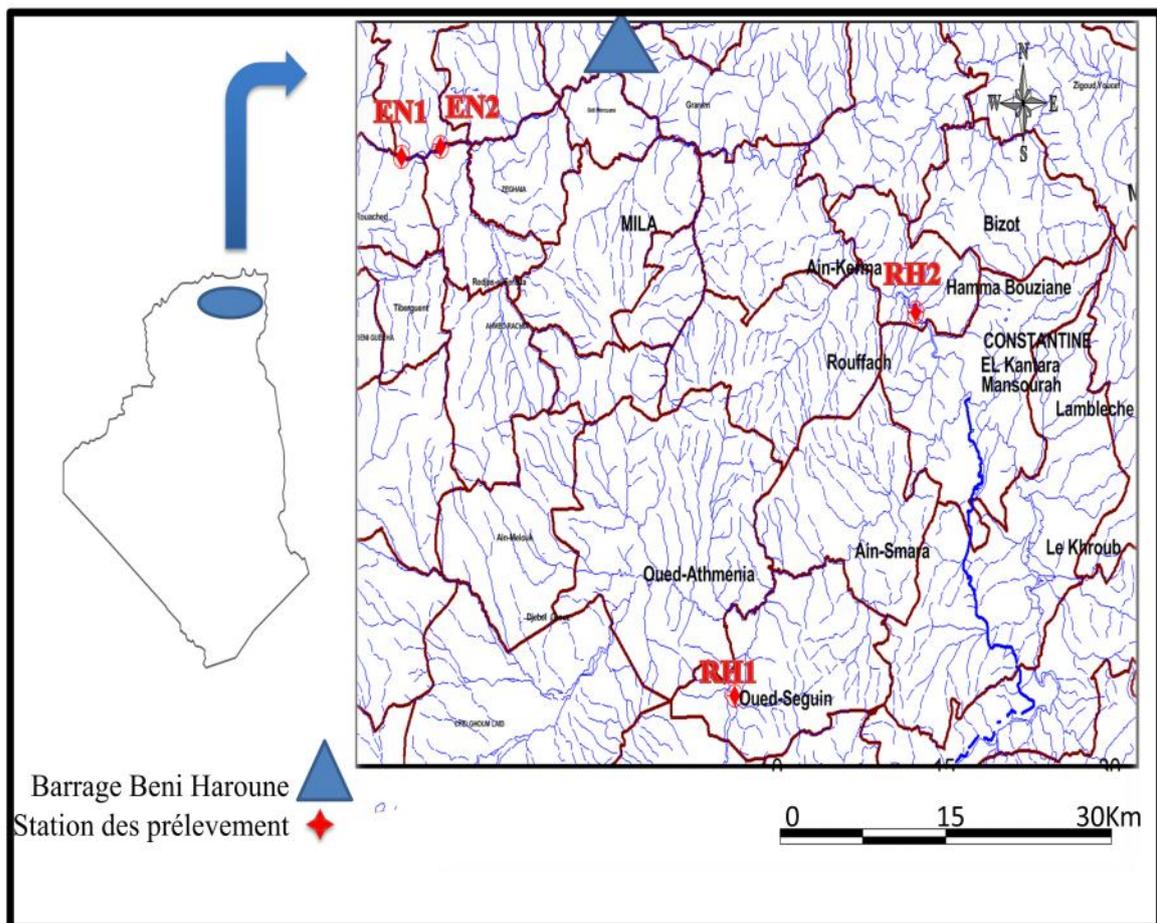


Figure 9 : Localisation des stations de prélèvement.

**❖ Au niveau d'Oued Endja****➤ Station 1(EN1)**

Cette station est située en amont d'Oued Endja au lieudit Saradj commune de Boughardaiane. Elle est caractérisée par une forte activité agricole (culture maraichère), et d'élevage. Le lit de l'oued est rocheux avec une présence de végétation (ELRTAM) à dominance du Rotama retam ($36^{\circ}29'23''\text{N}$, $6^{\circ}03'1''\text{E}$).

➤ Station 2(EN2)

Située en aval d'Oued Endja près du pont en direction d'Arras et Bainnane au lieudit Taghlisha commune de Boughardaiane. Cette station est caractérisée par la présence d'agglomération ($36^{\circ}29'45''\text{N}$, $6^{\circ}05'33''\text{E}$).



Figure 10 : Stations de Oued Endja (1 : Amont, 2 : Aval).

❖ Au niveau d'Oued Rhumel**➤ Station 3(RH1)**

Située en amont d'Oued Rhumel à environ 25 Km de Constantine. Cette station est située en aval de la confluence Rhumel-Seguen. Sous le pont en direction de Telégma et Oued Seguen. Elle traduit la qualité de l'eau avant qu'elle sera polluée par la ville de Constantine et ses proximités ($36^{\circ}10'36''\text{N}$, $6^{\circ}23'21''\text{E}$).



➤ **Station 4(RH2)**

Située en aval d'Oued Rhumel, au niveau de la route de Constantine–Hamma Bouziane, sous le pont d'El–Menia. Cette station permet d'évaluer la qualité des eaux d'Oued Rhumel alimentée par les rejets diffus ainsi que les eaux de ruissellement. Elle traduit l'impact d'une agglomération importante sur la qualité physico-chimique des eaux (36°23'56"N, 6°34'15"E).



Figure 11 : Stations de l'Oued Rhumel (3 : Amont, 4 : Aval).

III.2. Protocole d'analyses réalisées

III.2.1. Analyses physico-chimiques des eaux

III.2.1.1. Echantillonnage des eaux

Afin d'avoir une évaluation de la qualité d'eau des oueds, 11 paramètres physicochimiques ont été analysés pour chaque station.

Un litre d'eau échantillonné est récolté dans des bouteilles en plastiques pour chaque point de prélèvement. Au moment de l'échantillonnage, les bouteilles ont été rincées avec l'eau à échantillonnés.

Le prélèvement fait à une profondeur de 15 à 25 cm de la surface de l'eau, en évitent la pénétration de l'air.

Les échantillons sont ensuite transportés au laboratoire dans une glacière à température de 4 à 10°C.



L'échantillon peut être gardé quelques jours mais il est préférable d'effectuer le dosage des éléments chimiques le plus tôt possible. Les éléments comme les nitrates etc... peuvent subir des modifications lors de la conservation (Coulibaly, 2005).

Les paramètres physicochimiques ont été analysés au niveau de Laboratoire ADE de Zeghaia.

III.2.1.2. Méthodes d'analyses

Dans le tableau qui suit, nous présentons les différentes méthodes que nous avons utilisé dans notre travaille.

Tableau 8 : Méthodes d'analyse des différents paramètres physico-chimique.

Paramètre	Symbole	Unité	Méthode d'analyse	Source
Température	T	°C	pH-mètre de type HANNA model HI 991001	
pH	pH			
Conductivité électrique	C.E	µS/cm	conductimètre de terrain	
Oxygène dissous	O ₂ .d	mg/l	Oxymétrie de terrain	
Nitrite	NO ₂	mg/l	Spectrophotomètre	(Rodier et al, 2005)
Nitrate	NO ₃	mg/l	Spectrophotomètre	(Rodier et al, 2005)
Ammonium	NH ₄	mg/l	Spectrophotomètre	(Rodier et al, 2005)
Dureté	Ca ²⁺ Mg ²⁺	mg/l	Méthode volumétrique à l'EDTA	Norme AFNOR NF T90-003 (Rodier et al, 2005)
Dureté total	CaCo ₃ (TH)	mg/l		
Alcalinité	HCO ₃ ⁻ (TAC)	mg/l	Méthode volumétrique	(Rodier et al, 2005)



III.2.1.3. Paramètre mesurés sur terrain

Le potentiel hydrogène (pH), la température, la conductivité électrique et l'oxygène dissous ont été mesurés in situ moyennant respectivement un pH-mètre de type Hanna (HI 991001) muni d'une sonde mesurant la température, un conductimètre de terrain (modèle WTW D812) les résultats sont exprimés en mS/cm mais aussi en $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20 °C et un oxymétrie de type (WTWOXI 330).

III.2.1.4. Paramètre mesurés au laboratoire

III.2.1.4.1. Dosage des Nitrates (Méthode au salicylate de sodium)

➤ Principe

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosoulylate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique.

➤ Réactifs

- Solution de salicylate de sodium à 0.5 % (renouveler toutes les 24 h.).
- 0.5 gr de salicylate de sodium dans 100 ml d'eau distillée.
- Solution d'hydroxyde de sodium 30 %.
- 30 gr de NaOH dans 100 ml d'eau distillée.
- H₂SO₄ concentré.
- Tartrate double de sodium et de potassium → 60 g.
- Hydroxyde de sodium → Na OH 400 g.
- Eau distillée → qsp 1000 ml.

Laisser refroidir avant de compléter à 1000 cc.

Cette solution doit être conservée dans un flacon de polyéthylène.

Solution mère d'azote d'origine nitrique à 1000 mg/l.

- Nitrate de potassium anhydre → 0.722 g.
- Eau distillée → 1000 ml.
- Chloroforme → 1 ml.
- Solution fille d'azote d'origine nitrique à 5 mg/l.

➤ Mode opératoire

- Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser.
- Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30 %.
- Ajouter 1 ml de salicylate de sodium.
- Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75 - 88° C.



(ne pas surcharger ni surchauffer très longtemps) laisser refroidir.

- Reprendre le résidu avec 2 ml. H₂SO₄ laisser reposer 10 mn.
- Ajouter 15 ml d'eau distillée.
- Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au Spectro au 415 nm.

➤ **Expression des résultats**

- Le résultat est donné directement en mg/l à une longueur d'onde de 415 nm.

III.2.1.4.2. Dosage des Nitrites

➤ **Principe**

Les nitrites réagissent avec le Sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui, après copulation avec le N1 Naphtyléthylènediamine Dichloride donne naissance à une coloration rose mesurée à 543 nm.

➤ **Réactifs**

Réactif Mixte

- Sulfanilamide → 40 g.
- Acide phosphorique → 100 ml.
- N-1- Naphtyl éthylène diamine → 2 g.
- H₂O distillée → q.s.p 1000 ml.
- Solution mère étalon d'azote nitreux à 100 mg/l :
- Nitrite de Sodium (toxique) → 492.8 mg.
- H₂O distillée → q.s.p 1000 ml.
- Solution fille étalon d'azote nitreux à 1 mg/l :
- Solution mère → 1 ml.
- H₂O distillée → q.s.p 100 ml.

➤ **Mode opératoire**

- Prendre 50 ml d'eau à analyser
- Ajouter 1 ml du réactif mixte.
- Attendre 10mn.



-Effectuer la lecture à 543 nm.

➤ **Expression des résultats**

Le résultat est donné directement en mg/l sur le Spectrophotomètre.

III.2.1.4.3. Dosage de l'Azote Ammoniacal

➤ **Principe**

Mesure spectrométrique du composé coloré formé par réaction de l'Ammonium avec les ions Salicylate et Hypochlorite en présence de Nitroprussiate de Sodium qui forme un complexe vert dont l'absorbance est proportionnelle à la concentration d'Azote Ammoniacal vers 655 nm.

➤ **Mode opératoire**

-Prendre 40 ml d'eau à analyser.

-Ajouter 4 ml du réactif I.

-Ajouter 4 ml du réactif II et ajuster à 50 ml avec H₂O distillée.

-Attendre 1h30'.

-L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de : NH₄⁺

-Effectuer la lecture à 655 nm

➤ **Expression des résultats**

Le résultat est donné directement en mg/l.

III.2.1.4.4. Détermination de la Dureté (Ca²⁺, Mg²⁺ et TH)

➤ **Principe**

Le (Ca²⁺) et le (Mg²⁺) sont dosés avec une solution aqueuse d'E.D.T.A à un pH de 10, ce dosage se fait en présence d'un indicateur coloré. L'EDTA réagit tout d'abord avec les ions de Calcium et de Magnésium libres, l'indicateur vire de la couleur rouge à la couleur violette, puis au point d'équivalence avec les ions Calcium et Magnésium combinés, la couleur passe du violet au bleu.



➤ **Mode opératoire**

(V1) Ca^{2+} :

- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 4 ml de NaOH à 2 N.
- Ajouter du Murexide.
- Et titrer avec l'E.D.T.A jusqu'au virage (violet).

(V2) $\text{Ca}^{2+}\text{Mg}^{2+}$:

- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 ml de NH_4OH (10,1).
- Ajouter noir érichrome.
- Et titrer avec l'E.D.T.A jusqu'au virage (bleu).

➤ **Expression des résultats**

1-La détermination en mg/l de Calcium est donnée par la formule suivante:

$$\text{mg/lCa}^{2+} = \frac{V_1 * C_{\text{EDTA}} * F * M_{\text{Ca}^{2+}}}{P.E} * 1000$$

D'où :

V_1 : Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée.

C : Concentration molaire d'EDTA (0,01 M/l).

$M_{\text{Ca}^{2+}}$: Masse molaire du calcium en g.

P.E : Prise d'essai (volume de l'échantillon nécessaire pour ce dosage).

F : Facteur

$$\text{mg/lCa}^{2+} = \frac{V_1 * 0.01 * F * 40.08}{50} * 1000$$

Donc :

$$\text{mg/l Ca}^{2+} = V_1 \times F \times 8.016$$

2-La détermination en mg/l de Magnésium est donnée par la formule suivante:

$$\text{mg/lMg}^{2+} = \frac{(V_2 - V_1) * C_{\text{EDTA}} * F * M_{\text{Mg}^{2+}}}{P.E} * 1000$$

D'où :

V₂: Volume total d'EDTA

V₁ : Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée.

C : Concentration molaire d'EDTA (0,01 M/l).

M_{Mg²⁺} : Masse molaire du Magnésium en g.

P.E : Prise d'essai (volume de l'échantillon nécessaire pour ce dosage).

F : Facteur.

3-La détermination en mg/l de CaCO₃ est donnée par la formule suivante:

$$\text{mg/CaCO}_3 = \frac{V_2 * C_{\text{EDTA}} * F * M_{\text{CaCO}_3}}{P.E} * 1000$$

D'où :

V₂: Volume total d'EDTA

C : Concentration molaire d'EDTA (0,01 M/l).

M_{CaCO₃}: Masse molaire du CaCO₃ en g.

