



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Blida 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie et Physiologie Cellulaire

Mémoire de fin d'études

En Vue de l'Obtention Du Diplôme de Master II

Filière : Hydrobiologie Marine et Continentale

*Option : Biodiversité et fonctionnement des Ecosystèmes. Restauration des
Milieux Aquatiques Continentaux*

Thème

***Etude des paramètres physico-chimiques et microbiologiques des
eaux de l'oued Nador de la wilaya de Tipaza***

Présenter par : Melle SMAIL Meriem

Devant le jury :

<i>Mme KhettarS.</i>	<i>MAA</i>	<i>U Blida1</i>	<i>présidente</i>
<i>Mme Radi N.</i>	<i>M AA</i>	<i>U Blida1</i>	<i>Examinatrice</i>
<i>Mme El Mahdi I.</i>	<i>MAA</i>	<i>U Blida1</i>	<i>promotrice</i>
<i>Mr Medjiah T.</i>	<i>Chef d'exploitation STEP Chenoua</i>		<i>Co-promoteur</i>

Année Universitaire : 2016/2017



Remerciements

Avant tout, je remercie Allah tout puissant qui m'a guidé tout au long de ma vie, qui m'a donné le courage et la patience pour passer tous les moments difficiles, qui m'a permis d'achever ce travail et de pouvoir le mettre entre vos mains aujourd'hui.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de **Mme EL MAHDI IBTISSEM**, je la remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant la préparation de ce mémoire.

Merci à **Mr MEDJIAH TOUFIK**, mon Co-promoteur pour ses conseils précieux et ses orientations afin de mener ce travail.

Je suis consciente de l'honneur que nous a fait **Mme KHETTAR S**, En étant présidente du jury et **Mme RADI N**, d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Je tiens également à exprimer toute mes reconnaissances à l'ensemble du personnel du laboratoire STEP pour leur accueil, leur coordination et leur supervision tout au long de ce stage.

Aux personnels de laboratoire d'hygiène de la wilaya de Tipaza, pour leurs aides précieuses et leurs gentilleses.

A l'ensemble des enseignants de département Biologie qui ont contribué à notre formation durant les années d'études.

Enfin, il me serait difficile de remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à rédiger ce travail.



Dédicace

*Avant tout, je dois remercier Dieu le tout puissant qui m'a donné
l'envie et la force pour mener à terme ce travail.*

Je tiens à dédier ce mémoire à

Mes très chères parents qui m'ont soutenus et encouragé.

Mes frères et sœurs et leurs enfants

A mon amie que j'ai perdue paix ai son âme « fouziya »

*toutes les fleurs de mon cœur : Soraya, Amal, Amina, Sara,
Nadia,lamai, Nafisa, Salma,roukaya*

Sans oublier mon ami :ABD ALLAH

*A Toute ma famille surtout mon oncle Mustapha
et sa famille.*

Résumé

résumé

Notre travail d'étude consiste à déterminer la qualité physico-chimiques et bactériologiques de l'eau d'Oued Nador par réalisation des analyses physico-chimiques et bactériologiques. Dans ce contexte, fait trois prélèvements pour être analysés.

Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence une forte charge organique au niveau de l'oued comme en témoignent les valeurs des principaux paramètres : Demande Chimique en Oxygène (422,33mg/l, 372,83 mg/l et 100mg/l), Matières En Suspension (243,5 mg/l, 181,83mg/l et 66,83mg/l) et Ammonium (20,2 mg/l, 15,91mg/l et 9,14mg/l). Les eaux des stations d'étude peuvent être qualifiées de très mauvaises qualités selon la grille d'évaluation de la qualité des eaux.

Les analyses physicochimiques ont révélé que le potentiel hydrogène tend vers l'alcalinité, la température moyenne oscille entre 21,78°C, 21,74°C et 21,4°C et la conductivité électrique varie entre 1886 µS/cm 1383,83µS/cm 1672,66µS/cm. Ces résultats se situent dans les normes algériennes relatives aux eaux de surfaces (2011).

Les résultats bactériologiques obtenus montrent la présence d'un taux très élevé en coliformes totaux (4633,33UFC/100ml, 4130UFC/100ml et 3133,33 UFC/100ml) et les bactéries anaérobies sulfite-réductrices sont indénombrables dans les deux sites de prélèvements un et deux. Par contre le troisième site varie entre 42spores et 60 spores, montrant ainsi une contamination fécale très forte.

Le rapport des coliformes fécaux/streptocoques fécaux est supérieur à 4, la contamination est par conséquent d'origine humaine due aux rejets des eaux usées domestiques non traitées dans l'oued ainsi que les débordements des réseaux d'égouts.

Mots clés : oued Nador, eau, pollution, analyses physico-chimiques et bactériologiques.

summary

Our research consists in determining the quality of the water of wad Nador by performing physicochemical and bacteriological analyzes. In this context, water sampling was carried out at three study stations for analysis.

The results obtained made it possible to demonstrate a high organic load at the river, as shown by the values of the main parameters: Chemical Oxygen Demand (422.33 mg / l, 372.83 mg / l and 100 mg / l) (243.5 mg / l, 181.83 mg / l and 66.83 mg / l), and Ammonium (20.2 mg / l, 15.91 mg / l and 9.14 mg / l). This pollution indicates the absence of the self-purifying phenomenon. The water of the study stations can be classified as very poor according to the water quality evaluation system.

The analyzes revealed that the hydrogen potential tends towards alkalinity, the mean temperature oscillates between 21.78°C, 21.74°C and 21.4°C and the electrical conductivity varies between 1886 $\mu\text{S} / \text{cm}$ 1383.83 $\mu\text{S} / \text{cm}$ 1672.66 $\mu\text{S} / \text{cm}$. These results are in the Algerian standards for surface water (2011).

The bacteriological results obtained show the presence of a very high ratio of total coliform (4633.33UFC/100ml, 4130UFC/100ml and 3133.33 CFU/100ml) and the anaerobic sulphito-reducing bacteria are uncountable at the sites one and two, on the other hand the third site varies between 42 spores and 60 spores, thus showing a very strong fecal contamination.

The ratio of fecal Coliforms/fecal streptococci is greater than 4, therefore the contamination is caused by human waste due to the discharge of untreated domestic wastewater into the river and the overflows of the sewage systems.

Keywords: Wad Nador, water, pollution, physic-chemical analysis and bacteriology.

ملخص

يهدف بحثنا الى اظهار نوعية المياه السطحية لواد الناظور ,والمتمثل في التحاليل الفيزيوكيميائية والبكتريولوجية وفي هذا السياق، تم أخذ عينات من ثلاث محطات مختلفة لدراسة تحاليلها.

النتائج المتحصل عليها تثبت وجود مواد عضوية بكثرة في الوادي ويتضح لنا هذا من قيم التالية: الطلب الكيميائي للأكسجين (422.33ملغ/ل، 372.83 ملغ/ل، و 100 ملغ/ل)، المواد الصلبة العالقة (243.5ملغ/ل، 181.83ملغ/ل و 83.66 ملغ /ل) والامونيوم (20.2 ملغ /ل , 15.91 ملغ /ل و 14.9 ملغ /ل) وهذا يدل على وجود تلوث ناتج عن غياب ظاهرة التطهير الذاتي. ويمكن تصنيف مياه محطات المدروسة على أنها ذات نوعية سيئة للغاية وفقا لشبكة تقييم نوعية المياه.

تبين التحاليل أن إمكانات الهيدروجين يميل إلى القلوية، ويبلغ متوسط درجة الحرارة ما بين 21,78° و 21,74° و 21,4 درجة مئوية، والناقلية الكهربائية تتراوح ما بين 1886 µS /سم 1383.83 µS /سم و 1672.66 µS /سم. هذه نتائج في المعايير الجزائرية للمياه السطحية. الجريدة الرسمية (2011)

أظهرت النتائج البكتريولوجية وجود مجموع القولونيات عالي جدا، 4633,33 UFC /100مللو 4130 UFC /100مللو 3133,33 UFC /100ملل والبكتيريا اللاهوائية سو لفيثو. تقليص لا تعد ولا تحصى في عينات المأخوذة من موقعين الأول والثاني. بينما الموقع الثالث يتراوح بين 42 و 60 جرثوم، مما يدل على تلوث برازي عالي. نسبة البراز القولونية /العقديات البرازية أكبر من 4، مما يدل على أن التلوث ذو مصدر إنساني وهذا راجع إلى تصريف مياه الصرف الصحي الغير المعالجة بشكل صحيح والمنزلي في الواد واختلال في شبكات الصرف الصحي.

الكلمات المفتاحية: وادي الناظور، المياه السطحية، التلوث، التحليل الفيزيوكيميائية، والبكتريولوجية.

Liste des abréviations

ASR : Anaérobie Sulfito-Réducteurs.

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydriques.

BEA : Bile Esculine Agar

CE : Conductivité Electrique

CF : Coliformes Fécaux

CT : Coliformes Totaux

DBO₅ : Demande Biochimique en Oxygène Pendent 5 jours

DCO : Demande Chimique en Oxygène

IPO : Indice de Pollution Organique

IQM : Indice de Qualité Microbiologique

ISO : International Organization for Standardization (Organisation Internationale de Normalisation).

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

MES : Matières En Suspension

MTH : Maladies à Transmission Hydrique.

NA : Norme Algérienne

NF : Norme Française

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PNUE : Programme des Nations Unies pour L'environnement

P: prélèvements

S1: station 1

S2: station 2

S2: station 3

SF : Streptocoques Fécaux

STEP : Station d'Epuration

TTC : Chlorure Triphényl 2,3, 5, Tétrazolium

UFC : Unité Formant Colonie

Liste des Tableaux

Tableau I : Principales maladies d'origine hydrique et leurs agents pathogènes.....	4
Tableau II: Grille de qualité.....	10
Tableau III : Grille de la qualité (IQM).....	11
Tableau IV : Paramètres physiographiques du bassin versant de l'oued Na.....	13
Tableau V : Humidité relative moyenne mensuelle de la région	14
Tableau VI : Volume d'échantillon d'après la DCO.....	21
Tableau V II: Coefficient de biodégradabilité.....	22
Tableau VIII: résultats des analyses physico-chimiques	Annexe II
Tableau IX: Qualité des eaux en fonction de la conductivité électrique.....	30
Tableau X : Résultats du rapport DCO/DBO ₅	33
Tableau XI : Teneurs des nitrates.....	33
Tableau XII : Valeurs des IPO et Niveau de la pollution organique	36
Tableau XIII : Résultats des analyses bactériologies	Annexes II
Tableau XIV: Résultats de rapport CF /SF.....	41
Tableau XV : Résultats de l'Indice de la Qualité Microbiologique (IQM).....	42

Listes des Figures

Figure1 : Situation Géographique de l'oued Nador	12
Figure 2 : pluies moyennes maximales journalières de bassin versant d'oued Nador..	14
Figure 3 : Photo de la station 1 de prélèvement (originale).....	15
Figure 4 : Photo de la station 2 de prélèvement (originale).....	16
Figure 5 : Photo de la station 3 de prélèvement (originale).....	16
Figure 6 : Variation Spatio-temporelle de la Température.....	27
Figure 6 : Variation Spatio-temporelle du Potentiel Hydrogène.....	28
Figure 7 : Variation Spatio-temporelle de la Conductivité Electrique	29
Figure 8 : Variation Spatio-temporelle des MES.....	30
Figure 9 : Variations Spatio-temporelles de la DCO.....	31
Figure 10 : Variation Spatio-temporelle de DBO ₅	32
Figure 11 : Variation Spatio-temporelle de Nitrite	34
Figure 12 : Variation Spatio-temporelle d'Ammonium	35
Figure 13 : Variation des Coliformes Totaux.....	37
Figure 14 : Variation des Coliformes Fécaux.....	38
Figure15 : Variation des Streptocoques Fécaux.....	39

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Résumé

Introduction générale..... 1

Etude bibliographique

Chapitre I : généralité sur les eaux de surface

I-1 Généralité sur les eaux de surface 2

I-1-1 Ressources des eaux 2

I-1-2 Eaux superficielles..... 3

I-1-3 Différents type des eaux de surface 3

I-1-4 Maladies à Transmission Hydrique (MTH)..... 4

I-2 Pollution de l'eau..... 5

I-2 -1 Origines des pollutions des eaux..... 5

I-2-2 Principaux types de pollution 6

I-3 Procédés de traitement des eaux brutes 8

I-3-1 Etapes de traitement 8

I-4 Critères de classification des eaux de surface 10

I-4-1 Indice de pollution organique 10

I-4-2 Indice de contamination microbiologique 11

Partie expérimentale

Chapitre II : Matériel et méthodes

II - Description de la zone d'étude et choix des stations de prélèvement.....	12
II-1 Description de la zone d'étude.....	12
II-1-1 Situation géographique	12
II-1-2 Caractéristiques du bassin versant de l'oued Nador	13
II-1-3 Données climatiques générales	13
II-2 Choix des stations de prélèvement	14
II-3 Matériel.....	17
II-3-1 Matériel non biologique	17
II-4 Methodes.....	17
II-4-1 Méthodes de prélèvement	17
II-4-2 Méthodes d'analyse physico-chimiques.....	17
II-4-3Méthodes d'analyses bactériologiques	24

Chapitre III : résultats et discussion

III-1 Résultats des analyses physico-chimiques.....	27
III-1-1 Paramètres physiques	27
III-1-2 Paramètres chimiques.....	31
III-1-3- Paramètres de pollution	33
II-2 Résultats des analyses microbiologiques.....	36

Références bibliographique

Annexes



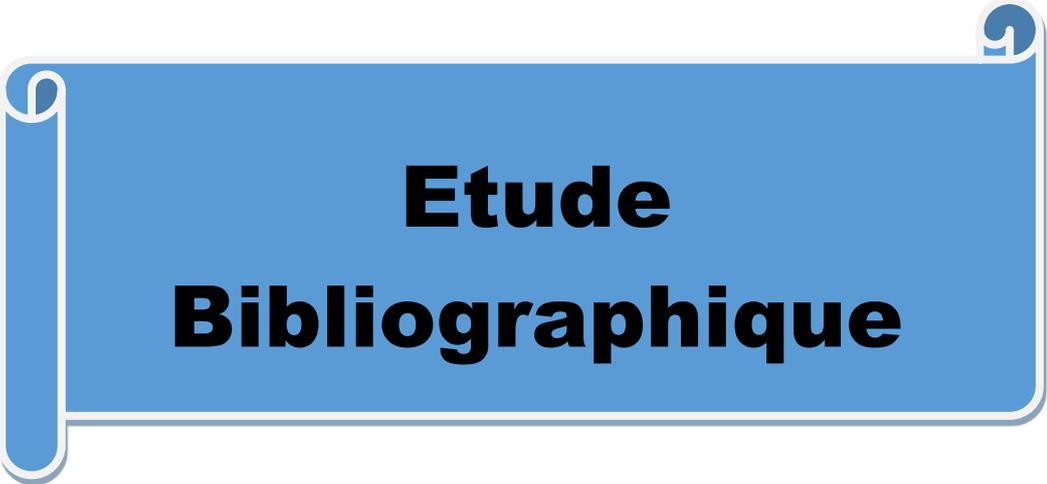
Introduction

Introduction générale

L'eau douce renouvelable 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**). Industrialisation, 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**).

Une eau destinée à la consommation humaine est potable lorsqu'elle est exemptée d'éléments chimiques et/ou biologiques susceptibles, à plus ou moins long terme à la santé des individus. Par conséquent, et en fonction des caractéristiques de l'eau brute destinée à la production d'eau potable, la mise en place de traitements spécifiques s'avère le plus souvent nécessaire afin de répondre aux exigences réglementaires établies par les organismes de la santé publique (**John et Donald, 2010**).

Vue cette importance majeure, nous avons essayé d'étudier et évaluée la qualité physico-chimique et bactériologique de trois stations sur l'oued Nador de la wilaya de Tipaza dans trois mois (Avril, Mai, Juin)et ceci dans le but d'apprécier l'évolution de sa qualité. Ce manuscrit est divisé en deux parties partie bibliographique et la partie expérimentale.

A blue horizontal scroll graphic with a white outline and a white shadow. The scroll is partially unrolled, with the top and bottom edges curving upwards. The text is centered on the scroll.

Etude Bibliographique

I-1- Généralités sur les eaux desurface

L'eau est un composé chimique simple, liquide à température et pression ambiantes. À pression ambiante (1 atmosphère), l'eau est gazeuse au-dessus de 100°C et solide en dessous de 0°C. Sa formule chimique est H₂O, c'est-à-dire que chaque molécule d'eau se compose d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène (**Abdesselem, 1999**).

L'eau se trouve presque partout sur la terre et elle est vitale pour tous les organismes vivants connus. Près de 70% de la surface de la terre est recouverte d'eau, essentiellement sous forme d'océans. Une étendue d'eau peut être un océan, une mer, un lac, un étang, une rivière, un ruisseau, un canal. La circulation de l'eau au sein des différents compartiments terrestres est décrite par son cycle biogéochimique, le cycle de l'eau (**Bertrand, 2008**).

I-1-1- Ressources des eaux

Les réserves disponibles d'eaux naturelles sont constituées des eaux souterraines (Infiltration, nappes), des eaux de surface retenues ou en écoulement (barrages, lacs, rivières) et des eaux de mer (**Jean-Claude 1983**).

