

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد الصديق بن يحيى - جيجل

Université Med-Seddik Benyahia – Jijel

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de l'Environnement
et des Sciences Agronomiques



كلية علوم الطبيعة و الحياة
قسم علوم المحيط و العلوم الفلاحية

Mémoire de fin d'études

En vue de l'Obtention du Diplôme : **Master Académique en Biologie**

Option : Monitoring des hydro-systèmes continentaux

Thème

**Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et
de la contamination métallique (Cd, Pb et Zn) des eaux
de l'Oued Nil (Jijel)**

Présenté par :

- ❖ BOUMAHROUK Amel
- ❖ BOUMAZA Cherifa

Jury de soutenance :

- ❖ Présidente : M^{me} Mekircha F.
- ❖ Examinatrice : M^{me} Bencharif N.
- ❖ Encadreur : M^{me} Amira W.

Session : Juillet 2017

Numéro d'ordre :

Laboratoire d'écotoxicologie de l'université de Jijel

Remerciement

Avant tout nous remercions "Allah" tout puissant qui nous a donné le courage, la volonté et la force pour accomplir ce modeste travail. Merci de nous avoir éclairé le chemin de la réussite.

Nous tenons à remercier sincèrement M^{me} Amira widad, qui, en tant que encadreur, s'est dévouée pour nous dispenser de toute aide et orientation, ses conseils scientifiques judicieux et son suivi durant la période de la réalisation de ce travail. Nous voudrions lui témoigner notre gratitude pour sa grande patience dont elle a su faire preuve.

Qu'elle trouve dans ce travail, un hommage émouvant pour son soutien qui nous a été précieux.

Nos remerciements s'adressent à M^{me} bencharif N., de bien vouloir accepter d'examiner ce travail ainsi qu'à M^{me} mehira F., qui nous a fait l'honneur de présider notre mémoire.

Nous aimerions également rendre hommage à tous nos enseignants durant les années des études.

Très spéciaux remerciements reviennent à nos parents qui nous ont soutenus durant toutes ces années d'études et qui nous ont encouragés sans cesse.

Dédicaces

Au nom de dieu

Le tout puissant qui m'a éclairé le bon chemin.

A mon père

Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

A la bougie qui a éclairé mon chemin depuis ma naissance, à celle dont j'ai le premier mot, source de ma vie ma Mère.

À mes frères : Seif eddine, Hodeifa et Otman

À ma grande famille

A mon binôme Cherifa qui a partagé avec moi les moments difficiles de ce travail et à sa famille.

À tous mes enseignants de l'école primaire jusqu'à l'université dont les conseils précieux, m'on guidée ; qu'ils trouvent ici l'expression de ma reconnaissance.

À mes meilleures amies « si nombreux que je ne pourrais tous les citer ».

A mes camarades de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université et à leurs familles.

A tous ceux que j'aime Et qui m'aiment.

Amel



Dédicaces

Au nom de dieu

Le tout puissant qui m'a éclairé le bon chemin.

A mon père

Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

A la bougie qui a éclairé mon chemin depuis ma naissance, à celle dont j'ai le premier mot, source de ma vie ma Mère.

À mes frères

À ma grande famille

A mon binôme Cherifa qui a partagé avec moi les moments difficiles de ce travail et à sa famille.

À tous mes enseignants de l'école primaire jusqu'à l'université dont les conseils précieux, m'on guidée ; qu'ils trouvent ici l'expression de ma reconnaissance.

À mes meilleures amies « si nombreux que je ne pourrais tous les citer ».

A mes camarades de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université et à leurs familles.

A tous ceux que j'aime Et qui m'aiment.

Cherifa



LISTE DES ABREVIATIONS.....	iv
LISTE DES FIGURES.....	vi
LISTE DES TABLEAUX.....	vii
Introduction.....	01

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I.1. Les milieux aquatiques.....	02
I.1.1. Généralité sur l'eau	02
I.2. Les écosystèmes aquatiques	02
I.3 Diversité des milieux aquatiques	03
I.3.1. Les écosystèmes continentaux	03
I.3.1.1. Les eaux de surface	03
I.3.1.2. Les eaux souterraines	04
I.3.2. Les écosystèmes aquatiques marins.....	04
I.3.3. Les écosystèmes de transition (Les estuaires).....	04
I.4. La pollution des eaux	05
I.4.1. Définition	05
I.4.2. Type de pollution	06
I.4.2.1. Pollution physique	06
I.4.2.1. Pollution chimique	06
I.4.2.1. Pollution biologique	06
I.4.3. Origine de la pollution	06
I.4.3.1. La pollution domestique	06
I.4.2.2. La pollution industrielle	07
I.4.2.3. La pollution agricole	07
I.4.4. Impact de la pollution de l'eau sur l'homme et l'environnement	09
I.4.4.1. Impacts sur l'écosystème aquatique	09
I.4.4.2. Impacts sur la santé humaine	09
I.4.4.3. Impact sur l'économie	10
I.5. La qualité de l'eau	11
I.5.1. Système d'évaluation de la qualité des eaux (SEQ-Eau)	11
I.5.2. Principaux paramètres de la qualité des eaux	12

I.5.2.1. Les paramètres physico-chimiques	12
I.5.2.1.1. La température (T)	12
I.5.2.1.2. Le potentiel d'Hydrogène (pH).....	12
I.5.2.1.3. La conductivité électrique (CE)	12
I.5.2.2. Paramètres de pollution organique.....	12
I.5.2.2.1. La demande biochimique en oxygène (DBO5).....	12
I.5.2.2.2. les composés azotés	12
I.5.2.2.2.1. Azote ammoniacal (NH_4^+)	13
I.5.2.2.2.2. Nitrates (NO_3^-)	13
I.5.2.2.2.3. Nitrites (NO_2^-)	14
I.5.2.2.2.3. Les Orthophosphate (PO_4^{3-})	14
I.5.2.3. Eléments trace métalliques	14

Chapitre II : Matériel et méthodes

II.1. Présentation de la zone d'étude	16
II.1.1. Présentation de la région de Jijel.....	16
II.1.2. Situation et présentation d'oued Nil.....	17
II.2. Le réseau hydrographique.....	17
II.3. Les caractéristiques climatiques de la zone d'étude.....	18
II.3.1. La température.....	18
II.3.2. Les précipitations.....	18
II.4. Géologie du bassin versant.....	18
II.5. Couvert végétale	19
II.6. Les sources de pollution de l'oued Nil	19
II.7. l'Agriculture.....	20
II.8. Echantillonnage et technique de prélèvement.....	20
II.8.1. Choix et localisation des stations de prélèvements.....	20
II.8.2. Prélèvement des échantillons et conservation	22
II.9. Méthodes de mesures et d'analyses.....	22
II.9.1. Mesures sur terrain.....	22
II.9.2. Analyse au laboratoire.....	22
II.9.2.1. Dosage des sels nutritifs.....	22

II.9.2.2. Détermination de la DBO5.....	23
II.9.2.3. Dosage des métaux lourds.....	23
II.10. Analyse statistique.....	24

Chapitre III : Résultats et discussion

III.1. Les résultats d'analyses physico-chimiques de l'eau	25
III.1.1. La température (T).....	25
III.1.2. Le potentiel d'Hydrogène (pH)	26
III.1.3. La conductivité électrique (CE).....	27
III.2. Paramètres de pollution organique	28
III.2.1. DBO5.....	28
III.3. Les composés azotés.....	28
III.3.1. Nitrates (NO_3^-).....	28
III.3.1. Nitrites (NO_2^-)	29
III.3.1. L'ammonium (NH_4^+).....	30
III.4. Les Orthophosphates (PO_4^{3-})	31
III.5. Les métaux lourds	32
III.5.1. Le Cadmium.....	33
III.5.2. Le Plomb.....	34
III.5.3. Le Zinc.....	34
Conclusion.....	36
Références	37
Annexes	I

ADN : Acide Dioxyde- ribosomique Nucléique.

ARN : Acide Ribosomique Nucléique.

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrologique.

ANOVA : Analyse de la Variance.

Cd : Cadmium.

CE : Conductivité Electrique..

Cm : Centimètre.

DBO₅ : Demande Biochimique en Oxygène en 5 jours.

ETM : Elément Traces Métallique.

g : gramme.

°C : Degré Celsius.

H₂O : dioxyde d'hydrogène.

μS.cm⁻¹ : micro siemens par centimètre.

mg/l : milligramme par litre.

Km : Kilomètre.

m : mètre.

NH₄⁺ : l'ammonium.

NO₃⁻ : Nitrates.

NO₂⁻ : Nitrite.

ONM: Organisation National Météorologique: station météo de Jijel aéroport.

P : Précipitation.

Pb : Plomb.

pH : potentiel d'Hydrogène.

PO₄³⁻ : Orthophosphate.

PPS : Produits Phytosanitaires.

SAA: Spectrométrie d’Absorption Atomique.

SEQ-EAU : Système d’Evaluation de la Qualité de l’eaux des cours d’eaux.

T : température.

Zn : Zinc.

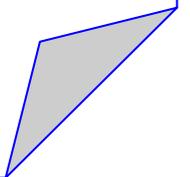
Liste des figures

Figure 01 : types de cours d'eau	4
Figure 02 : Organisation administrative de la wilaya de Jijel	17
Figure 03 : Le bassin versant de l'Oued Nil.....	18
Figure 04 : Localisation géographique des stations de prélèvement sur l'Oued Nil	22
Figure 05 : Station (01).....	22
Figure 06 : Station (02)	22
Figure 07 : Station (03).....	23
Figure 08 : Station (04).....	23
Figure 09 : Spectrophotométrie d'absorption atomique (AA-6200).....	25
Figure 10 : Variation de la température des eaux en fonction des stations.....	27
Figure 11 : Variation du pH des eaux en fonction des stations.....	28
Figure 12 : Variation de la conductivité électrique en fonction des stations.....	29
Figure 13 : Variation des teneurs en DBOs dans les eaux en fonction des stations.....	30
Figure 14 : Variation des teneurs en nitrates dans les eaux en fonction des stations.....	30
Figure 15 : Variation des teneurs en nitrites dans les eaux en fonction des stations.....	31
Figure 16 : Variation des teneurs en ammonium dans les eaux en fonction des stations	32
Figure 17 : Variation des teneurs en Orthophosphates dans les eaux en fonction des Stations	33
Figure 18 : Variation des teneurs en Cd dans les eaux en fonction des stations.....	34
Figure 19 : Variation des teneurs en Pb dans les eaux en fonction des stations.....	35
Figure 20 : Variation des teneurs en Zn dans les eaux en fonction des stations.....	36

Liste des tableaux

Tableau I : Principaux types de pollution des eaux, leur nature et leur cause.....	8
Tableau II : Classes d'aptitude des eaux superficielles.....	11
Tableau III : Classes de la qualité globale des eaux superficielle (SEQ-EAU).....	12
Tableau IV : Moyennes mensuelles des températures (2006- 2016).....	18
Tableau V : Moyennes mensuelles des Précipitations (2006- 2016).....	18
Tableau VI : Les résultats d'analyse physicochimique des eaux de l'oued Nil.....	25
Tableau VII : Les résultats des ETM des eaux de l'oued Nil.....	33

Introduction



Introduction

L'eau est une ressource indispensable à la vie. Elle mérite une attention toute particulière, vu qu'elle est très altérée et sérieusement menacée par les activités humaines. En effet, la croissance démographique accompagnée d'une urbanisation rapide qui cause de nombreuses perturbations pour les milieux naturels (Mc Kinney, 2002), l'industrialisation et l'utilisation non rationnelle des engrais et pesticides et le manque de sensibilisation de la population envers la protection de l'environnement, conduisent autant à un déséquilibre de l'écosystème et génèrent des éléments polluants qui peuvent affecter la qualité physico-chimique et biologique des milieux aquatiques récepteurs (Mullis et al., 1997).

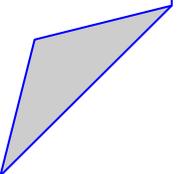
L'Oued Nil situé au Nord-Est de la ville de Jijel se trouve particulièrement touchée par le problème de pollution. L'influence anthropique sur ce dernier, se manifeste par différentes activités liées aux agglomérations installées le long de l'oued (ville de Taher, Chekfa et elkannar). Les activités agricoles sont pratiquées sur l'ensemble du bassin versant ou directement dans les petites parcelles aux bordures de l'Oued. Les rejets domestiques d'eaux usées des villes avoisinantes sont aussi importants, ils sont rejetés directement et sans traitement préalable dans l'Oued surtout dans le tronçon aval.

L'objectif de ce travail est de contribuer à une meilleure connaissance de la qualité physico-chimique des eaux de l'oued et leur degré de pollution organique et métallique par mesure d'une série de paramètres physicochimiques à savoir : la température, pH, la conductivité électrique, la DBO₅, les composés azotés (NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^-), les Orthophosphates et les ETM (Cd, Pb et Zn).

Ce manuscrit s'articule en trois chapitres :

- **Le chapitre I** : repose sur une "synthèse bibliographique" qui vise à donner un aperçu sur les éléments essentiels à retenir pour l'étude de la qualité physico-chimique et la contamination métallique des eaux.
 - **Le chapitre II** : "Matériel et Méthodes", décrit la zone d'étude (situation géographique, géologie, réseau hydrographique, ...), la localisation des points de prélèvement ainsi que les méthodes et techniques utilisées au cours de ce travail.
 - **Le chapitre III** : "Résultats et discussion" s'attache aux résultats obtenus lors de cette étude. Leur interprétation et discussion.
- Enfin, ce travail est clôturé par une conclusion générale.

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique



I.1. Les milieux aquatiques

I.1.1. Généralité sur l'eau

Nom féminin du latin aqua, l'eau est un corps incolore, inodore, insipide, liquide à la température ordinaire et composé d'hydrogène et d'oxygène (H₂O). L'eau était considérée par les anciens comme l'un des quatre éléments de base avec le feu, l'air et la terre. Elle constitue un élément indispensable à la vie. Elle est le substrat fondamental des activités biologiques et le constituant le plus important des êtres vivants.

L'eau rencontre dans l'écosphère sous trois états ; solide, liquide, et gazeux dépendant des conditions particulières de température et de pression. L'eau a des propriétés physico-chimiques assez particuliers par rapport aux autres liquides car elle est un excellent solvant, elle solubilise de nombreux gaz, corps minéraux et organiques, ionise les électrolytes et disperse les colloïdes électrochargés (Michard, 2002).

On appelle la circulation naturelle d'eau sur la planète le cycle hydrologique. (Kenneth, 1992). Tout d'abord, cette notion de cycle est une notion dynamique, elle implique un mouvement et des échanges entre différents réservoirs, de plus son essence cyclique nous ne permet pas de définir son commencement ni sa fin (Musy et Higy, 2004).

L'eau est évaporée par le soleil, incorporée aux nuages comme vapeur d'eau, tombe sur la terre et sur les étendues d'eaux sous forme de pluie, à partir de la terre elle retourne de nouveau aux ressources d'eaux dans le cycle hydrologique.

Les six composants principaux du cycle hydrologique : les précipitations, l'infiltration, l'évaporation, les eaux de surface, la transpiration et l'écoulement des eaux souterraines (Sudhanshu, 2008).

I.2. Les écosystèmes aquatiques

Un écosystème est une unité écologique délimitée spatialement, formée d'une association d'êtres vivants (ou biocénose) qui interagissent entre eux et avec le milieu physique ou biotope dans le quel ils vivent. la biodiversité représente la richesse de la biocénose (variétés des espèces, abondances). l'eau est un biotope d'une grande richesse biochimique où vivent une flore et une faune très variées.

Tout réservoir d'eau est un écosystème aquatique. Il y'a ainsi de nombreux écosystèmes aquatiques différents comme :

- les écosystèmes continentaux très variées avec les eaux stagnantes ou courantes
- les écosystèmes marins
- les écosystèmes des estuaires (schrivier-mazzouli, 2012).

I.3. Diversité des milieux aquatiques

I.3.1. Les écosystèmes continentaux

On désigne sous le nom d'eaux continentales l'ensemble des eaux situées en deçà de la limite des continents. Les unes sont superficielle ; courantes (ruisseaux, rivières et fleuves), ou stagnantes (lacs et étangs). D'autres sont souterraines et résultent de l'infiltration des eaux superficielles (Eugène, 2000).

Classiquement, pour les eaux de surface, nous distinguerons deux grandes catégories de milieux aquatiques :

I.3.1.1. les eaux de surface

✚ Les eaux stagnantes (ou milieux lenticques)

Caractérisées par un courant de vitesse nulle, ou quasi nulle ;

Correspondent essentiellement aux lacs, étangs, mares et flaques. Elles conservent une certaine autonomie fonctionnelle et forment une unité. Elles se différencient par la superficie, mais surtout par la permanence de l'eau, la profondeur, l'ensoleillement et le réchauffement du fond.

La distinction entre les quatre types de milieux stagnants est établie de la façon suivante (Mulhauser et al., 1995 in Genin et al., 2003)

- **Lac** : milieu stagnant qui possède, en plus de sa zone littorale, une zone profonde privée de lumière où les espèces végétales ne peuvent se développer ;
- **Etang** : milieu stagnant dépourvu de zone profonde, mais dont le fond est parfois soustrait à l'action thermique du soleil (profondeur moyenne de un à trois mètres)
- **Mare** : milieu stagnant dépourvu de zone profonde et dont le fond n'est pas soustrait à l'action thermique du soleil (profondeur maximale un mètre environ)
- **Flaque** : milieu stagnant temporaire (profondeur maximale : 0,5 m).

Il existe également des plans d'eau artificiels : lacs ou gravières, établis soit en barrage d'un cours d'eau, soit par mise à nu de la nappe phréatique.