P.E : Prise d'essai (volume de l'échantillon nécessaire pour ce dosage).

$$\text{mg/lCaCO}_3 = \frac{V_2 * 0.01 * F * 100}{50} * 1000$$

F : Facteur

Donc

$$\text{mg/l CaCO}_3 = V_2 \times F \times 20$$

III.2.1.4.5. Détermination de l'alcalinité (TAC)

➤ Principe

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence des hydrogencarbonates, carbonates et hydroxydes. Leurs déterminations sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence d'un indicateur coloré.



III.2.2. Etude des peuplements phytoplanctoniques des oueds

Les prélèvements ont été effectués, pour l'étude des phytoplanctons, au niveau des mêmes points ayant été échantillonnés pour l'étude physicochimique.

Dans cette étude nous avons fait deux types d'échantillonnage des algues, l'un quantitatif et l'autre des diatomées.

La détermination des algues a été réalisée au niveau de Laboratoire du Centre Universitaire de Mila.

III.2.2.1. Echantillonnage, conservation, observation et identification des algues

III.2.2.1.1. Echantillonnage quantitatif

Elle est pour but de déterminer la richesse d'algues présente dans le biotope étudié (les Oueds).

Nous avons collecté l'eau par des flacons en verre de 100 à 150 ml à large ouverture. Avant l'utilisation, nous avons nettoyé et rincé le flacon de prélèvement avec l'eau du cours d'eau.

❖ Conservation des échantillons

L'échantillon de phytoplancton est fixé sur le terrain à l'aide d'une solution de Lugol afin d'obtenir une concentration finale d'environ 0,5 % dans l'échantillon, soit environ 8 gouttes pour 100 ml. Cette concentration finale peut s'apprécier à la couleur brun clair (couleur de Thé). Une décoloration peut se produire avec le temps et/ou la lumière. Dans ce cas, on ajoute quelques gouttes de Lugol pour maintenir la fixation de l'échantillon.

L'échantillon est ensuite placé dans une glacière de 4 à 10°C et à l'abri de la lumière.

❖ Observation des algues

Les algues sont observées au microscope sur des préparations extemporanées humides :

- Prélèvement à l'aide d'une pipette ou mieux un compte-goutte par une petite goutte du dépôt ;

- Mettre l'échantillon entre lame et lamelle ;
- Observation au microscope optique en utilisant les deux objectifs 10x et 40x ;
- Pour l'identification nous avons fait des photos aux différentes espèces grâce à une caméra numérique de type (Optica); (Annexe4).
- Identification des différentes espèces en utilisant des clés d'identification (Pesez G et Pesez M, 1977) et (Huynh et Serdia, 2011).

III.2.2.1.2. Echantillonnage et analyse des diatomées

Les prélèvements ont été effectués conformément à la norme NF T 90-354 de décembre 2007 in Roquet, 2010).

- Le prélèvement s'effectue sur des substrats stables, durs et inertes (de taille suffisante pour ne pas être déplacées par le courant). D'après la norme, la préférence ira vers des blocs de pierre de plus de 256 mm de diamètre.
- Les prélèvements sont réalisés préférentiellement en faciès lotique ;
- Une surface de 100 cm² est prospectée et est répartie sur 5 à 10 substrats différents (10 à 20 cm² par substrat) ;
- Les diatomées sont récoltées par grattage de la surface supérieure des substrats à l'aide de brosses à dents. La brosse est idéale pour récupérer les diatomées fixées dans les interstices des supports, en particulier si ces derniers ne sont pas lisses ;
- Les prélèvements ont lieu à distance suffisante des événements hydrologiques perturbant (assèchement, crues...) ;
- Le matériel biologique prélevé est immédiatement fixé au Lugol, et réparti dans des flacons en verre. Les renseignements suivants sont portés sur chaque flacon : code station, nom du cours d'eau, commune, date du prélèvement.

❖ Analyse des échantillons au laboratoire

L'identification des diatomées présentes dans les échantillons de périphyton a été réalisée d'après l'examen microscopique de leur squelette siliceux, rendu possible par un traitement permettant de débarrasser les échantillons d'une grande partie de leur contenu organique.

D'après Cellamare (2009), le protocole normalisé NF EN 13946 (AFNOR, 2003a) préconise un nettoyage par digestion de la matière organique : un traitement des échantillons formolés à l'eau oxygénée (H₂O₂) bouillante durant 10 minutes permet de dégrader la matière organique.

Un deuxième traitement, à l'acide chlorhydrique (HCl) bouillant pendant 5 minutes est parfois nécessaire pour obtenir un nettoyage satisfaisant des frustules.

Les résidus d'eau oxygénée et d'acide sont éliminés par des cycles successifs de centrifugations (5 minutes) et de rinçages à l'eau distillée.

Une partie aliquote est déposée sur une lamelle propre et déshydratée par séchage. Le chauffage permet de chasser les bulles d'air et d'aboutir à la fabrication de lames permanentes.

❖ **Observations, comptages et détermination taxonomique des diatomées**

L'identification des diatomées a été faite au microscope Optique au laboratoire à l'aide de plusieurs guides de détermination (Bourrelly, 1968), (Al-Kandari et al, 2009) et (Prygiel et Coste, 2000).

Chapitre IV :
Résultats et
discussion

IV.1. Résultats des analyses physico-chimiques

Dans cette partie nous présenterons, les résultats obtenus des analyses physico-chimiques réalisées au mois d'Avril au niveau des deux oueds qui alimentent le barrage de Beni Harroun.

Tableau 9 : Résultats des paramètres physico-chimiques des eaux.

Site Paramètre	Oued Endja		Oued Rhumel	
	EN1	EN2	RH1	RH2
T °c	20	18,4	23,5	23,2
pH	8,83	8,65	6,64	6,39
C E	1044	1097	1733	1507
O ₂	40	23,5	10,5	7,30
NO ₃ ⁻	5,68	6,20	11,58	8,78
NO ₂ ⁻	0,4	0,114	3,28	0,83
NH ₄	0,02	0,039	20,72	5,3
Ca ²⁺	45,7	12,82	150,7	36,07
Mg ²⁺	64,15	18,95	43,74	1,45
TAC	169,38	247,66	392,84	315,98
TH	375	110	556	96

IV.1.1. La Température

La température de l'eau, est un facteur écologique qui entraîne d'importantes répercussions écologiques (Leynaud, 1968). Elle agit sur la densité, la viscosité, la solubilité des gaz dans l'eau, la dissociation des sels dissous, de même que sur les réactions chimiques et biochimiques, le développement et la croissance des organismes vivant dans l'eau et particulièrement les microorganismes (W.H.O, 1987).

Au niveau de tous les points de prélèvement, la température variant entre 18 et 23°C (Fig12).

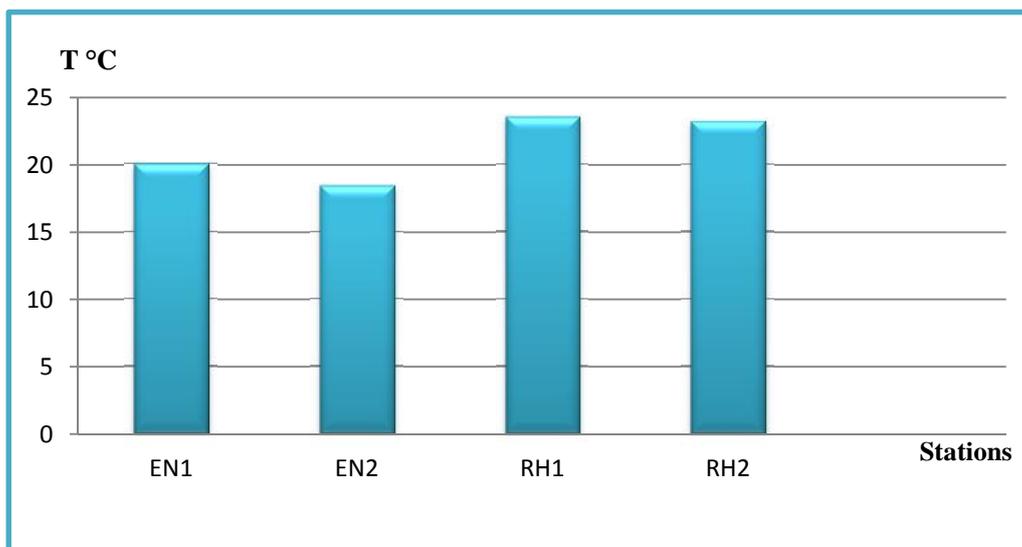


Figure 12 : Les valeurs de la température dans les différentes stations d'études.

Dans Oued Endja : La température de l'eau est faible au niveau des deux points de prélèvement. Les températures sont (20 °C) et (18,4°C) respectivement pour les points amont et aval.

Dans le Rhumel : Les valeurs de température sont (23,5 °C) à la station RH1 (amont), et de (23,2°C) à la station RH2 (aval) (Fig12).

Selon la grille d'appréciation de la qualité générale de l'eau utilisée en France depuis 1979 (Masson, 1988) (Tab10), les eaux d'Oued Rhumel sont de qualité moyenne (classe 2). Par contre les eaux d'Oued Endja sont de qualité normale (classes 1A).

Tableau 10 : Grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température (Masson, 1988).

Température	Qualité	Classe
20°C	Normale	1A
20°C-22°C	Bonne	1B
22°C-25°C	Moyenne	2
25°C-30°C	Médiocre	3
30°C	Mauvaise	4

IV.1.2. Le potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés. Il donne une indication sur l'acidité ou l'alcalinité d'une eau (Nisbet et Verneaux, 1970).

Un pH compris entre 6 et 9 permet en général un bon développement de la faune et de la flore aquatique (Sahli, 2002).

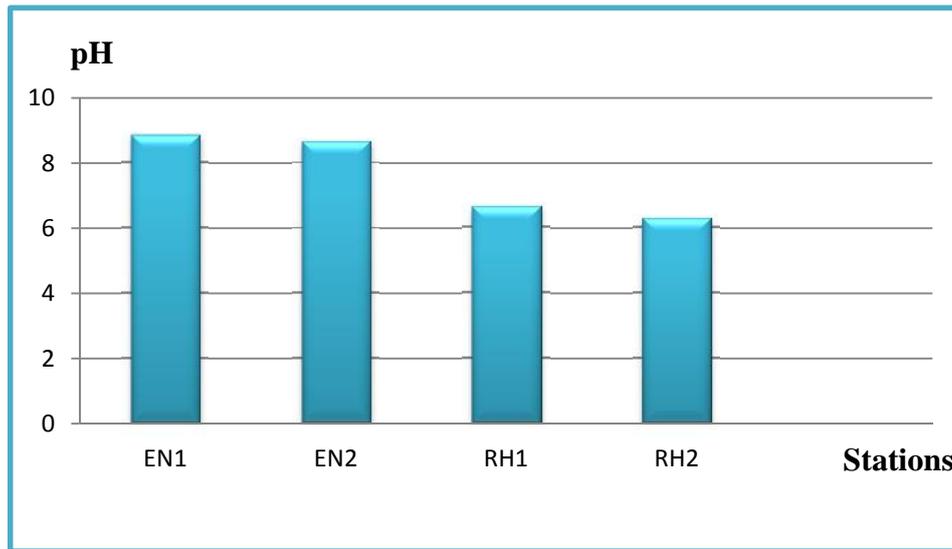


Figure 13 : Les valeurs du pH dans les différentes stations d'études.

Dans Oued Endjas : Les valeurs du pH sont de (8,83 et 8,65) respectivement pour les stations (EN1 et EN2) (Fig13). Cette dernière, explique une légère alcalinité des eaux de cet Oued.

Dans le Rhumel : Le pH est faible. Au niveau des deux stations, nous avons enregistré (6,64) pour la station (RH1), et (6,34) pour (RH2), ce qui indique une acidité des eaux.

Le pH du Rhumel a diminué de l'amont en aval, cela peut être dû aux diverses natures et origines des rejets (industriels, agglomération...) proche de l'amont.

Les eaux du Rhumel se caractérisent par une légère acidité ; ceci est attribué à la géologie calcaire du lit du bassin versant Rhumel.

IV.1.3. L'oxygène dissous(O₂)

Selon (Rodier et al, 2005), les variations de la teneur en oxygène pouvant être en fonction de la présence d'algue, de matière organique oxydable et des germes aérobies.

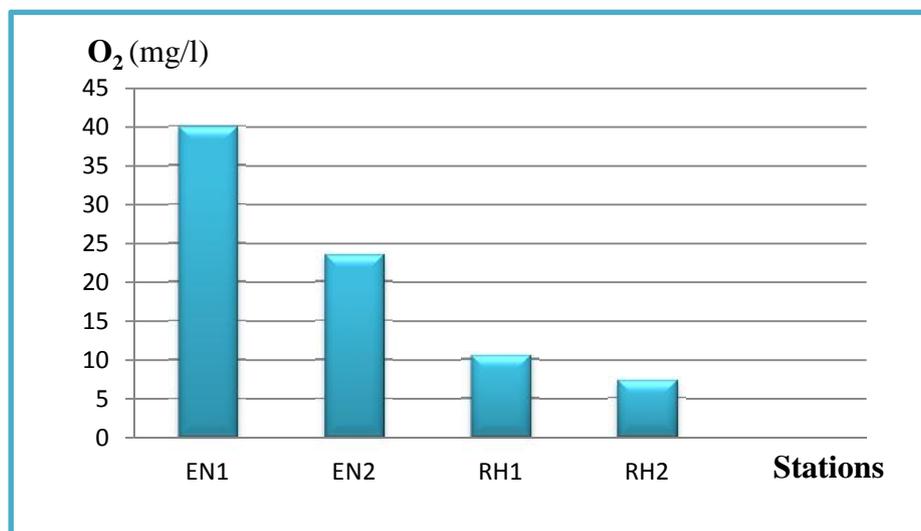


Figure 14 : Les valeurs d'O₂ dissous dans les différentes stations d'études.

Les valeurs d'oxygène dissous au niveau d'Oued Endja sont très élevées, elles sont supérieures aux normes décrites par l'OMS (5-7mg/l). La valeur d'O₂ est de (40 mg/l) en amont (EN1), alors qu'en aval, est (23,5mg/l) (Fig14).

La présence d'oxygène dissous dans l'eau est indispensable au développement de la vie animale (en particulier pour les poissons) que végétale (la photosynthèse).