Le total des ressources : 2.10⁹ km³ dont 97% en Mer et Océans....

Donc reste 3% qui se trouvent ailleurs et qui est de l'eau principalement non salée. Dans ces 3% il y a :

- ✓ 18 % d'eaux profondes inexploitable.
- ✓ 77 % de glaces.
- ✓ 5 % autres constitué :
 - 3.5 % dans les êtres vivants
 - 1 % dans les rivières
 - 5.5 % dans l'atmosphère
 - 20 % eaux souterraines superficielles
 - 30 % lacs salés
 - 40 % lacs eaux douces (**Papa, 2005**).

I-1-2 Eaux superficielles

Elles sont constituées par toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents. Elles ont pour origine les eaux de ruissellement ou les nappes profondes dont l'émergence constitue une source de ruisseau puis de rivière (**Jean-Claude 1983**).

Ces eaux se rassemblent en cours d'eau caractérisés par une surface de contact eau-atmosphère en mouvement et une vitesse de circulation appréciable. Elles peuvent se trouver stockées en réserves naturelles (étangs, lacs) ou artificielles (retenues, barrages) caractérisées par une surface d'échanges eau-atmosphère quasiment immobile, une profondeur qui peut être importante et un temps de séjour souvent élevé (**Guilbert, 2000**).

1-1-3 Différents type des eaux de surface

Il existe plusieurs types de surface

- ❖ **Lacs** : ils sont constitués de bassins naturels, de retenues d'eau, ce qui a pour effet
 - De réduire la turbidité des eaux étant donné que, grâce à leur faible turbulence, les MES ont tendance à se déposer au fond.
 - De réduire également la concentration des bactéries et des virus pathogènes dans ces eaux, grâce à l'effet combiné de sédimentation et les longs séjours de l'eau dans les lacs, là où les conditions sont peu favorables à la survie de ces organismes, qui sont généralement d'origine intestinale.
 - D'accroître la concentration de certains sels nutritifs comme le phosphore, l'azote, ce qui provoque l'eutrophisation des lacs (**Briere, 2000**).
- ❖ **Oueds** : dans les régions basses et en plaine, les cours d'eau prennent l'allure d'un oued, qui se jette les uns dans les autres et donnent naissance aux fleuves.

Les oueds se caractérisent par l'irrégularité de leur débit au cours de l'année. Ce dernier dépend de multiples facteurs. Les oueds présents en Algérie sont des cours d'eau le plus souvent intermittent des régions sèches. Ils sont toujours caractérisés par des eaux qui sont nettement moins turbulente et à la température plus variable (**Dussart, 1966**).
- ❖ **Etangs** : un étang est une surface d'eau peu profonde (moins de 6 cm), à très faible écoulement. La masse liquide se renouvelle très lentement (**Bachasson, 1997**).

I-1-4 Maladies à Transmission Hydrique (MTH)

Selon l'OMS (2006), L'eau est le principal énergisant de toutes les fonctions du corps. Elle constitue en raison de son pouvoir de dissolution et de sa grande mobilité, un véhicule pour de nombreux microorganismes, bactéries, virus et protistes. Environ 5 millions de décès étaient imputables à une eau de mauvaise qualité, qui transmet le choléra, la fièvre typhoïde et notamment les diarrhées ou les gastroentérites. Le tableau suivant résume les principales maladies d'origine hydrique.

Tableau I : Principales maladies d'origine hydrique et leurs agents pathogènes.

Origine	Maladies	Germes responsables
Bactérienne	<ul style="list-style-type: none"> • Fièvres typhoïdes • Fièvres, infection pulmonaires insuffisances rénales • Dysenterie bacillaire • Choléra • Gastro-entérites Aigues 	<ul style="list-style-type: none"> • Salmonella • Legionella • Shigella • Vibrio cholerae • Escherichia coli, Salmonella, Shigella
Virale	<ul style="list-style-type: none"> • Hépatites • Poliomyélite • Gastro-entérites Aigues 	<ul style="list-style-type: none"> • Virus hépatiques • Virus poliomyélique • Virus de Norwalk, Rotavirus, Entérovirus
Parasitaire	<ul style="list-style-type: none"> • Dysenterie amibienne • Gastro-entérites 	<ul style="list-style-type: none"> • Entamoeba histolytica • Giardia lamblia, Cryptosporidium

(Besseier, 2005)

I-2 Pollution de l'eau

La pollution des eaux est définie comme toute modification physique ou chimique de la qualité des eaux, qui a une influence négative sur les organismes vivants ou qui rend l'eau inadéquate aux usages souhaités. Donc on dit que l'eau est polluée, lorsque sa composition ou son état est directement ou indirectement modifié par l'action de l'homme (**Ezziane, 2007**).

I-2-1 Origines des pollutions des eaux

La pollution des eaux provient essentiellement des activités domestiques et industrielles ainsi que des précipitations, elle perturbe les conditions de vie de la flore et la faune aquatiques, elle compromet également l'utilisation de l'eau et l'équilibre du milieu aquatique.

On distingue quatre grandes catégories d'eaux usées : les eaux domestiques, les eaux pluviales, les eaux industrielles et les eaux agricoles (**Gommella et Gurree, 1983**).

➤ Eaux domestiques

Dans les eaux domestiques on distingue les eaux ménagères et les eaux vannes.

Eaux ménagères

Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique. Les eaux des cuisines contiennent des matières insolubles (terre, débris divers), des matières extraites des aliments (organiques ou minérales) ainsi que les graisses provenant de la cuisson, par exemple : les eaux des salles de bains, les eaux des machines à lessiver qui renferment des savons et des détergents et des eaux de lavages des locaux qui sont riches en particules solides (terre, sable, etc.) et surtout en détergents et désinfectants (eaux de javel, produit de base de chlore ou d'ammoniaque,...) (**Baghdad et Chadouli, 2010**).

Eaux des vannes

Il s'agit des rejets de toilettes, chargés de diverses matières organiques azotées et des germes fécaux (**Baghdad et Chadouli, 2010**).

➤ Eaux pluviales

Elles peuvent constituer la cause de pollution importante des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumée industrielles), puis en ruissellent, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles des vidanges, carburants, résidus de pneus et métaux lourds...) (**Ezziane, 2007**).

➤ **Eaux industrielles**

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques, leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre en plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micros polluants organiques des hydrocarbures. Certaines d'entre elles doivent faire l'objet d'un pré traitement de la part des industries avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte, elles sont mêlées aux eaux domestiques que l'or qu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des usines de dépollution (**Paul, 1998**).

➤ **Eaux agricoles**

Sont particulièrement chargées en nitrates et phosphates qui provoquent l'eutrophisation des cours d'eau entraînant la prolifération des algues qui, lors de leur putréfaction, consomment l'oxygène dissous dans l'eau ce qui va perturber l'autoépuration (**Ezziane, 2007**).

I-2-2 Principaux types de pollution

La composition des eaux usées est en fonction de nombreux paramètres :

- Propriété physico-chimique de l'eau potable distribuée ;
- Mode de vie des usagers ;
- Importance et le type des rejets industriels.

D'une manière générale la pollution des eaux se manifeste sous les formes principales suivantes (**Raymond, 1997**) :

➤ **Pollution organique**

La pollution organique constitue la partie la plus importante, et comprend essentiellement des composés biodégradables. Ces composés sont de diverses origines (**Bechac et Boutin, 1984**) :

Origine urbaine

Les protides (les protéines) : qui représentent tous les organismes vivants qui sont de nature protéique telle que les animaux, les bactéries et même les virus. Ces protéines subissent une décomposition chimique au contact de l'eau (hydrolyse) en donnant des acides aminés.

Les lipides (corps gras) : ce sont des éléments rejetés généralement par les eaux domestiques telles que les graisses animales, et les huiles végétales. Leur décomposition en milieu aérobie se traduit par une libération du CO₂, et en anaérobiose, il y a formation de CO₂ et CH₄.

Les glucides : à l'état simple, il s'agit des sucres alimentaires, le glucose, à l'état complet donnant les polysaccharides (**Ezziane, 2007**).

Origine industrielle

Ce sont les produits organiques toxiques tels que les phénols, les aldéhydes, les composés azotés, les pesticides, les hydrocarbures et les détergents : (**Bechac et Boutin, 1984**).

➤ Pollution minérale

Il s'agit principalement d'effluents industriels contenant des substances minérales tel que : les sels, les nitrates, les chlorures, les phosphates, les ions métalliques, le chrome, le cuivre et le chlore. Ces substances sont :

- Peuvent causer des problèmes sur l'organisme de l'individu.
- Affectent sérieusement les cultures (**Bechac et Boutin, 1988**).
- Perturbent l'activité bactérienne en station d'épuration.

➤ Pollution microbienne

Les bactéries, virus et autres agents pathogènes vivant dans les eaux souterraines composent ce que l'on appelle la pollution microbiologique. Elle vient généralement de décharges, d'épandages d'eaux usées, de l'élevage, de fosses septiques, de fuites de

canalisations et d'égouts, d'infiltration d'eaux superficielles, de matières fermentées ou du rejet d'eaux superficielle. Ces microorganismes nocifs peuvent générer des maladies graves dans les cas de contact ou d'ingestion de l'eau qui en est porteuse (**Paul, 1998**).

➤ **Pollution par les métaux lourds**

Parmi les métaux lourds dangereux pour la santé, il faut citer le plomb, le mercure, le cadmium, l'arsenic, le cuivre, le zinc et le chrome. Ces métaux se trouvent à l'état naturel dans le sol, sous forme de traces qui posent peu de problèmes. Cependant, quand ils sont concentrés dans des aires particulières, ils posent un grave danger. L'arsenic et le cadmium, par exemple, peuvent causer le cancer. Le mercure peut provoquer des mutations et des dégâts génétiques, tandis que le cuivre, le plomb et le mercure peuvent causer des lésions aux os (**Ezziane, 2007**).

I-3 Procédés de traitement des eaux brutes

Les ressources en eau douce de surface comme les cours d'eau fournissent une eau brute qui contient énormément de pollutions qui la rendent non potable ; l'élimination de ces polluants est indispensable. Dans ce but l'eau brute va subir un certain nombre de traitements nécessaires pour la rendent potable (**Aoubed, 2007**).

I-3-1 Etapes de traitement

Prétraitement

Ils ont but d'éliminer les éléments solides ou particulières les plus grossiers, susceptibles de gêner les traitements ultérieurs ou d'endommager les équipements : volumineux (dégrillage) (**Bechac et Boutin, 1988**).

➤ **Dégrillage**

Le dégrillage est la première étape d'une filière de traitement, qui consiste à retenir tous les gros déchets. Pour ce faire, un système de grille est mis en place, dont l'espacement dépend de la nature des déchets. Le dégrillage a pour objectif de protection de la station de traitement (**Aoubed, 2007**)

➤ **Déshuilage**

Permet d'éliminer les MES de taille importante ou de densité élevée (utilisation d'un décanteur classique). C'est étape indispensable notamment pour éviter le bouchage des canalisations et protéger les équipements contre l'abrasion. Ce dessablage est par décantation. Les sables extraits sont envoyés en décharge (**Bechac et Boutin, 1984**).

Traitement physico-chimique

➤ **Coagulation et Flocculation**

La coagulation et la flocculation sont au cœur du traitement de l'eau potable. Il s'agit ici du traitement secondaire que nous effectuons sur une eau brute suivant le dégrillage et le dessablage. Premièrement, nous ajoutons un coagulant, un produit qui aura pour effet de neutraliser la charge des particules colloïdales (responsables entre autres de la couleur et turbidité) de façon à ce qu'elles ne se repoussent plus les unes des autres.

Le coagulant est ajouté juste avant ou dans un bassin à mélange rapide pour aider à faire effet plus rapidement. Une fois cette étape accomplie, nous injectons un flocculant ou aide coagulant qui aura pour effet d'agglutiner toutes les particules devenues neutres c'est-à-dire les rassembler ensemble pour qu'elles forment des flocons assez gros pour sédimenter (couler au fond) par eux-mêmes. Cette étape a lieu dans un bassin à mélange plus lent de manière à ne pas briser les flocons une fois formés mais pour tout de même avoir un effet de diffusion (**Xavier, 2011**).

➤ **Decantation**

Après avoir les différentes petites particules en de beaucoup plus grosse, il va, maintenant falloir faire décanter tout ceci. Dans un corps d'eau immobile les particules en suspension plus lourdes que l'eau est soumise à leurs poids apparent, elles chutent lentement pour s'accumuler sur le fond : c'est la décantation (**Bechac et Boutin, 1984**).

➤ **Filtration**

La filtration est un procédé physique destinée à clarifier un liquide qui contient des matières solides en suspension en le passer à travers un milieu poreux.

L'eau est passée à travers un filtre qui intercepte les petites particules. Plus petites sont les mailles du filtre, plus petite doit être une particule pour passer. La filtration peut être

accomplie comme traitement tertiaire d'une eau brute, comme traitement secondaire d'une eau usée ou comme unique traitement si on parle d'une filtration transmembranaire.

Les filtres les plus communs dans les stations traitement d'eau sont les filtres au sable et à l'antracite. Les filtres s'assurent que l'eau qui en sort respecte les normes en vigueur (ou mieux) en ce qui concerne la turbidité (la couleur ayant été enlevée par l'étape précédente).

Les virus et bactéries peuvent toutefois passer au travers des filtres c'est pourquoi l'étape finale de désinfection est obligatoire (**Olivier et Pierre, 2010**).

➤ Désinfection

Afin d'éliminer les bactéries et les virus, certaines usines de production d'eau potable utilisent la production d'ozone. En effet, l'ozone est un gaz très instable car il est constitué de 3 atomes d'oxygène. C'est cette instabilité qui lui confère une capacité oxydante très importante. En oxydant toutes les substances organiques, l'ozone inactive les pesticides et les organismes pathogènes (virus et bactéries) (**Olivier et Pierre, 2010**).

La désinfection est le plus souvent effectuée au moyen de chlore. Selon l'OMS, 2 à 3 mg de chlore devraient être ajoutés à l'eau, le maximum étant de 5 mg/L.

I-4 Critères de classification des eaux de surface

I-4-1 Indice de pollution organique

L'indice de pollution organique (IPO) a été proposé pour la première fois par **Leclercq et Maquet, (1987)**, dont le principe est de répartir les valeurs des éléments polluants en 05 classes, de déterminer à partir de ses propres mesures le numéro de classe correspondant pour chaque paramètre pour en faire la moyenne. Les valeurs de cet indice sont en cinq classes représentant des niveaux de pollution s'étendant du moins pollué (classe 5) au plus pollué (classe 1) (tableau II). Cet indice permet d'apprécier la qualité organique des eaux.

Tableau II : Grille de qualité

Paramètres Classes	DBO ₅ mgO ₂ /l	Ammonium µg -N/l	Nitrites µg -N/l	IPO	Pollution organique
5	<2	<0.1	<5	5.0-4.6	Nulle

4	2-5	0.1-0.9	6-10	4.5-4.0	Faible
3	5.1-10	1-2.4	11-50	3.9-3.0	Modérée
2	10.1-15	2.5-6.0	51-150	2.9-2.0	Forte
1	>15	>6	>150	1.9-1.0	Très forte

(Leclercq et Maquet1987)

I-4-2 Evaluation de l'indice de contamination microbiologique

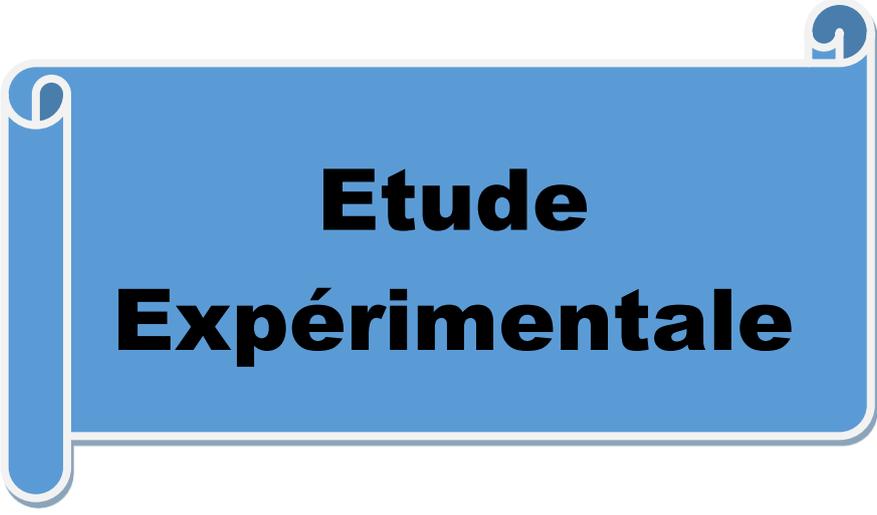
Comme pour les analyses chimiques, il est possible de calculer pour les cours d'eau un indice de contamination microbiologique à partir du dénombrement de différents germes dont les principaux, généralement associés à la pollution organique, sont les bactéries totales, les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux.

