

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

En vue de l'obtention du diplôme de MASTER

En : Hydrobiologie Marine et Continentale

Option : Eau, Environnement et Santé publique

Thème

# Contribution à l'étude de la qualité hydrobiologique de l'eau de l'Oued El Harrach



Présenté par :

BOUCHELOUCHE Abderraouf

KREMBIT Ayoub

Soutenu devant le jury composé de :

Mme FAIDI H.

Maitre Assistance A / Blida 1

Présidente

Mme El-MAHDI I.

Maitre Assistance A / Blida 1

Examinatrice

Mme KHETTAR S.

Maitre Assistante A/ Blida 1

Promotrice

Promotion: 2016-2017

## **Remerciements**

**En premier lieu, nous tenons à remercier le Dieu qui nous a donné la force et le courage pour compléter ce modeste travail.**

**Nous voudrions tout d'abord remercier notre promotrice Madame KHETTAR.S qui a bien voulu encadrer et diriger ce travail.**

**C'est un grand plaisir de pouvoir exprimer notre profonde gratitude à Mme FAIDI H pour l'honneur qu'elle nous a fait de présider de notre jury.**

**Nous sommes très reconnaissants à Mme MAHDI I d'avoir accepté de participer au jury, examiné notre manuscrit et apporté les corrections nécessaires. Nous les en remercions chaleureusement.**

**Nos vifs remerciements vont à toute l'équipe du laboratoire de l'ADE unité de chiffa BLIDA**

**Nous remercions tout particulièrement Mme Rafika Ingénieur de laboratoire de SEAAL chénoua pour son aide.**

**Nous remercions Mme Hania Ingénieur de laboratoire du département de Vétérinaire de l'Université Blida 1 pour son aide.**

**Nous tenons à remercier les membres du personnel de l'A.N.R.H, l'O.N.M et Parc National de Chréa de BLIDA qui mis à notre disposition leurs documents**

**Par ailleurs, nous remercierons tous ce qui ont participé de pré ou de loin à la réalisation de ce travail. Que ce soit par une aide sur terrain, au laboratoire ou tout simplement par un mot ou par un sourire.**

**Dédicace**

**A mes chers parents qui m'ont soutenus et encouragés.**

**A mes chers frères et sœurs.**

**A tous les enseignants qui m'ont enseigné depuis l'école primaire jusqu'à l'université.**

**A mes meilleurs amis**

**A ma promotrice Madame khettar.**

**A ma binôme : Abderraouf.**

**Aux personnes que j'aime et je respecte beaucoup.**

**A toutes les personnes positives même négatives qui m'ont poussé à être positive.**

**Atout mes amis et collègues de Eau Environnement et Santé publique.**

**A toute la promotion 2016-2017 que j'estime beaucoup.**

**.....je dédie ce mémoire**

**Ayoub**

**Dédicace**

**A mes chers parents qui m'ont soutenus et encouragés.**

**A mes chers frères et sœurs.**

**A tous les enseignants qui m'ont enseigné depuis l'école primaire jusqu'à l'université.**

**A tous mes amis surtout : Khaled, Ayoub, Mohamed, Mahfoud, Sifeldine.**

**A ma promotrice Madame khettar.**

**A ma binôme : Ayoub.**

**Aux personnes que j'aime et je respecte beaucoup.**

**A toutes les personnes positives même négatives qui m'ont poussé à être positive.**

**A tout mes amis et collègues de Eau Environnement et Santé publique.**

**A toute la promotion 2016-2017 que j'estime beaucoup.**

**.....je dédie ce mémoire**

**Abderraouf**

## **Résumé**

**La présente étude porte sur la qualité de l'eau de l'oued El Harrach, l'aspect physicochimique et la composition faunistique (Macroinvertébrés) y ont été abordés. Quatre (4) stations échelonnées entre 96 et 180m d'altitude ont fait l'objet de prospection, entre février 2017 et mai 2017 (quatre campagnes de prélèvement).**

**L'analyse physicochimique révèle que les eaux sont des eaux alcalines de minéralisation importante. La concentration moyenne en éléments chimiques est 81.75 mg/l pour le calcium, de 42.1 mg/l pour le magnésium et de 5.85 mg/l pour les chlorures.**

**L'analyse bactériologique révèle que toutes les stations présentent une contamination par les coliformes et les streptocoques de l'amont à l'aval.**

**Cette étude a permis de recenser un peuplement faunistique qui se compose d'une Embranchement Arthropodes, et une Classe Insectes, la classe des Insectes est représentée par cinq groupes qui sont par ordre : Les Ephéméroptères, les Trichoptères, les Plécoptères, les Diptères et les Coléoptères.**