Dans le Rhumel : Une diminution dans la quantité d'oxygène dissous, en amont (10,50 mg/l), et de (7,30 mg/l) en aval. Cette diminution de la quantité d'O₂ explique que Oued Rhumel est plus pollué que Oued Endja.

IV.1.4. La conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique permet d'avoir une idée sur la salinité de l'eau. Une conductivité élevée traduit soit des pH anormaux, soit une salinité élevée (Rodier et al, 2005).

Ainsi, la conductivité d'une eau est un indicateur de changement de la composition en matériaux et leur concentration globale. Elle est proportionnelle à la quantité de sels ionisables dissous (Nisbet et Verneau, 1970).

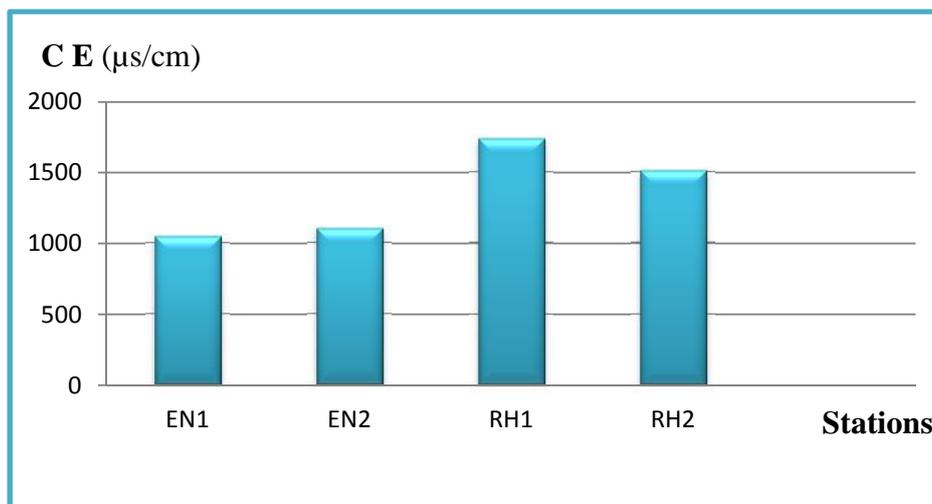


Figure 15 : Valeurs de C E dans les différentes stations d'études.

D'après la grille de la qualité des eaux de rivières (Monod, 1989). Les eaux d'Oued Endja sont de qualité passable (Classe 2). Par contre la qualité des eaux d'Oued Rhumel est de qualité Médiocre (Classe 3) (Tab11).

Tableau 11 : Qualité des eaux en fonction de la conductivité électrique.

Conductivité électrique (µs/cm)	Qualité des eaux	Classe
CE<400	Bonne	1A
400<CE<750	Bonne	1B
750<CE<1500	Passable	2
1500<CE<3000	Médiocre	3

IV.1.5. Le Nitrate (NO_3^-)

Les ions nitrates représentent la forme la plus oxygénée de l'azote. C'est une forme très soluble. Sa présence dans les eaux est liée à l'utilisation intensive des engrais chimiques (Rejsek, 2002).

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique. Leur présence dans une eau polluée atteste que le processus d'autoépuration a déjà joué. En général, les eaux de surface ne sont pas chargées en nitrates à plus de 10 mg/l (OMS, 1989).

Bontoux *et al.*, (1979), admettent des teneurs naturelles en nitrates dans les rivières de l'ordre de 3 mg/l. Les teneurs en nitrates montrent des variations observant d'un oued à l'autre (Fig16).

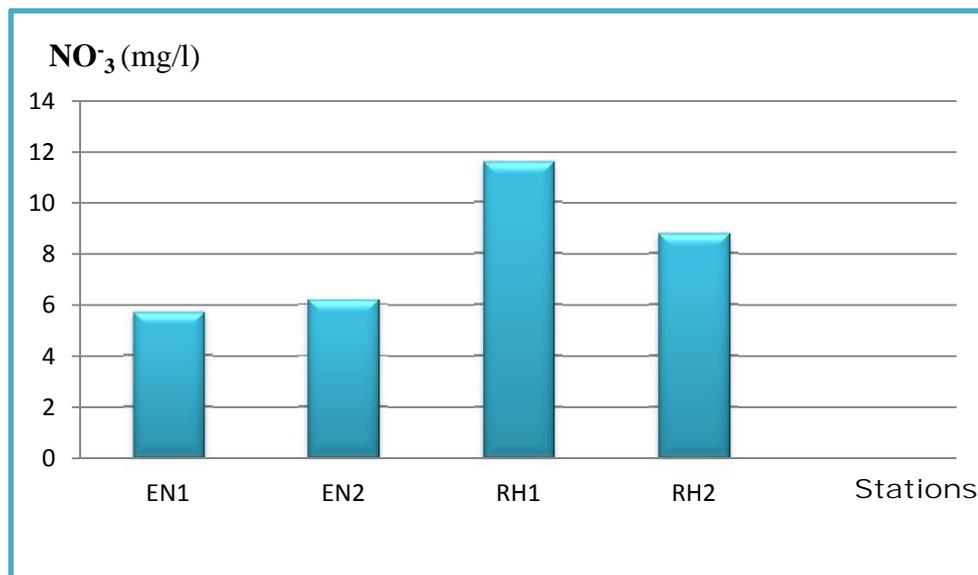


Figure 16 : Teneurs en Nitrate des différentes stations d'études.

La valeur la plus basse (5,86 mg/l) est enregistrée en amont d'Oued Endja (EN1), par contre la teneur la plus élevée (11,58mg/l) est enregistré en amont d'Oued Rhumel.

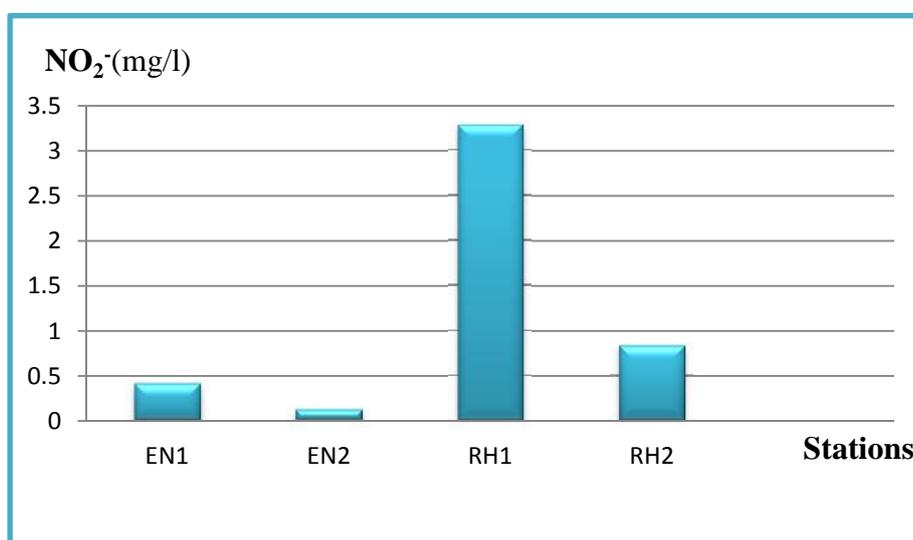
Selon la grille de la qualité des eaux en nitrates (ANRH, 2001), les eaux d'Oued Endja sont de bonne qualité. Les eaux d'Oued Rhumel sont d'une qualité moyenne avec signe de pollution (Tab12).

Tableau 12 : Grille de qualité des eaux en nitrates (ANRH, 2001).

Teneurs en nitrate (NO_3^-) mg/l	Qualité des eaux
<10	Bonne
$10 < \text{NO}_3^- < 20$	Moyenne avec signe de pollution
$20 < \text{NO}_3^- < 40$	Polluée avec une pollution nette
>40	La pollution est importante

IV.1.6. Le Nitrite (NO_2^-)

Les nitrites dans l'eau proviennent essentiellement soit d'une oxydation incomplète de l'ammonium, la nitrification n'étant pas conduite à son terme, soit une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant (Rodier, 1984).

**Figure 17** : Teneurs en Nitrite des différentes stations d'études.

La figure (17) montre des variations importantes entre les stations et entre les Oueds, nous avons enregistré une concentration en (NO_2^-) très élevés (3,28mg/l) en amont d'Oued Rhumel, et la basse concentration (0,11mg/l) est enregistrée en aval d'Oued Endja.

Selon la grille de la qualité des eaux naturelle appliquée par l'agence nationale des ressources hydriques (ANRH, 2001). Les eaux d'Oued Rhumel sont de mauvaise qualité, par contre les eaux d'Oued Endja sont de bonne qualité (Tab13).

Tableau 13 : Grille de la qualité des eaux en nitrite (ANRH, 2001).

Teneurs en nitrites NO ₂ mg /l	Qualité des eaux	Classe
<0.1	Excellente	1A
0.1 < NO ₂ < 0.3	Bonne	1B
0.3 < NO ₂ < 1	Passable	2
1 < NO ₂ < 2	Médiocre	3
> 2	Excessive	4

IV.1.7. Ammonium

L'azote ammoniacal, rencontré dans les eaux et dont la présence est anormale (Nisbet et Verneaux, 1970), traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique lorsque la teneur en oxygène est insuffisante pour assurer sa transformation.

L'ammonium étant toxique pour l'organisme humain, la présence en quantité importante dégrade la qualité de l'eau et un élément indicateur de la pollution (Ndiaye, 2013).

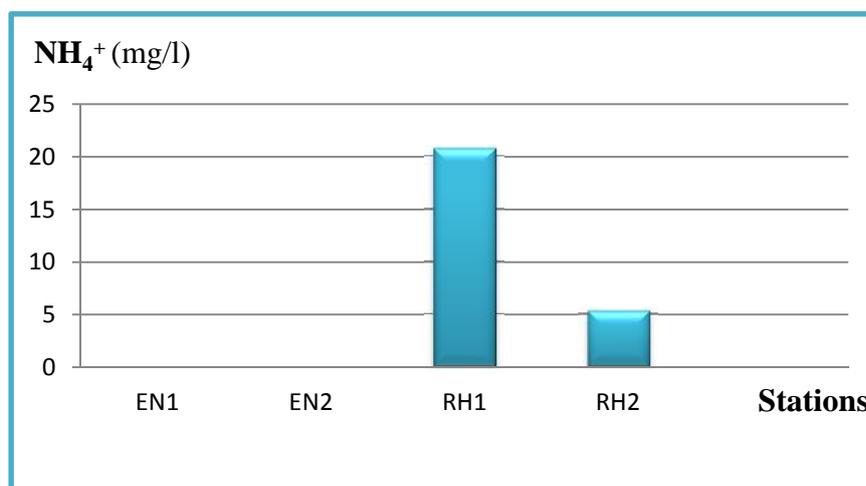


Figure 18 : Teneurs en Ammonium des différentes stations d'études.

Les valeurs des teneurs en NH_4^+ enregistré dans les deux stations de Oued Endja sont inférieures aux normes décrites par l'OMS (0,5 mg/l) ce qui indique que les eaux d'Endja sont de bonne qualité.

Les eaux d'Oued Rhumel présentent des valeurs très élevées des teneurs en NH_4^+ (Fig.18). Elles sont supérieures aux normes décrites par l'OMS, cela indique que le taux de pollution dans le Rhumel est très élevé.

IV.1.8. Calcium (Ca^{2+})

Le calcium est un élément de la dureté. Il existe surtout à l'état de bicarbonates et en quantités moindres sous forme de sulfates, chlorures, etc... (Rodier et al, 2005).

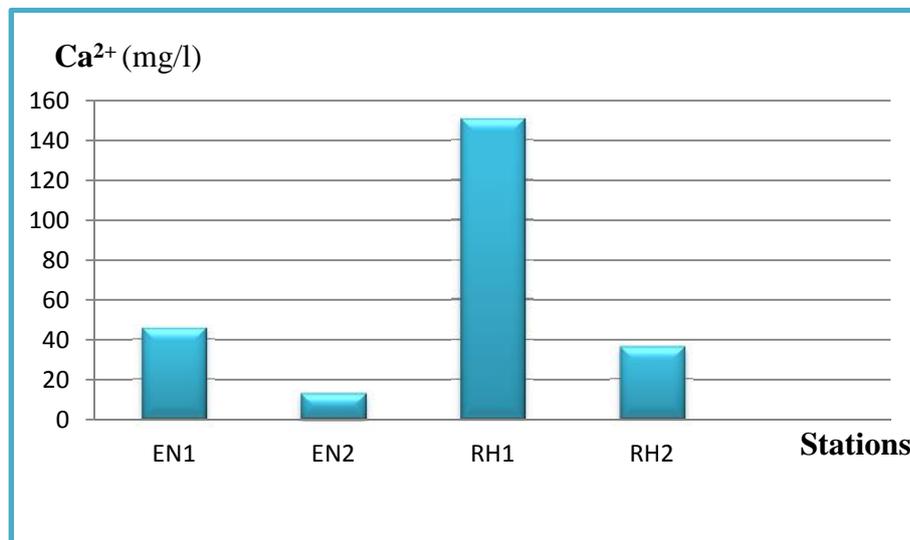


Figure 19 : Teneurs en Calcium dans les différentes stations d'études.

La figure(19) montre que les concentrations du Ca^{2+} varient d'une station à une autre et d'un Oued à l'autre.

A Oued Endja : La concentration en Ca^{2+} la plus élevée est enregistrée dans la station amont, elle est de (45,7mg/l) et en aval (12,82mg/l).

Au Rhumel : La concentration la plus élevée est de (150 mg/l) enregistré dans la station (RH1). Ceci peut être due à la dissolution des carbonates (calcite, calcite magnésienne), qui caractérisent les faciès de plusieurs niveaux stratigraphiques sur le bassin du Rhumel (Farah, 1991 ; Melghit, 2010).

Ainsi (Brémond et Vuichard, 1973 ; Melghit, 2010) ajoutent que la teneur en calcium est liée directement à la nature géologique des terrains traversés par les cours d'eaux.

IV.1.9. Le Magnésium (Mg^{2+})

Le magnésium est un constituant de nombreux minéraux et roches, en particulier la dolomite (carbonate double de calcium et de magnésium). Il provient également de la dissolution d'autres roches (basalte, magnésites, argiles, etc.). Il constitue un élément significatif de la dureté de l'eau (Ramade, 2002).