La méthode de traitement de données est basée sur l'indice de contamination fécale (Bovesse et depelchin 1980). Le principe est de répartir les valeurs des éléments polluants en 05 classes et de déterminer à partir de ses propres mesures le numéro de classe correspondant pour chaque paramètre pour en faire la moyenne (tableau III).

Tableau III : grille de la qualité (IQM)

Classe n°	Bact.tot. /ml	Colif. f. /ml	strepto.f./ml	IQM	Contamination fécale
5	<2000	<100	<5	4,3-5,0	Nulle
4	2000-9000	100-500	5-10	3,5-4,2	Faible
3	9000-45000	500-2500	10-50	2,7-3,4	Modérée
2	45000-360000	2500-20000	50-500	1,9-2,6	Forte
1	>360000	>20000	>500	1,0-1,8	très forte

(Bovesse et depelchin 1980).

A blue horizontal scroll graphic with a white border and a white shadow. The scroll is partially unrolled, with the top and bottom edges curving upwards. The text is centered on the scroll.

Etude Expérimentale

A blue scroll graphic with a white border and a white shadow. The scroll is partially unrolled, with the top and bottom edges curving upwards. The text is centered on the scroll.

Chapitre II Matériel et méthodes

Pour contribuer à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de l'oued Nador de la wilaya de Tipaza, nous avons réalisé des prélèvements sur une durée de trois mois (du mois d'avril au mois de juin 2017)

La totalité des analyses physico-chimiques ont été réalisées au niveau du laboratoire de la station d'épuration (STEP) de Chenoua, Tipaza.

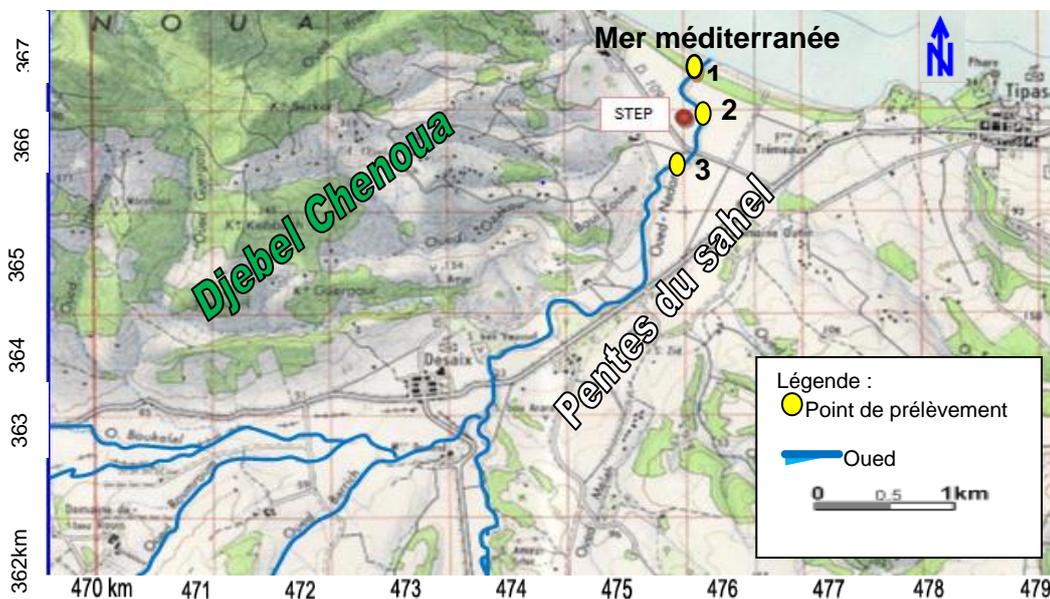
Les analyses bactériologiques ont été effectuées au niveau du laboratoire d'hygiène de la wilaya de Tipaza.

II - Description de la zone d'étude et choix des stations de prélèvement

II- 1 Description de la zone d'étude

II-1-1 Situation géographique

La basse vallée d'oued Nador située à 75 Km à l'ouest d'Alger, est une plaine alluviale faisant partie d'un grand ensemble littoral appelé sahel algérois. Elle est limitée à l'Ouest par le massif de Chenoua, au Sud et à l'est par les contreforts du Sahel et au nord par la mer méditerranéenne (**figure 1**)



Extrait de la carte topographique de Tipaza 1/50.000

Figure1 : Situation géographique de l'oued Nador (ANRH, Kolea)

II-1-2 caractéristiques du bassin versant de l’oued Nador

Les paramètres physiographiques du bassin versant de l’oued Nador sont regroupés dans le tableau IV.

Tableau IV : paramètres physiographiques du bassin versant de l’oued Nador.

Parameters physiographiques	Unités	Valeurs
Altitude maximum	m	904
Altitude minimum	m	0
Surface	Km ²	636
Périmètre	Km	92
Longueur de rectangle équivalent	Km	33.98
Largeur de rectangle équivalent	Km	18.72
Indice de compacité	%	1.02
Longueur d’oued Nador	Km	8.5

ANRH, Kolea

❖ Réseau hydrographique

C’est un cours d’eau à écoulement temporaire dont l’exutoire est la mer méditerranéenne.

Il est à noter que toutes les eaux usées brutes ou épurées sont déversées dans cet oued. Les affluents aboutissant à l’Oued Nador sont Oued Sidi-Moussa, Oued Bourkika, Oued Merad, Oued Bou-Haroun, Oued Bouyahi, Iklene...

Ces affluents ont des écoulements irréguliers. D’une façon générale, ils sont secs en été et coulent très fortement après les averses en hiver (**Bouderbala, 2015**).

II-1-3 Données climatiques générales

• Humidité relative

Les mesures de l’humidité relative sont enregistrées trois fois par jour (à 7^h, 13^h et à 17^h) ; leurs moyennes mensuelles sont dans le **tableau v** :

L’humidité relative moyenne est de 71.46%, minimale 63% et maximale 79.6%

Tableau V : l'humidité relative moyenne mensuelle de la région

Mois	Jan.	Févr.	Mars.	Ave.	Mai.	Juin.	Juillet.	Aout.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Hr(%)	76.2	76.2	72.9	70.9	70.3	66.6	63	70.2	68.6	70	73.2	79.4

(ANRH-BLIDA).

• **Vent**

Les vents dominants sont de forces moyennes à faible et surtout d'origine marine.

Les enregistrements sont tirés des travaux de P.Seltzer (**Climat de l'Algérie 1974**) où seule les vents d'une vitesse supérieure à 5 km /h sont pris en considération (**SAIDOUN, H200**

• **Pluies**

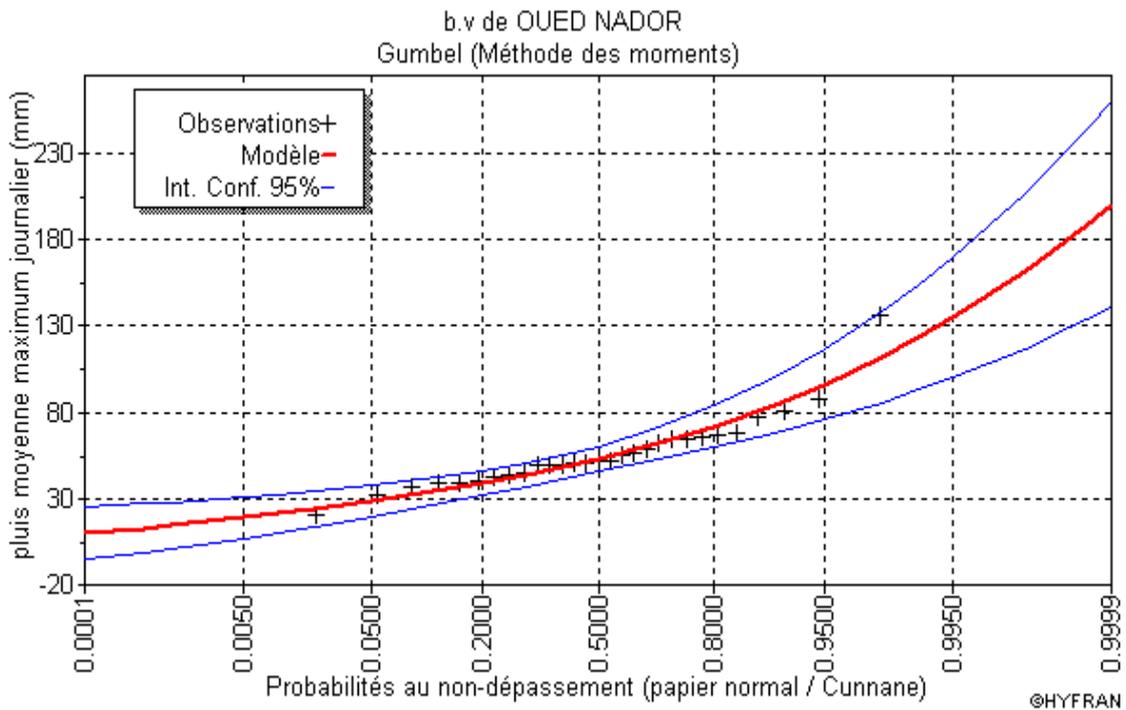


Figure 2 : pluies moyennes maximales journalières de bassin versant d'oued Nador (ANRH,Blida).

II-2 Choix des stations de prélèvement

Nous avons choisi trois stations de prélèvement en fonction de leur accessibilité et de leur emplacement par rapport aux activités urbaines industrielles et agricoles de la région.

Trois stations (S1,S2 et S3) localisées en amont, au milieu (point du contact entre l'eau épurée de la STEP et l'eau de l'oued) et en aval respectivement ont été choisies.

Station 1

La première station située à côté de la route principale de Chenoua, elle reçoit les eaux usées et les rejets de l'agriculture. Cette station est bordée par des arbres, des herbes, des roseaux et des surfaces agricoles (**figure 3**).



Figure 3 :Photo de la station 1 de prélèvement (**originale**).

Station 2

Elle est située derrière la STEP de Chenoua, au niveau de la zone de contact de l'eau épurée de la STEP et l'eau de l'Oued. Cette station est bordée aussi par des arbres, des herbes, des roseaux et des surfaces agricoles (**figure 4**)

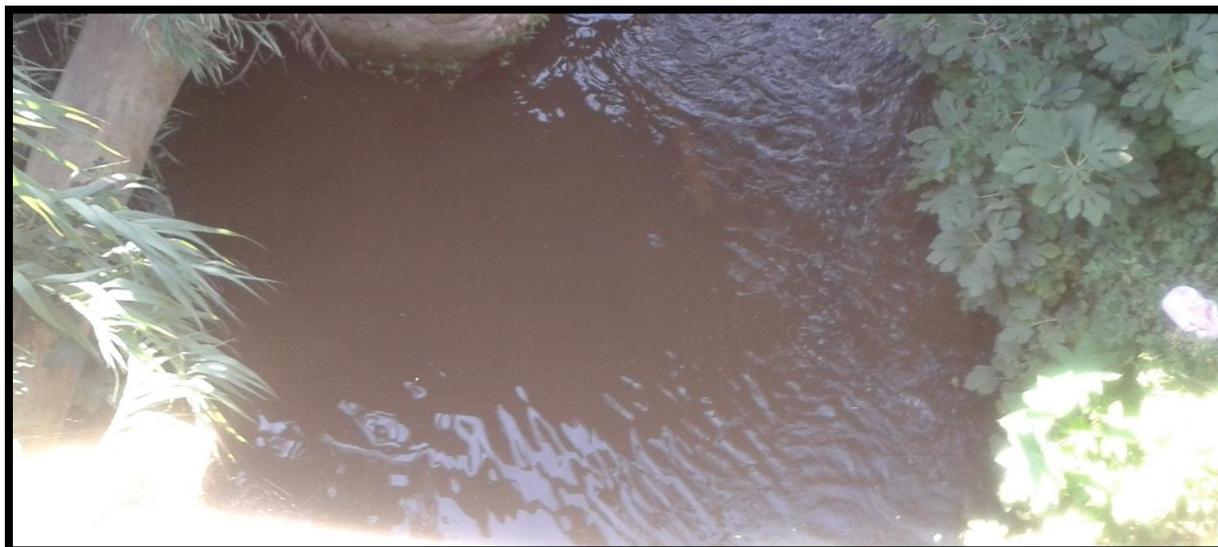


Figure 4 : Photo de la station 2 de prélèvement (**originale**).

Station 3

Située à 40 m au deuxième station, entourée par des surfaces agricoles qui sont irriguées avec l'eau de l'Oued, on note la présence de végétation surtout les roseaux et les arbres (**Figure 5**).



Figure 5 : Photo de la station 3 de prélèvement (**originale**).

II-3 Matériel

II-3-1 Matériel non biologique

Pour effectuer les analyses physico-chimiques, bactériologiques, nous avons utilisé un matériel non biologique représenté par : les réactifs, solutions, milieux de cultures solides et liquides, appareillages et verreries (Voir annexe I).

II-4 Méthodes

II-4-1 Méthodes de prélèvement

Pour les analyses physico-chimiques, les échantillons sont prélevés dans des flacons en polyéthylène de 1.5 litre ou dans des flacons en plastique de 1500ml.

Au moment des prélèvements, les flacons sont rincés trois fois avec de l'eau à analyser puis remplis jusqu'au bord. Le bouchon est placé de telle manière à ce qu'il n'y ait aucune bulle d'air et qu'il ne soit pas éjecté au cours du transport.

Pour les analyses bactériologiques, nous avons utilisé des flacons en verre de 500 ml qui ont été stérilisés dans l'autoclave à 120°C puis bouchés, pour une protection totale contre toute contamination.

Ces flacons sont immergés en position verticale en le tenant par le fond, l'ouverture doit être légèrement plus haute que le fond et dirigée dans le sens contraire du courant.

Les échantillons sont transportés dans des glacières pour une température comprise entre 4° et 6°C.

II-4-2 Méthodes d'analyse physico-chimiques

Paramètres physiques

✓ Mesure la Température et Potentiel d'Hydrogène (pH)

Principe

Mesure de la différence de potentiel existant entre une électrode de mesure et une électrode de référence de potentiel existant entre une même solution.

Mesure du pH et de la température effectuée en utilisant un pH-mètre sensibilité HACH par une méthode potentiométrique à l'aide d'une électrode au platine combiné à une sonde de température selon la norme NA.751/1990.

Mode opératoire

- Introduire l'électrode du pH-mètre, préalablement rincée de l'eau distillée, dans un Bécher contenant l'échantillon à analyser.
- Agiter doucement avec un barreau magnétique.
- Appuyer sur la touche (Read /enter), la valeur de pH et de la température évoluent jusqu'à se stabiliser, un bip sonore indique la stabilité de la valeur, noter cette dernière.
- La valeur de pH est donnée directement par l'appareil ainsi que la température.
- A la fin de la mesure, rince l'électrode avec de l'eau distillée et la placer dans la solution de conservation KCl.

✓ **Mesure la conductivité électrique (CE)**

Principe :

Détermination directe, à l'aide d'un instrument approprié de la conductivité électrique de solution aqueuses. La conductivité électrique est une mesure du courant conduit par les ions présents dans l'eau.

La détermination de la conductivité se fait à l'aide d'un conductimètre électriquesension 5HACH.

Mode opératoire

Préparer conductimètre électrique selon les instructions du fabricant et s'assurer qu'il est équipé d'une cellule de mesure en platine.

- Prendre un échantillon dans de bonnes conditions (T° ambiante-hygiène).
- Remplir un bécher avec une quantité d'eau suffisante pour l'immersion de l'électrode de la conductivité.
- Mettre l'électrode dans le bécher, puis appuyer sur la touche READ, la valeur de la conductivité s'affiche sur l'écran de l'appareil avec une unité de micro siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$) milli siemens par centimètre (mS/cm).

✓ **Mesure des Matières En Suspension (MES)**

Les matières en suspension représentent l'ensemble des particules minérales et organique contenus dans les eaux. (Rodier et al., 1996).

Le dosage de MES se réalise par centrifugation et séchage à 105°C selon la norme NFT90-105-2.

Mode opératoire

- Attendre jusqu'à ce que les échantillons soient à température ambiante.
- Homogénéiser le contenu du flacon, en l'agitant.
- Si cela est possible, introduire la totalité de l'échantillon dans le pot de la centrifugeuse et centrifuger à 4000 tr /min durant environ 20 min. Eliminer alors la phase claire et recueillir le dépôt (pour récupérer le reste du dépôt, utiliser un minimum d'eau distillée). Le volume de cet échantillon doit être tel qu'il conduise à la pesée d'au moins 30 mg de matières en suspension.
- Si le volume d'échantillon nécessaire à la mesure excède la capacité du pot, opérer en plusieurs fois en récupérant à la chaque fois le dépôt constitué, jusqu'à avoir centrifugé le volume requis.
- Sécher le creuset vide à 105°C, le passer au dessiccateur puis le peser (masse M_0)
- Mettre le dépôt dans le creuset, sécher le tout à 105°C pendant 2h. passer au dessiccateur et pesée à 0.500 mg près. Recommencer les opérations de dessiccation et de pesée jusqu'à ce que la différence entre deux pesées successives n'excède pas 0.500 mg
- **Expression des resultants**

La teneur en MES, par centrifugation est calculée d'après l'expression

$$[\text{MES}] = (M_1 - M_0) \times 1000 / V$$

[MES] : teneur en matières en suspension, en milligrammes par litre ;

V : volume, en millilitres, de la prise d'essai ;

M_0 : masse, en milligrammes, de la capsule vide

M_1 : masse, en milligrammes, du creuset et de son contenu après séchage à 105°C et dessiccation.