✚ Les eaux courantes (ou milieux lotiques)

Regroupent toutes les eaux «en mouvement» : source, torrents, ruisseaux, rivières, fleuves, constituant un vaste réseau hydrographique qui mène à la mer. Ce sont des milieux ouverts présentant des échanges constants avec les systèmes qu'ils traversent (Genin et al., 2003).

Un cours d'eau est un chenal bien délimité où s'écoule un flux d'eau continu ou temporaire. Il peut porter divers noms en lien avec ses dimensions, et certaines autres caractéristiques physiques.

- **Les fleuves** : cours d'eau permanents ayant un débit important, de nombreux affluents et se jetant, à quelques exceptions près, dans la mer par un estuaire ou un delta.

- **Les rivières** : cours d'eau moyenne à écoulement continu ou intermittent se jetant dans fleuve en un point appelée confluent ou dans un lac ou encore dans une autre rivière (schriver-mazzouli, 2012).
- **Oued** : terme d'origine arabe désignant un cours d'eau temporaire dans les régions arides ou semi-arides.
- **Estuaire** : partie aval d'un cours d'eau permanent débouchant sur une mer.
- **Les ruisseaux** : cours d'eau peu large à faible débit.
- **Canal** : cours d'eau artificiel permettant l'écoulement de l'eau ou le lien entre des cours d'eau naturels ou des plans d'eau. Le canal est souvent une partie d'un cours d'eau naturel redressé et endigué (Brunet, 1993).



Figure 1: Types de cours d'eau (CIT, 2004 in Chaguer, 2013).

I.3.1.2. Les eaux souterraines

Les eaux souterraines sont les eaux de sous-sol qui constituent une provision d'eau potable inestimable pour l'humanité.

Les eaux souterraines sont en interaction avec les autres types de masses d'eau, d'une part les eaux douces continentales (cours d'eau, zones humides, lacs...) et d'autre part avec les eaux marines en bordure littorale. Le sens de ces transferts peut varier au cours de l'année ainsi qu'en fonction des conditions hydrologiques. Elles assurent souvent le débit de base des systèmes d'eaux continentales superficielles et de ce fait influencent leur qualité. En d'autres termes, les effets de l'activité humaine sur la qualité des eaux souterraines et les débits des nappes peuvent se répercuter sur la pérennité et la qualité écologique des écosystèmes aquatiques associés et des écosystèmes terrestres directement dépendants (Kaid Rassou, 2009).

I.3.2. Les écosystèmes aquatiques marins

Les mers et les océans constituent d'énormes réservoirs d'eau, elles représentent près de 97.4% du volume d'eau existant actuellement sur notre planète.

En l'absence d'eaux de surface, d'eaux souterraines ou de pluie exploitables, on peut recourir à des eaux saumâtres (15000 mg/l de sels dissous) ou même à des eaux de mer (25000 mg/l de sels dissous et même plus) (Behloul, 2009).

I.3.3. Les écosystèmes de transition (Les estuaires)

Selon Pritchard (1967), un estuaire est un système constitué par une masse d'eau côtière semi-close, ayant une connexion libre avec la mer ouverte et à l'intérieur duquel l'eau marine est diluée d'une façon mesurable avec l'eau douce issue du drainage continental. A cette définition, limitée par un critère de salinité, s'est ajoutée celle qui intègre l'influence tidale et la présence d'organismes aquatiques (Mialet, 2010).

I.4. La pollution des eaux

I.4.1. Définition

La pollution résulte de l'ajout, dans un écosystème, d'une substance qui perturbe l'équilibre. S'agissant des eaux, la pollution se caractérise par des déversements, écoulements, rejets, dépôts directs ou indirects de matières de toute nature et, plus généralement tout phénomène susceptible de provoquer ou d'accroître la dégradation des eaux en modifiant leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques qu'il s'agisse d'eaux superficielles, souterraines ou des eaux de mer (Faurie et al., 2003).

La pollution des eaux est certainement l'un des aspects les plus préoccupants de la détérioration de l'environnement par l'action de l'homme contemporaine. La crise de l'eau sévit, déjà depuis longtemps car la contamination des eaux continentales et océaniques exerce méfaits de façon accrue, depuis parfois plus d'un siècle à une échelle globale. Elle affecte aussi bien les pays industrialisés que les pays en voie de développement (Flakenmark et al., 1991 in Ramade 2005).

I.4.2. Type de pollution

On peut distinguer plusieurs catégories de polluants selon la nature et les usages de l'eau qui sont à l'origine des pollutions. Malgré le caractère toujours arbitraire d'une typologie, il est possible de proposer une classification de divers polluants des eaux fondée sur leur nature physico-chimique et ainsi que les usages ou les activités qui sont la cause de leur rejet (Ramade, 2000). On peut classer la pollution en trois catégories : pollution physique, pollution chimique et pollution biologique.

Dans le domaine de l'eau, on distingue quatre types de pollution :

I.4.2.1. La pollution physique

On parle de ce type de pollution quand le milieu pollué est modifié dans sa structure physique par divers facteurs. Elle regroupe la pollution mécanique (effluents solides), la pollution thermique (réchauffement de l'eau par des usines) et la pollution nucléaire (retombées de radioéléments issus

des explosions d'armes nucléaires, résidus des usines atomiques et accidents nucléaires) (Oubagha, 2011).

I.4.2.2. La pollution chimique

due à l'existence de certaines substances chimiques en solution à des taux pouvant provoquer le changement de saveur ou l'apparition d'un caractère toxique de l'eau. La pollution radioactive est la plus redoutable en raison de sa grande vitesse de propagation (Dubakeur, 1990).

I.4.2.3. La pollution biologique

se manifeste lors de l'existence de certains types de microorganismes capables de se proliférer dans l'eau (Dubakeur, 1990).

I.4.3. Origine de la pollution

I.4.3.1. La pollution domestique

Elle provient des habitations. Elle est en général véhiculée par un réseau d'assainissement, qui collecte les rejets de chaque foyer ou centre d'activité, vers une station de traitement des eaux usées.

Elle se caractérise par :

- De fortes teneurs en matières organiques ;
- Des sels minéraux, dont l'azote et le phosphore ;
- Des détergents ;
- Des germes fécaux (Genin et al., 2003).

I.4.3.2. La pollution industrielle

Si la pollution domestique des ressources en eau est relativement constante, les rejets industriels sont, au contraire, caractérisés par leur très grande diversité.

Selon le type d'industrie on distingue diverses matières polluantes :

- matières organiques et graisses (abattoirs, industrie agroalimentaires...),
- hydrocarbures (industrie pétrolières, transports)
- métaux (traitements de surface, métallurgie),
- acides, bases, produits chimiques divers (industries chimiques, tanneries...),
- eaux chaudes (circuits de refroidissement des centrales thermiques),
- matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs)...

Parmi les industries considérées traditionnellement comme rejetant des matières particulièrement polluantes pour l'eau, on citera, notamment, les industries agroalimentaires, papeterie, tannerie, la pétrochimie, les traitements de surface, etc... (GrosClaude, 1998).

I.4.3.3. La Pollution agricole

L'agriculture est une source de pollution des eaux non négligeable car elle apporte les engrais et les pesticides. Elle est la cause essentielle des pollutions diffuses. Les eaux agricoles issues de terres

cultivées chargés d'engrais nitrates et phosphates, sous une forme ionique ou en quantité telle, qu'il ne seraient pas finalement retenus par le sol et assimilés par les plantes, conduisent par ruissellement à un enrichissement en matières azotées ou phosphatées des nappes les plus superficielles et des eaux des cours d'eau ou des retenues (Metahri, 2012).

Tableau 1 : principaux types de pollution des eaux, leur nature et leur cause (Ramade, 1998)

Type de pollution	Nature physico-chimique	Source ou agent causal
I. Physique		
Pollution thermique	Rejet d'eau chaude	Centrales électriques
Pollution radioactive	Radio-isotope	Installation nucléaires
II. Chimique		
Pollution par les engrais	Nitrates, phosphates	Agriculture, lessives
Pollution par des éléments toxiques	Cadmium, mercure, plomb, aluminium, arsenic, etc.	Industries, agriculture, combustions (pluie acide)
Pollution par les pesticides	Insecticide, herbicide, fongicide, etc.	Agriculture (industrie, transport)
Pollution par les détergents	Agents tensioactifs	Effluents domestique (industriels)
Pollution par les hydrocarbures	Pétrole brut et ces dérivés (carburant et autres produits raffinés)	Industrie pétrolière, transports, chaufferies industrielles
Pollution par les composés organochlorés	PCB, insecticides, solvants chlorés	Industrie, agriculture
Pollution par les divers autres composés organiques de synthèse	Très nombreuses molécules >120 000	Industrie, usage dispersifs en particulier domestique pour certains
III. Matière organique fermentescibles	Glucides, lipides, protéides, acide nucléique	Effluents domestique agricoles, industries agroalimentaires, industries du bois (papeteries)
IV. Pollution microbiologique	Bactéries, virus entériques, champignons	Effluents urbains, élevage, abattoir, secteur agroalimentaire en général

I.4.4. Impact de la pollution de l'eau sur l'homme et l'environnement

La pollution peut exercer des effets qui, différés dans le temps et dans l'espace, induisent des nuisances sur la santé humaine, l'écosystème aquatique et sur l'économie:

I.4.4.1. Impacts sur l'écosystème aquatique

Au sein d'un écosystème, l'action d'un polluant est conditionnée par son interaction avec les facteurs abiotiques et biotiques. Toutefois, l'évaluation de ces conséquences potentielles sur l'ensemble de l'écosystème reste délicate et nécessite de considérer différentes échelles spatio-temporelles afin de mieux cerner l'action de ce toxique sur chaque niveau trophique.

Il apparaît néanmoins que les désordres initiaux ne touchent qu'un petit nombre d'espèces sensibles aux pollutions pour lesquelles la croissance, le développement voire la reproduction sont principalement affectés. Au niveau des populations, ces impacts peuvent se traduire par une diminution de la densité (abondance) et de la richesse spécifique au sein de l'écosystème. Suite à une pollution, une recolonisation du milieu par des espèces opportunistes tolérantes aux pollutions peut également survenir.

Enfin, au niveau de l'écosystème, une possible disparition d'espèces, une biodiversité réduite et des modifications de dominance entre les populations sont les principaux impacts qui peuvent survenir et modifier le fonctionnement global de l'écosystème. Ainsi la diminution de l'abondance des consommateurs par rapport à celle des producteurs affecte les relations de dominance dans ces peuplements et peut à terme déséquilibrer l'écosystème (Chouteau, 2004).

L'enrichissement de l'eau en éléments nutritifs, notamment en composé de l'azote et/ou du phosphore, provoquant un développement accéléré des algues et des végétaux d'espèces supérieures qui entraîne une perturbation indésirable de l'équilibre des organismes présents dans l'eau et une dégradation de la qualité de l'eau en question (Bliefert et Perraud, 2009).

I.4.4.2. Impacts sur la santé humaine

Les effets de la pollution des eaux sur la santé humaine diffèrent selon le mode de contamination qui peut être par ingestion ou par simple contact sans négliger les modes de contamination intermédiaires, en particulier la consommation de produits alimentaires eux même contaminés par des eaux polluées (Buzek et al., 2006).

Des spécialistes classifient les maladies bactériologiques, virales ou parasitaires liées à l'eau en quatre catégories :

- ✓ Les maladies véhiculées par l'eau : Elles incluent le choléra, la typhoïde, et autres maladies diarrhéiques.
- ✓ Les maladies de l'hygiène : Elles incluent les gales, le trachome, le typhus et les maladies transmises par les puces, poux et tiques.

- ✓ Les maladies liées à l'eau : elles sont causées par des parasites trouvés dans les organismes hôtes vivant dans l'eau. Elles incluent des maladies causées par des helminthes (vers).
- ✓ Les maladies transmises par des insectes qui se multiplient dans l'eau : elles incluent la dengue, la filariose, le paludisme ou malaria, la fièvre jaune (Rodier, 1984).

I.4.4.3. Impact sur l'économie

Les effets néfastes de la pollution des ressources hydriques sont multiples sur le plan économique.

On peut citer en particulier :

- ✓ La réduction du nombre de ressources d'eau potable utilisables et l'augmentation du coût des traitements de potabilisation ou celui du transport lorsqu'il faut avoir recours à des ressources lointaines.
- ✓ La dégradation des productions agricoles irriguées par des eaux de mauvaises qualités.
- ✓ La limite de développement des industries exigeantes en termes de qualité des eaux.
- ✓ La limite d'exploitation des milieux aquatiques (chaouch, 2014).

I.5. La qualité de l'eau

I.5.1. Système d'évaluation de la qualité des eaux (SEQ-Eau)

Le Système d'Evaluation de la Qualité de l'Eau, permet d'évaluer la qualité de l'eau et son aptitude à assurer certaines fonctionnalités. Les évaluations sont réalisées au moyen de plusieurs paramètres physico-chimiques et chimiques regroupés en 16 indicateurs, appelés altérations. Ces altérations comprennent des paramètres de même nature ou ayant des effets comparables sur le milieu aquatique ou les usages. En identifiant les altérations, le SEQ-Eau, permet un diagnostic précis de la qualité de l'eau et contribue à définir les actions de correction nécessaires pour son amélioration en fonction des utilisations souhaitées.

La qualité de l'eau est décrite, pour chacune des altérations, à l'aide de 5 classes de qualité allant du bleu pour la meilleure, au rouge pour la pire. L'indice de qualité permet de juger de l'évolution de la qualité de l'eau à l'intérieur d'une même classe, sans même qu'il y ait de changement de classe. Ce qui permet une évaluation précise (Merabet, 2010).

Tableau 3 : Classes de la qualité globale des eaux superficielle (SEQ-EAU) (MEDD et Agence de l'eau, 2003).

Classes de qualités	Très bonne	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Très mauvaise
Indice	80	60	40	20	0
TEMPERATURE					
Température (C°)	20	25	30	35	40

ACIDIFICATION					
pH min	6,5		8,5	3 - 6,5	
max	8,5		9,2	9,2 - 10	
MO ET OXYDABLES					
DBO5 (mg O2/l)	3	5	10	25	
MATIERES AZOTEES					
Ammonium (mg/l)	0,1	0,5	2	5	
Nitrites (mg/l)	0,03	0,1	0,5	1	
NITRATES					
Nitrates (mg /l)	2	10	25	50	75
MATIERES PHOSPHOREES					
Orthophosphates (PO₄³⁻) (mg/l)	0,2	0,5	1	5	20
MINERALISATION					
CE 20°C (µS/cm)	≥ 750	1300	2700	3000	7000
ÉLÉMENTS TRACE MÉTALLIQUES					
Zinc (ppm)	< 0,05	1	5	+ de 5	
Cadmium (ppm)	< 0,003	0,003	0,005	+ de 0,005	
Plomb (ppm)	< 0,01	0,01	0,05	+ de 0,05	

I.5.2. Principaux paramètres de la qualité des eaux

I.5.2.1. Les paramètres physico-chimiques

I.5.2.1.1. La température (T)

La température de l'eau, est un facteur écologique qui entraîne d'importantes Répercussions écologiques (Leynaud, 1968).

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 gaz, la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et du mélange éventuels, etc. (Rodier, 2007).

I.5.2.1.2. Le potentiel d'Hydrogène (pH)

Le pH de l'eau résume la stabilité de l'équilibre établi entre les différentes formes de l'acide carbonique. Il est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonates. Il dépend de la diffusion du gaz carbonique à partir de l'atmosphère, du bilan des métabolismes respiratoires

et photosynthétiques, ainsi que de l'origine des eaux, la nature géologique du milieu traversé, les rejets des eaux usées, etc. Il est indissociable des valeurs de la température, de la salinité et du taux du CO₂, ainsi il a été démontré que la minéralisation de la matière organique provoque une chute du pH. Il a une action directe sur la disponibilité des ions métalliques dans l'environnement marin et donc sur le taux de leur accumulation par les organismes tout en modifiant la forme du métal et en agissant sur la physiologie des organismes (El morhit, 2009).

I.5.2.1.3. La conductivité électrique (CE)

La conductivité correspond au passage du courant électrique dans l'échantillon d'eau, elle est fonction directe de la concentration ionique de la solution, sa détermination donne donc une mesure directe de substances dissoutes (Rodier, 1996).

La mesure de la conductivité constitue une bonne appréciation du degré de minéralisation d'une eau où chaque ion agit par sa concentration et sa conductivité spécifique. La conductivité électrique traduit le degré de minéralisation globale, elle nous renseigne sur le taux de salinité (Abdoulaye et al., 2013).

I.5.2.2. Paramètres de pollution organique

I.5.2.2.2. La demande biochimique en oxygène (DBO₅)

La DBO₅ indique la quantité d'oxygène moléculaire utilisée par les microorganismes pendant 5 jours d'incubation et à 20 °C pour décomposer la matière organique dissoute ou en suspension, contenue dans 1 litre d'eau (Akatumbila et al., 2016).

En effet, le rejet de matière organiques fermentescible par un émissaire d'égout par exemple provoque immédiatement une déplétion de la teneur en oxygène dissout par dégradation sous l'action des bactéries aérobies qui va s'atténuer dans le sens du courant (Ramade, 1998).

I.5.2.2.3. Les composés azotés

L'azote est un élément indispensable à l'édification de la cellule vivante. Il est utilisé comme indicateur majeur de la pollution organique. Il se présente sous deux formes : organique (protéines, acides aminés ... etc.) et minéral (ammonium, nitrites, nitrates ... etc.)

Les formes d'azote étudiées sont : l'azote ammoniacal (NH₄⁺) les nitrates (NO₃⁻) et nitrites (NO₂⁻) . (Abdoulaye et al., 2013).