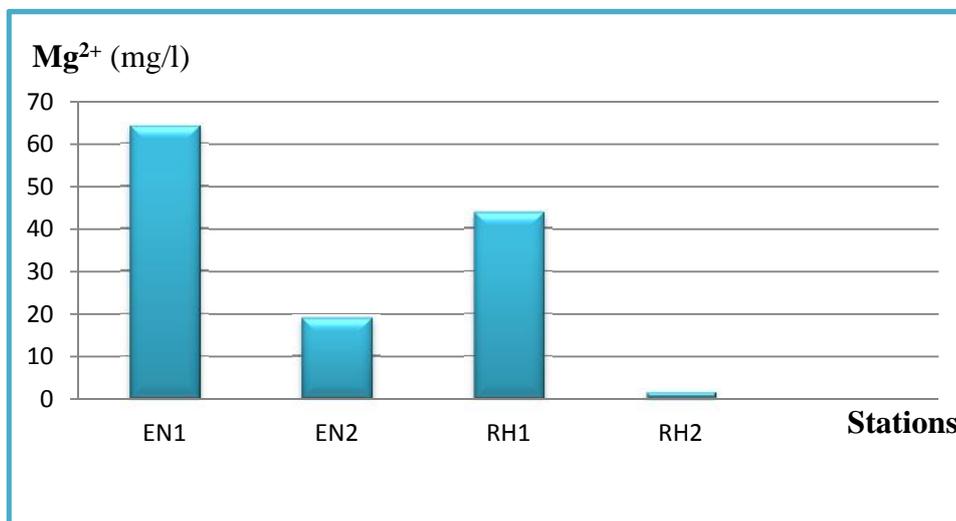


Figure 20 : Teneurs en Magnésium des différentes stations d'études.

La figure(20) montre que les teneurs en Mg^{2+} varient d'une station à l'autre, la valeur la plus élevée est de (64,15mg/l) enregistrée dans Oued Endja au niveau de la station (EN1) cette teneurs supérieure à (50 mg/l) qui est la teneur maximale admissible par l'OMS ; un tel résultat peut être due à la fois aux divers rejets urbains et à la nature géologique des terrains traversés.

Dans le Rhumel : la valeur la plus faible (1,45mg/l) enregistrée au niveau de la station (RH2), alors qu'au niveau de la station (RH1) nous avons enregistré une valeur de (45,74mg/l). Cela est expliqué une fois aux divers rejets urbains et industriels de la ville de Constantine et autre fois la nature géologique des terrains traversés.

IV.1.10. La Dureté totale (Titre hydrotimétrique TH)

Le degré hydrotimétrique (TH) exprime la dureté d'une eau. Cette dernière est due particulièrement à la présence des sels de calcium et de magnésium (Rejsek, 2002).

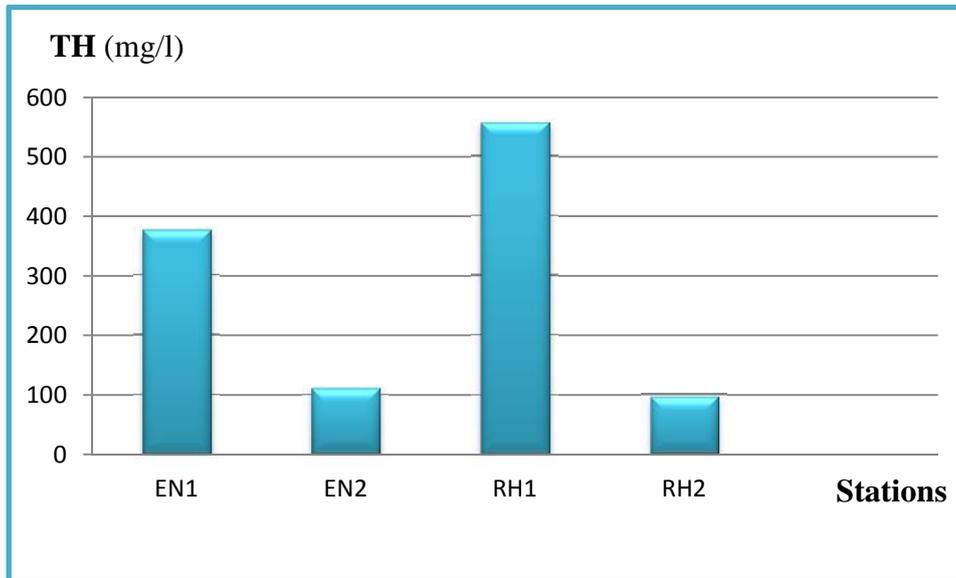


Figure 21 : Teneurs de la Dureté totale des différentes stations d'études.

La figure(21) montre que dans les eaux de Oued Endja il y'a une variation importante dans les valeurs de (TH) de l'amont vers l'aval ; dont nous avons enregistré une concentration de (375mg/l) dans la station EN1, et (110mg/l) dans la station EN2.

Dans le Rhumel aussi il y'a une variation importante dans les valeurs du (TH) de l'amont vers l'aval. L'évolution de la dureté semble être liée à une augmentation en Ca^{2+} et/ou Mg^{2+} .

La dureté totale a un caractère naturel lié au lessivage des terrains traversés et correspond à la teneur en calcium et en magnésium (Hakmi, 2006; Hamdi, 2011). Ou bien à des facteurs externes tels que la pollution industrielle.

IV.1.11. Alcalinité

L'alcalinité d'une eau correspond à sa capacité à réagir avec les ions hydrogène (H^+) qui est due à la présence des ions hydrogénocarbonates (HCO_3^-), carbonate (CO_3^{2-}) et hydroxydes (OH^-).

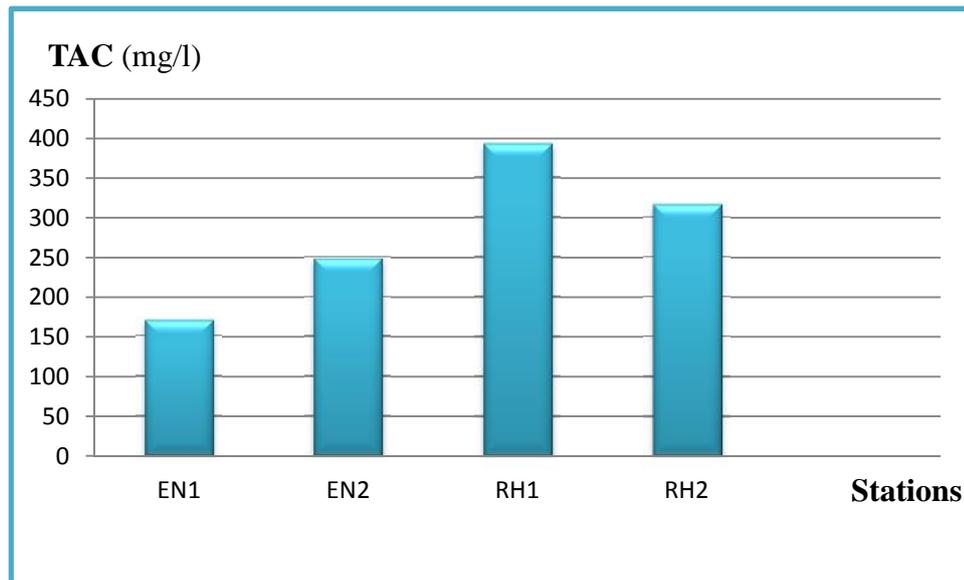


Figure 22 : Teneurs de l'Alcalinité des différentes stations d'études.

Elle dépend des rejets urbains (phosphates, ammoniacaux, matières organiques,...) ou industriels (apport basiques ou acides).

La figure (22) montre que les teneurs en ATC varient d'une station à une autre et d'un Oued à un autre.

Dans Oued Endja : Les teneurs en TAC sont (169,38mg/l) et (247,66mg/l) respectivement pour le point amont et aval (EN1, EN2).

À l'Oued Rhumel : Les teneurs sont (392,84mg/l) à la station (RH1) et (315,98mg/l) à la station (RH2).

Donc et selon (Rodier et al, 2009), l'alcalinité peut donner une indication sur le degré d'oxydation des composés organiques et elle permet de déterminer les concentrations en bicarbonates, carbonates et éventuellement en hydroxydes (bases fortes) contenus dans l'eau, nous pouvons déduire que le taux d'oxydation de la matière organique est plus fort en amont qu'en aval et à Oued Rhumel que à oued Endja (fig22).

IV.2. Résultat des analyses phytoplanctoniques

Cette partie présente les résultats de détermination et identification des communautés algales au niveau des deux Oueds le Rhumel et Endja au mois d'Avril 2014.

IV.2.1. Résultat d'échantillonnage quantitatif

Tableau 14 : Principaux groupes d'algues inventoriées dans les stations d'étude.

Embranchement	Genre	Espèce	Caractère
Chlorophytes	-Chlorella -Cladophora -Oedogonium -Scenedesmus -Cosmarim -Pleuritaenum	- <i>Chlorella vulgaris</i> - <i>Cladophora sp</i> - <i>Oedogonium sp</i> - <i>Scenedesmus sp</i> - <i>Cosmarim turpinii</i> - <i>Pleuritaenum nodulosome</i>	Unicellulaire ou Pluricellulaire
Rhodophytes	-Rhodella	- <i>Rhodella reticulata</i>	Algue microscopiques
Euglénophytes	-Eugléna	- <i>Eugléna spirogyna</i> - <i>Eugléna texta</i>	Algue Microscopiques
Cyanophytes	-Coelomoron -Coelosphaerium	- <i>Coelomoron pisillum</i> - <i>Coelosphaerium dubium</i>	Algue microscopiques
Bacillariophytes	-Diatoma -Nitzschia -Gomphonema -Navicula -Surirella	- <i>Diatoma hiemal</i> - <i>Nitzschia vermicularis</i> - <i>Gomphonema sp</i> - <i>Navicula gregaria</i> - <i>Navicula radiosa</i> - <i>Navicula cryptocephala</i> - <i>Surirella fastuosa</i>	Algue microscopiques

D'après les résultats de recensement présentés sur le tableau (15) ; les 18 espèces déterminées dans la zone d'étude appartiennent à 5 embranchements : les *Bacillariophytes* avec 7 espèces identifiées, suivit par les *Chlorophytes* avec 6 espèces, les *Euglénophytes* et les *Cyanophytes* avec 2 espèces et finalement les *Rhodophytes* avec 1 seule espèce.

A. Systématique de quelques espèces déterminées

➤ L'algue *Chlorella vulgaris*

Chlorella vulgaris appartient à la lignée des *Chlorophytes*. Le genre *Chlorella* se retrouve dans tous les habitats aquatiques, marins ou d'eau douce.

C. vulgaris est une algue verte unicellulaire eucaryote d'eau douce. Elle est de forme ronde ou ellipsoïde, d'un diamètre moyen de 5 µm. Elle possède un chloroplaste pariétal contenant de la chlorophylle a et b ainsi que des caroténoïdes comme pigments accessoires, un pyrénoïde, des thylakoïdes, des grains d'amidons et du matériel génétique.

Taxonomie

Règne : *Plantae*

Division : *Chlorophyta*

Embranchement : *Chlorophytes*

Classe : *Chlorophycées*

Ordre : *Chlorococcales*

Famille : *Oocystaceae*

Genre : *Chlorella*

Espèce : *Chlorella vulgaris*



Figure 23 : *Chlorella vulgaris*

➤ L'algue *Navicula*

Taxonomie

Règne : *Plantae*

Division : *Heterokontophyta*

Classe : *Bacillariophyceae*

Ordre : *Naviculales*

Famille : *Naviculacées*

Genre : *Navicula*

Espèce : *Navicula gregaria*

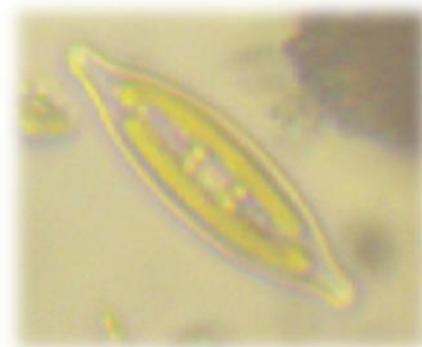


Figure24 : *Navicula gregaria*

➤ **L'algue *Euglena***

Euglena (les euglènes) est un genre commun des Protistes flagellés, typiques des *Euglénophytes*, et souvent présents dans l'eau (le plus souvent de l'eau douce, mais il existe de rares espèces marines) riche en nutriments.

Taxonomie

Règne : *Plantae*

Embranchement : *Euglenozoa*

Classe : *Euglenophyta*

Ordre : *Euglenales*

Famille : *Euglenaceae*

Genre : *Euglena*

Espèce : *Euglena texta*

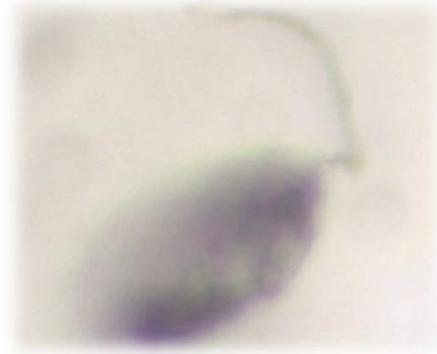


Figure 25 : *Euglena texta*

➤ **L'algue *Oedogonium***

Taxonomie

Règne : *Protista*

Division : *Chlorophyta*

Classe : *Chlorophyceae*

Ordre : *Oedogoniales*

Genre : *Oedogonium*

Espèce : *Oedogonium sp*

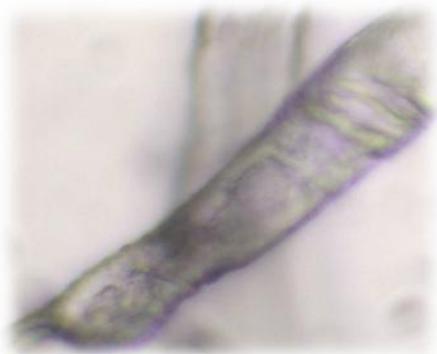


Figure 26 : *Oedogonium sp*

➤ **L'algue *Rhodella***

Rhodella est un genre d'algues rouges unicellulaires de la famille des *Rhodellaceae*, auparavant rangé dans la familles des *Porphyridiaceae*.