Paramètres chimiques

✓ Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO)

La DCO concentration en masse d'oxygène équivalente à la quantité de dichromate consommée par les matières dissoutes et en suspension lorsqu'on traite un échantillon d'eau avec cet oxydant dans des conditions définies.

La détermination de la demande chimique en oxygène par méthode Kit Hach LCK 314(test en cuve à code barre)

Mode opératoire

- Prendre une cuve de gamme indiquée et bien l'agiter
- Pipeter 2 ml de l'échantillon dans la cuve et agiter son mélange cuve à code barre
- Le chauffage de la cuve à 148°C pendant 2 heures dans le thermostat LT200 est une étape essentielle, afin de permettre aux substances oxydables de réagir avec le bichromate de potassium sulfurique en présence du catalyseur le sulfate d'argent.
- Nettoyer la cuve puis l'insérer dans l'emplacement approprié : sélectionnez le mode a code barre sur le menu principal sur l'écran digital du DR 3900 la valeur de la DCO s'affichera en mgO₂/L qui est la concentration en masse d'oxygène consommée par la matière organique présente dans l'échantillon.

✓ Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO₅)

La DBO₅ est la mesure de la quantité d'oxygène consommée par les bactéries pour l'oxydation des matières organiques biodégradables dans un échantillon d'eau, pendant 5 jours à une température de 20°C.

La mesure de la DBO en oxygène après 5 jours se fait par méthodes BODTraK II.

Mode opératoire

- Chauffez ou refroidissez l'échantillon à 19à21°C.
- Homogénéisez l'échantillon dans un mixeur s'il contient de gros solide en suspension.

- Choisissez Volume d'échantillon d'après la DCO selon le **tableau V** : Le mesurer dans une éprouvette graduée.

Tableau VI : Volume d'échantillon d'après la DCO.

Gamme de DBO₅ (mg/l)	Volume de l'échantillon nécessaire (ml)
0 à 35	420
0 à 70	355
0 à 350	160
0 à 700	95

- Versez le contenu dans l'éprouvette.
- Transférer l'échantillon préparé de l'éprouvette dans une bouteille BODTraK II.
- Mettez un agitateur BODTraK II dans la bouteille pour le transfert de l'oxygène de l'air à l'échantillon, la fermez avec un couvercle hermétique.
- Mettez deux pastilles d'hydroxyde de potassium dans le couvercle hermétique qui permettent l'absorption du CO₂ produit par les micro-organismes. Cet oxygène est consommé par les bactéries, pendant la période de mesure, pour oxyder les matières organiques. Mettez les bouteilles sur le châssis du BODTraK II.
- Connectez le tube avec la bouteille échantillon correspondante et serrez le couvercle. Mettez l'instrument dans l'incubateur qui devra être à 20±1°C.
- Appuyez sur le numéro du canal correspondant à la bouteille. Appuyer sur la touche ON, le menu de sélection de la page apparait.
- Utilisez les touches fléchées <et >pour choisir la gamme du test .appuyez et continuez à appuyer sur ON pour démarrer le test, un graphique s'affichera.

✓ **Notion de biodégradabilité : (R)**

La notion de la biodégradabilité représente la capacité d'une substance ou son aptitude à être décomposée par les micro-organismes (bactéries, champignons...).

La biodégradabilité est exprimée par un coefficient K donné par la relation suivante :

$$R = \text{DCO} / \text{DBO}_5$$

Tableau VII : Coefficient de biodégradabilité (R).

1 < R < 1,5	Effluent est biodégradable
1,5 < R < 2,5	Effluent est moyennement biodégradable
R > 2,5	Effluent n'est pas biodégradable

(Medjah et Bourahmani 2014)

Un coefficient R élevé peut traduire la présence dans l'eau d'éléments inhibiteurs de la croissance bactérienne, tel que les détergents, les phénols, les hydrocarbures etc.

La valeur du coefficient R détermine le choix de la filière de traitement à adopter :

- Si l'effluent est biodégradable on applique un traitement **biologique**.
- Si l'effluent n'est pas biodégradable se sera un traitement **physicochimique**
- La possibilité d'un traitement mixte peut être envisagée.

Paramètres de pollution

✓ Dosage de l'azote ammoniacal

La détermination des concentrations en azote ammoniacal se fait par la méthode kit Hach LCK 303/LCK305. Réactifs N-NH⁺(LCK 303) gamme (2 à 47 mg/l). Réactifs N-NH⁺(LCK 305) gamme (1 à 12 mg/l).

Mode opératoire

- Enlevez délicatement la feuille de protection Dosi Cap Zip.
- Dévissez le Dosi cap zip.
- Pipeter 0.2ml de l'échantillon dans la cuve à code barre ; Pipeter 0.5ml de l'échantillon dans la cuve à code barre
- Vissez immédiatement le Dosi Cap Zip en dirigeant l'anneau vers le haut et secouer énergiquement.
- Agiter et refroidir l'échantillon à l'air libre pendant 15 minutes, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et Placer le dans le Spectrophotomètre DR 3900

Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en mg/l

✓ Dosages des Nitrates

Dosage des nitrates par méthode Kit Hach LCK 339. Réactifs N-NO₃⁻ (LCK339) gamme (0.23 à 13.50 mg/l).

Mode opératoire

- Pipeter 1ml d'échantillon dans la cuve à code barre.
- Ajouter 0.2 ml de la solution A (LCK339).
- Fermer la cuve et mélanger le contenu en le retournant plusieurs fois de suite jusqu'à ce que le mélange soit complètement homogène
- Laisser reposer la cuve pendant 15min.
- Insérer la cuve dans le spectrophotomètre DR3900 après avoir nettoyé son extérieur en appuyant sur le menu code à barre.
- Le spectrophotomètre (DR3900) indique des résultats en mg/l de N-NO₃.

Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en mg/l

✓ Dosage des Nitrites

Dosage des nitrites par méthode Kit Hach LCK 341. Réactifs N-NO₂⁻ (LCK 341) gamme (0.015 à 0.6 mg/l)

Mode opératoire

- Enlevez délicatement la feuille de protection Dosi Cap Zip détachable.
- Dévissez le Dosi cap zip.
- Pipeter 2ml de l'échantillon.
- Vissez immédiatement le Dosi Cap Zip en dirigeant l'anneau vers le haut
- Secouer énergiquement ; attendre 10 min et mélanger de nouveau.
- Bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer en appuyant sur le menu code à barre.
- Le spectrophotomètre (DR3900) indique des résultats en mg/l de N-NO₂.

Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en mg/l.

II-4-3 Méthodes d'analyses bactériologiques

L'analyse bactériologique a pour but de mettre en évidence la présence des germes, basés sur la recherche et le dénombrement de celles-ci dans les échantillons à analyser. L'analyse n'est pas seulement qualitative mais aussi quantitative (Leyral et al., 2002).

Une analyse de l'eau brute a été effectuée en se basant sur les paramètres suivants :

- ✓ Recherche et dénombrement des **coliformes totaux et fécaux** ;
- ✓ Recherche et dénombrement des **Streptocoques fécaux** ;
- ✓ Recherche et dénombrement des **spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices**.

Par la méthode de filtration sur membrane.

Principe de la méthode (Norme NF EN ISO 9308 –1)

La filtration sur membrane consiste à dénombrer les bactéries présentes dans un volume d'eau en le faisant passer à travers une membrane filtrante stérile (pore 0,45µm), dont les pores du filtre ne laissent pas passer les bactéries.

Mode opératoire

- Stériliser l'entonnoir gradué en acier inoxydable, la plaque poreuse et le dispositif d'assemblage à l'aide d'un bec Bunsen (flambage)
- Fermer le robinet du support et mettre en marche la pompe à vide.
- Prélever une membrane stérile en la saisissant par son bord extérieur, avec une pince flambée et refroidie ; la déposer sur plaque poreuse.
- Placer l'entonnoir-réservoir flambé et refroidi au-dessus de la membrane.
- Agiter soigneusement le flacon d'eau à analyser et verser l'eau, stérilement dans le réservoir jusqu'à repérer (100 ml).
- Actionner la pompe à vide pour permettre le passage de l'eau à travers la membrane.
- Si le contenu de réservoir ne correspond pas à la prise d'essai nécessaire, fermer le robinet, remplir à nouveau le réservoir avec de l'eau à analyser, et procéder comme précédemment.

- Dès que la membrane parait sèche, fermer le robinet, enlever le réservoir, prélever la membrane avec une pince flambée en la saisissant par son extrême bord, selon les méthodes utilisées.

❖ Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

Mode opératoire

- Filtrer sur deux membranes différentes un volume d'eau approprié au type d'eau examinée :v= 100ml
- Placer chaque membrane filtration sur la surface d'une plaque de gélose TTC Tergitol préalablement préparée.
- Réaliser cette opération deux fois et incuber à 37°C pendant 18 à 24 heures pour la recherche et dénombrement des coliformes totaux, et l'autre à 44°C pendant 16 à 24 heures pour la recherche et le dénombrement des coliformes fécaux.
- Après incubation, dénombre les colonies typiques qui se présentent sous forme de petites colonies lisses, légèrement bombées à contours réguliers et pigmentés en jaune orangé ou en jaune (lactose positives)

Calcul et expression des résultats

On compte le nombre de colonies des coliformes totaux ou fécaux par volume d'eau analysée :

$$N=C$$

C : nombre de colonies caractéristiques dans la boîte gélose tergitol.

N : nombre de coliformes totaux ou fécaux dans 100 ml d'eau analysée

❖ Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

Mode opératoire

- Filtrer un volume d'eau approprié au type d'eau examinée : 100 ml
- Placer la membrane filtrante sur le milieu de Slanetz et Bartley
- Faire incuber les boîtes à 37°C pendant 48h.

- Après incubation, considérer comme typiques toutes les colonies bombées montrant une couleur rouge, marron ou rose, soit au l'ensemble de la colonie.
- S'il y a des colonies typiques, transférer la membrane et les colonies, au moyen de pince stérile, sans retournement, sur une boîte de gélose bile -esculine -azoture qui a été préchauffée à 44 °C.
- Faire incuber à 44°C pendant 2h.
- Considérer toutes les colonies typiques montrant une couleur brune à noire dans le milieu environnant comme donnant une réaction positive

❖ Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito-réductrices

La Recherche et l'identification des spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices (ASR) par incorporation en gélose en tubes profonds selon la norme NF T 90-415

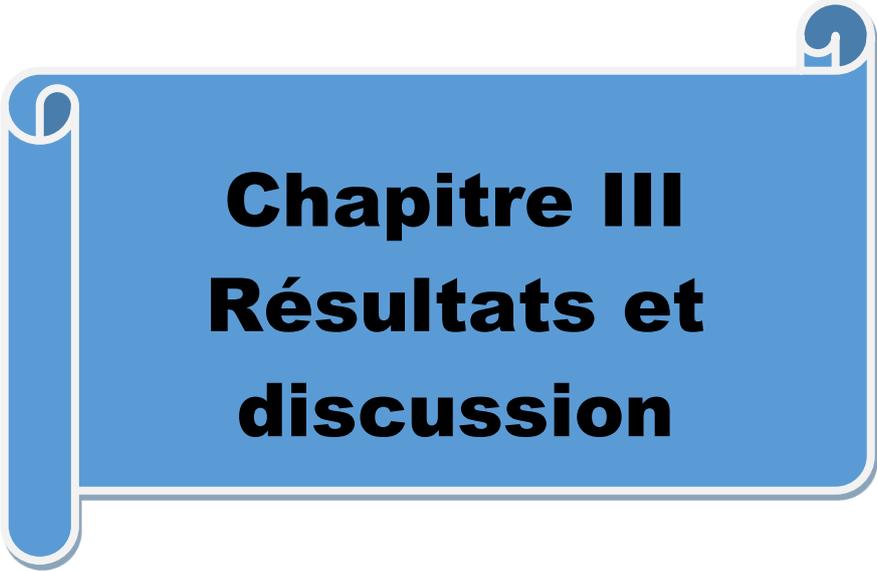
Mode opératoire

- Transférer environ 10 ml d'eau analysé dans un tube stérile.
- Chauffer tube ainsi remplis à 80°C pendant 10 minutes (destruction des formes végétatives)
- Refroidir, immédiatement, le tube en question sous l'eau de robinet.
- Répartir le contenu de tube à raison de 5 ml par tube dans 4 tubes stériles.
- Ajouter environ 15 ml de gélose viande foie, fondue puis refroidie à 46°C, additionnée d'une ampoule alun de fer et une ampoule sulfite de sodium.
- Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant d'introduire des bulles d'air et de l'oxygène.
- Laisser solidifier sur paille pendant 30 minutes environ, puis incuber à : 37°C pendant 24 heures (1^{ère} Lecture) et 48 heures (2^{ème} Lecture).

Lecture

Effectuer une première lecture après 24h car très souvent les spores des bactéries anaérobies sulfite- réductrices sont envahissantes. Effectuer une deuxième lecture après 48h.

Dénombrer toute colonie noire de 0.5 mm de diamètre, ayant poussé en masse.

A blue scroll graphic with a white border and a white shadow. The scroll is partially unrolled, with the top and bottom edges curving upwards. The text is centered on the unrolled portion.

Chapitre III

Résultats et discussion

III-1 Résultats des analyses physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques obtenus au cours de cette étude sont détaillés dans le Tableau VIII en annexe II.

Afin d'établir le caractère pollué ou non des eaux de l'oued Nador sur le plan physico-chimique, ces résultats ont été comparés aux normes du (JORA, 2011).

III-1-1 paramètres physiques

✚ Potentiel hydrogène (pH) en fonction de la température

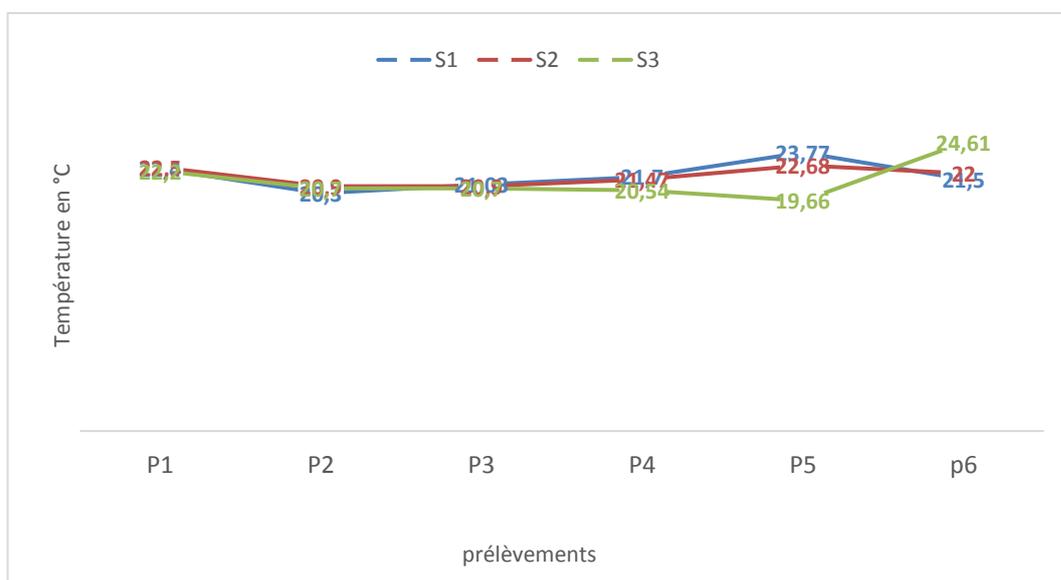


Figure 6 : Variation Spatio-temporelle de la Température

Selon (Rodier *et al.*, 2009), le pH de l'eau est influencé par la température, l'oxygène dissous, la minéralisation totale et bien d'autres facteurs.

Selon Rodier *et al.*, (2005), l'analyse de la température est très importante, car elle conditionne de nombreux paramètres, tels que la conductivité électrique, l'oxygène dissout, ainsi que les réactions de dégradations et de minéralisations de la matière organique.

La température élevée, freine également la vie de la flore et de la Faune aquatique et beaucoup d'organismes dépourvus de mécanismes de régulation thermique, verront leurs activités vitales ralenties (Meink *et al.*, 1977, Harzouli *et al.*, 2007).

Dans la zone d'étude, la température enregistrée (figure 6) oscille entre 20,3°C - 24,61°C, Ces variations de température suivent celles du climat de la région.

Durant cette étude, les valeurs de la température à la station 1 sont comprises entre un maximum de 23,77°C enregistré lors du (p5) et un minimum de 20.3°C noté lors du (p2) avec une moyenne de 21,78°C.

Dans la station 2, la valeur la plus faible est 20.9 °C est enregistrée durant (p2 et p3) alors que la plus élevée est 22.68°C est enregistré au cours du (p5) avec une moyenne de 21.74°C. Et on a enregistré un minimum 20.7°C et un maximum 24.61°C au niveau de la station 3 avec une moyenne de 21.4°C.

Une variation dans les valeurs de la température est également notée d'une station à l'autre. En effet, les températures les plus élevées sont enregistrées à la station 1 et les plus basses à la station 3.