I.5.2.2.3.1. Azote ammoniacal (NH₄⁺)

L'azote ammoniacal constitue un des maillons du cycle complexe de l'azote dans son état primitif. C'est un gaz soluble dans l'eau. Il existe en faible proportion, inférieure à 0,1mg/l d'azote ammoniacal dans les eaux naturelles. Il constitue un bon indicateur de la pollution des cours d'eau par les effluents urbains. Dans les eaux superficielles, il provient de la matière organique azotée et des échanges gazeux entre l'eau et l'atmosphère.

L'ammonium constitue le produit de la réduction finale des substances organiques azotées et de la matière inorganique dans les eaux et les sols. Il provient également de l'excrétion des organismes vivants et de la réduction et la biodégradation des déchets, sans négliger les apports d'origine domestique, industrielle et agricole. Les ions ammonium proviennent de la dégradation des protéines animales (cycle de l'azote), des effluents domestiques (urée) et des ruissellements urbains. 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. (Abdoulaye et al., 2013).

I.5.2.2.3.2. Nitrates (NO_3^-)

Les nitrates constituent le stade final d'oxydation de l'azote organique. Les nitrates sont très répandus dans la plupart des eaux et dans les plantes où ils sont nécessaires à la synthèse des végétaux. Soluble dans l'eau, ils se retrouvent naturellement en faible concentration dans les eaux souterraines et superficielles. Les nitrates sont employés dans la fabrication des explosifs, dans l'industrie chimique comme oxydant, et comme conservateur dans les denrées alimentaires (Partrick, 2010).

Les nitrates constituent, avec les phosphates, des nutriments dont l'accumulation au fond des lacs, des étangs ou des rivières, forme le dépôt organique qui conduit à la dégradation de la qualité de l'eau. Les nitrates proviennent généralement de la décomposition de la matière organique par oxydation bactérienne des nitrites et constituent ainsi l'ultime produit de la nitrification. De ce fait, les nitrates représentent également la forme azotée la plus abondante dans les cours d'eau et dans les nappes d'eau souterraines (Akatumbila et al., 2016).

I.5.2.2.3.3. Nitrites (NO_2^-)

L'azote, élément essentiel de la vie, est présent en abondance dans la nature sous formes gazeuse, organique ou minérale. Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiante (Partrick, 2010).

Les nitrites sont répandus dans les sols, dans les eaux et dans les plantes, mais en quantités relativement faibles. Les nitrites non liées à une pollution, se retrouvent parfois dans les eaux pauvres en oxygène. Leur présence a également été signalée dans les eaux de pluie et dans celles provenant de la fonte des neiges. En effet la pollution atmosphérique favorise l'augmentation de la teneur en nitrites. Toutefois, une eau qui renferme des nitrites est à considérer comme suspecte car cette présence est souvent liée à une détérioration de qualité microbiologique (Partrick, 2010).

I.5.2.2.3.4. Les orthophosphate (PO_4^{3-}) :

Le phosphore est à la fois un élément de base des acides nucléiques, à savoir l'ADN et l'ARN, et un constituant mobile primordial du métabolisme (ATP, ADP, AMP). C'est ainsi qu'il représente un élément biogène indispensable à la croissance des algues. Il est assimilé préférentiellement par les

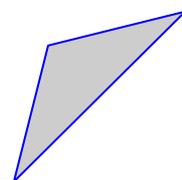
espèces phytoplanctoniques sous forme d'Orthophosphates. Ceux-ci proviennent d'une multitude de sources, notamment la décomposition de la matière organique et le lessivage des terrains agricoles riches en fertilisants phosphatés, les phosphates proviennent aussi des eaux usées d'origines domestiques (sous forme de polyphosphates, etc.) et industrielle (détergents et autres). Les agents atmosphériques, vent et pluie, représentent aussi des sources de phosphates surtout quand le débit fluvial est faible. Étant donné que les phosphates ont la caractéristique de s'adsorber facilement et avec une assez grande consistance sur les particules argileuses du sol, la part issue des eaux de ruissellement reste faible ([Benabdellouahad, 2006](#)).

I.5.2.3. Éléments trace métalliques

Les éléments traces métalliques (ETM) correspondent aux éléments métalliques qui sont présents dans la croûte terrestre à des concentrations inférieures à 0,1% soit 1000 mg.kg⁻¹. Ils sont fréquemment désignés par le terme « métaux lourds » en raison de la forte masse atomique de certains d'entre eux, ou bien « métaux toxiques » du fait de leur caractère toxique. La plupart des ETM ne sont que très faiblement volatiles et ne sont pas biodégradables ([Maldonado, 2009](#)).

Dans le milieu aquatique, un métal sera défini comme un élément chimique qui peut former des liaisons métalliques et perdre des électrons pour former des cations ([Lacoue-Labarthe T., 2007](#)).

Chapitre2: Matériel et méthodes



II.1. Présentation de la zone d'étude

II.1.1. Présentation de la région de Jijel

La région de Jijel, fait partie du Sahel littoral de l'Algérie, est une wilaya côtière, située au Nord - Est de l'Algérie. Elle s'étend sur une superficie de 2 396,63 Km² avec une façade maritime de 120 Km.

La wilaya de Jijel compte 11 Daïra et 28 communes et chef-lieu est situé à 360km Ouest de la capital Alger et est limitée :

- Au Nord par la mer Méditerranée,
- Au Sud par la wilaya de Mila et Sétif,
- à l'Est par la wilaya de Skikda,
- à l'Ouest par la wilaya de Bejaia (ANRH, 2017).

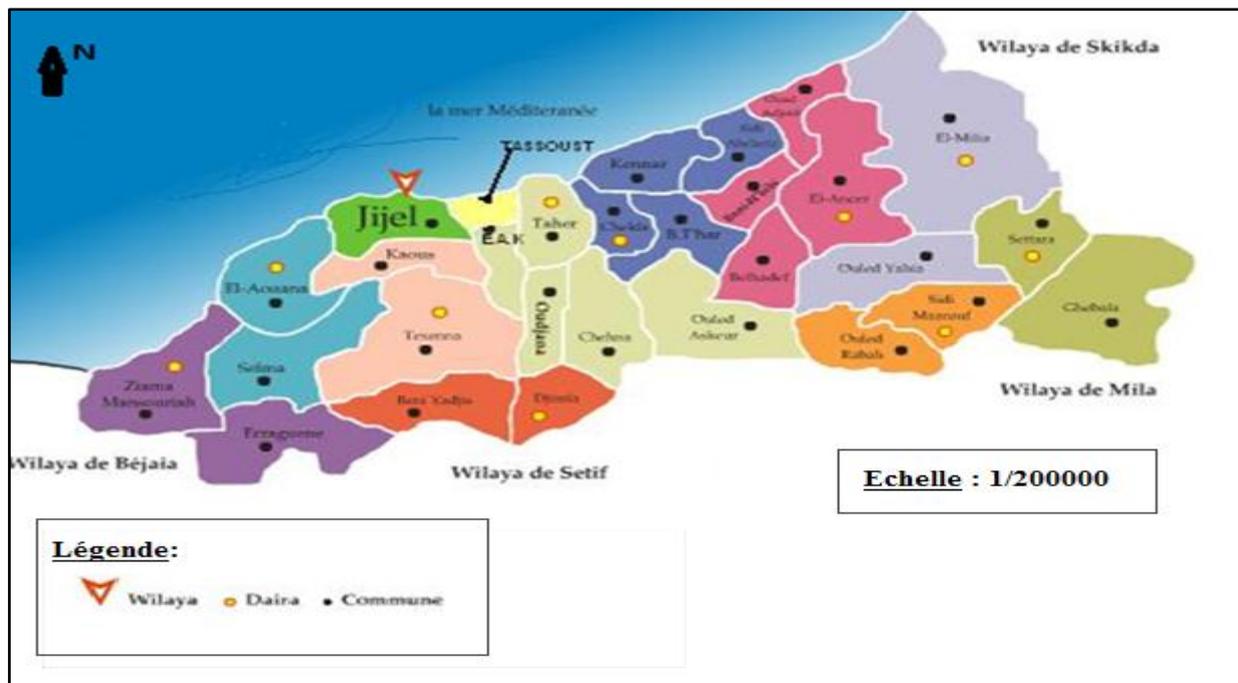


Figure 2 : Organisation administrative de la wilaya de Jijel (Anonyme, 2017).

Notre zone d'étude appartient à la plaine de Taher, elle est distante du chef-lieu de la wilaya d'environ 16 km. Elle est limitée :

- Au Nord par la mer méditerranée
- Au Sud par les reliefs de la petite Kabylie
- A l'Est par la commune de Chekfa et El kannar
- Et à l'Ouest par la commune de Taher (ANRH, 2017).

II.1.2. Situation et présentation d'Oued Nil

L'Oued Nil est l'un des cours d'eau les plus importants de la région de Jijel, Il prend sa source dans les montagnes de Chahna et se jette dans la mer méditerranée au niveau de son embouchure à Bazoul, après avoir traversé plus de 13 Km dans une zone agricole le long de la frontière entre la daïra de Taher vers l'Ouest et de Chakfa vers l'Est. Il est composé de trois affluents principaux (Oued Saayoud, Oued Boukraa et Oued Tassift).

Les eaux de l'oued sont essentiellement utilisées dans l'irrigation des cultures dans la zone agricole de Djimar et Bazoul.

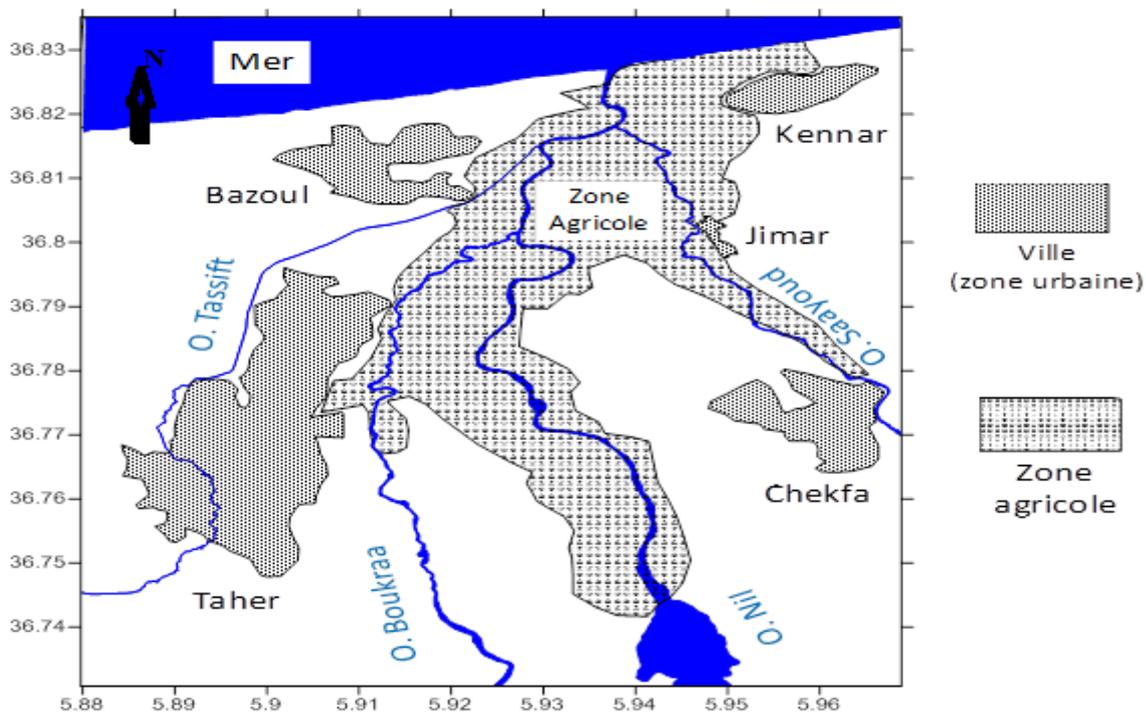


Figure 3 : le bassin versant de l'oued Nil (ANRH, 2017)

II.3. Le réseau hydrographique

Le bassin versant de l'Oued Nil est traversé par un cours d'eau principal, qui est Oued Nil. Il coule du Sud vers le Nord avec un débit annuel de 230 million de mètres cubes à l'embouchure. Il est considéré comme un collecteur des eaux de ruissellement qui affluent sur ses deux rives. Sur la rive droite, les principaux affluents (temporaires) qui se déversent dans l'Oued Nil sont l'Oued Chekfa et l'Oued Sayoud, sur la rive gauche on compte l'Oued Boukraa et l'affluent de Ghedir el Merdj.

Dans la partie aval du bassin versant on rencontre sur le côté droit Ghedir Beni Hamza et sur le côté gauche Ghedir el Merdj et plus d'une dizaine de puits collectifs qui alimentent la ville de Jijel en eau de boisson distribuée en camions citernes alors que la partie amont est caractérisé par la présence des forages de l'Oued Nil (ANRH, 2017).

II.4. Les caractéristiques climatiques de la zone d'étude

La bonne connaissance des conditions climatiques joue un rôle majeur dans la compréhension de l'évolution des éléments chimiques, la protection et la résolution des problèmes de pollution au niveau des nappes d'eau (Debieche, 2002).

II.4.1. La température

La température de la zone côtière connaît un adoucissement grâce à la présence d'une végétation abondante d'eau vive et de la mer. La température annuelle moyenne sur la côte est de 18,2C°. La moyenne maximale correspond au mois d'Aout à 26 C° et la moyenne minimale au mois de Janvier à 11C°.

Tableau 2: moyennes mensuelles des températures (2006- 2016) (O. N.M d'el Achouat, 2017).

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Jui.	Aout	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
T (°C)	11.0	12.15	13.61	16.6	19.36	22.8	26.08	26.3	24.0	21.26	16.96	13.22

T : moyennes mensuelles des températures en °C.

II.4.2. Les précipitations

Les pluies se manifestent essentiellement en automne et en hiver. Les précipitations y sont abondantes aux mois de Décembre, Janvier et Février et sont quasiment nulles aux mois de Juin, Juillet et Aout.

Tableau 3: Moyennes mensuelles des précipitations (2006- 2016) (O. N.M d'el Achouat, 2017).

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Jui.	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
P (mm)	135.3	151.9	130.4	71.18	50.5	18.2	2.0	19.6	68.7	106.8	169.3	148.2

P : moyennes mensuelles des précipitations en mm.

II.5. Géologie du bassin versant

D'un point de vu géologique, le bassin versant est composé de deux unités principales :

- la première est celle des roches métamorphiques (schiste, micaschiste, gneiss et calcaire cristallin) qui apparaît dans les monts qui entourent la plaine ;
- et la deuxième est celle des roches sédimentaire, elle apparaît essentiellement dans la plaine :
 - les lits des oueds : sont formés des dépôts alluvionnaires (sable, gravier, galet et conglomérats),
 - le cordon dunaire situé dans la partie nord qui voisine la mer, il est formé essentiellement par des dunes ancienne (sable limoneux consolidé) et les dunes récente (sable grossier),
 - les formations du grès et d'argile qui affleurent dans la partie nord de la plaine,

- les dépôts marneux du Miocène terminal qui séparent oued Saayoud de l'oued Nil, sont imperméables, qui implique que l'eau de pluie part sous forme de ruissellement,
- les dépôts détritiques sont composés de cailloux, galets et argiles d'origine continentale. Ils séparent oued Nil, oued Boukraa et oued Tassift. Il s'agit de formations localement perméables.
- et les dépôts marneux gris qui se trouvent dans la partie ouest. Ils sont imperméables et permettent à l'eau de pluie de partir sous forme de ruissellement (Benessam et al., 2015).

II.6. Couvert végétale

Les écosystèmes aquatiques sont très favorables à la vie végétale et animale parce qu'ils représentent des milieux dans lesquels se trouve les éléments nutritifs.

La végétation de notre zone d'étude est représentée par la présence de diverses espèces faisant partie aux différentes strates connues :

- Une strate arborescente ou arbustive, constituée principalement des peupliers, tamarix, lentisques, rebus et de laurier rose.
- Une strate herbacée constituée d'hélophytes et d'hygrophytes, composées essentiellement par le roseau commun (*phragmites australis*), la massette (*typha latifolia*), le scirpe (*scirpus lacustris*), carex et certaines espèces de joncs (*juncus lacustris*). On y rencontre également des graminées, borraginacées, liliacées, apiacées ...etc.

II.7. Les sources de pollution de l'Oued Nil

Au cours de notre étude, nous avons remarqué trois sources possibles, qui peuvent déclencher des perturbations ; l'agriculture intensive dans la partie nord du bassin versant d'Oued Nil, ces pratiques culturales nécessitent l'usage de quantités importantes de produits phytosanitaires (pesticides) et de fertilisants susceptibles de contenir de nombreux polluants qui peuvent se disperser dans l'eau et s'infiltrer dans le sol.

La deuxième source est la présence de décharges sauvages à ciel ouvert, contenant d'ordures ménagères et différents rejets. Alors que la troisième concerne les rejets des eaux usées domestiques, nous avons trouvés quelques sources de déversement le long des cours d'eau. Les rejets les plus remarquables, sont celles qui suivent les cours d'eau qui se jettent dans l'Oued Nil, comme l'Oued Saayoud , Oued Boukaraa et le cours d'eau qui vient de la mare de Redjla à Bazoul.

II.8. l'Agriculture

L'agriculture occupe des superficies très importantes dans le bassin de l'oued Nil, la disponibilité des eaux d'irrigation et les conditions climatiques favorables font de ce bassin une région à vocation agricole avec une prédominance maraîchère majoritairement réalisée en serriculture, mais également des cultures fourragères, des viticultures et des arboricultures fruitières ces différents types de cultures font appel à différents types d'engrais et de pesticide (Bentir, 1997).