**L'application de l'indice biologique global normalisé montre que les eaux de l'oued El Harrach sont de qualité moyenne avec une nette pollution.**

## **Mots clés**

**Oued El Harrach, physicochimique, Bactériologique, Macroinvertébrés benthiques, Indice Biologique Globale Normalisé.**

## **Abstract**

**This study examines the quality of water of El Harrach Wadi, the physicochemical appearance and composition fauna (invertebrates) were also discussed. 4 station spaced out between 96 and 180m attitude made me subject to exploration, between 2017 and may 2017 ( campaigns of sampling).**

**Physicochemical analysis showed that waste alkaline waters of significant mineralization. The average concentratiuon of chemical elements is to 81,75 mg/l for calcium cautions, 42,1 mg/l for magnesium. For anions is 5,85mg/l for chloride.**

**The bacteriological analyzes reveal that all stations have contamination by coliform and streptococci from upstream to downsntream.**

**This study made it possible to identify a faunistic stand consisting of 1 Branch ( Arthropods), 1 Class (Insects), the class of insects represented by 5 groups that are by order : Ephemeroptera, Trichoptera, Pecoptera, Diptera and beetles.**

**The application of I.B.G.N. shows that waters of El Harrach Wadi are quality very poor.**

## **Key words**

**El Harrach Wadi, physical chemistry, bacteriological, Benthic macro invertebres, IBGN.**

## ملخص

قد نوقشت هذه الدراسة حول نوعية المياه لواد الحراش من خلال التحليل الفيزيوكيميائي و التكوين الحيواني (اللافقاريات) التي تعيش فيه ، ثم البحث في أربع محطات ما بين 90 و 180 مترا إرتفاع (علو) ، إبتداء من شهر فيفري 2017 إلى غاية ماي 2017 ( أربع حملات لأخذ العينات ).

ويكشف تحليل الفيزيوكيميائي أن المياه بها تمعدن كبير . متوسط تركيز العناصر الكيميائية حيث تحتوي على 81.75 ملغم/ لتر من كالسيوم، 42.1 ملغم/لتر من الماغنسيوم، و من 5.85 ملغ/لتر الكلوريدات.

و تكشف التحاليل البكتروجية على أن معظم المحطات لها تلوث من بكتريا القولون وبكتريا العقديات من أعلى المنبع (الواد) إلى أسفله

ومن خلال هذه الدراسة (NGBI) تم إحصاء أسرة من المفصليات وفئة من الحشرات التي تمثلها خمس مجموعات والتي هي كالتالي : ذبابة مايو ، شعريات الاجنحة ، مطويات الاجنحة ، ذوات الجناحين و الخنافس.

## كلمات المفتاحية

واد الحراش ، الفيزيوكيميائي ، البكترولوجي ، اللافقاريات ، مؤشر بيولوجي عالمي موحد

## Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Abréviation

**Introduction** ..... 1

**Chapitre I:** **Etude bibliographique**

**I.1 Présentation du site**..... 2

I.1.1 Situation graphique..... 2

I.1.2 Géologie..... 3

I.1.3. Données climatiques générales..... 3

I.1.3.1. Température et précipitation..... 4

I.1.3.2. Digramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN..... 4

I.1.3.3. Climagramme d'Emberger..... 5

I.1.3.4. Vent..... 6

I.1.4 Hydrologie..... 7

I.1.4.1. Débits..... 7

I.1.4.2. Crues..... 7

I.1.4.3. Etiages..... 8

I.1.5 Végétation..... 8

**Chapitre II:** **Matériel et méthodes**

**II-1- Description des stations d'étude**..... 9

**II-2- Etude physicochimique**..... 10

**II-2-1- Paramètres physiques**..... 10

2.1.1. Température, pH, conductivité et Turbidité..... 10

2.1.2. Vitesse du courant..... 12

2.1.3. Matières en suspension..... 12

**II-2-2- Paramètres chimiques:**..... 13

2.2.1. Dosage des Chlorures..... 13

2.2.2. Dosage des nitrates et nitrites..... 13

2.2.3. Dosage de Calcium et du Magnésium.....	14
2.2.4. Dosage des Phosphores.....	14
2.2.5. Dosage des sulfates .....	14
2.2.6. Dosage d'Ammonium.....	14
2.2.7. Dosage de Fer.....	14
2.2.8. Résidu sec.....	14
2.2.10. Titre Alcalimétrique (TA et TAC).....	15
2.2.11. Matière organique .....	15
2.2.12. Demande chimique en oxygène (DCO).....	15
2.2.13. Demande biologique en oxygène (DBO).....	16
<b>II.3. Analyse biologique.....</b>	<b>16</b>
<b>II.3.1. Etude bactériologique.....</b>	<b>16</b>
<b>II.3.2. Etude macrobenthique.....</b>	<b>18</b>
1. Méthodologie.....	18
<b>II.3.3. Evaluation de la qualité biologique de l'eau.....</b>	<b>19</b>
3.3.1. Indice Biologique Global Normalisé.....	19
3.3.2. Calcul de l'indice Biologique Global Normalisé .....	19
<b>Chapitre III:</b>	<b>Résultats et discussion</b>
<b>III-1-Interprétation des analyses physicochimiques.....</b>	<b>21</b>
<b>III-2 - Interprétation des analyses biologiques.....</b>	<b>34</b>
III-2-1 - Analyse faunistique.....	34
III-2-2 – Qualité de l'eau par l'IBGN.....	35
III-2-3- Analyse Bactériologique.....	36
<b>Conclusion.....</b>	<b>40</b>
<b>Références Bibliographiques</b>	
<b>Annexes</b>	

**Tableau I** : Moyennes mensuelles et annuelles de la température et des précipitations de la région d'Alger durant la période 2004-2015 (O.N.M/2016).

**Tableau II** : Classification de la vitesse du courant selon l'échelle de Berg (DECAMPS, 1971).

**Tableau III** : Variation mensuelle des Nitrites

**Tableau IV** : Classe de qualité, signification des valeurs de l'IBGN et couleur à utiliser en représentation cartographique

**Tableau V** : moyenne mensuelles et annuelles du vent (m/s) de région d'Alger durant la période 2004-2014 (O.N.M) 2016.

**Tableau VI** : Débits moyens mensuels (m<sup>3</sup>/s) de la station Baraki, oued El Harrach. (A.N.R.H, 2016).

**Tableau VII** : Débits maximaux mensuels (m<sup>3</sup>/s) de la station Baraki, oued El Harrach. (A.N.R.H, 2016).

**Tableau VIII** : Débits minimaux mensuels (m<sup>3</sup>/s) de la station Baraki, oued El Harrach. (A.N.R.H, 2016).

**Tableau IX** : les modes opératoires des certaines paramètres physicochimiques.

**Tableau X** : des Classes proposées pour le pH (NISBET et VERNEAUX, 1970)

**Tableau XI** : des Classes proposées pour la Conductivité électrique (NISBET et VERNEAUX, 1970)

**Tableau XII** : des Classes proposées pour les matières en suspension (NISBET et VERNEAUX, 1970)

**Tableau XIII** : des Classes proposées pour les Chlorures (NISBET et VERNEAUX, 1970)

**Tableau XIV** : des Classes proposées pour les Nitrites (NISBET et VERNEAUX, 1970)

**Tableau XV** : des Classes proposées pour les phosphates (NISBET et VERNEAUX, 1970)

**Tableau XVI** : Résultats de la physico-chimique

**Tableau XVII** : Résultats d'analyse bactériologique

**Tableau XVIII** : Répertoire faunistique liste des 138 taxons utilisés (les 38 taxons indicateurs sont soulignés). (A.N.R.H., 2004)

**Tableau XIX** : Tableau de détermination de l'IBGN (A.F.N.O.R., 2004)

**Tableau XX** : Classe de qualité, signification des valeurs de l'IBGN et couleur à utiliser en représentation cartographique.

Liste de Figures

- Figure 1 : Réseau Hydrographie du bassin de l'Oued El Harrach.**
- Figure 2 : Digramme Ombrothermique de la région d'Alger.**
- Figure 3 : Localisation de la région d'Alger sur le Climagramme d'Emberger.**
- Figure 4 : Variation mensuelles des moyennes de la vitesse du vent de la région d'Alger.**
- Figure 5 : Débits moyens mensuels de la région d'Alger (1997-2004) A.N.R.H 2016.**
- Figure 6 : Localisation des Stations d'étude le long de l'oued El-Harrach.**
- Figure 7 : Station d'Oued Boumaane.**
- Figure 8 : Station d'Oued Lakhra.**
- Figure 9 : Station d'Oued Boussardina.**
- Figure 10 : Station de Hammam Melouane.**
- Figure 11 : Recherche et dénombrement des coliformes et *d'E. Coli*.**
- Figure 12: Recherche et dénombrement des *Streptocoques Fécaux***
- Figure 13 : Filtre de suber.**
- Figure 14 : Variation mensuelle de la température**
- Figure 15 : Variation mensuelle de pH**
- Figure 16 : Variation mensuelle de la conductivité**
- Figure 17 : Variation mensuelle de la Turbidité**
- Figure 18 : Variation mensuelle de la vitesse du courant**
- Figure 19 : Variation mensuelle de la Matière en suspension**
- Figure 20 : Variation mensuelle des Chlorures**
- Figure 21 : Variation mensuelle des Nitrates**
- Figure 22 : Variation mensuelle de Calcium**
- Figure 23 : Variation mensuelle de Magnésium**
- Figure 24 : Variation mensuelle des phosphates**
- Figure 25 : Variation mensuelle des Sulfates**
- Figure 26 : Variation mensuelle d'Ammonium**