Quel que soit les variations notées, les valeurs enregistrées durant toute la période d'étude restent en dessous de la norme des eaux de surface fixée à 30°C (**JORA, 2011**).

Les valeurs du pH de l'oued Nador se trouvent dans la zone normale oscillant entre 7.59 (p3, p4) et 9.48 (p2) avec une moyenne de 8,15 à la station 1, entre 7.6 (p6) et 7.88 (p5) à la station 2, avec une moyenne de 7,75 et entre 7.66 (p5) et 7.88 (p3) avec une moyenne 7,81 au niveau de station 3 (**Figure 7**)

L'évolution spatiale du PH ne montre pas de grand écart d'une station à l'autre. Ces valeurs confirment la légère alcalinité de ces eaux et le pouvoir tampon des eaux usées. Les valeurs du pH obtenues sont conformes à la norme (6,5-9) fixée par **JORA (2011)**.

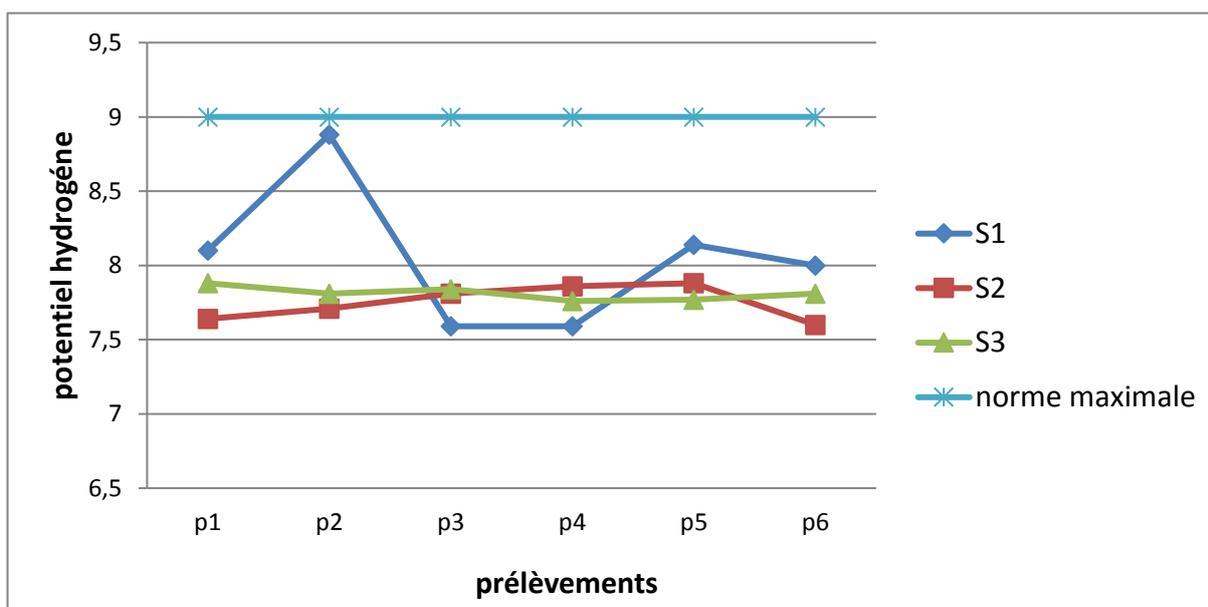


Figure 7 : Variation Spatio-temporelle du Potentiel Hydrogène

Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques. Les valeurs se situent entre 6 et 8.5 dans les eaux naturelles (Chapman et Kimstach, 1996), d'où la conformité des valeurs obtenues dans cette étude à l'exception (p2) de station 3.

Le pH dépend de l'origine des eaux, de la nature géologique du substrat et du bassin versant traversé (Bremond et Vuichard, 1973, Dussart, 1966).

✚ Conductivité électrique

La mesure de la conductivité électrique dans les eaux de l'oued Nador varie entre 1193 μ S/cm (p1) et 2197 μ S/cm (p4) avec une moyenne de 1886 μ S/cm au niveau de la station 1, et entre 1145 μ S/cm (p1) et 1498 μ S/cm (P3) avec une moyenne 1383,83 μ S/cm au niveau de la station 2, et oscillant entre 1136 μ S/cm (p1) et 1967 μ S/cm (p5) et 1672,66 μ S/cm comme valeur moyenne au niveau de station 3 avec une moyenne 1672,66 μ S/cm.

Globalement la variation spatiale de la CE présente les valeurs les plus élevées à la S1 et les plus basses à S2. (Figure 8)

Toutes les valeurs enregistrées au cours de cette étude sont dans la norme fixée par le (JORA, 2011) estimée à 2800 μ S/cm

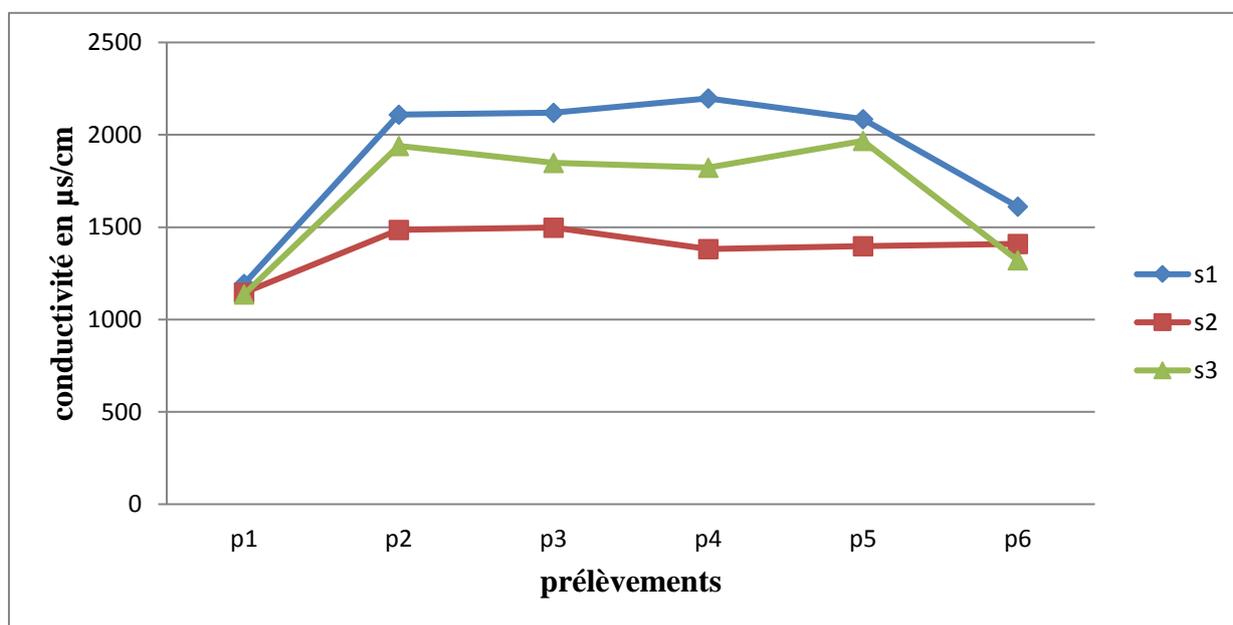


Figure 8 : Variation Spatio-temporelle de la Conductivité Electrique

La conductivité des eaux naturelles fournit une information globale sur la qualité des sels dissous qu'elles renferment (Frank et Kemmer, 1992). Elle est également en fonction de la température de l'eau, et proportionnelle à la minéralisation (Mens et Derouane, 2000)

En se référant à la grille de la qualité des eaux de rivières (Monod, 1989)(voir tableau). Les eaux de l’oued Nador sont qualifiées de passable à médiocre.

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

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

(Monod, 1989)

✚ Matières En Suspension (MES)

Les concentrations en matière en suspension (MES) oscillent entre 110mg/l (p1)et 438mg/l (p3) avec une moyenne 243,5 mg/l dans la S1, et entre 120mg/l(p1) et 308 mg/l au niveau de la S2 (p5) avec une moyenne de 181,83 mg/l. Pour la Troisième station on a trouvé 17mg/l (p6) et 150mg/l(p5) et une moyenne de 66.83 mg/l(Figure9). Ces valeurs sont supérieures à la norme 25mg/l fixée par (JORA, 2011)L’exceptionde 3^{ème}prélèvement de la station 3.

Ces paramètres pourraient expliquer les valeurs élevées qui reçoit les rejets domestiques et industriels des quartiers environnants.

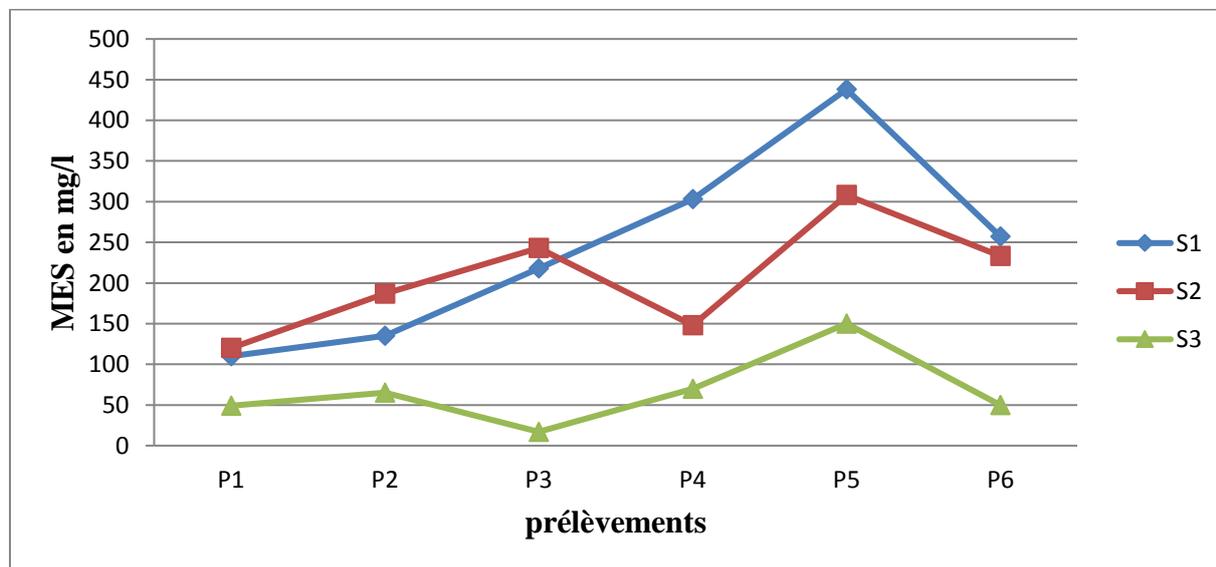


Figure 9 :Variations Spatio-temporelles des MES

Les MES représentent l’ensemble des particules minérales et organiques contenus dans les eaux. Elles sont fonction de la nature des terrains traversés, de la saison, de la

pluviométrie, du régime d'écoulement des eaux, de la nature des rejets etc. (Rodier et al., 1996).

Ces paramètres pourraient expliquer les valeurs élevées trouvées à la station 1 et 2 qui reçoit les rejets domestiques et agricoles des quartiers environnants.

III-1-2 Paramètres chimiques

✚ Demande chimique en oxygène (DCO)

Concernant ce paramètre, les valeurs relevées varient entre 260 mg O₂/l comme valeur minimale et 680 mg O₂/L comme valeur maximale avec une moyenne de 422,33 mg O₂/l au niveau de la première station, et entre 130 mg O₂/l et 652 mg O₂/l respectivement comme minimale et maximale avec une moyenne de 372,83 mg O₂/l au niveau de la deuxième station, et dans la troisième station sont comprises entre 90 mg/l et 155 mg/l avec une moyenne de 100 mg O₂/l. Pratiquement toutes les valeurs notées ont dépassé la norme de 30 mg O₂/L fixée par le JORA (2011).

Globalement, au niveau de la station 3, quelques valeurs minimales ont été enregistrées. Toutefois, les stations 1 et 2 enregistrent des valeurs importantes (Figure 10).

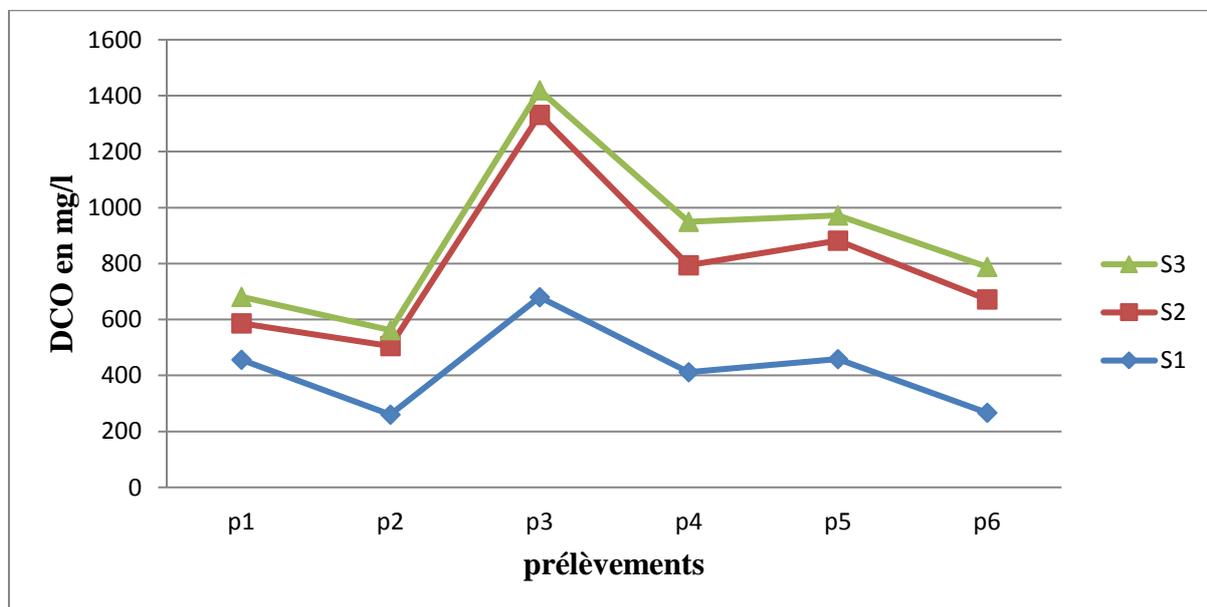
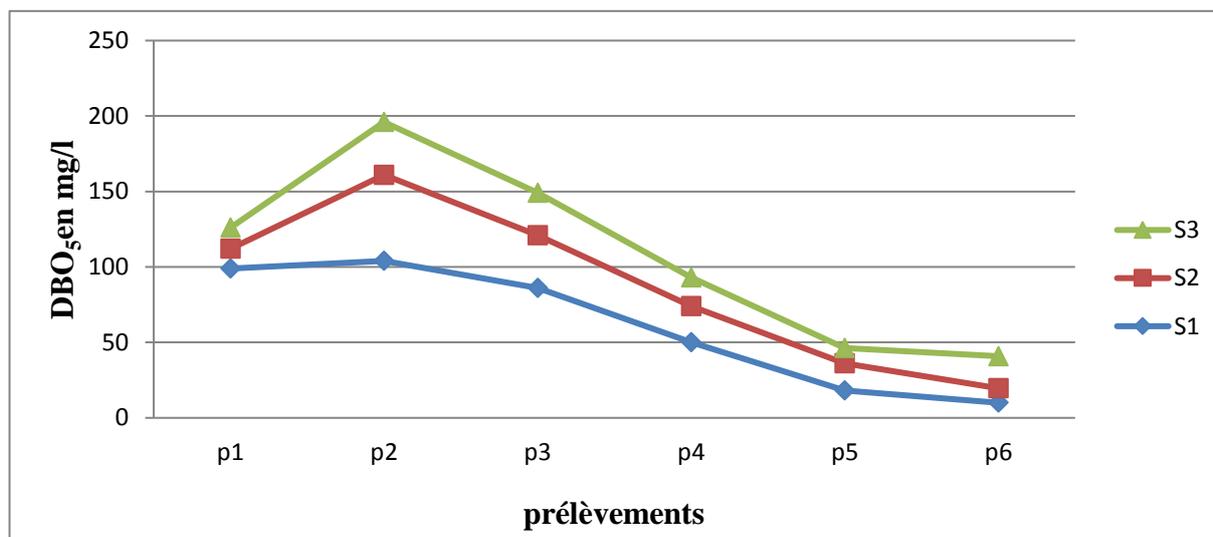


Figure 10 : Variations Spatio-temporelles de la DCO

Selon (Medjah et al., 2014) la valeur moyenne de la DCO mesurée est de l'ordre de 386 mg/l. Cette valeur reflète celle d'une eau usée urbaine, qui est généralement inférieure à 750 mg/l.

✚ Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

La concentration de la DBO₅ des eaux de l'oued Nador varie entre un minimum de 10 mg d'O₂/l et un maximum de 104 mg d'O₂/l avec une moyenne de 16,18 mg O₂/l dans la S1,



et entre 9,6 mg d'O₂/l - 57 mg d'O₂/l au niveau de la station 2 avec une moyenne de 26,08 mg O₂/l, et dans la 3^{ème} station entre 10,2 mg d'O₂/l - 35 mg d'O₂/l avec une moyenne de 21,24 mg O₂/l (Figure 11).