II.9. Echantillonnage et technique de prélèvement

II.9.1. Choix et localisation des stations de prélèvement

L'échantillonnage sur le terrain a été effectué au mois d'Avril. Quatre stations d'études réparties le long de l'oued ont été retenues en tenant compte de la distribution des activités anthropiques ainsi que des zones de confluence. La figure x illustre la localisation de ces stations.



Figure 4 : La localisation géographique des stations de prélèvement sur Oued Nil (ANRH, 2017).

S 01: station 1; **S 02:** station 2; **S 03:** station 3; **S 04:** station 4.

- **Station 1 (S1)**

Se situe sous le pont reliant la commune de Chekfa et celle de Taher, à environ 7 Km de l'embouchure. Le débit d'eau dans cette station est important, avec une densité végétale moins dense que les autres stations.

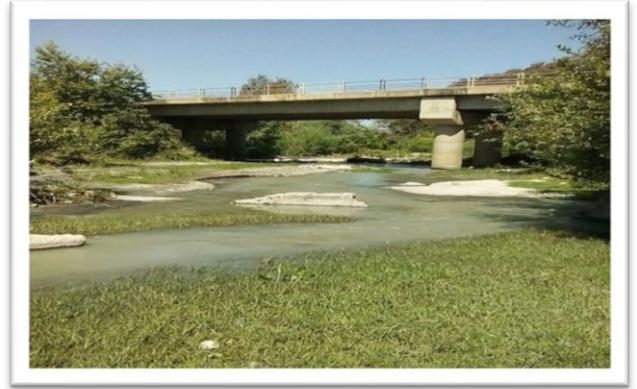


Figure 5 : photo de la station 1.

- **Station 2 (S2)**

Elle est située à environ 3Km de l'embouchure sous le pont reliant Djimar et Bazoul. Elle reçoit les rejets de l'oued Boukaraa. Dans cette station le débit de l'eau est moyen. Au niveau de cette station nous avons remarqués la présence d'une décharge sauvage sur la rive droite de l'oued.



Figure 6 : photo de la station 2.

- **Station 3 (S3)**

Se trouve à environ 4Km de l'embouchure. Dans cette station l'eau est claire et son débit est moyen.



Figure 7 : photo de la station 3.

- **Station 4 (S4)**

Elle est située en aval de l'oued (l'embouchure), sous le pont de la route nationale N° 43, elle présente une grande richesse floristique et elle est caractérisée par des rejets domestiques et des déchets divers provenant de l'oued Sayoud et Tssift. L'eau à cette station est trouble, son débit est pratiquement nul, et on note la présence d'algues.

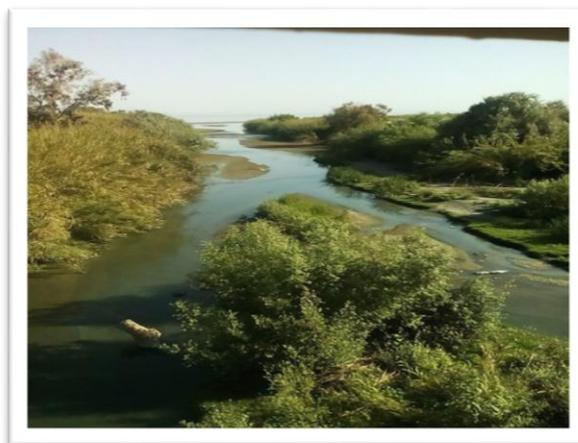


Figure 8 : la photo de la station 4.

II.9.2. Méthode de prélèvement et conservation des échantillons

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté ; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (Rodier et al.,2009).

L'eau à analyser est prélevée dans les flacons en plastique, préalablement lavés, rincés et étiquetés. L'étiquetage doit être rigoureux pour éviter tous risques de confusion sur l'identité des échantillons. Pour le dosage des éléments traces métallique, les flacons sont nettoyés par l'acide nitrique 10%, puis rincés abondamment à l'eau distillée égouttés puis fermés (Devez, 2004).

Au moment de prélèvement ces flacons sont de nouveau rincés trois fois avec l'eau à analyser puis ils sont remplis jusqu'au bord en les prolongeons à une profondeur de 20 cm de la surface, et assez loin des berges (Rodier, 1996).

Pour empêcher une prolifération microbienne les échantillons prélevés sont mis directement dans une glacière et ramener immédiatement au laboratoire afin d'être analysés rapidement (Rodier, 2005).

II.10. Analyses physico-chimiques de l'eau

II.10.1. Mesures in situ

Trois paramètres physico-chimiques (température, pH et conductivité électrique) ont été mesurés sur le lieu d'échantillonnage, à l'aide d'un multi-paramètre de terrain de type CONSORT C 561, après avoir prélevé l'échantillon. Pour chaque paramètre les mesures ont été effectuées après immersion de l'électrode correspond dans le récipient contenant de l'eau à analyser.

Les résultats sont notés après stabilisation des valeurs sur l'écran de l'appareil. la T est exprimés en °C, le pH en unités de pH et la CE en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

II.10.2. Mesures au laboratoire

Les nitrates, nitrites, Orthophosphates et l'ammonium sont dosés par la méthode spectrophotométries selon les protocoles décrits par [Rodier, 1971](#) et [Rodier, 1996](#).

➤ Dosage des sels nutritifs ou nutriments

• Ammonium

Le dosage de l'ammonium est réalisé selon la méthode au bleu d'indophénol en milieu alcalin et en présence de nitro-prussiate qui agit comme un catalyseur. Les ions ammoniumn traités par une solution de chlore et de phénol donnent du bleu d'indophénol, susceptible d'un dosage par spectrophotométrie d'absorption moléculaire ([Rodier, 2005](#)). Les résultats de la teneur en ion ammonium sont exprimés en mg/l de NH_4^+ .

• Nitrates

Le dosage a été effectué par la méthode colorimétrique. En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitro-salicylate de sodium, coloré en jaune et susceptible d'un dosage spectrophotométrique. Les résultats sont exprimés en mg/l.

• Nitrites

Les nitrites sont dosés selon la méthode au réactif de Zambelli ([Rodier, 1971](#)). L'acide sulfanilique en milieu chlorhydrique, en présence des ions ammonium et du phénol, forme avec les ions NO_2^- , un complexe coloré jaune, dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en nitrites.

• Orthophosphates

En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium, les Orthophosphates donnent un complexe phosphomolybdique, qui, réduit par l'acide ascorbique et développe une coloration bleue susceptible d'un dosage spectrophotométrie. Le développement de la coloration est accéléré par l'utilisation d'un catalyseur, tartrate double d'antimoine et de potassium.

➤ La détermination de la DBO₅

La demande biochimique en oxygène pendant 5 jours (DBO₅) est évaluée par la méthode respirométrique (manométrique) qui permet de suivre automatiquement l'évolution de la demande biochimique en oxygène au cours de l'oxydation des matières organiques. L'échantillon d'eau introduit dans des flacons ambrés maintenus dans une enceinte thermostatée est mis à incuber en présence d'air à 20 °C, pendant 5 jours sous agitation constante. Les micro-organismes présents consomment l'oxygène dissous qui est remplacé en permanence par l'oxygène en provenance du volume d'air situé au-dessus de l'échantillon. L'anhydride carbonique formé est piégé par de

l'hydroxyde de potassium (Rodier et al., 2009). La mesure est effectuée à l'aide d'un appareil manométrique de type WTW "OXITOP SYSTEM", la DBO₅ est exprimée en mg O₂/l.

➤ Dosage des Métaux lourds

Les échantillons d'eau sont acidifiés par l'acide nitrique jusqu'à un pH inférieur à 2, ensuite stockés dans un réfrigérateur à 4 C° jusqu'au dosage (Rodier, 2005).

La quantification des métaux traces en solution est réalisée par la Spectrométrie d'Absorption Atomique (S.A.A.) de marque SHIMADZU AA-6200 ATOMIC ABSORPTION FLAME EMISSION SPECTROPHOTOMETER, au laboratoire de l'université de Jijel.

▪ Spectrophotométrie d'absorption atomique (S.A.A)

La spectrophotométrie d'absorption atomique est une méthode très utilisée pour doser des métaux présents en solution en analyse chimique. C'est une méthode de dosage rapide, précise et permet la détection d'éléments en faible concentration.



Figure 8 : spectrophotomètre d'absorption atomique (AA-6200).

▪ Principe et fonctionnement

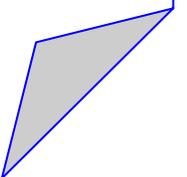
La solution à étudier est pulvérisée dans une flamme ou elle est transformée en vapeur atomique. On envoie sur ces vapeurs une radiation caractéristique des atomes à doser (longueur d'onde de la raie de résonance le plus souvent) qui est produit par la source qui est généralement une lampe à lumière. Pour chaque type de métal il y a une lampe cathodique correspondante ainsi les résultats s'affichent sur l'écran sous forme graphique et données (absorbances et concentrations). (Seghairi et al., 2013).

II.11. Analyse statistique

Pour le calcul des statistiques élémentaires et pour une meilleure illustration des résultats nous avons procédé au calcul des moyennes, et d'écart types.

L'analyse statistique proprement dite est effectuée en faisant appel à l'analyse de la variance (ANOVA) à un facteur. Tous ces calculs ont été effectués en utilisant le logiciel STATISTICA (Version 7). Pour illustrer nos résultats, nous avons réalisé des histogrammes.

Chapitre 3: Résultats et discussion



III. Les résultats d'analyses physico-chimiques

Les résultats des analyses de l'eau de différentes stations sont regroupés dans le tableau 6 et présentés graphiquement dans les figures 10, 11,12, 13, 14,15, 16 et 17.

Tableau 6 : les résultats d'analyse physicochimique des eaux de l'Oued Nil.

Les paramètres	Les stations			
	S1	S2	S3	S4
T (°C)	19,96±1	18,96±0,11	18,23±0,15	18,09±0,04
pH	8,19±0,03	7,85±0,04	8,08±0,03	8,10±0,05
CE (ms/cm)	374,33±4,04	445,66±1,52	521,66±10,78	547,33±3,51
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0.32±0.04	0.41±0.04	0.46±0.02	2.92±0.05
NO ₃ ⁻ (mg/l)	40,25±0,09	40,62±0,39	45,72±0,36	45,84±0,19
NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,17±0,03	0,24±0,03	0,37±0,04	0,43 ±0,04
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	1.06±0.06	1.76±0.03	4.43±0.04	4.87±0.04
DBO5 (mg/l)	2±1,60	2,28±1,27	/	/

III.1. La température

La température de l'eau est un facteur important dans l'environnement aquatique du fait qu'elle régit la presque totalité des réactions physiques, chimiques et biologiques (Chapman et Kimstach, 1996). Donc c'est une analyse essentielle et préalable à toute évaluation de la qualité de l'eau.

Dans les eaux de l'Oued Nil, la température diminue de l'amont vers l'aval et présente des valeurs moyennes comprises entre 18.09 °C (S4) et 19,96 °C (S1) (Figure 10), et ne montre pas de grandes variations entre les stations. Dans ce sens, l'analyse de la variance montre un effet station significatif (F=8.46, p=0.007).

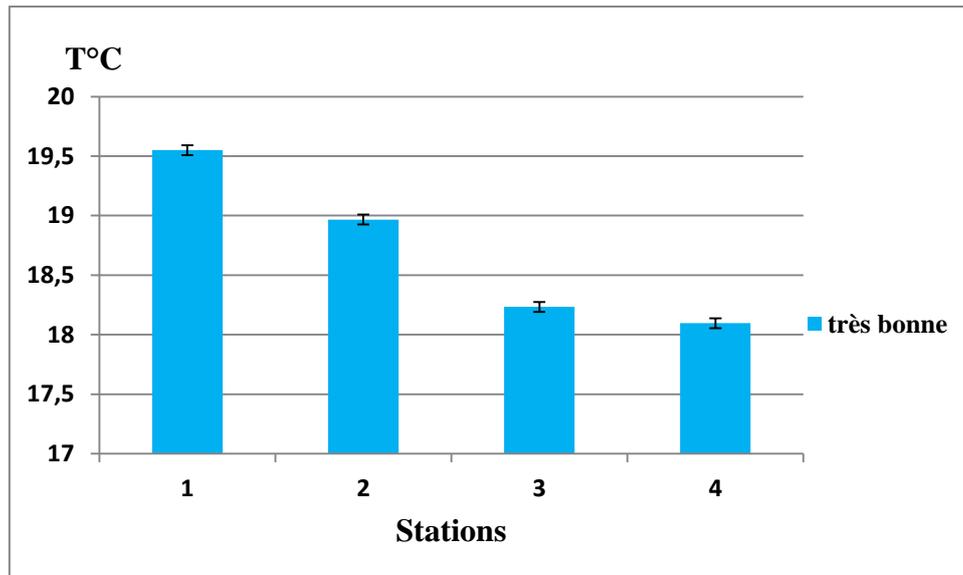


Figure 10 : les variations de la température en fonction des stations.

Les fluctuations de température constatées entre les stations de l'Oued peut être expliquée par la situation géographique de chaque station, le climat régional, l'exposition au soleil, l'heur de mesure et la profondeur du niveau de l'eau de chaque station.

Selon les normes de classification des eaux superficielles (SEQ-EAU), la température des eaux étudiées appartient à une classe de qualité "très bonne".

III.2. Le potentiel d'Hydrogène (pH)

Les valeurs du pH mesurées dans les différentes stations montrent que les valeurs s'échelonnent entre 7,85 et 8,19 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (Figure11), ce qui indique que les eaux de l'oued sont légèrement neutres à alcalines. L'analyse de la variance montre un effet station hautement significatif ($F=34.5$, $P=0.000063$).

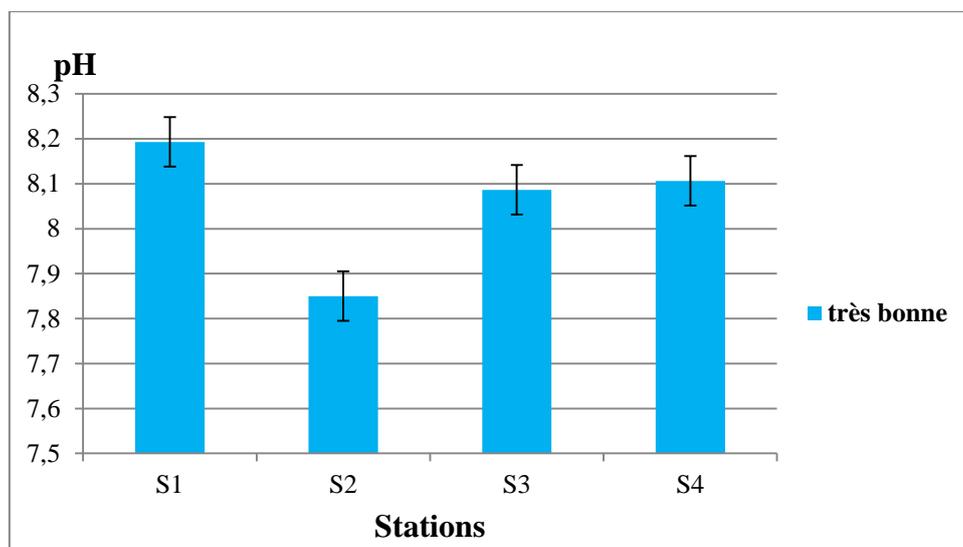


Figure11 : les variations du pH en fonction des stations.

Le pH présente le degré d'acidité ou d'alcalinité d'un milieu aquatique et conditionne l'équilibre physico-chimique de l'eau. Le pH d'une eau dépend de son origine qui peut être naturelle (nature géologique) ou artificielle ; provenant des rejets domestiques, des eaux résiduaires, des tanneries et des teintureries (Bremond et Vuichaard, 1973). Il dépend aussi de la nature des terrains que l'eau traverse. Ce paramètre peut être modifié par l'apport de substances humiques ou suite à un déséquilibre des teneurs en carbonates dues à la bio-activité ou aux sels hydrolysables (Partrick, 2003).

La tendance alcaline du pH, enregistrée dans les eaux de l'oued, reflète l'influence de la nature géologique des terrains du bassin versant que l'eau traverse.

Comparativement aux données de la grille de la qualité de l'eau (SEQ-Eau), l'eau de l'Oued est de "très bonne" qualité en matière de ce paramètre.

III.3. La conductivité électrique (CE)

La figure (12) montre que les valeurs de la conductivité électrique observée dans les eaux de l'Oued Nil ne sont pas très élevées, mais elles montrent une importante variation spatiale, ce qui se traduit par l'analyse de la variance qui montre un effet station hautement significatif ($F=498.84$, $p=0.000000$).

Les valeurs moyennes de la conductivité électrique de différentes stations de prélèvement sont comprises entre une valeur minimale de $(374,33\pm 4,04)$ enregistrée dans la (S1) et une valeur maximale de (547.33 ± 3.51) observée dans la (S4) (figure12).

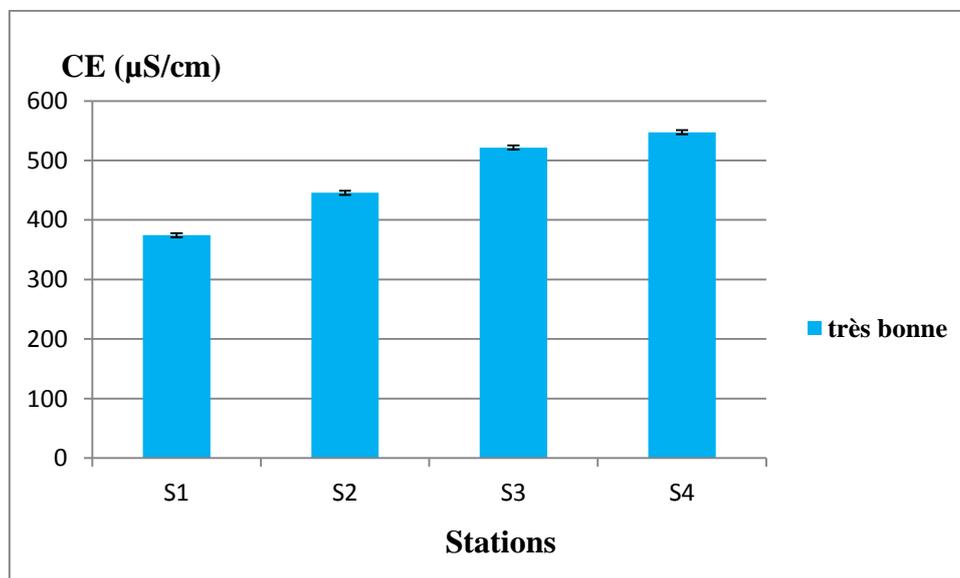


Figure 12 : les variations de la conductivité électrique en fonction des stations.