**Figure 27 : Variation mensuelle de Fer**

**Figure 28 : Variation mensuelle de Résidu sec**

**Figure 29 : Variation mensuelle de titre alcalimétrique complet**

**Figure 30 : Variation mensuelle de titre alcalimétrique**

**Figure 31 : Variation mensuelle de Matière organique**

**Figure 32: Variation mensuelle de Demande biologique en oxygène**

**Figure 33: Variation mensuelle de Demande chimique en oxygène**

**Figure 34 : Qualité de l'eau de l'oued El Harrach durant 4 prélèvements**

**Figure 35 : les coliformes totaux recensés à l'oued El Harrach**

**Figure 36 : les coliformes fécaux recensés à l'oued El Harrach**

**Figure 37 : les streptocoques fécaux recensés à l'oued El Harrach**

**ADE**: Algériennes des eaux.

**ANRH** : Agence Nationale des Ressources Hydraulique.

**D/C** : double concentration.

**EVA** : éthyle violet azide.

**IBGN** : Indice Biologique Global Normalisé.

**HM** : Hammam Melouane.

**NPP** : nombre le plus probable.

**O.Bou** : Oued Boumaane.

**O.Bous** : Oued Boussardina.

**ONM** : Officie Nationale de la Météorologie.

**O.Lkh** : Oued Lakhra.

**SEAAL** : Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger.

**S/C** : simple concentration.

**TA** : Titre Alcalimétrique.

**TAC** : Titre Alcalimétrique Complet.

**TH** : dureté de l'eau.

**THCa** : dureté de Calcuim

**THMg** : dureté de Magnésium.

**UNF** ; unité formant une colonie.

**WOH**: world organization Heath.

# Introduction

Dans la nature, l'eau est exposée à des pollutions de toutes sortes qui peuvent être observées à différents niveaux. Les eaux de surface sont plus fréquemment contaminées par les éléments biologiques et par les différents types de rejets liquides ou solides. Ces phénomènes de pollution de l'eau sont placés actuellement en tête des problèmes de l'environnement, car l'eau est une interface entre l'air et le sol et elle subit donc la dégradation de ces deux milieux (**BOUZIANI, 2006**).

L'Algérie n'a pas échappé à cet effet, à cause du développement rapide de ces diverses industries comportant un bon nombre de procédés de fabrication utilisant de l'eau. Il faut mentionner que les eaux usées provenant de ces dernières renferment une quantité importante en matières organique et minérale, des agents toxiques et autres substances nocives qui sont rejetées en majorité des cas dans les rivières et les lacs (**ADJERID, 1990**).

La qualité de l'eau est le résultat global de l'interaction eau-peuplement aquatique-habitat, et le cumul de nombreuses activités humaines (industrielles, agricoles...) peut cependant donner lieu à des effets spectaculaires, souvent différés dans l'espace et dans le temps, ce qui entraîne une aggravation des conditions naturelles de vie et de difficultés de répartition de l'eau (**JEAN, 2000**).

La pollution des eaux continentales représente sans aucun doute, un des aspects les plus inquiétants de la dégradation de l'environnement, ce qui fait dire que le temps des rivières est fini, celui des égouts commence (**RODIER et al., 2005**).

Les eaux douces Algériennes ont fait l'objet de plusieurs études depuis le 19ème siècle, nous citerons ceux de **BLANCHARD (1891)**, **GURNEY (1903)**, **GAUTHIER (1928)**, **NAVAS (1929)**, **ZOUAKH (1995)**, **LOUNACI et al., (2000)**, **MEBARKI (2001)** et **ARAB (2004)**.

Les premiers examens globaux des peuplements benthiques susceptibles de déterminer la qualité de l'eau du bassin de l'Oued El Harrach ont été réalisés en période printanière et estivale successivement par **DJERIDANE et SALHI (1983)**, **ARAB et ZEBDI (1983)**, **ZOUAKH (1995)**.