Les valeurs sont supérieures à la norme des eaux de surface fixée par JORA (2011) (7 mg d'O₂/L).

Figure 11 : Variation spatio-temporelle de DBO₅

Selon Metahri (2012), ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie.

Les eaux étudiées ont montré des valeurs relativement élevées en DBO₅. Ces fortes valeurs seraient liées à un fort des rejets domestiques et industriels ; par ce que dans son période les eaux pluviales diminuent donc le cours d'oued est faible (les eaux au mois d'avril à juin entre dans la saison chasse).

Leclercq et Maquet (1987), constate que le seul paramètre en relation directe avec la pollution organique est la DBO₅.

Rapport DCO/DBO₅

Les résultats obtenus sont présentés dans le **Tableau X**. Le calcul du rapport DCO/DBO₅ est compris entre 2,5mg O₂/l et 26,7mg O₂/l à la S1, et entre 4.29 mgO₂/l-42.18mgO₂/l au niveau de la S2 et pour troisième station 1.62mgO₂/L et 8.82mgO₂/l.Ce tableau révèle que les effluents déversent dans l’oued Nador (88.88%dans les trois stations) sont majoritairement non biodégradables.

Tableau X : Résultats du rapport DCO/DBO₅.

Prélèvements	DCO/DBO ₅		
	S1	S2	S3
P1	4.60	10	6.78
P2	2.5	4.29	1.62
P3	7.90	18.62	3.10
P4	8.24	15.91	8.15
P5	25.35	23.63	8.82
P6	26.7	42.18	5.46

1 < R < 1,5	Effluent est biodégradable
1,5 < R < 2,5	Effluent est moyennement biodégradable
R > 2,5	L’effluent n’est pas biodégradable

III-1-3 Paramètres de pollution

Nitrate

Le nitrate en très faible quantités dans les trois stations, et dans (p1) et (p4) ses absences au niveau trois stations et sont valeur inférieure à la valeur limites recommandées par la norme des **JORA (2011)50mg/l(Tableau XI)**.

Tableau XI : Teneurs des nitrates

Prélèvements Stations	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Moyenne
S1	00	0,78	1	00	0,46	1	0,54
S2	00	0,65	0,8	00	0,5	0,89	0,47
S3	00	0,1	0,74	00	0,15	0,7	0,28
Norme	50mg/l						

Les nitrates sont présents dans l'eau par lessivage des produits azotés dans le sol, par la décomposition des matières organiques ou des engrais de synthèse ou naturels (Samak, 2002).

En général, les eaux de surface ne sont pas chargées en nitrates à plus de 10 mg/l (Bontoux, 1979). Les valeurs obtenues sont donc largement inférieures à ces limites. Ces teneurs très faibles à nulles laissent à prédire que cet élément ne constitue pas un risque de pollution pour les eaux de surfaces de l'oued Nador.

Selon Chapman et al., (1996) Ils proviennent généralement de la décomposition de la matière organique par oxydation bactérienne des nitrites et constituent ainsi l'ultime produit de la nitrification. Des valeurs supérieures indiquent des rejets d'eaux usées dans les milieux aquatiques superficielles et souterraines, et surtout une utilisation excessive de fertilisants utilisés en agriculture.

Nitrite

La valeur minimale enregistrée au niveau de la station 3 est de 0,63 mg/l et la valeur maximale est trouvée dans la station 1 (0,89mg/l). Les résultats de notre étude révèlent que les teneurs en nitrites dépassent la norme de JORA (2011) fixée à 0,1 mg/l (Figure 12).

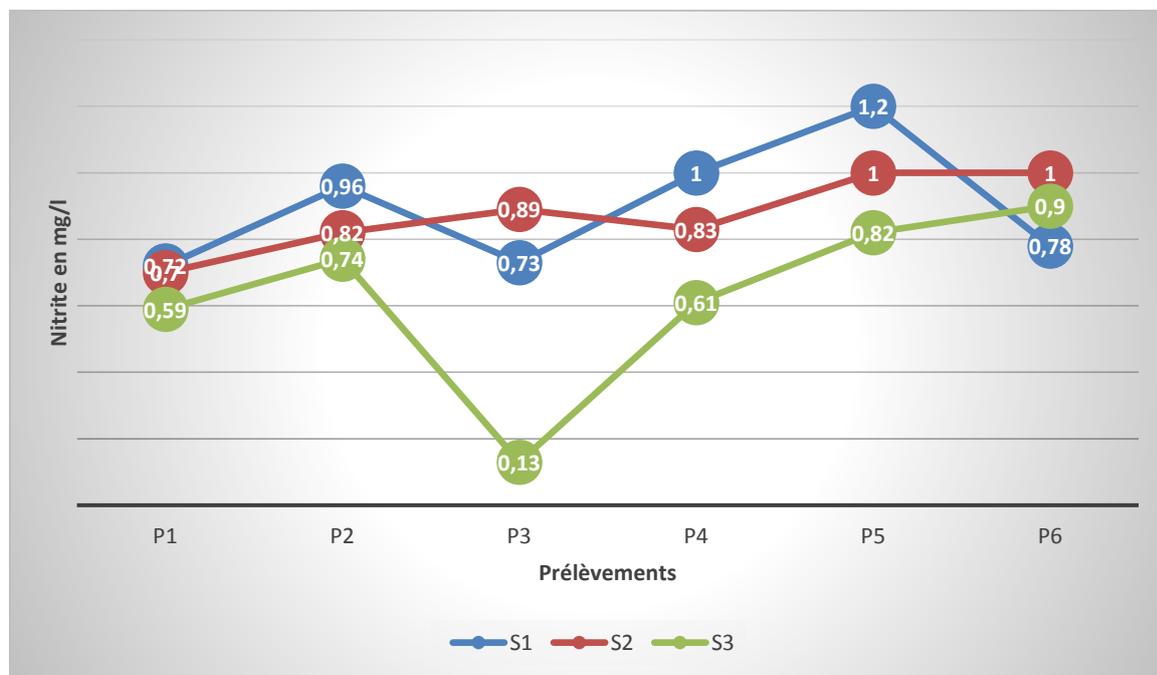


Figure 12 : Variation Spatio-temporelle de Nitrite

D'après Bengoumi *et al.*,(2004), les nitrites proviennent d'une oxydation incomplète des matières organiques. Comme les nitrates, les nitrites sont très répandus dans l'environnement, dans l'atmosphère et dans une grande partie des eaux. Les fortes teneurs correspondent à la réduction des nitrates en nitrites par les anaérobies sulfite-réducteurs. Elles peuvent également être liées à l'oxydation bactérienne de l'ammoniac.

Ammonium

Les concentrations moyennes en ion ammonium au niveau des stations étudiées (**Figure 13**) sont comprises entre 20,2 mg/l à la station 1, 15,91 mg/l à la station 2, et 9.14 mg/l à la station 3 montrant un gradient dégradant de l'amont vers l'aval.

La valeur minimale est de 4.7mg/l (enregistrée au niveau de la station 3 en p3) et la valeur maximale est de 74.1mg/l (enregistrée au niveau de la station 1 en prélèvement 6) dépassant ainsi la norme recommandée par la réglementation algérienne (4 mg/l).

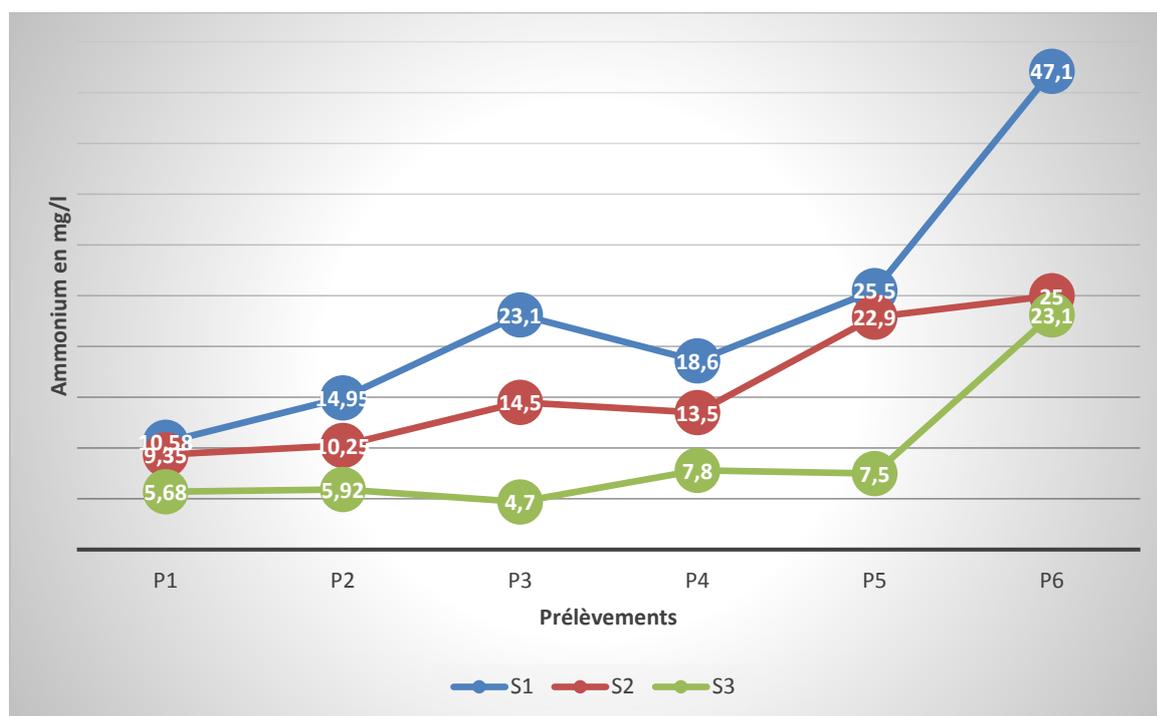


Figure 13 : Variation Spatio-temporelle d'Ammonium

Nous notons une faible teneur en ammonium au niveau de la station 3 durant toute la période d'étude par rapport aux stations 1 et 2 ce qui implique que l'eau dans cette station est faiblement polluée en ammonium. Cependant les concentrations élevées au niveau des

stations 1 et 2 sont le résultat des rejets d’effluents domestiques des agglomérations limitrophes et les déchets déversés de l’oued.

Cet élément 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 et al., 2014).

✚ Indice de pollution organique (IPO)

D’après le **Tableau XII**, les valeurs calculées des différents indices de la pollution organique dans les trois stations montrent que les valeurs plus élevées ont été enregistrées aux niveaux des trois sites indiquant que ces zones d’études présentent une pollution organique forte.

Tableau XII : Valeurs des IPO et Niveau de la pollution organique.

Prélèvements	IPO Calculé		
	S1	S2	S3
P1	2,4	2,7	3
P2	2,4	2,4	2,7
P3	2,4	2,4	2,7
P4	2,4	2,4	2,4
P5	2,4	2,4	2,7
P6	2,7	3	2,4

IPO	Niveau de pollution
5,0- 4,6	Très faible
4,5-4,0	Faible
3,9-3,0	Modéré
2,9-2,0	Fort
1,5-1,0	Très fort

Pour calculer l’indice de pollution organique (IPO) a été proposé pour la première fois par **Leclercq et Maquet, (1987)**, dont le principe est de répartir les valeurs des éléments polluants en 05 classes, de déterminer à partir de ses propres mesures le numéro de classe correspondant pour chaque paramètre pour en faire la moyenne. Les valeurs de cet indice sont en cinq classes représentant des niveaux de pollution.

III-3 Résultats des analyses bactériologiques

Les résultats des analyses bactériologiques des eaux de surface échantillonnées dans les trois stations de l'oued Nador sont consignés dans le **Tableau XIII** (voir annexe II) et seront comparés aux normes Algériennes des eaux de surface (**JORA 1992**) et l'**OMS 2004**

✚ Coliformes totaux (CT)

Ces Germes indicateurs de contamination fécale. L'évolution de la concentration des coliformes totaux montre un gradient croissant de l'amont vers l'aval de la zone d'étude et permet de dégager les constatations suivantes :

- Un premier secteur, représenté par la station S1 c'est la station amont de l'oued caractérisé par des valeurs très élevées de CT, oscillant entre 2800 UFC/ml et 6500 UFC/100ml d'une contamination directe ou indirecte par la matière fécale.
- Un deuxième secteur, représenté par Point de contact de l'eau épurée avec eau de l'oued, est caractérisé par des valeurs moins élevées entre 2500 UFC/100ml et 6100 UFC/100ml
- Un troisième secteur est représenté par la station aval de l'oued qui présente les concentrations les plus faibles de la zone d'étude oscillant entre 1000 UFS/ml - 5900 UFC /100 ml (**Figure 14**).

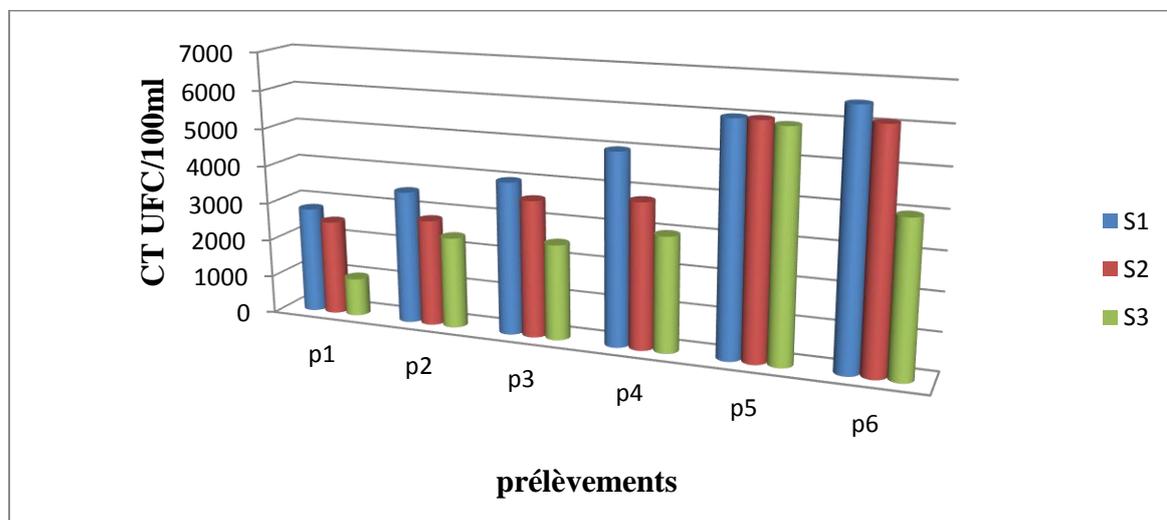


Figure 14 :Variation des Coliformes Totaux

Ces teneurs élevées restent inférieures aux normes de qualité microbiologique des eaux de surface fixées par l'OMS (2004) et JORA (1992) qui est <50000 UFC/100ml.

Ces concentrations élevées en coliformes totaux, avec une augmentation importante observée dans la période sèche peuvent être due à la présence des matières organiques et l'élévation de la température qui accélère la multiplication et le développement des bactéries.

Selon **Sevrin-Reyssacet *al.*, (1995)**, la charge bactérienne est due à l'enrichissement des eaux par la matière organique, à l'abondance de l'oxygène dissout et à la température modérée qui rend le milieu favorable au développement bactérien. Par contre, leur présence est faible au cours de la période froide (hiver) et cette diminution réside dans la dilution des eaux par l'apport des eaux pluviales.

En plus dans la station S1, on assiste à une légère augmentation de la charge en CT qui résulte de l'accumulation de la pollution microbienne de l'amont vers l'aval (embouchure).

Coliformes fécaux(CF)

L'évolution spatiale des coliformes fécaux suit les mêmes tendances que pour les coliformes totaux. Les concentrations les plus élevées de CF sont enregistrées en amont de l'oued, La variation saisonnière est très significative et favorisée par la température. D'autres auteurs ont souligné l'existence de fluctuations saisonnières importantes des CF au niveau des cours d'eau (**Chahlaoui, 1996 ; Aboukacem, 2007**).

Ces concentrations en CF des eaux de l'oued Nador sont importantes. Elles oscillent entre 2000UFC/100ml et 6500UFC/100 ml dans la station 1, et entre 2000UFC/100ml et 6100 UFC/100 ml dans la station 2. Dans la station 3, leurs nombres sont compris entre 1000UFC/100ml et 5900UFC/100ml (**Figure15**).

Ces valeurs restent conformes aux normes des eaux de surface fixées par l'OMS (2004) et le JORA (1992) qui est <20000 UFC/100ml.