Ce paramètre représente une donnée qui permet d'évaluer de façon approximative, la minéralisation globale du milieu aquatique et d'en faire le suivi de l'évolution (Derwich et al., 2010). Elle est influencée par la température, la nature des ions libérés et leur concentration dans les eaux.

Les eaux de surface de l'Oued Nil sont faiblement minéralisées, cela peut être expliqué par la dilution des eaux par l'apport des eaux pluviales. On a aussi noté que la conductivité augmente d'une station à une autre en allant de l'amont vers l'aval. Ce ci peut être expliqué par les influences marines et le déversement des eaux usées et des déchets qui sont plus importants dans les stations aval.

Selon les normes de classification des eaux superficielles (SEQ-EAU), la conductivité des eaux de l'Oued appartiennent à une classe de "très bonne " qualité.

III.2. Paramètres de pollution organique

III.2.1. La DBO₅

La demande biochimique en oxygène pendant 5 jours permet l'évaluation des matières organiques biodégradables présentes dans les eaux, en mesurant l'oxygène consommé par les bactéries.

Faute de moyens la DBO₅ de la S3 et S4 n'a pas été faite. Les valeurs enregistrées dans la S1 et S2 sont respectivement 2 et 2.28 mg/l. Ces deux valeurs révèlent une "très bonne " qualité de l'eau pour ce paramètre d'après la grille de la qualité des eaux.

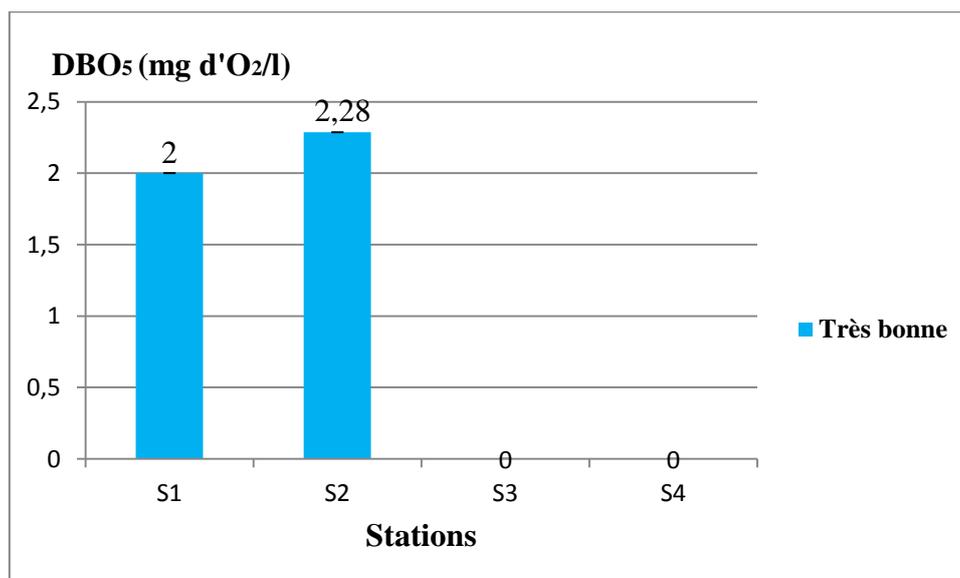


Figure 13: les variations de la DBO₅ en fonction des stations.

III.2.2 Nitrates (NO₃⁻)

D'après les résultats obtenus, on remarque que la concentration en nitrates varie entre

Une valeur minimale de 40.25 mg/l observée dans la station 1 et une valeur maximale de 45.84 mg/l enregistrée à la station 4. L'analyse de la variance montre un effet station hautement significatif (F=340.2, P= 0.000000).

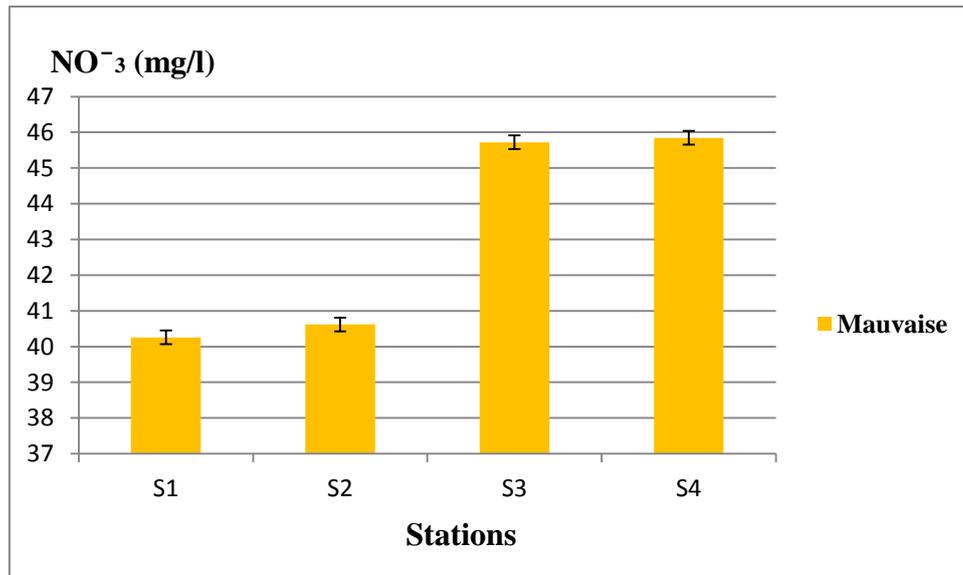


Figure 14 : les variations des teneurs en nitrates dans les eaux en fonction des stations.

Les ions nitrates représentent la forme la plus oxygénée de l'azote. Toutes les formes d'azote (Azote organique, ammoniacale, nitrite ...) sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates par un processus d'oxydation biologique (Rodier, 1996).

La contamination en nitrates semble être liée au lessivage des produits azotés dans les sols agricoles. Les nitrates proviennent généralement de la décomposition de la matière organique par oxydation bactérienne des nitrites et constituent ainsi l'ultime produit de la nitrification. Cependant, ils sont aussi apportés de manière synthétique par les engrais et constituent l'un des facteurs de la dégradation de la qualité de l'eau (Abboudi et al., 2014).

Examen de la grille révèle que la qualité des eaux de l'Oued pour ce paramètre se situe dans la classe "mauvaise".

Ces taux relativement élevés, surtout dans la partie aval de l'Oued, pourraient être attribuée aux rejets ponctuels et dispersés des déchets ménagers et des eaux usées, ainsi qu'à l'utilisation des fertilisants et des engrais chimiques azotés.

III.2.3. Nitrites (NO₂⁻)

Le long de l'Oued, les teneurs moyennes en nitrites évoluent selon un gradient croissant de S1 à S4. La station amont de l'Oued présente une moyenne de 0,17 mg/l. Ces teneurs deviennent de plus en plus importantes vers l'aval en marquant 0,43 mg/l en S4. L'analyse de la variance qui montre un effet station très significatif ($F=28.54$, $p=0.00001$).

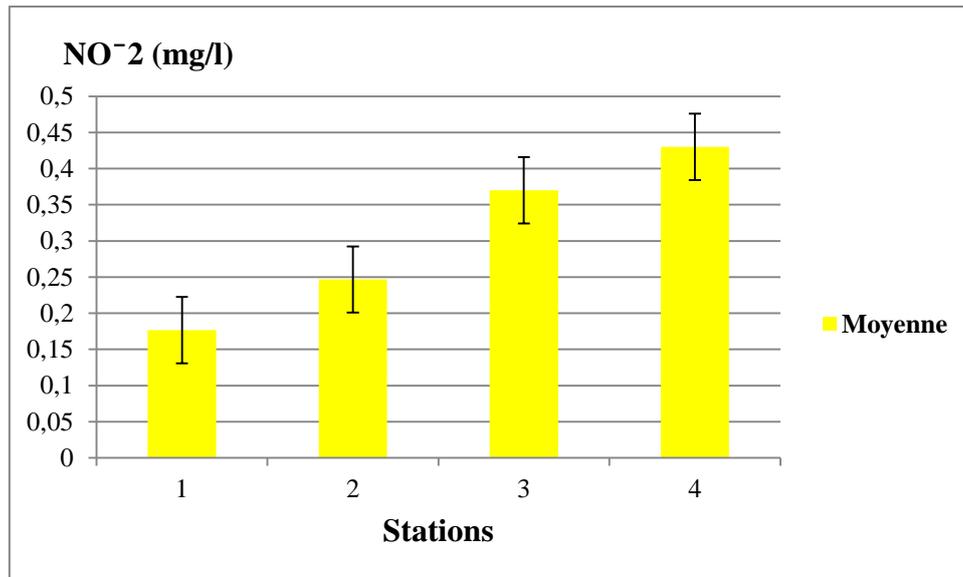


Figure 15 : les variations des teneurs en nitrites dans les eaux en fonction des stations.

Les nitrites sont une forme chimique peu abondante dans les eaux. Leur présence est même très rare puisque elle représente le passage entre les formes nitrates et ammoniums lors de processus de nitrification et dénitrification. Les teneurs élevées de ces éléments peuvent être dues à un dysfonctionnement des mécanismes microbiens impliqués dans le cycle d'azote (Faurie et al., 2003).

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 d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiante des bactéries (Rodier et al., 2009).

Selon les normes de classification des eaux superficielles (SEQ-EAU), la concentration en nitrites dans les eaux d'Oued Nil appartient à une classe de qualité " moyenne ". L'augmentation des teneurs en nitrites dans les stations aval (S3 et S4) résulterait probablement d'amendements d'engrais par les agriculteurs de la région mais aussi de rejets des eaux domestiques et des déchets.

III.2.4. Ammonium (NH_4^+)

Les teneurs en azote ammoniacal marquent une valeur minimale de 0.32mg/l, enregistrée dans la station 1, et augmentent pour atteindre un pic maximal de 2.92 dans la station 4. L'analyse de la variance montre un effet station hautement significatif ($F=1900.38$, $p=0.000000$).

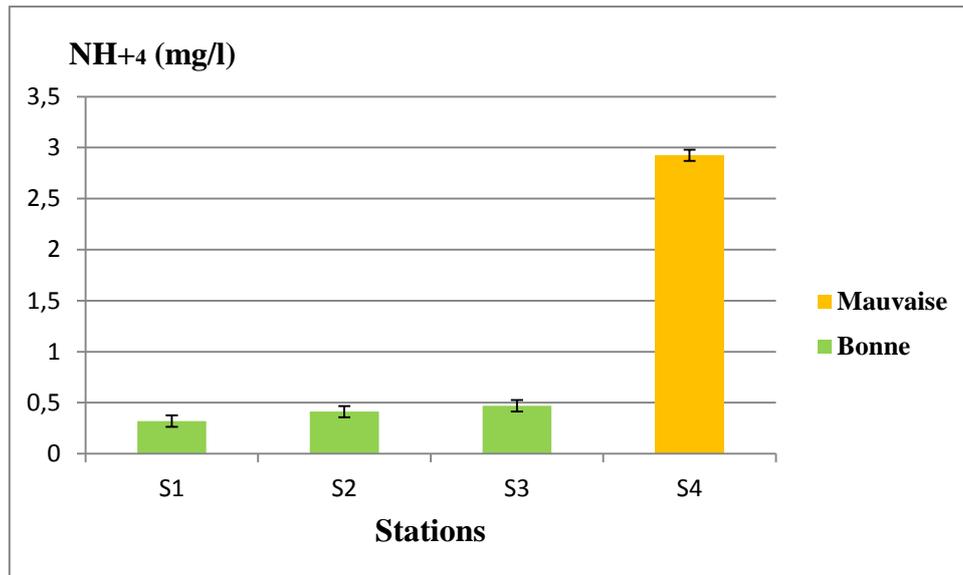


Figure 16 : les Variations des teneurs en ammonium dans les eaux d'oued Nil.

L'ammonium constitue le produit de la réduction finale des substances organiques azotées et de la matière inorganique dans les eaux et les sols. Il provient également de l'excrétion des organismes vivants et de la réduction et la biodégradation des déchets, sans toutefois négliger les apports d'origine domestique, agricole et industrielle (Abboudi al., 2014).

Il constitue un bon indicateur de la pollution des cours d'eau par les effluents urbains. Dans les eaux superficielles, il provient de la matière organique azotée et des échanges gazeux entre l'eau et l'atmosphère (Makhoukh et al., 2011).

En se référant à la grille de qualité des eaux de surface, on constate que les eaux des stations : S1, S2 et S3 sont de "bonne qualité" alors que celles de la station 4 est "mauvaise". Les teneurs relativement élevées enregistrées dans la station S4 qui est à proximité des terres agricoles traduisent les forts rejets déversés dans cette station.

III.2.5. Les Orthophosphates (PO₄³⁻)

L'analyse des résultats montre que les concentrations en Orthophosphates dans les quatre stations sont variables d'une station à une autre cela est confirmé par l'ANOVA qui révèle un effet très significatif (F=14.11, P=0.001). La valeur maximale est de 6,45 mg/l enregistrée dans la station 04 et la valeur minimale enregistrée dans la station 01 est de 1.06 mg/l (tableau 6).

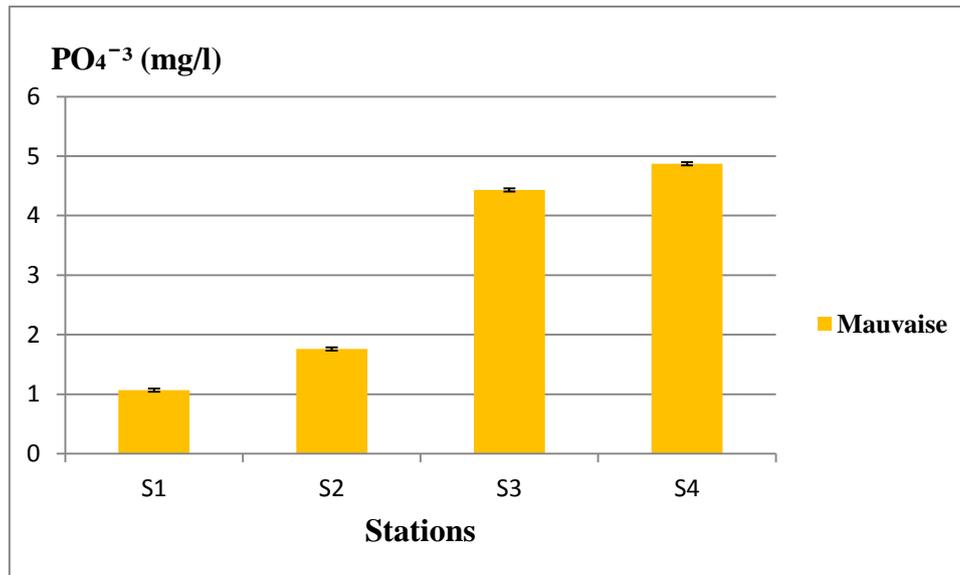


Figure 17 : les variations des teneurs en Orthophosphates dans les eaux en fonction des stations.

Le phosphate est naturellement présent dans les eaux superficielles en faible quantité, il est déterminant pour la productivité des écosystèmes aquatiques (Pierre et al., 2004).

Les phosphates peuvent avoir pour origine le lessivage des terres cultivées enrichies en engrais phosphatés ou traitées par certains pesticides et surtout la présence de lessives dans les eaux usées domestiques et urbaines (Rodier et al., 2009).

D'après les normes de classification des eaux superficielles (SEQ-EAU), la concentration en Orthophosphates dans les eaux de l'Oued appartiennent à la classe de qualité " mauvaise ".

La présence des orthophosphates dans les eaux de l'Oued peut être expliquée par des rejets domestiques et le lessivage de terres cultivées renfermant des engrais phosphatés ou traités par certains pesticides. Aussi par les rejets des agglomérations avoisinantes (les écoulements des effluents qui se jettent dans l'oued) et relargage du phosphore piégé en grande quantité dans les sédiments.

III.3 Les éléments traces métalliques

Le caractère rémanent et cumulatif des éléments traces métalliques, leur permanence et non biodégradabilité, l'en fait des polluants très toxiques et très dangereux pour la vie aquatique.

Les résultats des teneurs en ETM étudiés des eaux de l'oued Nil sont illustrés dans le tableau 7.

Ces résultats montrent une variabilité dans la distribution de ces éléments d'une station à une autre et d'un élément à l'autre. Ils présentent des teneurs décroissantes dans l'ordre suivant : Pb > Zn > Cd.

Tableau 7 : les résultats des ETM des eaux de l'Oued Nil

Paramètres	S1	S2	S3	S4
Zn (ppm)	0.5589	0.1123	0.0667	0.2224
Pb (ppm)	0.5215	0.3019	0.3019	0.6039
Cd (ppm)	0.0157	0.0157	0.0962	0.1067

III.3.1. Le cadmium

Le Cd est un élément trace qui peut devenir toxique pour la vie aquatique, quand sa concentration dépasse un certain seuil. Il est naturellement présent à de très faibles concentrations dans les écosystèmes aquatiques. Il est extrait essentiellement du minerai de carbonate du zinc (Melghit, 2010).