Taxonomie

Domaine : *Eucaryota*

Règne : *Plantae*

Division : *Rhodophyta*

Sous division : *Rhodellophytina*

Classe : *Rhodellophyceae*

Ordre : *Rhodellales*

Famille : *Rhodellaceae*

Genre : *Rhodella*

Espèce : *Rhodella reticulata*

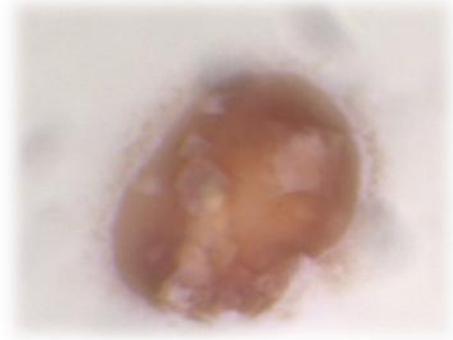


Figure 27 : *Rhodella reticulata*

➤ **Au niveau d'Oued Endja :**

• **La station (EN1)**

Cette station caractérisée par la présence des *Cyanophycées* du genre *Coelomoron* présentée par l'espèce *Coelomoron pisillum*, du genre *Coelosphaerium* avec l'espèce *Coelosphaerium dubium* et d'algue Chlorophyte du genre *Pleuritaenum* par l'espèce *Pleuritaenum nodulosome*.

• **La station (EN2)**

Pour le prélèvement réalisée au niveau de la station aval, caractérisé par un mélange d'algue verte filamenteuse du genre *Cladophora*, pluricellulaire du genre *Pleuritaenum* et des algues diatomiques du genre *Navicula*, *Nitzschia* et *Gomphonema*.

Sur l'ensemble des deux stations nous confirment qu'Oued Endja est d'une faible richesse en phytoplancton.

➤ **Au niveau d'Oued Rhumel :**

• **La station (RH1)**

Les échantillonne provenant de la station amont caractérisé par un mélange d'algues vertes filamenteuse du genre *Oedogonium* identifiée par l'espèce *Oedogonium sp*, d'algue verte coloniale du genre *Scenedesmus* et d'algue unicellulaire diatomiques.

- La station (RH2)

Le prélèvement réalisé au niveau de cette station, indique une diversité algale importante en comparaison avec les autres stations d'étude, qui sont présentées par une densité algale moins diversifiée.

Elle est caractérisée par un ensemble d'algues vertes du genre *Chlorella* identifiée par l'espèce *Chlorella vulgaris*, d'algues rouges du genre *Rhodella* identifiées par les espèces *Rhodella reticulata*, d'Euglénophytes identifiées par les espèces *Eugléna texta* et *Eugléna spirogyra*. D'algues diatomées du genre *Nitzschia* identifiées par l'espèce *Nitzschia vermicularis*.

IV.2.2. Inventaire des diatomées

Tableau 15 : Algues récoltées et identifiées dans les deux Oueds.

Unités systématiques		Oued Endja		Oued Rhumel
		EN1	EN2	RH1
Araphideae	<i>Diatoma vulgaris</i>		+	
	<i>Fragilaria ulna</i>		+	+
	<i>Fragilaria capucina</i>			+
	<i>Fragilaria faxiculata</i>			+
	<i>Staurosira construens</i>			+
	<i>Synedra sp</i>			
	<i>Synedra acru</i>			
	<i>Synedra ulna</i>			
	<i>Synedra genus</i>			
Monoraphideae	<i>Cocconeis pediculus</i>	+	+	+
	<i>Achnantheidium minutissimum</i>			+
Biraphideae	<i>Stauroneis sp</i>		+	+
	<i>Frustulia weinboldii</i>			+
	<i>Craticula cuspidata</i>		+	+
	<i>Navicula cuspidata</i>		+	
	<i>Navicula lanceolata</i>	+	+	+
	<i>Navicula genus</i>		+	+
	<i>Navicula sp</i>	+	+	+
	<i>Navicula gregaria</i>	+	+	+
	<i>Navicula radiosa</i>	+	+	
	<i>Navicula Minima</i>		+	
	<i>Navicula Acicularis</i>		+	
	<i>Navicula sensulata</i>		+	
	<i>Navicula Pelagia</i>			+

	<i>Navicula Cryptocephala</i>			+
	<i>Navicula capitatoradiata</i>			+
	<i>Navicula Veneta</i>			+
	<i>Navicula Riediana</i>			+
	<i>Mastogloia Calcareo</i>	+	+	
	<i>Amphora bioculata</i>		+	
	<i>Cymbella cistula</i>	+		
	<i>Cymbella caespitosa</i>	+		
	<i>Gomphonema constrictum</i>		+	
	<i>Gomphonema sp</i>	+	+	
	<i>Gomphonema truncatum</i>	+	+	+
	<i>Gomphonema minuta</i>	+		
	<i>Gomphonema parvulum</i>	+		+
	<i>Gomphonema pseudoaugur</i>			+
	<i>Gomphonema minutum</i>			+
	<i>Gomphonitzschia urgeri</i>		+	
	<i>Bacillaria sp</i>		+	
	<i>Nitzschia acicularis</i>		+	
	<i>Nitzschia brebissonii</i>		+	
	<i>Nitzschia genus</i>	+	+	+
	<i>Nitzschia palea</i>		+	+
	<i>Nitzschia scabra</i>		+	
	<i>Nitzschia sp</i>		+	
	<i>Nitzschia linearis</i>	+		
	<i>Nitzschia gracilis</i>		+	
	<i>Nitzschia arctica</i>	+		
	<i>Nitzschia heufleriana</i>			+
	<i>Surirella ovata</i>		+	
	<i>Surirella fastuosa</i>	+	+	
	<i>Surirella ovalis</i>		+	
	<i>Caloneis amphisbaena</i>		+	
	<i>Diploneis oculata</i>		+	
	<i>Escyonema caespitosum</i>		+	
Cyanophyceae	<i>Oxillatoria</i>		+	+
Chlorophyceae	<i>Stigeoclonium</i>			+
	<i>Microspora sp</i>		+	+
	<i>Zygnema</i>			+
Xanthophyceae	<i>Tribonima</i>		+	+
Rhodophyceae	<i>Chroodactylon</i>			+
Total	63	16	37	31

D'après les résultats présentés sur le tableau (16), sur l'ensemble des quatre stations étudiées nous avons enregistré 63 unités systématiques, réparties en 3 ordres qui sont présentées en 20 genres des Diatomées identifiées par 57 espèces. 5 genres Filamenteuse présentée par : 2 genres 1 espèce de Chlorophyceae, un genre de Rhodophyceae et Xanthophyceae et un genre de cyanophyceae.

➤ **Au niveau d'Oued Endja**

• **Station Amont (EN1)**

Cette station présente moins d'espèces, 7 genres identifiés par 16 espèces appartiennent à 2 Ordres *Monoraphideae* et *Biraphideae* (tab16).

La présence des espèces *Gomphonema truncatum*, *Gomphonema pervulum* indique une passable qualité d'eau d'après (Coste et Prygiel, 2000)

• **La station Aval (EN2)**

Cette station caractérisée par un mélange d'algues unicellulaires (Diatomées) et filamenteuses (Cyanophytes, Chlorophytes et Xanthophytes).

Elle présente plus d'unités systématiques, 37 espèces réparties en 13 genres des diatomées appartiennent à 3 ordres, 1 genre des Cyanophyceae et 2 Filamenteuses.

Caractérisée par la présence des espèces qui indiquent la bonne qualité comme *Navicula radiosa* et *Diatoma vulgare* d'après (Coste et Prygiel, 2000)

Les genres *Oxilatoria* sont bien connus par leur prolifération potentiellement toxique en eau douce (Huynh et Serdia, 2011).

La présence de certaines espèces de poissons, explique que l'Oued Endja est moyennement pollué par rapport à l'Oued Rhumel.

Le (tab16) montre que l'Oued Endja présente la richesse la plus élevée avec 50 espèces des diatomées sur l'ensemble des deux stations. Les genres les plus abondants sont *Navicula*, *Gomphonema* et *Nitzschia*.

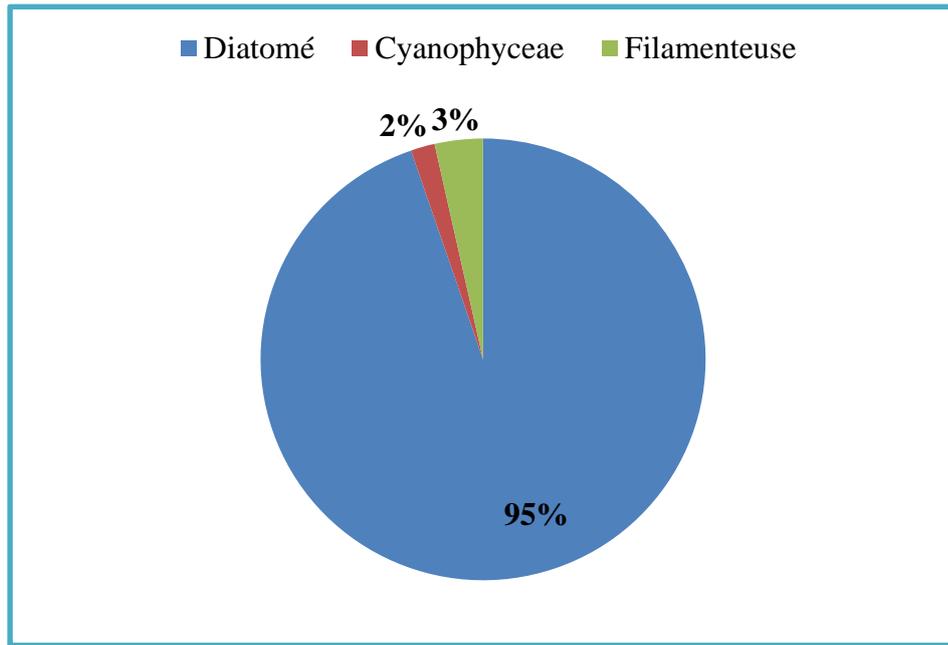


Figure 28 : Richesse floristique d'Oued Endja.

➤ Dans Oued Rhumel

Dans cet Oued, nous avons réalisé qu'un seul échantillonnage en amont car en aval nous n'avons rien trouvé comme espèces phytoplanctonique, et cela confirme forcément que cet endroit est le point cumulant de tout genre de pollution venant de la ville de Constantine et celles de proximité.

• La station Amont (RH1)

Elle est caractérisée par un mélange d'algue filamenteuse du genre *Stigeoclonium*, *Microspora*, *Zygnema*, *Tribonima*, *Chroodactylon* et des cyanophytes du genre *Oxilatoria*. Les diatomées présenté 10 genre et 25 espèce appartenant à 3 ordre (tab16).

La présence de *Nitzschia palea* et *Gomphonema pseudoaugur* indique une qualité médiocre d'après (Coste et Prygiel, 2000).

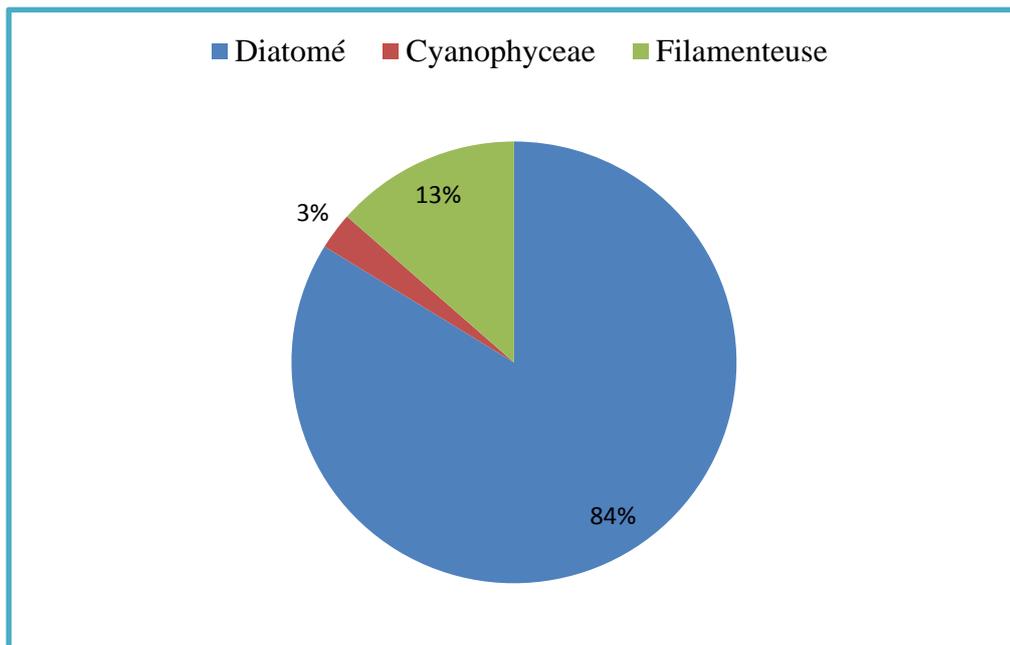


Figure 29 : Richesse floristique d'Oued Rhumel.