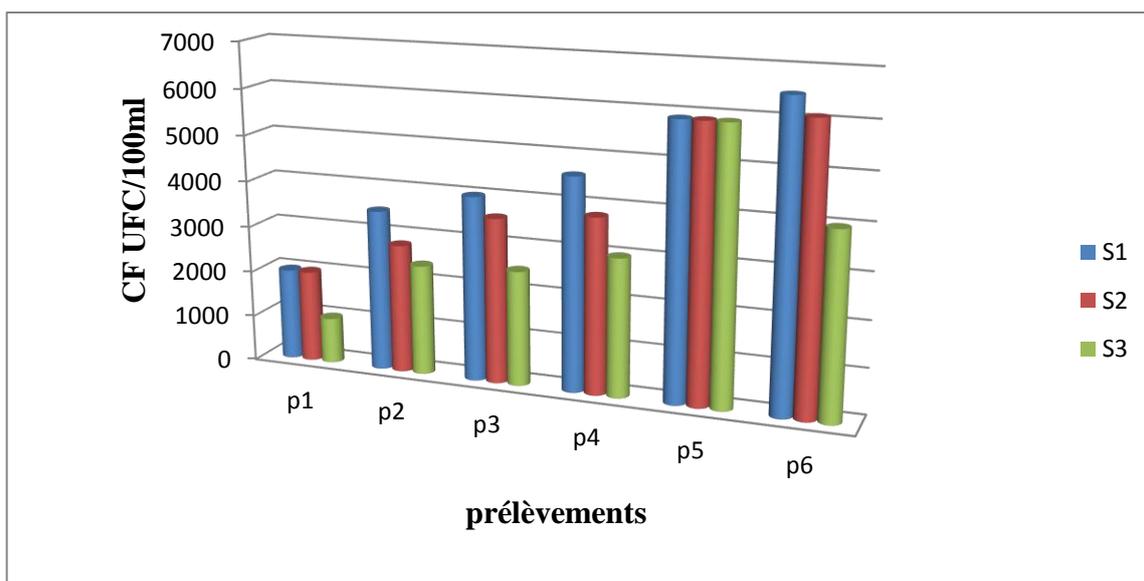


Figure 15 : Variation des Coliformes Fécaux

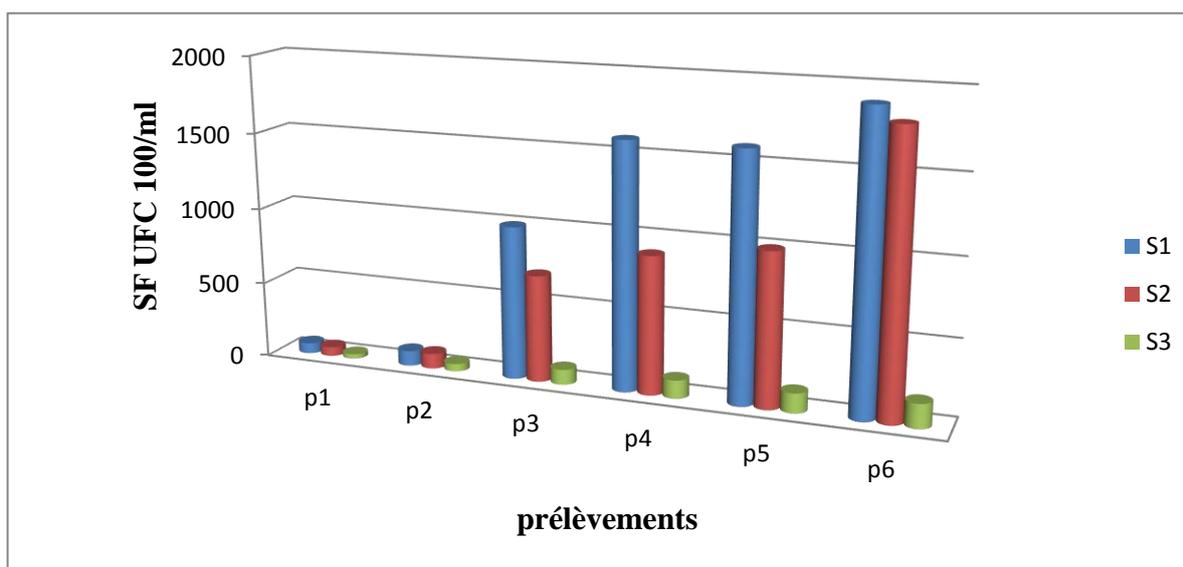
La concentration observée de ces indicateurs fécaux est due d’une part aux déjections d’origine animale ou humaine et la présence des mammifères (mouton, caprins, chiens etc..) et d’autre part aux rejets d’eaux usées domestiques et industriels des quartiers environnants.

Selon l’OMS (1989), les coliformes fécaux sont des indicateurs de contamination fécale des eaux. On les retrouve dans les eaux d’égouts ainsi que dans toutes les eaux naturelles et les sols ayant subi une contamination fécale récente.

✚ Streptocoques Fécaux (SF)

D’après la Figure 16, les concentrations des Streptocoques fécaux sont moins importantes que celles notées pour les coliformes totaux, fécaux et les valeurs varient entre 30UFC/100ml et 160UFC/100 ml dans la station 3, entre 60UFC/100ml et 1800 UFC/100 ml pour la station 2 et entre 70UFC/100ml et 1900UFC/100ml dans la station 1.

La variation saisonnière n’est pas très nette pour la station 3, les germes dénombrés sont



en concentrations faibles et régulières durant toute la période d'étude. Cependant, les autres stations, S1 et S2, présentent des charges en SF très importantes pendant la période sèche, pendant laquelle, on assiste à une diminution du débit d'eau et à un apport accru des eaux usées.

Figure 16 : Variation des Streptocoques Fécaux

L'analyse des prélèvements de l'eau d'oued Nador montraient la présence de streptocoques fécaux, mais avec un taux inférieur à 10 Germe/100ml (**Figure 16**) et cela reste dans les normes de surface fixées par l'OMS (2004) et le JORA (1992) qui est < 10000 UFC/100ml.

Selon **Gaujous, (1995)**, ce sont des témoins de contamination fécale assez résistants, même dans les milieux aérés. Ils peuvent aussi se multiplier dans les milieux présentant des pH allant jusqu'à 9,6, on peut par conséquent les utiliser comme indicateurs d'organismes pathogènes qui ont une résistance similaire à un pH élevé.

La concentration élevée en Streptocoques fécaux est due à la dessiccation et leur capacité à persister plus long temps dans l'eau (**Gleeson et Gray, 1997**).

Les stations présentent des concentrations plus importantes dans les p5 et p6 à cause de la diminution de niveau d'eau. Selon **El-Addouli et al., (2011)**, les concentrations de streptocoques fécaux les plus élevées sont enregistrées en été et en automne par contre la diminution du nombre de Streptocoques fécaux est observée au printemps et en hiver.

Ces bactéries sont communément utilisées pour identifier une pollution d'origine fécale. Leur prolifération est due au déversement des matières organiques et des substances nutritives azotées (**Rodieret al., 1984**).

✚ Détermination de l'origine de la contamination fécale (CF /SF)

L'apport d'entérocoques par rapport aux coliformes consiste en leur plus grande résistance dans les eaux naturelles, leur présence serait donc le signe d'une contamination fécale de l'eau plus ancienne. De plus il est intéressant de rappeler que la présence des coliformes fécaux par rapport aux streptocoques est un signe d'une contamination d'origine humaine (**Ghizellaoui, 2008**).

L'origine de la pollution fécale est liée au rapport quantitatif des coliformes fécaux sur les streptocoques fécaux.

$$R = CF/SF$$

- Si le rapport R est inférieur à 0,7, la contamination est d'origine animal,
- Si R est compris entre 0,7 et 1, l'origine de la contamination est mixte à prédominance animal,
- Si R est compris entre 1 et 2 cette origine est incertaine
- Si R se situe entre 2 et 4 l'origine est dite mixte à prédominance humaine
- Si R est supérieure à 4 elle est d'origine humaine.

(Borregoet Romero, 1982)

Tableau XIV : Résultats de rapport CF /SF

Station	CF (moyenne) UFC/100ml	SF (moyenne) UFC/100ml	CF/SF	Origine de la pollution
S1	4416.66	1045	4.22	Humaine
S2	4030	760	5.30	Humaine
S3	3133.33	98.33	31.86	Humaine

Au niveau de l'oued Nador le rapport est supérieur à 4, la contamination est par conséquent d'origine humaine due aux rejets d'eaux usées domestiques non traitées dans l'oued ainsi que les débordements des réseaux d'égouts.

Anaérobies sulfito-réducteurs (ASR)

Les Clostridium sulfito-réducteurs sont des germes capables de sporuler et de se maintenir longtemps dans l'eau. Ils sont donc les témoins d'une pollution ancienne. Plus difficilement tués que les coliformes par les désinfectants, ils constituent aussi un bon indicateur de l'efficacité de la désinfection (Georges et Pierre, 2002).

Les résultats de la recherche et du dénombrement des ASR ont montré que le nombre de spores dans les eaux de l'oued oscillent entre 42 et 60 spores/20 ml dans la station 3, et dans la station 2 et station 1 sont indénombrables.

Ils sont excrétés par l'homme et les animaux, on les trouve régulièrement dans les matières fécales humaines, leur densité est la suivante (PNUE/OMS, 1977) : excréments humains 10^6 à 10^8 / g ; eaux usées non traitées 10^3 / ml.

Ces valeurs sont nettement supérieures aux normes des eaux de surface fixées par l'OMS(2004) et JORA (1992) qui est 00 Spores/20ml.

Les spores d'anaérobie sulfito-réducteurs sont extrêmement persistantes dans l'environnement et résistantes aux processus de désinfection de l'eau. Par conséquent, leur valeur comme indicateur de contamination fécale a été mise en doute car les spores pourraient se trouver naturellement dans l'environnement ou représenter une source ancienne de contamination fécale (Pitkanen ,2010)

🚩 Indice de qualité Microbiologiques (IQM)

Le **Tableau XV** : indique les valeurs calculées de l'indice de contamination microbiologique des eaux dans les différents sites de l'oued Nador.

Tableau XV : Résultats de l'Indice de la Qualité Microbiologique (IQM).

Prélèvements	IQM Calculé		
	S1	S2	S3
P1	3	3	3,7
P2	2,7	2,7	3,4
P3	2,4	2,4	3
P4	2,4	2,4	2,7
P5	2,4	2,4	2,7
P6	2,4	2,4	2,4

IQM	Niveau de pollution
4,3- 5,0	Très faible
3,5-4,2	Faible
2,7-3,4	Modéré
1,9-2,6	Fort
1,0-1,8	Très fort

D'après nos résultats, on note que les eaux des sites 1 et 2 présentent une forte contamination fécale. Par contre, le troisième site présente une contamination fécale modérée.

Selon **Bovesse et Depelchin (1980)** Le principe est de répartir les valeurs des éléments polluants en 05 classes et de déterminer à partir de ses propres mesures le numéro de classe correspondant pour chaque paramètre pour en faire la moyenne.



Conclusion

Conclusion

L'Algérie comme beaucoup d'autre pays en voie de développement qui ont fait des stations d'épurations pour protéger l'environnement, Oued Nador victime d'une grande source de pollution causée par des rejets des eaux usées non traitées et les déchets domestiques et de l'agriculture des communes entourant cette région.

Notre étude porte sur l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique en vue d'établir un diagnostic de la qualité des eaux de l'oued en question, qui fait trois prélèvements, un avant la STEP de Chenoua, et l'autre au niveau de la zone de contact d'eau épurée avec l'eau de l'oued, et le dernier à 40m de la STEP de Chenoua.

Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau d'oued Nador ayant des taux variables de MES 243.5mg/l (station 1); DBO₅ 61.18mg/l; DCO 422.33mg/l; ammonium 20.2mg/l. L'analyse bactériologique indique qu'elle renferme une charge importante en coliformes totaux et fécaux, Streptocoques fécaux, et ASR indénombrable dans S1 et S2. Et le rapport CF/SFa permis de préciser l'origine humaine incriminée dans la contamination d'origine fécale de ces eaux qui montrent une mauvaise qualité.

L'indices de la pollution organique dans les trois stations montrent que les valeurs plus élevées sont enregistrées aux niveaux des trois sites indiquant que ces zones d'études présentent une pollution organique forte.

L'indice de contamination microbiologique des eaux dans les différents sites de l'oued Nador, on note que les eaux des sites 1 et 2 présentent une forte contamination fécale. Par contre, le troisième site présente une contamination fécale modérée.

L'eau d'oued Nador est de qualité physico-chimique et bactériologique une faible pollution car les résultats des analyses sont conformes aux normes de JORA ainsi qu'aux règlements de l'OMS pour les eaux de surface.

Selon les analyses physico-chimiques et bactériologiques des trois points de prélèvement d'Oued Nador, une légère différence des résultats a été révélée entre les stations 1 et 2 par rapport à la station 3.



Annexes

Annexe I

Le matériel non biologique utilisé pour l'analyse des paramètres physico-chimiques :

❖ Verrerie

- ✓ Becher
- ✓ Cuve
- ✓ Pipeter 0.2ml, 2ml, 0.5ml
- ✓ Erlenmeyer
- ✓ Creusets, capsule
- ✓ Dispensette
- ✓ Eprouvettes
- ✓ Pissette
- ✓ Flacons avec bouchons pour DBO₅
- ✓ Falcon 100ml
- ✓ Dessiccateur
- ✓ Bouteille BODTraK II.
- ✓ Réfrigérants

❖ Colorants, réactifs et produits chimiques

- ✓ Acide sulfurique
- ✓ Acide phosphorique
- ✓ Acide nitrique
- ✓ Sodium nitroprussique
- ✓ Hydroxyde de lithium
- ✓ Hydroxyde de potassium
- ✓ Dichromate potassium sulfurique
- ✓ Catalyseur le sulfate d'argent
- Solution d'acide sulfurique
 - 40ml d'acide sulfurique (95-97)
 - 960ml d'eau distillée
 - 2 ml FFD6

Le matériel non biologique utilisé pour l'analyse des paramètres bactériologiques

❖ Verreries et d'autres matériels utilisés

- ✓ Boite pétri stérile +Membrane de filtration (0,45µm)
- ✓ Pince stérile
- ✓ Flacon en vers de 500ml stérile

❖ Préparation des milieux de cultures**• Préparation de la gélose Tergitollactosé au TTC et au tergitol 7 (pour les coliformes)**

- Faire fondre de gélose lactosé au tergitol 7 contenu dans un flacon de 250 ml ;
- Le refroidir dans un bain marie à 45°C
- Puis ajouter 20 gouttes d'additif de TriphénylTétrazolium Chlorure (TTC)
- Le faire couler dans des boites de pétri et le laisser se solidifier sur pailleasse

• Préparation de la gélose Slanetz et Bartley (Pour les streptocoques fécaux)

- Faire fondre la gélose Slanetz et bartley (milieu de base)
- Laisser refroidir à la température 45°C.
- Rajouter l'additif (20gutttes de TriphénylTétrazolium Chlorure SLANETZ)
- Le faire couler dans des boites de pétri et le laisser se solidifier sur pailleasse

• Préparation de la gélose BEA (milieu de confirmation pour les streptocoques fécaux)

- Préchauffer la boite de gélose BEA à 44°C pendant 10à 15 mn
- Couler en boites de pétri stériles
- Laisser solidifier sur pailleasse

- **Préparation de la gélose viande foie(milieu de confirmation pour desClostridium sulfita-réducteurs)**

- Utiliser un bain marine à une température de 100°C
- Faire fondre le flacon contenant la gélose stérile.
- Laisser refroidir à une température de 50°C.
- Rajouter les additifs.
- Maintenir le milieu complet au bain marie à 45°C jusqu'à utilisation.