Les valeurs extrêmes des teneurs en Cd relevées dans les eaux de l'oued sont dans la station 1 à 0.55 ppm et dans la station 4 à 0.22 ppm.

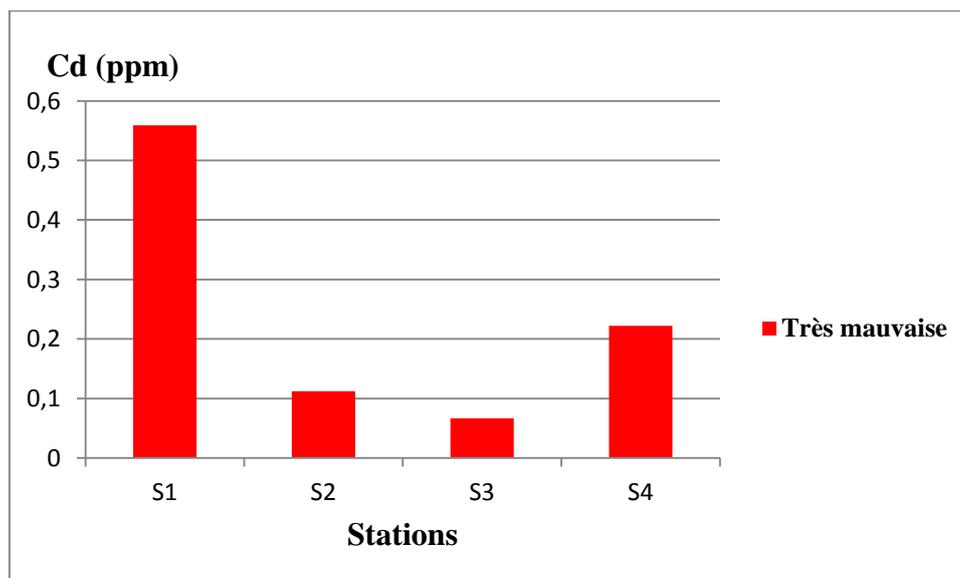


Figure 18 : les variations de la teneur en Cadmium dans les eaux en fonction des stations.

D'après les normes de classification des eaux superficielles (SEQ-EAU), la concentration en Cd dans les eaux d'Oued Nil appartiennent à la classe de qualité " très mauvaise " (supérieur à 0.005 mg/l). ceci traduit une pollution critique par ce métal. Les sources possibles peuvent être attribuées aux différents rejets urbains déversés dans l'Oued d'un côté et au lessivage décharges et des sols fertilisés d'autre part.

III.3.2. Le Plomb

C'est un métal bleuâtre, blanchissant lentement en s'oxydant, malléable et très ductile. Il se présente sous formes de composés organiques (plomb tétraméthyle et plomb tétraéthyle) et inorganiques (sels de plomb). Il possède une faible conductivité électrique. En milieu aqueux, le plomb forme des ions complexes avec les anions organiques ($PbOH^+$, $PbNO_3^+$, ...). Il donne des alliages avec de nombreux métaux, en particulier avec l'étain, le bismuth, le cadmium, l'antimoine, le fer, le cuivre et l'argent (Kemmer, 1984).

Dans les eaux de l'oued, les concentrations de Pb varient entre une valeur minimale de l'ordre de 0.30 ppm observée dans la station 2 et 3, et une valeur maximale de l'ordre de 0.60 dans la 4.

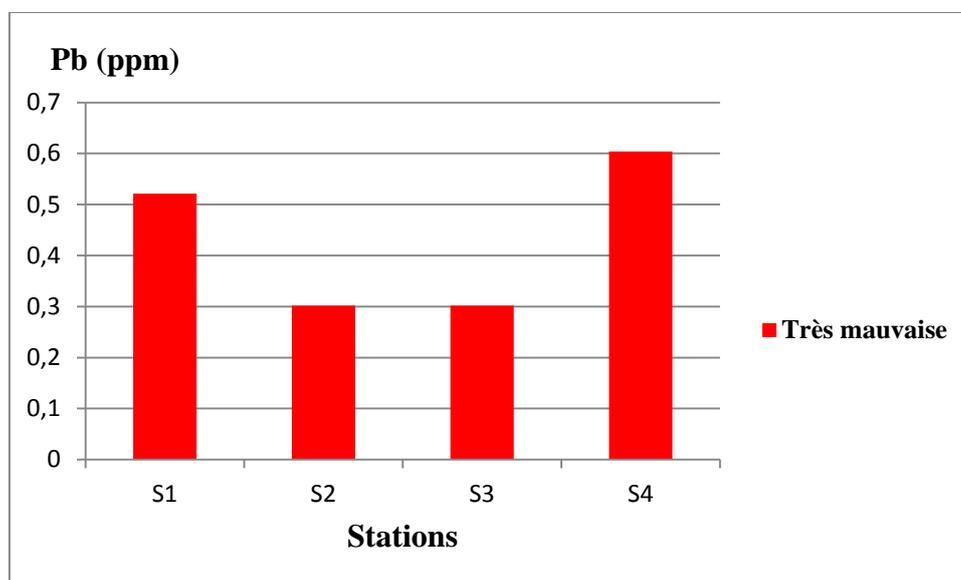


Figure 19 : les variations de la teneur en plomb dans les eaux en fonction des stations.

Dans l'ensemble des stations, les teneurs en Pb dépassent la valeur 0.05 ppm. Donc les eaux de l'Oued appartiennent à une classe de qualité " très mauvaise " selon les normes de classification des eaux superficielles (SEQ-EAU), un tel résultat peut se justifier par les apports d'eaux usées non traitées et les lixiviats des terrains agricoles. D'autre part il semble lié en partie au trafic routier, le Pb utilisé pour les moteurs des véhicules est libéré directement dans l'atmosphère, la contamination est directe par les retombées atmosphériques ou indirecte après lessivage des routes par les eaux pluviales.

III.3.3. Le zinc

Selon Rodier (1996), la présence du zinc dans les eaux de surface doit être rattachée à des activités industrielles. Dans les eaux de l'Oued, les teneurs en zinc fluctuent entre 0.06 et 0.55 ppm, la valeur maximale est enregistrée dans la station 1 et la valeur minimale dans la station 3.

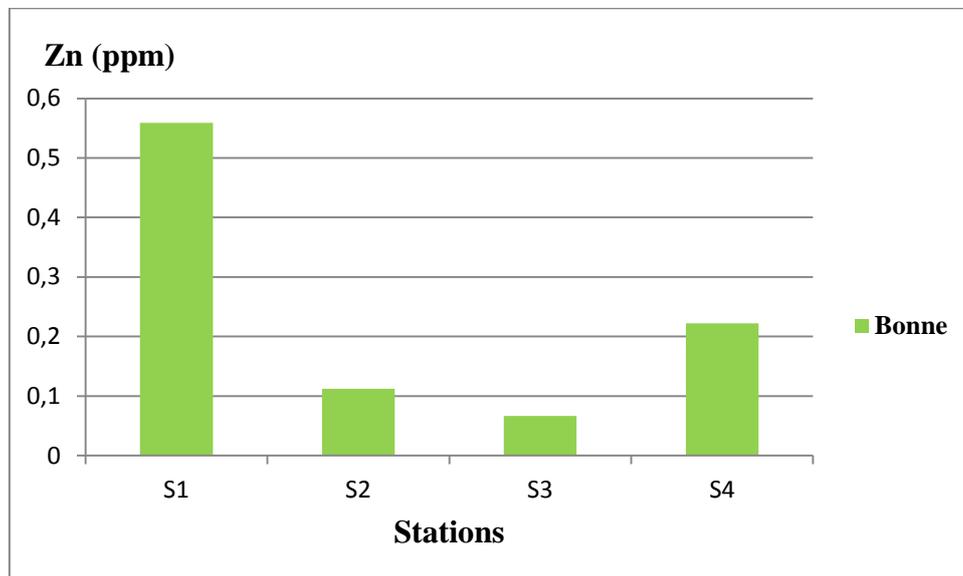
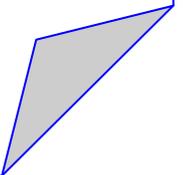


Figure 20: les variations de la teneur en zinc dans les eaux en fonction des stations.

En se référant à la grille de qualité des eaux de surface, on constate que les eaux des quatre stations sont de "bonne qualité" pour ce paramètre.

Conclusion



Conclusion

L'objectif de notre travail s'inscrit dans le cadre d'une évaluation de la qualité physicochimique des eaux de l'oued Nil. Pour cela la mesure de quelques paramètres de pollution (NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} , DBO_5 ,...etc.) et le dosage de certains métaux lourds, ont été réalisés.

Les principaux résultats obtenus montrent un état de dégradation de la qualité d'écosystème aquatique étudié. Cet état de dégradation existe en amont de l'oued et accentuée en aval.

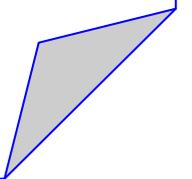
Cependant, l'application du système d'évaluation de la qualité des eaux de surface (SEQ-Eau) fait ressortir que l'eau de l'oued est de bonne qualité pour les paramètres suivants : T, pH, CE, DBO_5 et Zn, et de qualité moyenne pour (NO_2^- , NO_3^-) tandis qu'elle est mauvaise pour NH_4^+ et PO_4^{3-} et très mauvaise pour Pb et Cd. Cet enrichissement en éléments nutritifs et en métaux lourds est à mettre en relation avec les différents rejets domestiques et les apports d'eau usées provenant de la ville de Taher et Chakefa qui se déversent directement et sans traitement préalable dans oued Nil notamment dans les stations aval de l'oued (apports de oued Sayoud), l'intensification des activités agricoles dans le bassin versant d'oued Nil ainsi que l'usage des engrais chimiques en particulier les engrais phosphatés et les pesticides par les agriculteurs de la région, constituent des sources anthropiques non négligeables.

Sur le plan écologique, cette pollution peut perturber l'équilibre biologique du milieu hydrique et peut porter atteinte aux médiateurs qui règlent l'équilibre dans ce milieu. Il devient donc nécessaire d'instaurer un programme de contrôle et de surveillance continu des différentes sources de pollution et de leur effet sur l'environnement, ainsi que le recyclage et la réutilisation des déchets.

Enfin nous envisageons en perspective :

- D'élargir l'étude sur une long période
- De réaliser des analyses physicochimiques et microbiologiques spatio- temporelles pour mieux suivre les perturbations de l'écosystème
- De réaliser des études complémentaires sur les sédiments.
- L'étude de spéciation de différentes formes de répartition des métaux à l'échelle de l'écosystème et à l'échelle cellulaire.
- L'analyse expérimentale des transferts existants au sein des réseaux trophiques peut être mené sur des modèles écotoxicologiques plus au moins complexe (chaîne trophique, microécosystème...).

Références



A

Abboudi A., Tabyaoui H., EL hamichi F., Benaabidate L., Lahrach A., 2014. Etude de la qualité physico-chimique et contamination métallique des eaux de surface du bassin versant de Guigou, Maroc. EuropeanScientific Journal, ISSN 1857-7431, n° 23, pp.84 – 94

Abdoulaye D., khadijettou M., Mohamed A., 2013. Contribution a l'étude de la qualité physicochimique de l'eau de la rive droite du fleuve Sénégal, Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 12, pp. 71-83.

Akatumbila L., Mabilia M., Lubini A., Pwema K., Musibono E. A., 2016. Contribution a l'évaluation de la qualité physico-chimique de l'eau : cas de la rivière urbaine Gombe de Kinshasa/république démocratique du Congo, Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°2, pp. 7-29.

A.N.R.H, 2017. Agence National des Ressources Hydraulique (wilaya de Jijel).

Anonyme, 2017 : <http://jijle18.unblog.fr/2008/12/17/bonjour-tout-le-monde/> consulté le 05/04/2017 à 09 :45 min.

B

Behloul S., 2009. Évaluation de la matière organique dans l'eau du barrage de timgad. Mémoire de Magister, Université de Hadj Lakhdar Batna. 22p.

Benabdellouahad S., 2006. Structure, dynamique et typologies physico-chimiques et phytoplanctoniques de l'estuaire du bouregreg (côte atlantique marocaine). Thèse de Doctorat Université de Mohammed v – agdal Rabat. 84p.

Benessam S., Debieche T-H., Amiour S., Chine A., Khelili S., 2015. Chimie des eaux du bassin versant de l'oued Nil (Nord-Est algérien). International conference on African Large River Basins Hydrology, Hammamet (tunisia). 29 p.

Bentir M., 1997. Bulletin International de l'eau et de l'environnement. 23p.

Bliefert C., Perraud R., 2009. Chimie de l'environnement air, eau, sols, déchets, 2^{ème} édition, Université de Boeck paris. 289p.

Bouhada M.,Zentar S., 2006. Contribution à l'étude des caractéristiques physico-chimique des eaux usées industrielles et leurs impacts sur la nappe phréatique d'Oued Mzab. Thèse Ing., GC, Université Kasdi Merbah Ouargla, 70 p.

Bremond R., Vuichaard R., 1973. Les paramètres de la qualité des. Documentation Française, Paris, 179p.

Brunet B, 1993. Les mots de la géographie, dictionnaire critique, Collection Dynamiques des territoires, 3^{ème} Edition, 518p.

Buzek F., kadlecova R., knezek M., 2006. Model reconstruction of nitrate pollution of riverbank filtration using 15N and 18O data, Kananay Czech Republic. Applied Geochemistry A., vol. 21 n° 4, 656 – 674p.

C

Chaguer M., 2013. Analyse et spéciation des métaux dans un oued en zone minière cas de l'oued Essouk. Thèse de Doctorat, université de Constantine I. 6p.

Chaouch N., 2014. Utilisation des sous-produits du palmier dattier dans le traitement physico-chimique des eaux polluées, thèse de doctorat en science, Université de Hadj Lakhdar – Batna. p16.

Chapman D., Kimstach V., 1996. Selection of water quality variables. Water quality assessments: a guide to use of biota, sediments and water in environment monitoring, Chapman edition, 2nd ed. E& FN Spon.

D

Debieche T-H., 2002. Évolution de la qualité des eaux (salinite, azote et métaux lourds) sous l'effet de la pollution saline, agricole et industrielle. Thèse de Doctorat Université de Franche-Comté Constantine. 14p.

Derwich E., Benaabidate L., Zian A., Sadki O., Belghiti D., 2010. Caractérisation physico-chimique des eaux de la nappe alluviale du Haut Sebou en aval de sa confluence avec oued Fès, Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 08. pp 59-77.

Devez A., 2004. Caractérisation des risques induits par les activités agricoles sur les écosystèmes aquatiques. Thèse de Doctorat, Ecole nationale du génie eaux et des forets. 38-60 p.

Dubakeur A., 1990. L'eau problème de santé publique. Technique et Sciences, 14-16p.

E

El morhit M., 2009. Hydrochimie, Eléments traces métalliques et incidences ecotoxicologiques sur les différents composantes d'un écosystème estuarien (Bas loukkos). Thèse de Doctorat, Université de Mohammed v – agdal, Rabat. 41p.

Eugène A., 2000. Ecologie des eaux courantes. Edition Technique & Documentation, Londres-paris-new York. 142p.

F

Faurie C., Ferra C., Médori P., Dévaux J. et Hemptinne J.L., 2003. Ecologie : Approche scientifique et pratique. Edition Lavoisier, Paris. 407p.

G

Genin B., Chauvain C., Ménard F., 2003. Cours d'eau et indice biologique. Educargri. Dijon. 18-19 p.

Gros Claude G., 1998. L'eau, Usages et polluants. Édition Paris. 143-149 p.

K

Kaid Rassou K., 2009. Etude des interactions entre les eaux souterraines et les eaux de surface dans le bassin côtier d'Oualidia. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences Semlalia – Marrakech. 2 p.

Kemmer F-N., 1984. Manuel de l'eau. Technique et documentation. Ed. Lavoisier, Paris, 930p.

Kenneth N., 1992. Environmental encyclopedia 3 : hydrologie cycle. 741p.

L

Lacoue-Labarthe T., 2007. Incorporation des métaux dans les œufs de la seiche commune *Sepia officinalis* et effets potentiels sur les fonctions digestives et immunitaires, Thèse de Doctorat en Océanologie Biologique & Environnement Marin, Université de La Rochelle Spécialité, 4p.

Leynaud G., 1968. Les pollutions thermiques, influence de la température sur la vie aquatique. Ministère de l'agriculture, 224-881p.

M

- Makhoukh M., Sbaa M., Berrahou1 A., Clooster V., 2011.** Contribution a l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued moulouya (Maroc oriental). Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 09. pp.149-169
- Maldonado D., 2009.** Caractérisation et origine des métaux traces, hydrocarbures aromatiques polycycliques et pesticides transportés par les retombées atmosphériques et les eaux de ruissellement dans les bassins versants séparatifs péri-urbains. Thèse de Doctorat, École Centrale de Nantes. 5p.
- MEDD et Agence française de l'eau, 2003.** Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau (SEQ-Eau) (Version 2). 40p.
- Mc kinney I., 2002.** Urbanization, biodiversity and conservation. Biosci, 883-890p.
- Merabet S., 2010.** Évaluation de la qualité physico-chimique des eaux brutes et distribuées du barrage réservoir de Beni Haroun, mémoire de magister en chimie analytique, université mentouri de Constantine, 14p.
- Metahri M., 2012.** Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitée, par des procédés mixtes. Thèse de Doctorat, Université de Mouloud Mammeri de Tizi-ouzou. 6p.
- Mialet B., 2010.** Réponse du zooplancton à la restauration de l'estuaire de l'escout et test d'un modèle de sélectivité trophique. Thèse de Doctorat de l'université de toulouse. 12p.
- Michard G., 2002.** Chimie des eaux naturelles. Principe de géochimie des eaux. Edition Publisud. 565p.
- Mulliss R., revitt M., shutes E., 1997.** The impacts of discharges from two combined sewer overflows on the water quality of an urban watercourse. 195-199p.
- Musy A. et Higy C., 2004.** Hydrologie. Presses polytechnique et universitaire Romandes. 32 p.