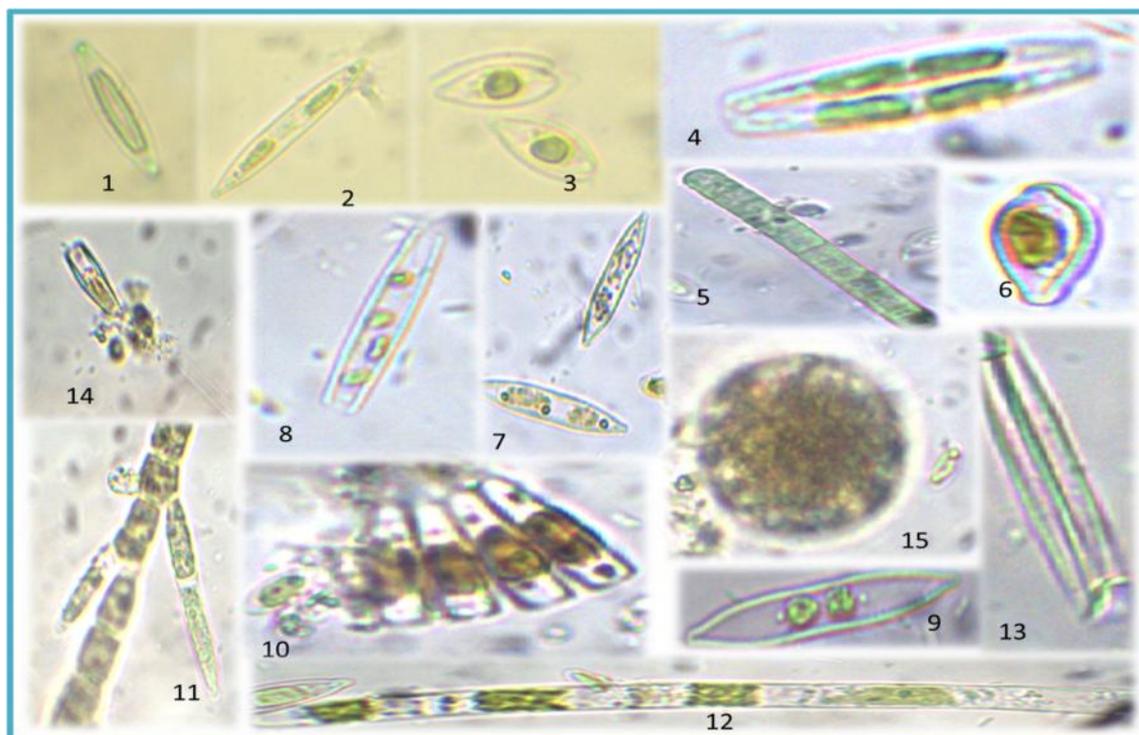


Figure 30: Quelques espèces diatomiques d'Oued Rhumel : 1. *Navicula veneta*, 2. *Navicula pelagic*, 3. *Gomphonema pseudoaugur*, 4. *Synedra* genus, 5. *Oxilatoria*, 6. *Gomphonema parvulum*, 7. *Fragilaria capucina*, 8. *Navicula* sp. 9. *Nitzschia palea*, 10. *Staurosira construens*, 11. *Stigonema*, 12. *Zygnema*, 13. *Synerda* sp, 14. *Gomphonema truncatum*, 15. *Cocconeis pediculus*.

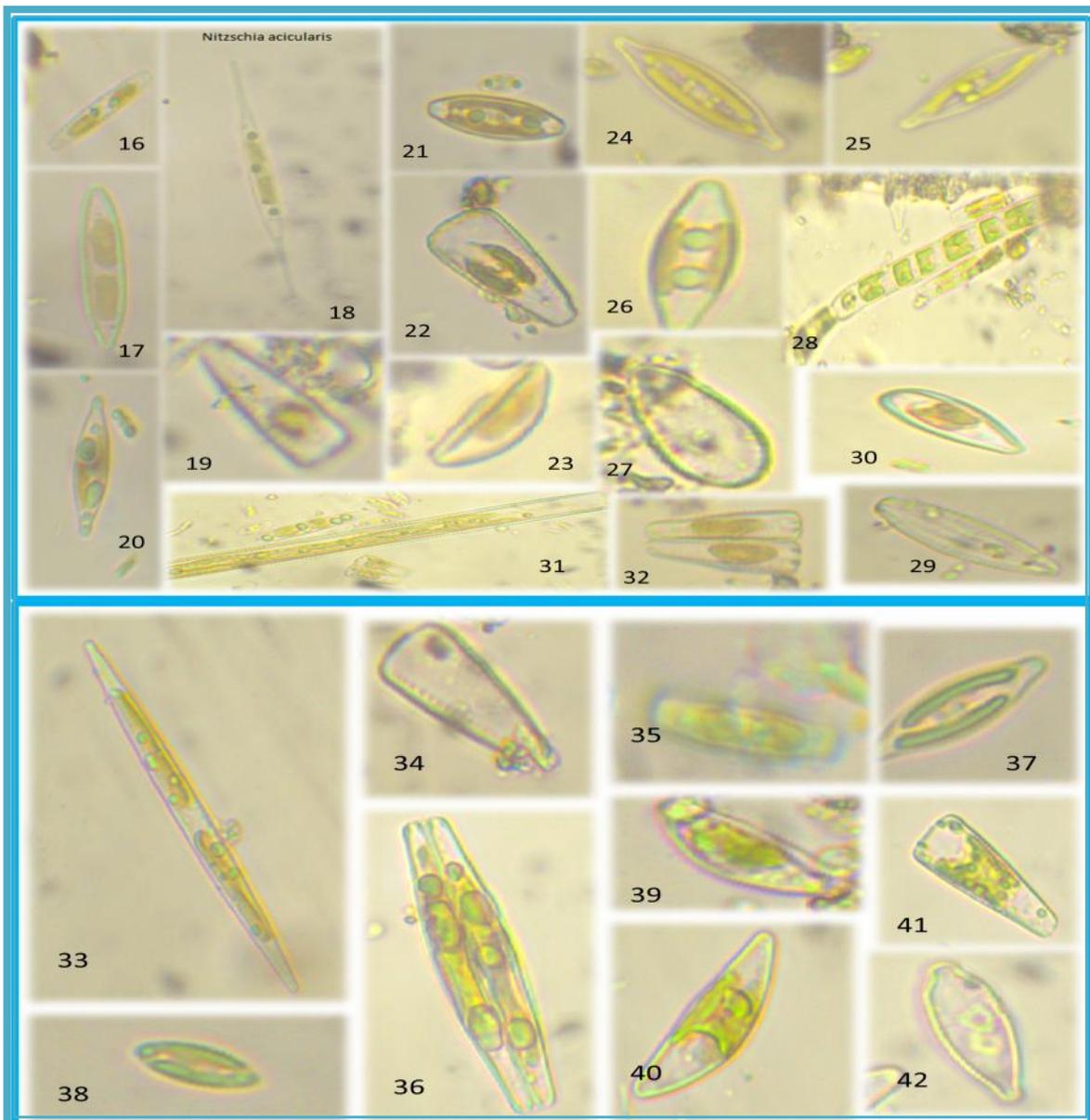


Figure 31: Quelques espèces diatomiques d'Oued Endja : 16. *Mastogloia calcarea*. 17. *Nitzschia* genus, 18. *Nitzschia acicularis*, 19. *Stauroneis* sp, 20. *Navicula cuspidata*. 21. *Navicula lanceolata*, 22. *Petrodyction gemma*, 23. *Encyonema caespitosum*, 24. *Navicula gregaria*, 25. *Craticula cruspadata*, 26. *Navicula* genus, 27. *Surirela ovate*, 28. *Microspora*, 29. *Diatoma vulgare*, 30. *Gomphonema* sp, 31. *Fragilaria ulna*, 32. *Gomphonema urgeri*, 33. *Nitzschia linearis*, 34. *Gomphonema acuminatum*, 35. *Navicula sensulata*, 36. *Nitzschia arctica*, 37. *Navicula gregaria*, 38. *Navicula minima*, 39. *Cymbella cistula*, 40. *Cymbella caespitosa*, 41. *Gomphonema minuta*, 42. *Gomphonema parvulum*.

Conclusion

Conclusion

Pour conclure ce travail, il convient de rappeler que, Oued Rhumel et Oued Endja sont les ressources en eau les plus importantes dans le Constantinois. Oued Rhumel soumis à des pressions démographiques et industrielles très importantes.

L'utilisation de variables biologiques s'est progressivement imposée comme moyen d'apprécier la qualité globale des eaux des écosystèmes aquatiques car elles présentent une complémentarité par rapport aux variables physico-chimiques.

L'objectif principal de la présente étude est de suivre l'effet des éléments nutritifs sur l'évolution de la biomasse algale dans deux Oueds qui alimentent le barrage Beni Harroun.

Concernant les résultats des paramètres physico-chimiques :

- La température des eaux d'Oued Endja décroît de l'amont vers l'aval. Les eaux d'Oued Rhumel est d'une température presque stable, donc selon la grille d'appréciation de la qualité, Oued Endja est de qualité normal et Oued Rhumel est de qualité moyenne ;
- Un pH à tendance alcaline dans Oued Endja et légèrement acides dans le Rhumel ;
- Une élévation des valeurs d'oxygène dissous, dépassant la norme (5-7mg/l);
- Une C E élevée, traduisant une minéralisation excessive ;
- Des éléments nutritifs, dont les teneurs en composés azoté (nitrate, nitrite et ammonium) dépassent les normes, donc selon les normes d'ANRH et d'OMS, les eaux d'Oued Rhumel sont de mauvaise qualité. Par contre les eaux de Oued Endja sont de bonne qualité;
- Des éléments minéraux majeurs ; dont les teneurs en cations (Ca^{2+} et Mg^{2+}), le calcium est d'une teneur élevées dans le Rhumel(amont). Les teneurs en magnésium est en élevé dans la station amont d'Oued Endja;
- Les teneurs en TH (CaCO_3) sont légèrement élevés au niveau des stations amont par apport aux stations aval, donc les deux oueds sont riches en CaCO_3 ;
- L'alcalinité aussi est des teneurs importantes surtout au niveau d'Oued Rhumel.

L'observation microscopique des différents échantillons prélevés a permis la détermination d'un ensemble d'espèces algales. 18 espèces répartissent sur 5 embranchement. Les deux embranchements les plus abondantes sont les *Bacillariophytes* et les *Chlorophytes*. La station aval d'Oued Rhumel est la plus riche par rapport aux autres stations.

Les résultats obtenus de l'échantillonnage des diatomées montrent, une richesse floristique importante sur l'ensemble des stations étudiées. Au total, 63 unités systématiques, réparties en trois ordres, elles sont représentés en 20 genres des Diatomées identifié par 57 espèces. 5genre Filamenteuse des différentes familles (*Chlorophyceae*, *Xanthophyceae* et *Rhodophyceae*) et un genre des cyanophyceae. Les genres les plus abondantes sont les *Navicula*, *Nitzschia* et *Gomphonema*. D'après ces résultats, nous remarquons qu'Oued Endja est plus riche en espèces diatomiques comparant de ceux obtenus à Oued Rhumel.

Des espèces indicatrices de la qualité des eaux sont observées dans toutes les stations. Au niveau de Oued Rhumel la présence de *Nitzschia palea* et *Gomphonema pseudoaugur*, indiquent une qualité médiocre ce qui conforment avec les résultats physico-chimiques. Concernant Oued Endja, la présence de *Navicula radiosa* et *Diatoma vulgare* indique une bonne qualité en aval, et une qualité passable en amont expliqué par la fréquence de *Gomphonema truncatum* et *Gomphonema pervulum*.



Références

bibliographiques

Les Références bibliographiques

- **Agence de l'Eau Seine-Normandie (AESN).** 4p
- **Agence du Bassin Hydrographique (ABH), 2004.** Les Cahiers de l'Agence N° 8. Le Bassin du Kébir-Rhumel. Agence de Bassin Hydrographique Constantinois-Seybouse-Mellegue, Ministère des Ressources en Eau, 44p.
- **Agence Nationale des Barrages (ANB), 2007.**
- **Agence Nationale des Ressources hydrique (ANRH), rapport, 2001.**
- **Ainane T., 2011.** Valorisation de la biomasse algale du Maroc : Potentialités pharmacologiques et applications environnementales, cas des algues brunes *Cystoseira tamariscifolia* et *Bifurcaria bifurcata*. Thèse de doctorat en Chimie Analytique. Université Hassan II – Casablanca. MAROC.pp7-9.
- **Al-Kandari M., Al-Yamani F. Y., Al-Rifaie K., 2009.** Marine Phytoplankton Atlas of Kuwait's Waters. Kuwait Institute for Scientific Research.351P.
- **Anonyme., 2006.** Suivi de la qualité biologique des cours d'eau de la région Nord - Pas de Calais. Laboratoire d'hydrobiologie. République Française.(www.nord-pas-de-calais.ecologie.gouv.fr).
- **Belhaj A., 2001.** Les épidémies d'origine hydrique dans le monde. Synthèse Technique. ENGRET centre de Montpellier et OIE de Limoges. France.196 p.
- **Bentoux J., 1993.** Introduction à l'étude des eaux douces, eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson qualité et santé. Ed, CE Bet Doc. 350p.
- **Bonnard R., Lafont M., et Pimpec P., 2003.** Notion d'hydro-écologie et de qualité biologique des eaux courants. Ingénierie n°33.13p.
- **Bontoux., 1979.** Cycle et bilan de l'azote en rivière. Comptes-rendus des troisièmes journées scientifiques et techniques : l'eau, la recherche et l'environnement, limoges, (10-12 Oct.) 185-203p.

- **Bourdin L., 2004.** Polluants et Pollution. Caracterisation et suivi de l'eutrophisation des lacs et des cours d'eau lentiques en France, une ouverture européenne. Les synthèses techniques de L'Office International de l'Eau.p14.
- **Bourelly P., 1968.** Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique.Tome II : Algues jaunes et brunes. Ed N. Boubée et C^{ie}.433P.
- **Bouziani M., 2000** .«L'eau de la pénurie aux maladies» .Ed IBN-KHALDOUN .Alger
- **Campeau S., Lavoie I., Grenier M ., Boissonneault Y et Lacoursière S., 2009.** Le suivi de la qualité de l'eau des rivières à l'aide de l'indice IDEC.Guide d'utilisation de l'indice Diatomées de l'est du Canada (IDEC). Université du Québec.18p.
- **Cantin I., 2010.** La production de biodiesel à partir des microalgues ayant un métabolisme hétérotrophe . Formation en Environnement en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M.Env).Université de Sherbrooke, Québec, Canada.pp15-25.
- **Cellamare M., 2009.** Évaluation de l'état écologique des plans d'eau aquitains à partir des communautés de producteurs primaires. Thèse de doctorat. Université Bordeaux 1.pp22-29.
- **Claude B., Robert P., 2001.**Chimie de l'environnement(air,eau,sol,déchet)de Boeck,Paris. 20p.
- **Coste M., 1994.** Précis d'écologie. 7^{ème} Ed.DUNOD.Paris.433p.
- **Coulibaly K., 2005.** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des puits de certains quartiers du district de Bamako. Thèse de doctorat, Université de Bamako. 69p.
- **Debieche T.H., 2002.** Evolution de la qualité des eaux (salinité, azote et métaux lourds) sous l'effet de la pollution saline, agricole et industrielle. Application à la basse plaine de la Seybouse Nord-Est Algérien. Thèse de doctorat, Université de Constantine. 46p.
- **Dérection Hydrolique de Willaya (D H W),, 2014.**
- **Detay M., 1993.** Le Forage D'eau; Réalisation, Entretien Et Réhabilitation. Masson. 379p.