Appareillages



Conductimètre



pH mètre



Balance



Centrifugeuse



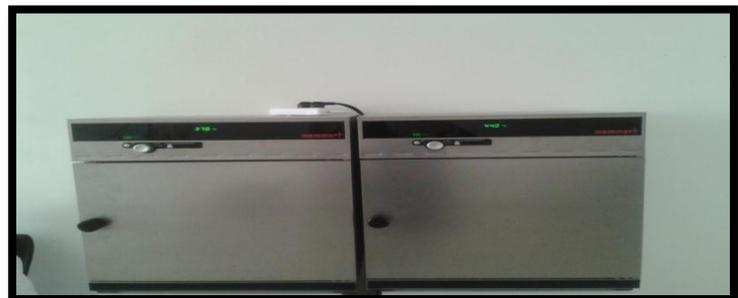
manométrique



étuve



Spectrophotomètre



Incubateur à 37°C

Incubateur à 44°C



Rampe de filtration

Annexe II

Tableau VIII : résultats des analyses physico-chimiques

Paramètres	Prélèvements	S1	S2	S3	Unités	Normes
Physiques						
Température	P1 (24/04/17)	22,4	22,5	22,2	°C	30
	P2 (02/05/17)	20,3	20,9	20,7		
	P3 (10/05/17)	21,03	20,9	20,7		
	P4 (24/05/17)	21,7	21,47	20,54		
	P5 (07/06/17)	23,77	22,68	19,66		
	P6 (14/06/17)	21,5	22	24,61		
	Moyennes	21,78	21,74	21,4		
pH	P1 (24/04/17)	8,1	7,64	7,88	/	5,5-8,5
	P2 (02/05/17)	8,88	7,71	7,81		
	P3 (10/05/17)	7,59	7,81	7,84		
	P4 (24/05/17)	7,59	7,86	7,76		
	P5 (07/06/17)	8,14	7,88	7,77		
	P6 (14/06/17)	8	7,6	7,81		
	Moyennes	8,15	7,75	7,81		
Conductivité	P1 (24/04/17)	1193	1145	1136	µS/cm	2800
	P2 (02/05/17)	2110	1486	1940		
	P3 (10/05/17)	2119	1498	1848		
	P4 (24/05/17)	2197	1382	1823		
	P5 (07/06/17)	2085	1397	1967		
	P6 (14/06/17)	1612	1410	1322		
	Moyennes	1886	1383,83	1672,66		
MES	P1 (24/04/17)	110	120	49	mg/l	25
	P2 (02/05/17)	135	187	65		
	P3 (10/05/17)	218	243	17		
	P4 (24/05/17)	303	148	70		
	P5 (07/06/17)	438	308	150		
	P6 (14/06/17)	257	233	50		
	Moyennes	243,5	181,83	66,83		
Chimiques						
DCO	P1 (24/04/17)	456	130	95	mg O ₂ /l	30
	P2 (02/05/17)	260	245	57		
	P3 (10/05/17)	680	652	87		
	P4 (24/05/17)	412	382	155		
	P5 (07/06/17)	459	423	90		
	P6 (14/06/17)	267	405	116		
	Moyennes	61,18	26,08	21,24		
DBO ₅	P1 (24/04/17)	99	13	14	mg O ₂ /l	7
	P2 (02/05/17)	104	57	35		
	P3 (10/05/17)	86	35	28		
	P4 (24/05/17)	50	24	19		
	P5 (07/06/17)	18,1	17,9	10,2		
	P6 (14/06/17)	10	9,6	21,24		

	Moyennes	422,33	372,83	100		
Rapport DCO/DBO ₅ .	P1 (24/04/17)	4,60	10	6,78	mg O ₂ /l	1-3
	P2 (02/05/17)	2,50	4,29	1,62		
	P3 (10/05/17)	7,90	18,62	3,10		
	P4 (24/05/17)	8,24	15,91	8,15		
	P5 (07/06/17)	25,35	23,63	8,82		
	P6 (14/06/17)	26,70	42,18	5,46		
	Moyennes	12,55	19,10	5,65		
pollution						
Nitrites	P1 (24/04/17)	0,72	0,7	0,59	mg/l	0,1
	P2 (02/05/17)	0,96	0,82	0,74		
	P3 (10/05/17)	0,73	0,89	0,13		
	P4 (24/05/17)	1	0,83	0,61		
	P5 (07/06/17)	1,2	1	0,82		
	P6 (14/06/17)	0,78	1	0,9		
	Moyennes	0,89	0,83	0,63		
Nitrates	P1 (24/04/17)	0	0	0	mg/l	50
	P2 (02/05/17)	0,78	0,65	0,1		
	P3 (10/05/17)	1	0,8	0,74		
	P4 (24/05/17)	0	0	0		
	P5 (07/06/17)	0,46	0,5	0,15		
	P6 (14/06/17)	1	0,89	0,7		
	Moyennes	0,45	0,47	0,28		
Ammonium	P1 (24/04/17)	10,58	9,35	5,86	mg/l	4
	P2 (02/05/17)	14,95	10,25	5,92		
	P3 (10/05/17)	23,1	14,5	4,7		
	P4 (24/05/17)	18,6	13,5	7,8		
	P5 (07/06/17)	25,50	22,9	7,5		
	P6 (14/06/17)	47,1	25	23,1		
	Moyennes	20,2	15,91	9,14		

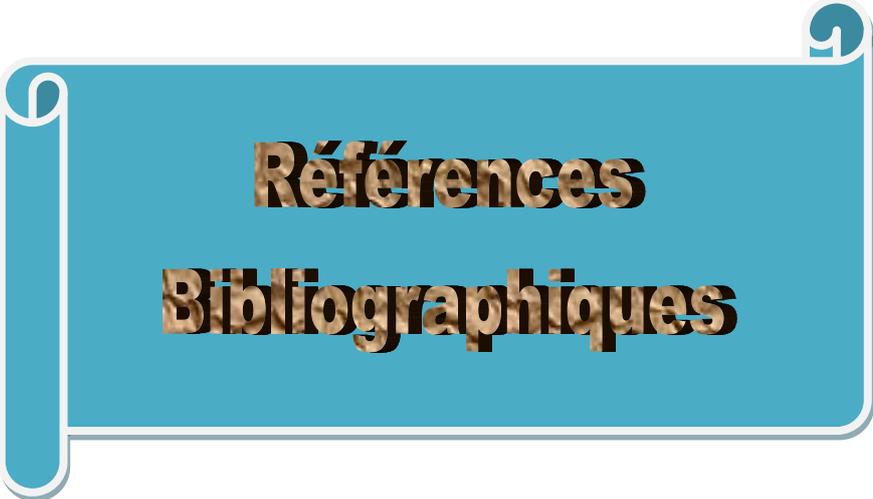
Tableau XIII : Résultats des analyses bactériologies

Paramètres	Prélèvements	S1	S2	S3	unités	Normes
CT	P1 (24/04/17)	2800	2500	1000	UFC/100ml	50000
	P2 (02/05/17)	3500	2800	2400		
	P3 (10/05/17)	4000	3580	2500		
	P4 (24/05/17)	5000	3800	3000		
	P5 (07/06/17)	6000	6000	5900		
	P6 (14/06/17)	6500	6100	4000		
	Moyennes	4633,33	4130	3133,33		
CF	P1 (24/04/17)	2000	2000	1000	UFC/100ml	20000
	P2 (02/05/17)	3500	2800	2400		
	P3 (10/05/17)	4000	3580	2500		
	P4 (24/05/17)	4600	3800	3000		
	P5 (07/06/17)	5900	5900	5900		
	P6 (14/06/17)	6500	6100	4000		
	Moyennes	4416,66	4030	3133,33		
SF	P1 (24/04/17)	70	60	30	UFC/100ml	10000
	P2 (02/05/17)	100	100	50		
	P3 (10/05/17)	1000	700	100		
	P4 (24/05/17)	1600	900	120		
	P5 (07/06/17)	1600	1000	130		
	P6 (14/06/17)	1900	1800	160		
	Moyennes	1045	760	98,33		
ASR	P1 (24/04/17)	IND	IND	42	Spores	00
	P2 (02/05/17)	IND	IND	46		
	P3 (10/05/17)	IND	IND	50		
	P4 (24/05/17)	IND	IND	57		
	P5 (07/06/17)	IND	IND	60		
	P6 (14/06/17)	IND	IND	52		
	Moyennes	IND	IND	51 Spores		

IND : Indénombrable

Tableau XVI : résultats des analyses physico-chimiques de la STEP

	24/04/17	02/05/17	10/05/17	24/05/17	07/06/17	14/06/17	Unité	Normes
T	17,60	17,30	22,50	20,20	19.90	20.10	°C	30
Ph	7,95	7,99	7,79	8,17	8.14	7.99		6.5-8.8
CE	1480	1487	1642	509	1322	1435	μS/cm	
MES	16	19	8	19.50	12.5	14	mg/l	30
DCO	56	37,60	56,5	46	36.80	39	mg/l	30
DBO₅	9,80	14	Abs	16	6.8	Abs	mgO ₂ /l	90
NH₄⁺	18,3	8,55	/	20.30	7.30	/	mg/l	
NO₂	/	/	/	/	/	/	mg/l	
NO₃⁻	0,81	1,29	/	0.69	0.82	/	mg/l	



**Références
Bibliographiques**

A

Abboudi A.,TabtaouiH et EL HamichiF. (2014). Etude de la qualité physico- chimique et contamination métallique des eaux de surface du bassin versant de GUIGOU.MARCO.11P.

AbdesselemA. (1999). Suive De La Qualité Microbiologique Et Physicochimique De trois Serres Alimentant De La Région De Tlemcen, Mémoire d'ingénieur institut de biologie, université de Tlemcen., pp 2-18.

Abouelouafa M., El Halouani H., KharbouaM et Berrich A. (2002). Caractérisation physico-chimique et bactériologique des eaux usées brutes de la ville d'Oujda: canal principal et Oued Bounaim Mémoire de fin d'étude (Maroc).

Aboukacem A., Chahlaoui A., Soulaymani A., Rhazi-Filali F et Benali D. (2007). Etude comparative de la qualité bactériologique des eaux des oueds Boufekrane et Ouislane à la traversée de la ville de Meknès (Maroc), REMISE, v1(1): 10-22p.

Aoubed A. (2007). Les différents procédés des traitements des eaux, l'université Blida.80 p.

B

Bachasson et Bernard.(1997). Mise en valeur des étangs. Editions Lavoisier Tec et Doc ,176p

Baghdad M., ChadouliM.(2010). Contribution à l'étude de la qualité des eaux épurées de la station de traitement des eaux, Mémoire de fin de stage, Alger, 78 p.

Bechac J., Boutin P.(1984). Traitements des eaux usées ED EYROLLES BD StGermain. 121p.

Bechac J., Boutin P.(1988). Traitements des eaux usées, paris, 130 p.

Bengoumi M.et al.,(2004). Qualité de l'eau en aviculture. Revue trimestrielle d'informations scientifiques et technique – volume 3-N°1, Maroc, pp5-25.

Bertrand G. (2008). Utiliser L'eau De Pluie, Editions Eyrolles, 130 p.

Bessiere. (2005). Filtration frontale sur membrane : mise en évidence du volume filtre critique pour l'anticipation et le contrôle du colmatage. Thèse de doctorat en génie des procédés et de l'environnement. Université Paul Sabatier, Toulouse III FRANCE .192p.

Bontoux. (1979). Cycle et bilan de l'azote en rivière. Comptes-rendus des troisièmes journées scientifique et techniques : l'eau, la recherche et l'environnement, limoges, (10-12Oct.)pp.185-203.

Borrego A. F. Romero P.1982. Study of the microbiological pollution of a Malaga littoral area II Relationship between fecal coliforms and fecal streptococci. Vie journée etude pollution, Cannes, France, 561-569p.

Bouderbala A. (2015). Contribution des méthodes hydro chimiques et géophysiques a l'acquisition de la minéralisation dans les zones côtières cas de la nappe alluviale de l'oued Nador - Tipaza (Algérie), mémoire de doctorat en sciences, université Hassiba Benbouali de Chlef faculté de génie civil et d'architecture département d'hydraulique, 29p

Briere F. (2000). Distribution et collecte des eaux, 2ème édition, Edition Presses internationales polytechniques, 01-06p.

Burtong A. JR., Pitter E. (2001). Storm water effects handbook, a toolbox for watershed managers, scientists, and engineers. CRC/Lewis Publishers, 875p.

C

Chahlaoui, 1996 ; Chahlaoui, 1996. Etude hydro biologique de l'oued Boufekrane (Meknès), impact sur l'environnement et la santé .Thèse d'état .fac . Meknès, 234 p.

Chapman, D, et himstach, v.(1996). Selection of water quality variables. Water quality assessment: a guide to the use of biota , sediments and water in environment monitoring Chapman edition, 2nd .E and FN Span, London, pp59-126.

D

Dussart B.(1966). Limnologie : l'étude des eaux continentales, Edition géologique écologique aménagement, 2^{ème} trimestre. 252P. Ed. Flammarion. Pp 85-316.

E

El-Addouli A., Chahlaoui M., Berrahou O., Chafi, Ennabili.(2011). Approche de la qualité biologique de l'oued Ouislane au voisinage des effluents bruts De la région de Meknès, Larhyss Journal, 09 : 21-33p.

Ezziane S. (2007). Traitement des eaux de rejets, le Mémoire Présenté pour obtenir le diplôme de Magister, Université HASSIBA BEN BOUALI de CHLEF, 186 p.

F

Frank J., Kemmer N. (1992). Manuel de l'eau. Edition :Lavoisier.p3.102.102.

G

Gaujous D., (1995). La pollution des milieux aquatiques. Edit. Lavoisier Techniques et documentation .Paris.2 17p.

Georges T., Pierre J. (2002). L'eau, patrimoine mondial commun, Belgique, presses universitaire de NUMUR, 303p.

Gerard G. (1999). L'eau: Usages et polluants, Editions QUAE, 210 p.

Ghizellaoui S. (2008). Evaluation and evolution of the quality of the water resources in the distribution network .Elsevier .desalination .222:502-512

Gleeson C. Gray N. A. (1997). The coliforms index and water borne disease, E & FN spoon, 194p

Gommella M., Gurree H. (1983). Les eaux usées dans les agglomérations urbains ou rurales Ed EYROLLES 61 boulevard saint – Germain, 249 p.

GuilbertL.(2000). Chimie Dans La Buanderie, Projets d'Intégration des Sciences et des Technologies en Enseignement au Secondaire, p 21.

H

Hazourli S., BoudibaL, et Ziatim. (2007). Caractérisation de la pollution des eaux résiduaires de la zone industrielle d'HADJAR, ANNABA, laryss journal, n°06, pp45.

J

JEAN-CLAUD B. (1983).Contrôle des Eaux Douces et de Consommation Humaine, Edition Ed. Techniques Ingénieur, pp 2-8.

JOHN P., DONALD A. (2010).Microbiologie, 3eme Édition, 1216 p.

JORA, 2011. Journal officiel de la république Algérienne ; N°18, 35P.

L

Leclercq l., maquet. (1987). intérêt et limites des méthodes d'estimation de la qualité de l'eau ; station scientifique des hautes-fagnes.

Leynaud G. (1968). Les pollutions thermiques, influence de la température sur la vie aquatique. B.T.I. Ministère de l'agriculture, 224-881.

Leyral G., BonnefoyC., Guillet F. (2002). Microbiologie et qualité des industries agroalimentaire, Paris, 245p.

M

Mc Kinney M.L. (2002).Urbaization, biodiversity and conservation. Biosci, 52, 883-890.

Meinck F., Stooff H., Kohleschutter H. (1977). Les eaux résiduaires industrielles, 2^{ème} Ed
Masson, paris, 863p

Medjiah I., Bourahmani Y. (2014). Mémoire de fin d'étude, Ingénierie des Eaux. Étude et évaluation de performance au long de la station d'épuration de la ville de Tipaza, mémoire de fin d'étude.

Mens. Derouane. (2000). Etat des nappes de l'eau souterraine de Wallonie.

Metahri M-S. (2012). Elimination simultanée de la pollution azote et phosphate des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STPE est de la ville de Tizi-Ouzou. 172p.

Monod T. (1989). Méharées géographie. France loisir. 233P.

Morsli A. (2007) .étude des paramètres physico-chimiques de la lagune d'el Mellah
Mémoire de fin d'étude. DES en océanologie .université d'Annaba.

Mulliss R M., Revitt M., Shutes R. B.E. (1997). The impact of discharges from two combined sewer overflows on the water quality of an urban watercourse. Water Sci. Technol., 36, 195-199.

O

OLIVIER J., PIERRE C. (2010). Analyse du cycle de vie: Comprendre et réaliser un écobilan 2^{ème} Édition, 302 p.

OMS, 2004. World Health Organisation .Directives de qualité pour l'eau de boisson. 3^{ème} Édition, volume 1 Recommandations. Genève, Suisse. 110p.

OMS, 2006. Directives de qualité pour l'eau de boisson .Troisième édition, volume 1

OMS, 1989. Health guidelines for the use of water in agriculture and aquaculture .
Rapport d'un groupe scientifique de l'OMS. Genève : Organisation Mondiale de la santé.
74p.

P

PAPA M. (2005). Les Eaux A Usage Industriel, Edition EP5, p 17.

Paul R. (1998).Eaux d'égout et eaux résiduaires industrielles: Épuration, utilisation.

Pitkanen, T. (2010). Studies on the detection methods of campylobacter and fecal indicator bacteria in drinking water. National Institute for Health and Welfare. Finland. 118 p Société d'Éditions techniques, 192 p.

PNUE / OMS., (1977). Recommandation pour la surveillance sanitaire des zones côtières à usage récréatif et des zones conchylicoles. Bureau régional de l'OMS pour l'Europe, Copenhague : 168p

R

RaymondD. (1997).Le traitement des eaux, 2ème Édition, 304 p.

Ramade F. (1993). Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Sciences Internationale. Paris, 822p.

Rodier J. (1996).L'analyse De L'eau, Eaux Naturelles, Eaux Résiduaires, 8ème Edition,Dunod, paris, 1335p.

Rodier J-L.(2005). L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer.8ème Edition, DUNOD technique.1383 p.

Rodier J. (1984) Analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 7ème édition, Dunot, Paris.

RodierJ., Legube B., Merlet N. Coll.(2009) . L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 9ème Edition, Dunod, Paris, 1579 p.

Rodier J., Bazin C., BroutinJ.P., Chambon P., Champsaur H., RodiL. (1996). L'analyse de l'eau, 8ème édition. DUNOD (Editeur), Paris, France.879p.

S

Samak H. (2002). Analyse physico-chimique et bactériologiques au L.N.S des eaux de consommation de la ville de Bamako durant la période 2000 et 2001,77p.

Sevrin-Reyssac,G. Delanoue,J. Proulx, D.(1995). Le recyclage de lisier de porc par lagunage. Edition Technique et Documentation Lavoisier. 118p.

U

USSART B.(1966). Limnologie : l'étude des eaux continentales, Edition géologique écologique aménagement, 2ème trimestre. 252p.

X

XAVIER L. (2011).Guide pratique des stations de traitement des eaux, Édition Eyrolles, 266 p.