O

- O.N.M, 2017.** Office National de météorologie de station d'Achouate de Jijel.
- Oubagha N., 2011.** Décontamination des eaux contenant des colorants textiles et les adjuvants par des matériaux naturels et synthétiques. Mémoire de magistère en chimie, Université Mouloud Mammeri Tizi ouzou. 122p.

P

Patrick S., 2010. Guide des analyses de la qualité de l'eau. Éditions Territorial.31p.

Pierre R., Wierenga A., Barton M., Branday J., 2004. Student evaluation of an OSCE in pediatric at the University of the West Indies, Jamaica. BMC Medical Education. ; 4 (22): 1-7p.

R

Ramade F., 1998. Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau. Ediscience International, paris. 487 p.

Ramade F., 2000. Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Édition Science Internationale, Paris, 157 p.

Ramade F., 2003, Eléments d'écologie : écologie fondamentale 3^{ème} édition, Dunod.416p.

Ramade F., 2005. Eléments d'Ecologie. Ecologie appliquée. Edition. Dunod, Paris. 864 p.

Rodier J., 1984. L'analyse de l'eau, 1353 p.

Rodier J., 1971. L'Analyse chimique et physico-chimique de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, 4^{ème} édition, Dunod, Paris.

Rodier J., 1996. L'analyse de l'eau ; Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 7^{ème} édition, Dunod bordaS, Paris. 1365 p.

Rodier J., 2005. L'analyse de l'eau, Eaux naturelles, Eaux résiduaires et Eaux de mer, 8^{ème} édition, Dunod, Paris.

Rodier J., 2007. L'analyse de l'eau, Eaux naturelles, Eaux résiduaires et Eaux de mer, 8^{ème} édition Dunod 66 p.

Rodier J., 2009. L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 9^{ème} édition: Dunod, Paris. p.

Rodier J., Legube B., Merlet N et coll., 2009. L'analyse de l'eau ; eaux naturelles ; eaux résiduaires et eaux de mers ; 9^e édition, Dunod, Paris, 1383 P.

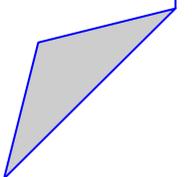
S

Schrive-mazzouli L., 2012. La gestion durable de l'eau : ressources-qualité organisation. Paris. 71p.

Seghairi N., Mimeche L., Debacheche M. et Hamzaoui A., 2013. Elimination du cuivre présent dans les eaux usées industrielles sur un filtre plante de tamarix. Courrier du savoir. 53-55 p.

Sudhanshu S., 2008. Hydrological Cycle. Gainesville State College. 515 -518 p.

Annexes



Annexe I

1- Dosage des nitrates (NO_3^-)

➤ Principe

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

➤ Réactifs

- Solution de salicylate de sodium à 1% (cette solution est renouvelable toutes les 24 heures).
- Acide sulfurique concentré ($d=1.84$).
- Acide acétique.
- Solution d'hydroxyde de sodium

Hydroxyde de sodium 20g.
 Sel disodique de l'EDTA 5g.
 Eau distillée 100ml.

Dissoudre avec précaution l'hydroxyde de sodium dans 80 ml d'eau distillée, ajouter le sel disodique EDTA. Après dissolution et refroidissement, transvaser la solution dans une fiole jaugée, ajuster le volume à 100 ml.

- Solution d'azoture de sodium
 Azoture de potassium 50ml.
 Eau distillée 100ml.
- Solution mère étalon d'azote nitrique à 100mg/l.
 Nitrate de potassium anhydre 72.2mg.
 Eau distillée 0... 100ml.
- Solution fille étalon d'azote nitrique à 50mg/l
 Amener 50ml de la solution mère à 1000 ml avec de l'eau distillée.

➤ Etablissement de la courbe d'étalonnage

Dans une série de capsules de 60 ml, introduire successivement :

	Numéro des capsules	T	1	2	3	4
Solutions						
Solution étalon d'azote nitrique à 0,005 g/l		0	1	2	5	10
Eau distillée (ml)		10	9	8	5	0
Solution d'azoture de sodium (ml)		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Acide acétique (ml)		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

Attendre 5 minutes puis évaporer à sec au bain marie ou dans une étuve portée à 75- 80 C (ne pas surchauffer ni chauffer longtemps) . Ajouter 1 ml de la solution de salicylate de sodium, mélangé puis évaporer, laisser refroidir. Reprendre le résidu par 1 ml d'acide sulfurique concentré en ayant soin de l'humecter complètement. Attendre 10 minutes, ajouter 15 ml d'eau permutée puis 10 ml de solution d'hydroxyde de sodium qui développe la couleur jaune. Effectuer les lectures au spectromètre à la longueur d'onde de 415 nm. Soustraire des unités d'absorbance, lues pour les étalons, la valeur relevée par le témoin. Construire la courbe d'étalonnage.

➤ **Essai**

Introduire 10 ml d'eau dans un bécher de 50 ml. Alcaliniser faiblement avec la solution d'hydroxyde de sodium. Poursuivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage.

➤ **Expression des résultats**

Pour une prise d'essai de 10 ml, la courbe donne directement la teneur en azote nitrique exprimée en milligramme par litre d'eau. Pour obtenir la teneur en nitrate (NO₃), multiplier ce résultat par 4.43.

2- Dosages des nitrites (NO₂⁻) (méthode de réactif de Zambelli)

➤ **Principe**

L'acide sulfanilique en milieu chlorhydrique, en présence des ions ammonium et du phénol, forme avec les ions NO₂⁻ un complexe coloré jaune, dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en nitrites.

➤ **Réactifs**

- Ammoniaque pure d= 0.925
- Réactif de ZAMBELLI : (qsp :100ml)

Acide chlorhydrique	26 ml.
Acide sulfanilique.....	0.5 g.
Phénol cristallisé.....	0.75 g.
Chlorure d'ammonium.....	13.5 g.
Eau distillée	62.5 ml.

- Nitrite de sodium

➤ **Mode opératoire**

- **Préparation de réactif de ZAMBELLI**

Introduire dans une fiole jaugée de 100 ml, l'acide chlorhydrique et l'eau distillée. Puis y dissoudre l'acide sulfanilique et le phénol en chauffant légèrement au bain-marie. Après dissolution complète

ajouter le chlorure d'ammonium et agiter jusqu'à dissolution l'acide sulfanilique et le phénol en chauffant légèrement au bain-marie. Après dissolution complète ajouter le chlorure d'ammonium et agiter jusqu'à dissolution.

Après refroidissement ajuster s'il y a lieu le volume de la solution à 100 ml avec l'eau distillée.

- **Préparation de la Solution mère étalon de NO_2^- à 0,23 g/l :**

- nitrite de sodium.....0.0345g.
- eau distillée.....100 ml.

- **Préparation de la Solution fille étalon d'ion NO_2^- à 0,0023 g/l :**

Amener 1ml de la solution mère à 100ml avec de l'eau distillée.

➤ **Etablissement de la courbe d'étalonnage**

Dans une série de fioles jaugées de 50 ml introduire successivement en agitant après

Chaque addition :

Numéro des fioles	T	1	2	3	4	5
Solution fille étalon à 0,0023 g/l de NO_2 (ml)	0	1	5	10	15	20
Eau distillée (ml)	50	49	45	40	35	30
Réactif de Zambelli (ml)	2	2	2	2	2	2

Attendre 10 minutes et ajouter :

Ammoniaque pure (ml)	2	2	2	2	2	2
Correspondance en mg/l de NO_2^-	0	0.046	0.23	0.46	0.69	0.92

Effectuer la lecture au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 435 nm.

Construire la courbe d'étalonnage.

- **Dosage de l'échantillon**

Prélever 50 ml d'eau à analyser, ajouter 2 ml de réactif de Zambelli. Agiter et laisser au repos 10 minutes. Ajouter 2 ml d'ammoniaque pure et effectuer la lecture au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 435 nm et tenir compte la valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage.

- **Expression des résultats**

Pour une prise d'essai de 50 ml, la courbe donne directement la teneur en NO_2^- , exprimée en mg/l d'eau.

3- Dosage des orthophosphates(PO_4^-)

➤ Principe

En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium, les ions orthophosphates donnent un complexe phosphomolybdique, qui, après réduction par l'acide ascorbique, développe une coloration bleue susceptible d'un dosage spectrométrique. Le développement de la coloration est accéléré par l'utilisation d'un catalyseur, le tartrate double d'antimoine et de potassium.

➤ Réactifs

- Solution d'acide sulfurique ($d=1.84$) à 15% environ en volume.
- Solution de molybdate d'ammonium à 40 g/L filtrer si nécessaire. A conserver en flacon de polyéthylène à 4°C.
- Solution d'acide ascorbique à 20g/L :

- acide ascorbique.....2 g.
- eau permutée.....q.s.p : 100ml.

- Solution de tartrate double d'antimoine et de potassium à 2.8g/L :

- tartrate double d'antimoine et de potassium.....0.28g.
- eau permutée.....q.s.p : 100 ml.

➤ Réactif

- Solution d'acide sulfurique.....0. 50ml.
- Solution de tartrate a double d'antimoine et de potassium..... 5ml.
- Solution de molybdate d'ammonium..... 15 ml.

- Eau distillée :quantité suffisante pour 100 ml.

- Solution mère étalon du phosphore à 50 ml

Dihydrogénophosphate de potassium desséché au préalable à l'étuve 100°C.....219.7mg.

Eau permutée.....q.s.p 100 ml.

Acidifier la solution par 1 ml d'acide sulfurique à 15% avant d'ajuster le volume.

- Solution fille étalon du phosphore à 1 mg/L :

Diluer au 1/50 la solution précédente avec de l'eau permutée au moment de l'emploi.

➤ **Etablissement de la courbe d'étalonnage**

Introduire dans une série de fioles jaugées de 25 ml :

Solutions	N° des Fioles					
	T	1	2	3	4	5
Solution étalon de (P) à 1 mg/l (ml)	0	1	5	10	15	20
Eau distillée en (ml)	20	19	15	10	5	0
Correspondance en mg de phosphore	0	0.00 1	0.00 5	0.01 0	0.01 5	0.020

Introduire dans chaque fiole 1ml de solution d'acide ascorbique, agiter puis ajouter 4 ml de réactif. Mélanger soigneusement, et compléter éventuellement le volume à 25 ml. Attendre 30 minutes la stabilisation de la coloration et effectuer les mesures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 700 ou 800 nm.

Construire la courbe d'étalonnage.

➤ **Dosage de l'échantillon**

Vérifier le pH de l'échantillon qui doit être compris entre 2 et 7, l'ajuster si nécessaire.

Introduire 20 ml d'eau dans une fiole jaugée de 25 ml, ajouter 1 ml de solution d'acide ascorbique puis poursuivre comme pour l'établissement de la courbe d'étalonnage.

Tenir compte de la valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage.

➤ **Expression des résultats :**

La courbe donne la teneur en phosphore, exprimée en mg pour la prise d'essai.

4- Dosage de l'ammonium (NH₄⁺)

➤ **Principe**

En milieu alcalin et en présence de nitroprussiate, qui agit comme un catalyseur, les ions ammonium traités par une solution de chlore et de phénol donnent du bleu d'indophénol susceptible d'un dosage colorimétrique.

➤ Réactifs

Utiliser pour la préparation des réactifs de l'eau fraîchement distillée.

- Solution chlorée :

Hydroxyde de sodium en pastilles.....	20g.
Citrate trisodique ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7, 2\text{H}_2\text{O}$).....	380g.
Acide dichlorocyanurique ($\text{C}_3\text{HCl}_2\text{N}_3\text{O}_3$).....	4g.
Eau distillée	1000ml.

Dissoudre avec précaution l'hydroxyde de sodium et le citrate trisodique dans 800 ml d'eau distillée environ.

Porter la solution à ébullition, maintenir celle-ci pendant 20 min.

Après refroidissement, ajouter l'acide dichlorocyanurique et ajuster le volume à 1000ml.

Conserver cette solution au réfrigérateur.

- Solution de nitroprussiate et de phénol

Phénol	35g.
Nitroprussiate de sodium	0.4g.
Eau distillée	1000ml.

Transvaser cette solution dans un flacon de verre brun et la conserver au réfrigérateur.

- **Solution mère étalon à 100mg/l d'ion ammonium**

Chlorure d'ammonium	297g.
Eau distillée	1000ml.
- **Solution filles étalon à 1mg/l d'ion ammonium**

Diluer la solution mère étalon au 1/100. Préparer cette solution au moment d'emploi.

➤ Etablissement de la courbe d'étalonnage

	N° des fioles	T	1	2	3	4	5	6
Solutions								
Solution filles étalon à 1mg/l d'ion		0	1	2	5	10	15	20

ammonium (ml)							
Eau distillée (ml)	100	100	100	100	100	100	100
Correspondance en mg/l d'ammonium	0	0.01	0.02	0.05	0.10	0.15	0.20

Dans une série de fioles conique de 100 ml numérotées, introduire 20ml de chacune des dilutions ci-dessus, ajouter rapidement dans chaque tube :

1 ml de solution de nitroprussiate de sodium et de phénol.

1ml de solution chloré.

Agiter et placer les fioles à l'obscurité pendant 6 heures au moins. Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 630 nm. Construire la courbe d'étalonnage.

➤ **Essai**

Introduire dans une fiole conique de 100 ml, 20 ml d'eau à analyser puis poursuivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage. Préparer de la même façon un témoin avec 20 ml d'eau.

5- Demande biochimique en oxygène (DBO)

➤ **Définition**

La demande biochimique en oxygène est la concentration, en masse d'oxygène dissous, consommée pour l'oxydation par voie biochimique des matières organiques contenues dans l'échantillon, dans les conditions de l'essai.

Déterminer après incubation de n jours la concentration en oxygène dissous en mg/L.

➤ **Méthodes respirométriques (dites manométriques)**

Cette technique présente un avantage important par rapport à la technique classique de dilution ; elle permet en effet d'être renseigné en continu grâce à un enregistrement cumulé de la DBO 5, ce qui donne des précisions intéressantes sur les cinétiques des réactions.

➤ **Principe**

La diminution de l'oxygène consommé lors de la biodégradation d'un échantillon provoque une diminution de pression mesurée à l'aide d'un manomètre.

L'échantillon d'eau introduit dans une enceinte thermostatée est mis à incuber en présence d'air. Les micro-organismes présents consomment l'oxygène dissous qui est remplacé en permanence par de l'oxygène en provenance du volume d'air situé au-dessus de l'échantillon. L'anhydride carbonique formé est piégé par de l'hydroxyde de potassium.

➤ **Mode opératoire**

Le dosage de la DBO5 est effectué en incubant un échantillon d'eau enfermée à l'abri de la lumière et maintenu pendant 5 jours à 20°C.

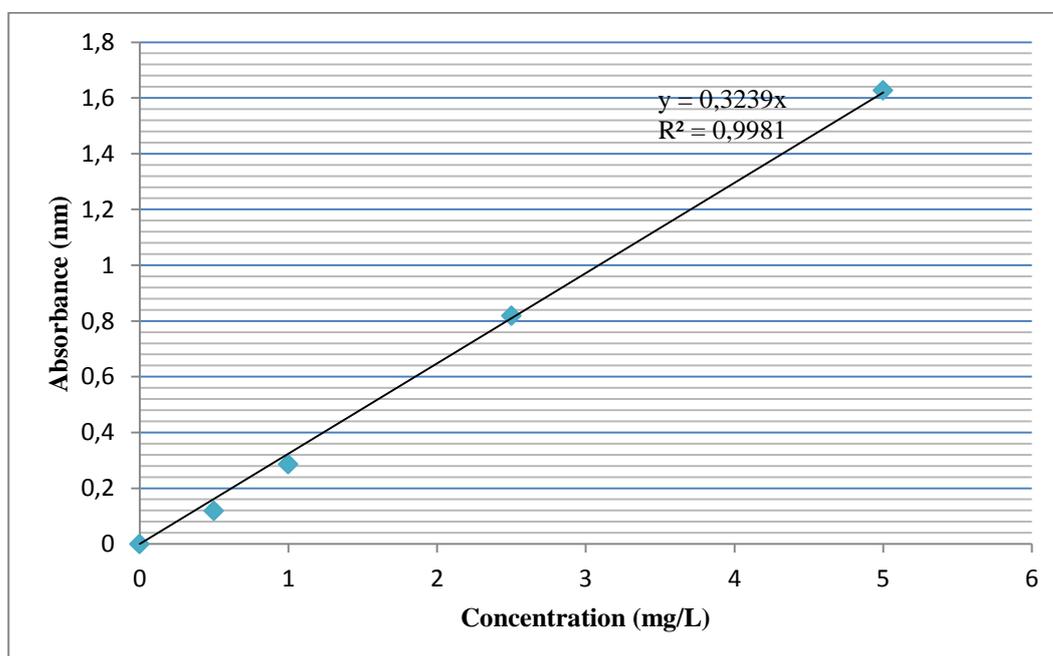
- Mesurer un volume de l'échantillon (250ml).
- Placer le contenu dans les flacons.
- Mettre 6 pastilles de NaOH dans les flacons, puis remettre les bouchons.
- Presser sur les touches M et S jusqu'à l'affichage du double zéro (M et S sont des mémoires qui enregistrent respectivement la DBO5 et DBO journalière).
- Introduire les flacons dans l'incubateur, à une température de 20° C.
- Après 5 jours faire la lecture en appuyant sur les touches M et S.