- **EL Amrani K ., 2007.** Formation «Eau et Développement Durable », La pollution de l'eau et ses impacts.36p.
- **Gailhard I., 2003.** Analyse de la variabilité spatio-temporelle des populations microalgales cotières observées par le "Reseau de surveillance du phytoplancton et phycotoxines". Thèse de doctorat. Université de la Méditerranée. Aix-Marseille II.pp10-13.
- **Galvez R ., Sylvaine I et Arsenault S, 2002 .** Dossier La détérioration des plans d'eau. Manifestations et moyens de lutte contre l'eutrophisation.20p
- **Gaujous ., 1995.** La pollution de milieu aquatique. 2ème Ed. TEC&DOC – lavoisier. 220p.
- **Ginin B.,Chauvin C et Ménard F., 2003.**Cours d'eau et Indices biologiques.Pollution –Méthodes IBGN.2^{ème} Ed. Educargri.Dijon.221p.
- **Groga N., 2012.** Structure, fonctionnement et dynamique du phytoplancton dans le lac de Taabo (Côte d'Ivoire). Thèse de doctorat.Université de Toulouse.pp35-43.
- **Hamdi W., 2011.** Qualité hygiénique et caractéristiques physicochimiques des eaux domestiques de quelques localités de la cuvette de Ouargla. Magister en Biologie. Université KASDI MERBAH–Ouargla–107p.
- **Hébert S., Légaré S., 2000.** Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, envirodoq no ENV-2001-0141, rapport n° QE-123. 24p.
- **Houli S., 2013.** Eutrophisation des barrages . Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique. (ANBT). Département de la Formation continue.
- **Huynh M L., Serdia N., 2011.** Identification des algues. Guide de laboratoire.. Agriculture et Agroalimentaire Canada.48p.
- **Huynh M., et Serediak N., 2006.** Identification des algues .Guide de terrain. Agriculture et Agroalimentaire. Canada.40p
- **Kankou M., 2004.** Vulnérabilité des eaux et des sols de la rive droite du fleuve Sénégal en Mauritanie–étude en laboratoire du comportement de deux pesticides .Thèse de doctorat en Chimie et Microbiologie de l'Eau. Université de Limoges.24p.

- **Kent., 2006.** Un cadre pancanadien pour la surveillance de la qualité de l'eau. Environnement Canada.27p.
- **Koller E., 2009.** Traitement des pollutions industrielles. Eau. Air. Déchets. Sols .Boues. 2 ème Ed .DUNOD . 569p.
- **Laguerre H., 2007.** Le Plancton: applications envirennementales. Fiche Plancton n°22.France.18p
- **La haute Ecole Spécialisée de Suisse Occidentale Genève (H E S S O), 2009.**
- **Laouar N., Khoubache I., 2006.** Etude de la pollution organique dans les eaux de l'Oued Kébir (W Jijel). Mémoire Ingéniorat d'état en Ecologie végétale et Environnement. Université de Jijel.23p.
- **Lechevalier A., 1977.** Volume II Fungi, Algae, Protozoa, and Viruses. 2ème Ed, Floride, Laskin, Allen I., 874p.
- **Leynaud G., 1968.** Les pollutions thermiques, influence de la température sur la vie aquatique. B.T.I. Ministère de l'agriculture.pp 224-881.
- **l'Ifremer., AUBY I ., Cemagref et Sabarc., 1994.** Etude de la Prolifération des Algues Vertes dans le Bassin d'Arcacho. l'Université de Bordeaux I, 270p.
- **Masson J. P., 1988.** Suivi de la qualité des eaux superficielles : l'expérience française. In : la qualita delle acquasuperficial, criteria per une metodologiaomogenea di valutazione, attidelconvegnointerazione. Palazzo dei Congressi.pp99-100.
- **Mazzuoli L., 2012.** La Gestion durable de l'eau. Ressources. Qualité. Organisation. DUNOD, Paris. 249p.
- **Mebarki A., 1982.** Le bassin du Kébir-Rhumel (Algérie). Hydrologie de surface et aménagement des ressources en eau, Thèse doctorat de 3ème cycle, Université de Nancy II, 304p
- **Mebarki A., 2000.** Etiages, rejets et protection des ressources en eau des bassins méditerranéens de l'Algérie orientale. Géocarrefour, **75**, 4. L'interface nature-sociétés dans les hydrosystèmes fluviaux. pp. 399.
- **Mebarki A., 2005.** Hydrologie des bassins versants de l'est Algérien : Ressources en eau, aménagement et environnement. Thèse de doctorat d'état. Université Mentouri-Constantine.360p

- **Melghit M., 2010.** Qualité physico-chimique, pollution organique et métalliques des compartiments Eau / Sédiments de l'Oued Rhumel, et des barrages Hammam Grouz et Beni Haroun. Mémoire de Magistère. Université Mentouri de Constantine. pp16-21.
- **Moisan J., Pelletier L., 2013.** Guide de surveillance biologique basée sur les macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec – Cours d'eau peu profonds à substrat grossier, 2008. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, ISBN: 978-2-550-53590-4 (version PDF). 86p.
- **Mollo P et Noury A., 2013.** Le Manuel du Plancton. Éd Charles Léopold Mayer. Paris. 101p.
- **Monod T., 1989.** Méharées géographie. France loisire. 233p.
- **Morin S., 2006.** Bioindication des effets des pollutions métalliques sur les communautés de diatomées benthiques. Thèse de docteur en Ecotoxicologie. Université bordeaux 1 .pp27.28.
- **Ndiaye A. D., Khadijettou M. M., 2013.** Contribution à l'étude de la qualité Physicochimique de l'eau de la rive droite du Fleuve Senegal. Larhyss Journal, 12 .pp71-83.
- **Nisbet M., Verneaux J., 1970.** Composantes chimiques des eaux courantes; discussion et proposition de classe en tant que base d'interprétation des analyses chimiques. *Ann de limnologie*. Tome 6, pp161-190.
- **Office National de la Météologie (ONM), 2013.**
- **Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 1989.** Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants. 3ème rapport du comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires, rapport technique n°776 de l'OMS. Genève (Suisse). 156p.
- **Ouzza A., Akdim B., 2001.** La pollution hydrique au Tadla. Perceptions et réalités. Faculté des Lettres et des Sciences Humaines Ben Msik, Casablanca. Maroc 23. pp25-49.
- **Panorama., 2008.** La pollution de l'eau d'origine industrielle (www.bretagne.drire.gouv.fr).
- **Person J., 2010 .** LIVRE TURQUOISE. Algues, filières du futur. Éd Adebitech. Romainville. 182p.

- **Pesez G., Pesez M., 1977.** Atlas de microscopie des eaux douces. Ed Lechevalier. Paris.285P
- **Pesson., 1980.** La pollution des eaux continentales «Indice sur les biocénoses aquatiques».Gauthier .Villars.345p.
- **Prygiel J.,Coste M., 2000.** Guide méthodologique pour la mise en oeuvre de l'Indice Biologique Diatomées. NF T 90-354. 340p.
- **Ramade F., 2000.** Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Ediscience international, Paris, 689p.
- **Rejsek F., 2002 .** Analyse des eaux techniques et aspects réglementaires. Scérèn CRDP Aquitaine. Bordeaux. 358p.
- **Rivard C., 2005.** Les algues sont-elles des nuisances?. Fiche technique n° 11. Sherbrooke , Québec.(www.rappel.qc.ca)
- **Rodier J., 1996.** L'analyse de l'eau . Eaux Naturelles, Eaux Résiduelles, Eaux De Mer. 8ème ED. *Dunod.* 1383 p.
- **Rodier J., 1997.** L'analyse de l'eau. 8 ème Ed.1383p.
- **Rodier J., Bazin C., Broutin J. P., Champsaur H. et Rodi L., 2005.** L'analyse De L'eau ; Eaux Naturelles, Eaux Résiduelles, Eaux De Mer. 8ème Ed. *Dunod.*1383 p.
- **Rodier J., Legube B., Merlet N et coll., 2009.** L'Analyse de l'eau.9ème Ed. *Dunod.*1525p.
- **Roland J., El Maarouf H ., Bouteau F. 2008.** ATLAS Biologie Végétale .Organisation des plantes sans fleurs, algues et champignons. 7° Ed. Dunod,paris. 136p.
- **Roquet P., 2010.** Prélèvements et déterminations taxonomiques du phytobenthos – Diatomées– dans les cours d'eau de la région Languedoc-Roussillon. Lots n° 1 et n° 2 Pyrénées Orientales & Aude. Montpellier(etienne.ponton@asconit.com).
- **Roux M., 1987.** Office international de l'eau: l'analyse biologique de l'eau. *TEC&DOC.* Paris. 229p.
- **Saadali B., 2007.** Etude de la qualité des eaux des sources issues du massif dunaire de Bouteldja (Algérie Extrême Nord Orientale). Mémoire de Magister, Université Badji Mokhtar. Annaba.pp 65-67.

- **Sahli L., 2002.** Evaluation de la contamination par le Cadmium, le Chlore, le Plomb et le Manganèse dans les sédiments, les macroinvertébrés et une plante aquatique (Roripansturium) dans l'oued Rhumel et son affluent l'Oued Boumerzoug en zone urbaine. Mémoire de Magistère en Ecologie et Ecotoxicologie, Université Mentouri de Constantine. 126p.
- **Sahli L., 2012.** Etude du comportement de quelques espèces floristiques et faunistiques des écosystèmes aquatiques vis-à-vis des éléments traces métalliques par des bioessais. Thèse de doctorat . Université Mentouri de Constantine. pp30-36.
- **Savary P., 2003.** Guide des analyses de la qualité d'eau. Techni.cités, 283p.
- **Taylor J C., Harding W R., Archibald CGM., 2007.** An Illustrated Guide to Some Common Diatom Species from South Africa. Report to the Water Research Commission. 225p.
- **Vivier P., Manguin E., 1943.** Les algues d'eau douce et leur intérêt en pisciculture. Journal d'Agriculture pratique. pp137-154.19.
- **W.H.O., 1987.** Global pollution and health results of related environmental monitoring. Global Environment Monitoring system, WHO, UNEP.

Annexes

Annexes

Annexe. 01: Tableau de matériels utilisés dans l'analyse physico-chimique.

Sur terrain	Au laboratoire	
	Les appareils	La verrerie
<ul style="list-style-type: none"> - PH-mètre de type HANNA modèle HI 991001 -Oxymètre de type Weilheim OXI 330 WTW. -Conductimètre de type Weilheim D812 WTW. -Des bouteilles -Carnet et Crayon - Glacière 	<ul style="list-style-type: none"> -Spectrophotomètre de type HACH modèle DR 2500 -Balance de précision -Le banmarie 	<ul style="list-style-type: none"> -Flacon -Micro Pipette -Pipette gradué -Béchére -Erlenmeyers

Annexe.02 : Courbe d'étalonnage de Nitrites

S fille 1 (mg/l)	0	1	2.5	5	7.5	10
Eau distillée (ml)	50	49	47.5	45	42.5	40
Réactif Mixte (ml)	1	1	1	1	1	1
Attendre 10 mn						
[NO₂⁻] en mg/l	0	0.02	0.05	0.1	0.15	0.20

Annexe.03 : Le dosage de l'alcalinité

➤ **Réactifs:**

Solution d'acide Chlorhydrique ou Sulfurique à 0.02 N :

H₂SO₄.....0.555 ml

Ou bien

HCl.....1.656 ml

Eau distillée..... q.s.p 1000 ml

Solution alcoolique de Phenolphtaléine à 0.5 % :

Phenolphthaléine.....5 g

Alcool Ethylique.....500 ml

Eau distillée.....500 ml

Solution de Methylorange à 0.5 % :

Methylorange.....0.5 g

➤ Eau distillée.....100 ml

➤ **Mode opératoire :**

TAC

-Prendre l'échantillon traité précédemment.

-Ajouter 2 gouttes de Méthylorange.

-Developpement d'une coloration jaune.

-Titrer avec le meme acide jusqu'au virage du jaune au jaune orangé pH=4,3.

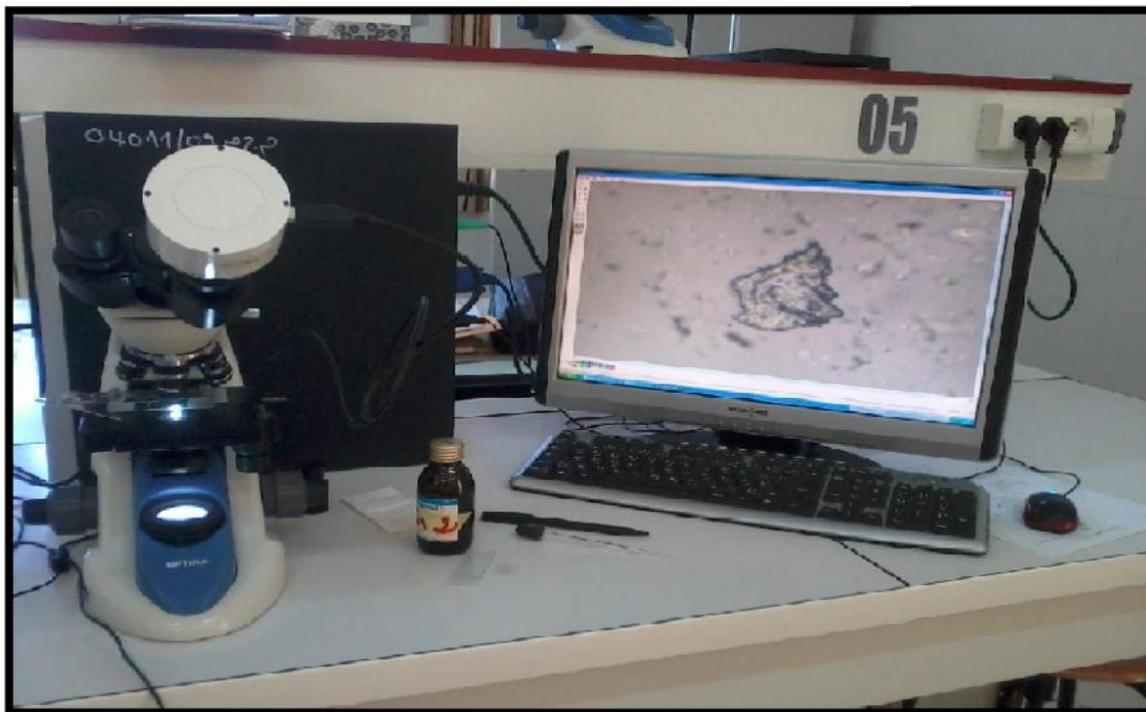
-Soit V' le nombre de millilitres d'acide utilisés depuis le début du dosage.