La mesure est effectuée à l'aide d'un appareil manométrique de DBO de type OXITOP IS6.

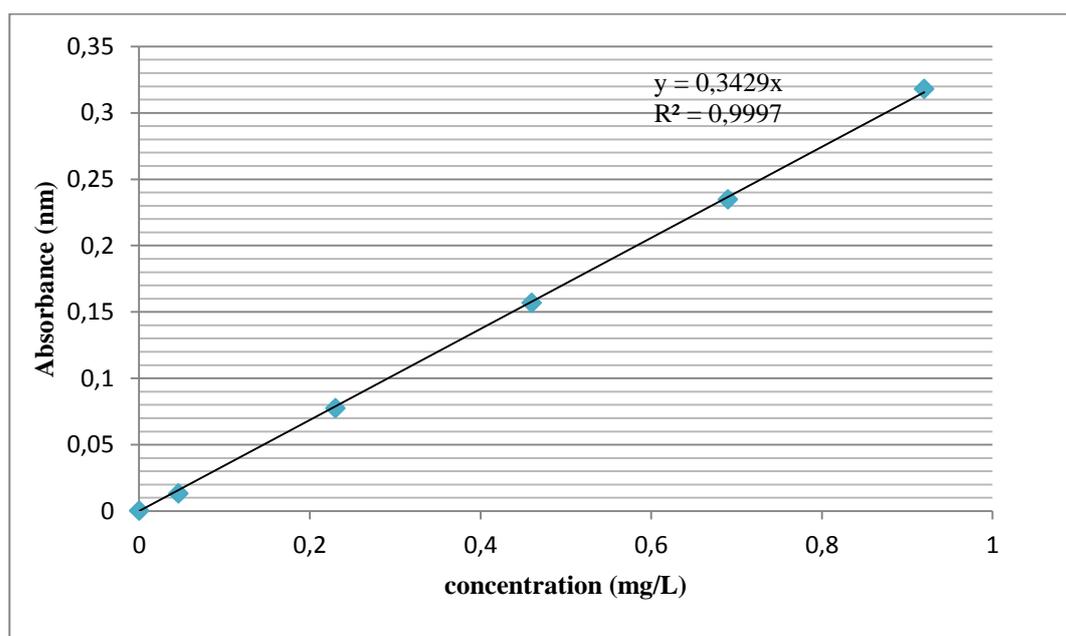
Annexe II

+ Courbes d'étalonnages

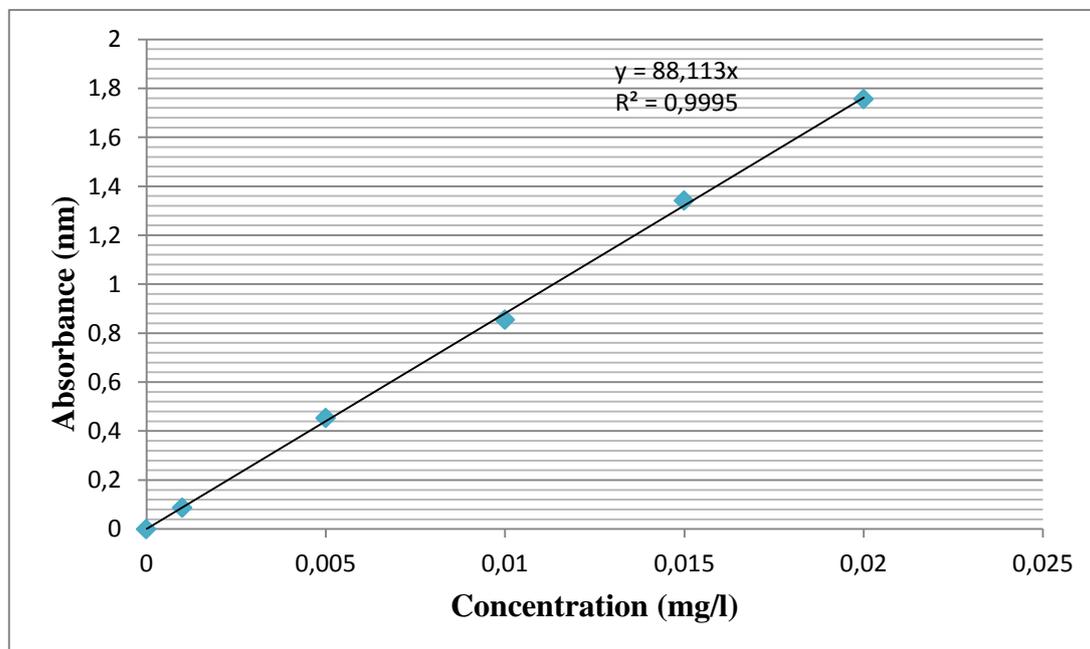
1. Courbe d'étalonnage de Nitrate



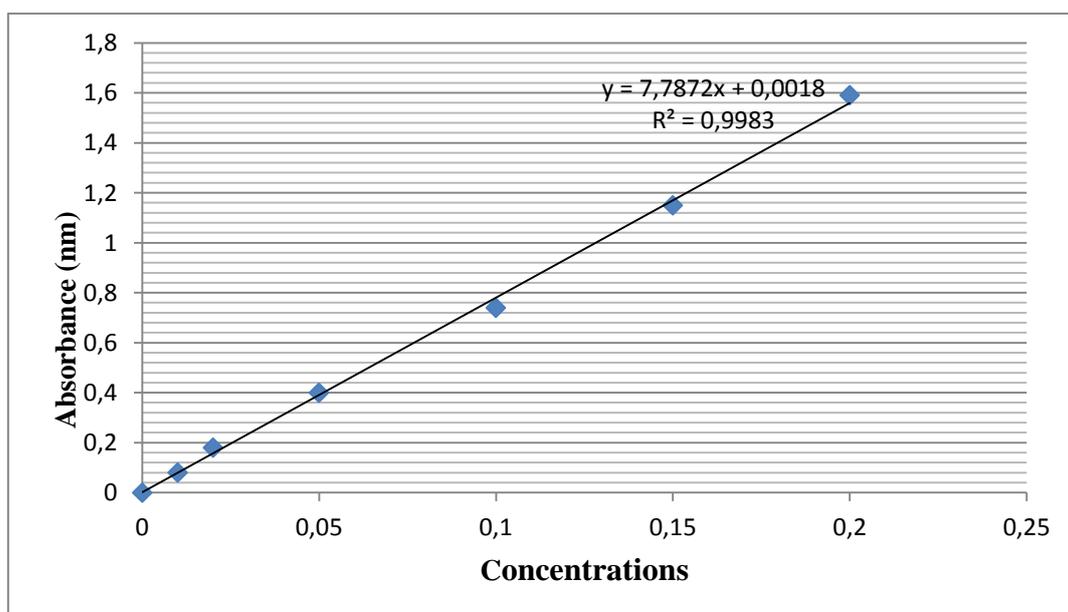
2. Courbe d'étalonnage des Nitrites



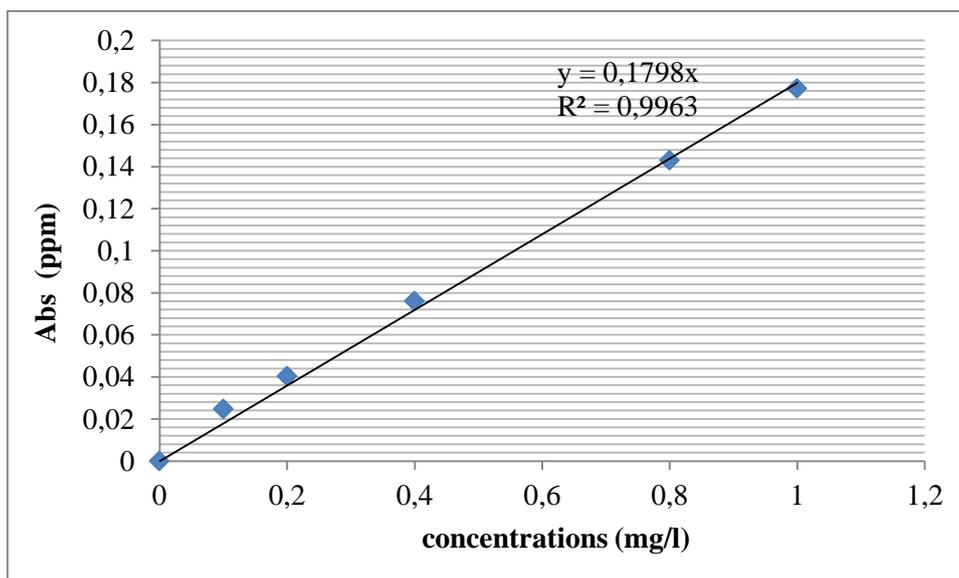
3. Courbe d'étalonnage des Orthophosphates



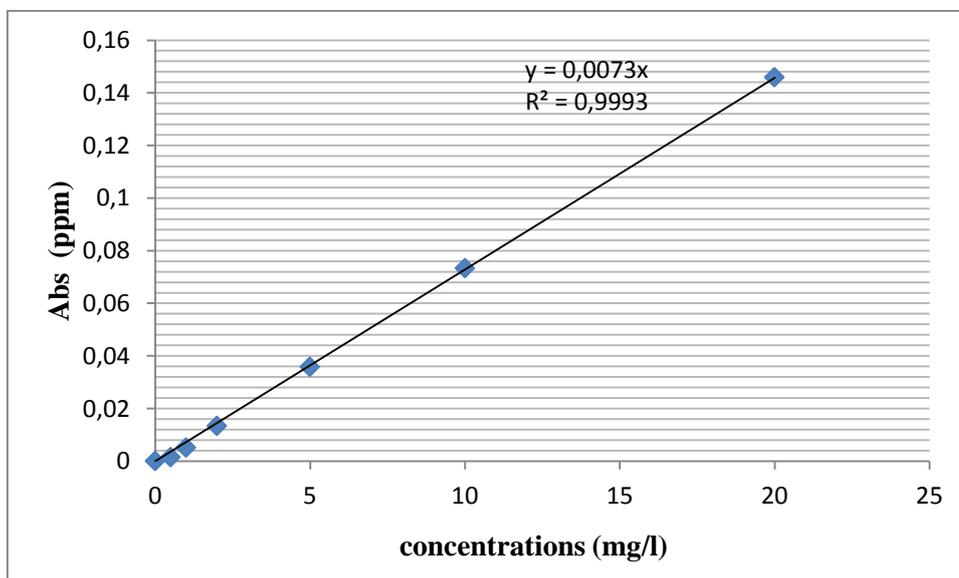
4. Courbe d'étalonnage de l'ammonium



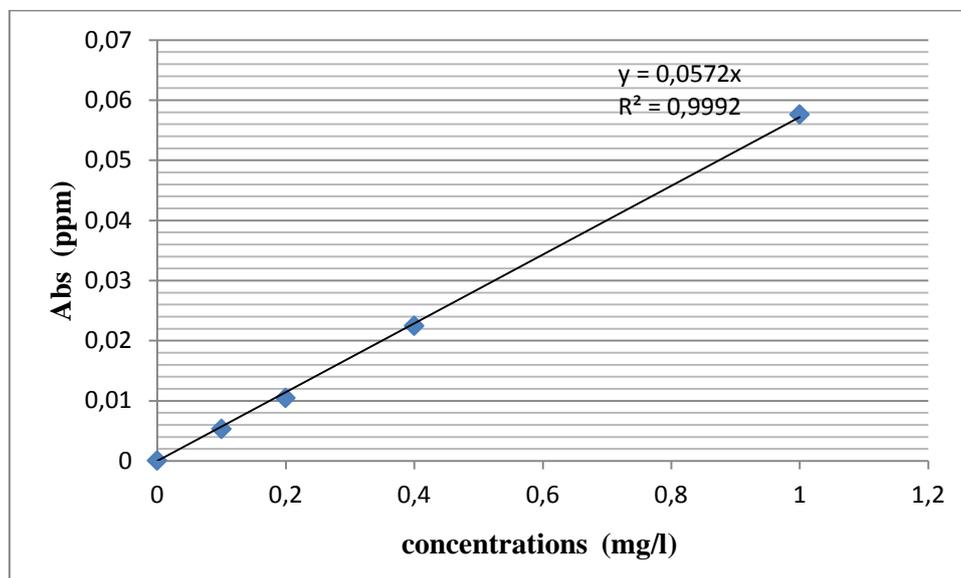
5. courbe d'étalonnage du zinc



6. courbe d'étalonnage du plomb



7. Courbe d'étalonnage du cadmium



Annexe III

Les résultats de l'analyse statistique de la variance (ANOVA) des paramètres physicochimiques par le logiciel STATISTICA (version 0.7).

✚ T et pH

Univariate Tests of Significance for T (Spreadsheet2)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	4248,427	1	4248,427	16312,92	0,000000
ST	6,611	3	2,204	8,46	0,007293
Error	2,083	8	0,260		

Univariate Tests of Significance for PH (Spreadsheet4)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	779,4020	1	779,4020	415681,1	0,000000
ST	0,1943	3	0,0648	34,5	0,000063
Error	0,0150	8	0,0019		

✚ CE

Univariate Tests of Significance for CE (Spreadsheet6)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	2676241	1	2676241	72658,12	0,000000
ST	55122	3	18374	498,84	0,000000
Error	295	8	37		

✚ NO₃⁻

Univariate Tests of Significance for NO3 (Spreadsheet9)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	22302,53	1	22302,53	264901,8	0,000000
ST	85,93	3	28,64	340,2	0,000000
Error	0,67	8	0,08		

✚ NO₂⁻

Univariate Tests of Significance for NO2 (Spreadsheet12) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition						
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p	
Intercept	1,122408	1	1,122408	806,5210	0,000000	
ST	0,119158	3	0,039719	28,5409	0,000127	
Error	0,011133	8	0,001392			

✚ NH₄⁺

Univariate Tests of Significance for NH4 (Spreadsheet14) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition						
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p	
Intercept	13,65333	1	13,65333	5591,809	0,000000	
ST	13,92033	3	4,64011	1900,387	0,000000	
Error	0,01953	8	0,00244			

✚ PO₄³⁻

Univariate Tests of Significance for PO4 (Spreadsheet16) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition						
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p	
Intercept	110,5347	1	110,5347	118,5210	0,000004	
ST	39,4948	3	13,1649	14,1161	0,001465	
Error	7,4609	8	0,9326			

Seuil de signification :

P > 0.05 : non significatif ; P < 0.05 : significatif ; P < 0.01 : très significatif ; P < 0.001 : hautement significatif.

<p>Réalisé par : Boumahrouk Amel Boumaza Cherifa</p>	<p>Encadreur : Amira W. Date de soutenance : 01-07-2017</p>
<p align="center">Thème : Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et de la contamination métallique (Cd, Pb et Zn) des eaux de l'Oued Nil (Jijel)</p>	
<p>Résumé Le but de cette étude est d'évaluer la qualité physicochimique des eaux de l'Oued Nil. des prélèvements d'eau ont été effectués au mois d'Avril à partir de quatre stations réparties le long de l'Oued. Le travail consiste à : 1) L'étude des caractéristiques physicochimique de l'eau (T, pH, CE, NO₂⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, PO₄³⁻ et BDO₅). 2) Le dosage des éléments traces métalliques : Pb, Cd et Zn par (SAA). Les résultats obtenus montrent que la T, pH, CE, DBO₅ et Zn répondent aux normes d'interprétation de la qualité des eaux d'après la grille (SEQ-Eau), alors que NO₂⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, PO₄³⁻, Cd et Pb sont réparties dans les classes de moyenne à très mauvaise qualité. cela est attribué aux différentes activités anthropiques (l'agriculture et les rejets domestiques) Mots clés : Eléments traces métalliques, pollution, Oued Nil, paramètres physicochimiques.</p>	
<p>Abstract The aim of this study is to evaluate the physicochemical quality of the Nil river. Water sampling was carried out in April from four stations along the river. The work consists in : 1) Study of the physicochemical characteristics of water (T, pH, EC, NO₂⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, PO₄³⁻ and BDO₅). 2) Determination of metallic trace elements of three metals: Pb, Cd, Zn by (SAA). The results obtained show that the T, pH, CE, BOD₅ and Zn catered the standards for interpreting water quality according to the grid (SEQ-Water), while NO₂⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, PO₄³⁻, Cd and Pb are distributed in the middle to very poor quality classes. This is attributed to the various anthropogenic activities (agriculture and domestic discharges) Keywords: Trace elements metallic, pollution, Nil river, physicochemical parameter.</p>	
<p align="right">ملخص:</p> <p>الغرض من هذه الدراسة هو تقييم الجودة الفيزيوكيميائية لمياه واد النيل. عينات المياه أخذت في أبريل من أربع محطات على طول الواد. ويتكون العمل من : 1) دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية للمياه (درجة الحرارة، درجة الحموضة، الناقلية الكهربائية، NO₂⁻، NO₃⁻، NH₄⁺، PO₄³⁻، BOD₅). 2) تحديد العناصر المعدنية : الرصاص، الكاديوم و الزنك بواسطة (SAA). أظهرت النتائج المتحصل عليها أن T، ودرجة الحموضة، CE، BOD₅ والزنك تلبية معايير الجودة (SEQ المياه)، في حين NO₂⁻، NO₃⁻، NH₄⁺، PO₄³⁻، Cd، Pb تتوزع على الأقسام من معتدل الى جد سيئ. ويرجع هذا إلى مختلف الأنشطة البشرية (الزراعة و النفايات المنزلية) كلمات البحث: العناصر المعدنية، التلوث، وادي النيل، المعلمات الفيزيوكيميائية.</p>	