➤ **Expression des résultats:**

TAC

- $(V' - 0,5)/5$ exprime le titre alcali métrique complet en milliéquivalents par litre.
- $V' - 0,5$ exprime le titre alcali métrique complet en degrés français.
- $12.2 (V' - 0.5)$ exprime le titre alcali métrique en milligrammes de HCO₃⁻ par litre.

Annexe. 04 : Le matériel utilisé pour l'observation microscopique des algues.



Annexe. 05 : Espèce indicatrice de qualité.

Planche A : rouge - qualité mauvaise

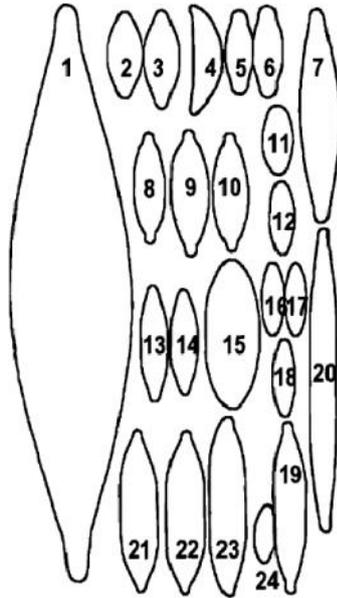


Planche B : orange - qualité médiocre

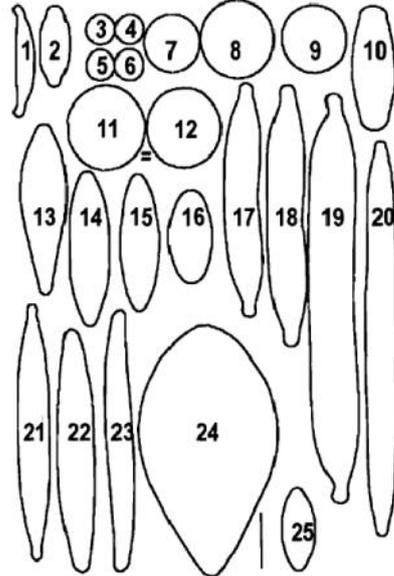


Planche C : jaune - qualité passable

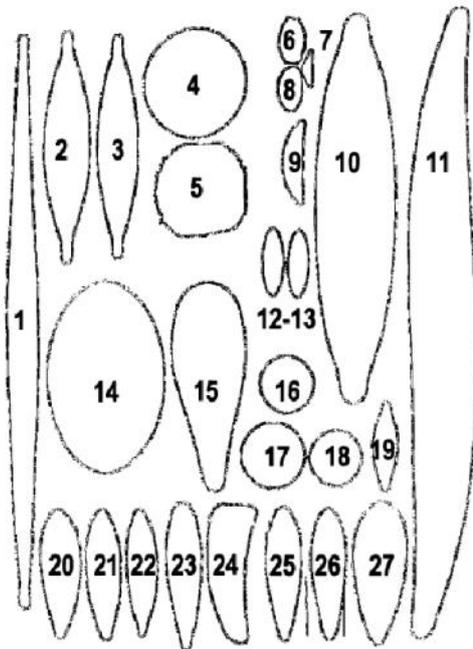


Planche D : vert - qualité bonne

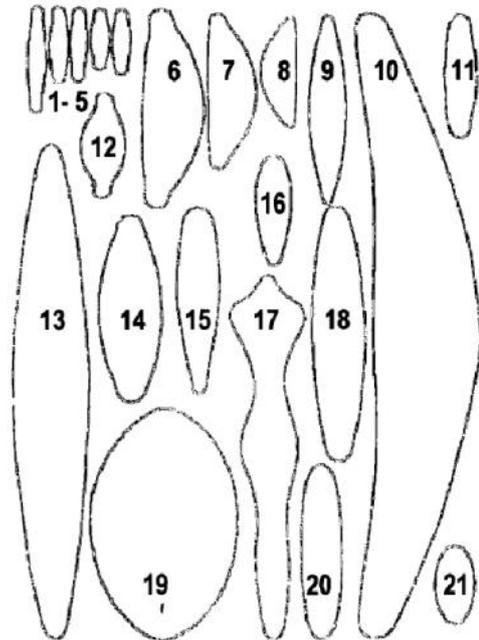
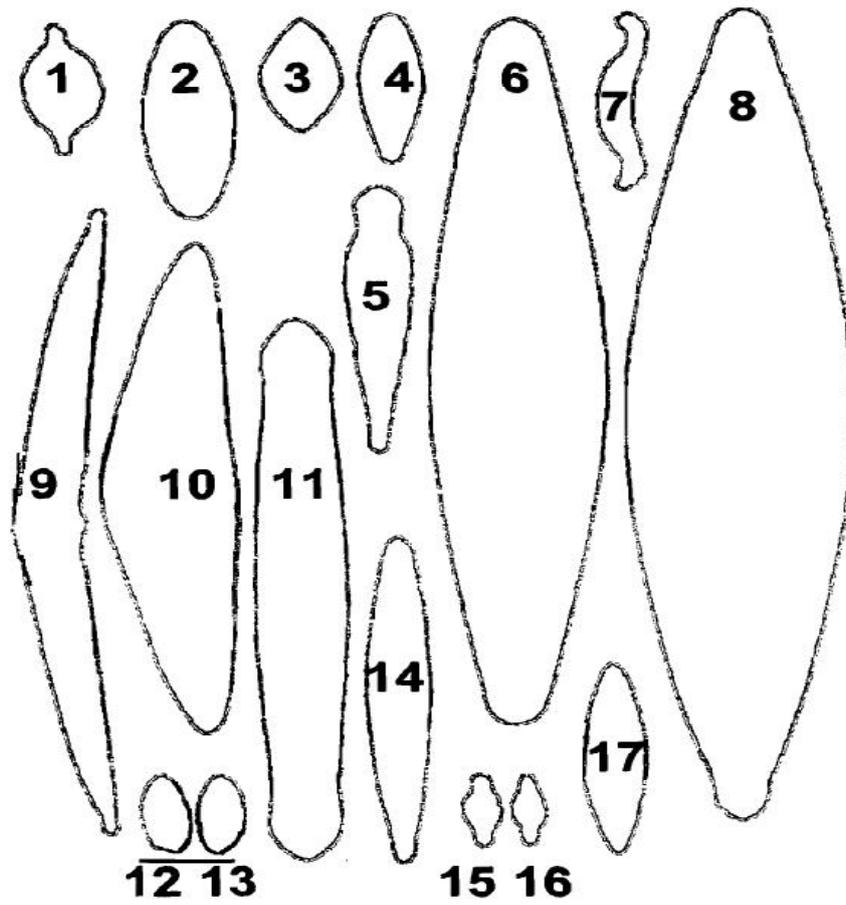


Planche E : bleu - qualité globale de l'eau - excellente



Résumés

Résumé

Cette étude est une Contribution à l'évaluation de l'impact des paramètres physico-chimiques sur l'évolution de la biomasse algale dans deux Oueds qui alimentent le barrage de Beni Harroun. Il est basé sur l'étude des paramètres physico-chimiques et la détermination de la biomasse algale par l'identification des différentes espèces présentes dans ces cours d'eau, pour mettre en évidence l'influence des nutriments sur la diversité et la répartition des espèces algales. Une seule campagne de prélèvement est réalisée le mois d'avril 2014 en amont et en aval pour les deux Oueds. 11 paramètres physico-chimiques ont été analysés.

Le résultat des analyses physico-chimiques a montré que les concentrations en nutriments sont élevées surtout en Oued Rhumel, des teneurs en TAC et Ca^{2+} importantes et un pH légèrement acides dans cette dernière. Les deux Oueds présentent un taux élevé en CaCO_3 et une importante minéralisation. La détermination de phytoplancton à révéler une variation stationnaire, ce qui confirme l'influence des paramètres physico-chimiques sur la répartition des espèces dans ces cours d'eau. Pour les diatomées, qui sont d'excellentes bio indicateurs de la qualité des eaux, le résultat, montre que la présence *Nitzschia palea* et *Gomphonema pseudoaugur*, indiquent une qualité médiocre d'Oued Rhumel; concernant Oued Endja, la présence de *Navicula radiosa* et *Diatoma vulgare* indique une bonne qualité en aval, et *Gomphonema truncatum* et *Gomphonema pervulum* indique une qualité passable en amont.

En fin, nous pouvons dire que les eaux d'Oued Rhumel sont de mauvaise qualité, par contre les eaux d'Oued Endja sont de qualité assez bonne.

Mots clés : Cours d'eau, Bio indicateurs, Phytoplancton, Paramètres physico-chimiques, Qualité des eaux.

Abstract

This study focus on the impact of physico-chemical parameters on algal biomass in both wadis that feed Beni Haroun's dam, where domestic, industrial and agriculturél wasters are rejected. A samplind campaign water at two wadis (upstream and downstream), 11 physico-chemical parameters were analysed.

The result of the physico-chemical analyses shows that the nutrients concentrations are high especially in wad Rhumel, the contents in TAC and Ca^{2+} is very important and slightly acid pH in it. Both wadis present high rate of CaCO_3^- , and more minerals.

The determination of phytoplankton revealed difference of one station to another. It shows that the physico-chemical parameters of the wadis during influences on the distribution of species.

The results obtained from the determinations of diatoms, which are excellent bioindicateurs of quality show the abondance of gener Navicul , Nitzchia and Gomphonema.

At the end Has poov quality of water wadi Rhumel, in the other wadi Endja dawn good quality.

Key words: Rivers, Bio indicator, physico-chemical parameters, Phytoplankton, Water

هذه الدراسة هي المساهمة في تقييم تأثير المعايير الفيزيائية والكيميائية على تطور الكتلة الحيوية للطحالب في إثنين من الأودية التي تغذي سد بني هارون. وهي تقوم على دراسة المعايير الفيزيائية والكيميائية وتحديد الكتلة الحيوية للطحالب من خلال التعريف عن مختلف الأنواع الموجودة في هذه الأودية (المجاري المائية) ، لتسليط الضوء على تأثير المواد الغذائية على التنوع وتوزيع الطحالب ، تم أخذ عينة واحدة في شهر أفريل في المنبع والمصب لهذه الأودية، 11 معيار فيزيوكيميائي ثم تحليله. أظهرت نتائج التحاليل الفيزيوكيميائية أن تركيز المواد الغذائية مرتفع وخاصة على مستوى وادي الرمال ومستويات TA و Ca^{+2} أيضا والرقم الهيدروجيني حمضي قليلا فيه، كلا الودين لديهم نسبة عالية من كاربونات الكالسيوم $CaCo3$ وتمعدن كبير .

أظهر تقرير من العوالق النباتية تغيير مضطرب مما يؤكد تأثير التغييرات الفيزيوكيميائية على توزيع الأنواع في هذه الأنهار.

بالنسبة إلى Diatomée والتي هي ممتازة (bioindicateur) لنوعية المياه، تظهر النتيجة وجود *Nitzschia palea* و *Gomphonema pseudoaugur* تشير إلى سوء نوعية واد الرمال و وادي النجاء بالنسبة وجود *Navicula radiosa* و *Diatoma vulgaris* تشير إلى نوعية جيدة في المصب، *Gomphonema truncatum* و *Gomphonema pervulum* تشير إلى نوعية متوسطة في المنبع.

وفي الأخير نستطيع أن نقول أن مياه وادي الرمال هي ذات نوعية رديئة على عكس وادي النجاء ذات نوعية جيدة.

الكلمات المفتاحية : نهر ، المؤشرات الحيوية ، العوالق النباتية ، المؤشرات الفيزيوكيميائية، نوعية المياه.

Nom : BOUKEZZOULA Prénom : Meryem	Date de soutenance : Mai 2014
Titre : <i>Contribution à l'étude de l'impact des paramètres physico-chimiques sur la biomasse algale dans les deux Oueds qui alimentent le barrage Beni Haroun</i>	
Diplôme de Master en Biologie Appliqué et Environnement Option : Gestion et Fonctionnement des Ecosystèmes Aquatiques et Forestières	
<p style="text-align: center;">Résumé</p> <p>Cette étude est une Contribution à l'évaluation de l'impact des paramètres physico-chimiques sur l'évolution de la biomasse algale dans deux Oueds qui alimentent le barrage de Beni Haroun. Il est basé sur l'étude des paramètres physico-chimiques et la détermination de la biomasse algale par l'identification des différentes espèces présentes dans ces cours d'eau, pour mettre en évidence l'influence des nutriments sur la diversité et la répartition des espèces algales. Une seule campagne de prélèvement est réalisée le mois d'avril 2014 en amont et en aval pour les deux Oueds. 11 paramètres physico-chimiques ont été analysés.</p> <p>Le résultat des analyses physico-chimiques a montré que les concentrations en nutriments sont élevées surtout en Oued Rhumel, des teneurs en TAC et Ca²⁺ importantes et un pH légèrement acides dans cette dernière. Les deux Oueds présentent un taux élevé en CaCo₃- et une importante minéralisation.</p> <p>La détermination de phytoplancton à révéler une variation stationnaire, ce qui confirme l'influence des paramètres physico-chimiques sur la répartition des espèces dans ces cours d'eau. Pour les diatomées, qui sont d'excellentes bio indicateurs de la qualité des eaux, le résultat, montre que la présence <i>Nitzschia palea</i> et <i>Gomphonema pseudoaugur</i>, indiquent une qualité médiocre d'Oued Rhumel; concernant Oued Endja, la présence de <i>Navicula radiosa</i> et <i>Diatoma vulgaris</i> indique une bonne qualité en aval, et <i>Gomphonema truncatum</i> et <i>Gomphonema pervulum</i> indique une qualité passable en amont.</p> <p>En fin, nous pouvons dire que les eaux d'Oued Rhumel sont de mauvaise qualité, par contre les eaux d'Oued Endja sont de qualité assez bonne.</p>	
Mots clés : Cours d'eau, Bio indicateurs, Phytoplancton, Paramètres physico-chimiques, Qualité des eaux.	
Promoteur : Mlle. KHERIEF N Saliha.	