Le présent travail consiste à une étude hydro biologique de l'Oued El Harrach. Nous nous sommes intéressés à évaluer la qualité de l'eau de l'Oued par des analyses physicochimiques, bactériologique et biologiques en utilisent l'indice biologique global normalisé (I.B.G.N)

Notre étude est présentée comme suit :

- I. Le premier chapitre résume les principales caractéristiques physique et environnementale du réseau hydrographique de l'Oued El Harrach.
- II. Le deuxième chapitre s'intéresse à la présentation du matériel et méthodes d'échantillonnage et localisation des stations.
- III. Le troisième chapitre consacré aux discussions des résultats biotiques et abiotiques.

# Chapitre I

## Caractéristiques physiques et environnementales

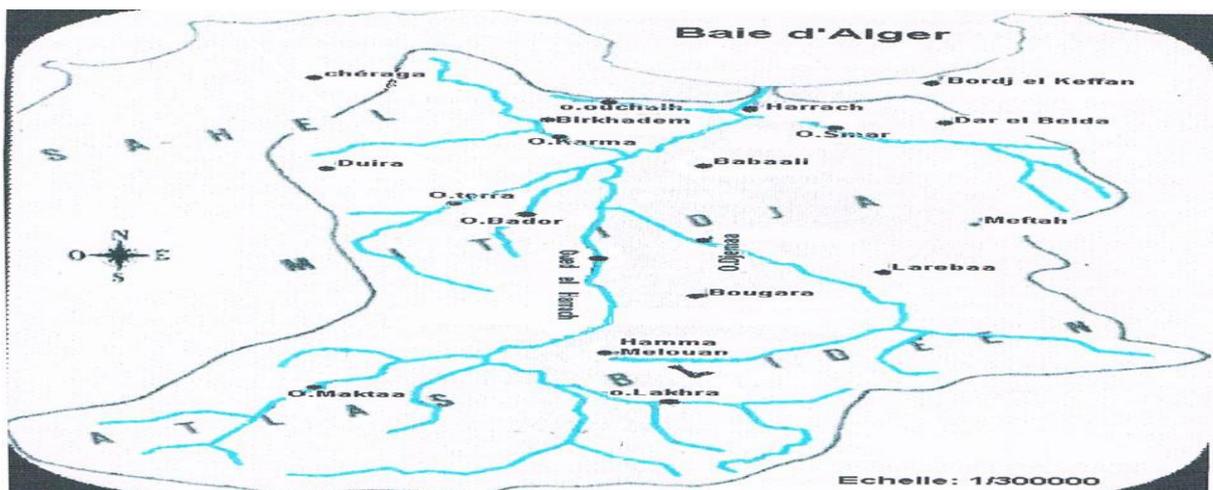
## I.1. Présentation de site

### I.1.1. Situation géographique

Le bassin versant de l'oued El Harrach appartient au grand bassin versant côtier Algérois. Il couvre une superficie de 1236.28 Km<sup>2</sup> et s'étend du Nord au Sud sur 51 Km et d'Est en Ouest sur 31 Km (**BERRAHAL et MEROUANE, 2004**).

Il est limité au Sud par la bordure Nord du plateau de Médéa, à l'Est par les monts de Tablat, à l'Ouest par les monts de Chréa et au Nord par la Méditerranée. Il regroupe l'ensemble des communes de la zone centrale de la wilaya d'Alger et une partie des communes de la zone Nord de la wilaya de Blida. Ces communes sont :

- **Wilaya d'Alger** Gué de Constantine, Oued Smar, El Harrach, Bab Ezzouar, Dar El-Beida, Eucalyptus, Bourouba, Bachdjerah, Baraki, El Achour, Draria, Saoula, Baba Hassen, Khrassia, Douira, Birtouta, Oued Chebel, Tessala El Merdja, Birkhadem, Sidi Moussa.
- **Wilaya de Blida** Bougara, Baba Ali, Ouled Slama, Meftah, Chebli, Larbaa. (**BERRAHAL et MEROUANE, 2004**).



**Figure 1 : Réseau Hydrographie du bassin de l'Oued El Harrach (AISSANI et GOUASMIA, 2009)**

Ce bassin est traversé par un grand oued dénommé oued El Harrach, qui prend naissance à partir de l'Atlas Blidéen (Djebel Messala), avec une longueur de 67Km et ses affluents sont : Oued Lakhra, Oued Boumaan, Oued Bousarrdina, Oued MaktaaLazrag, Oued Djemaa, Oued Baba Ali, Oued Terrou, Oued kerma, Oued Semar et Oued Ouchaiah.

### I.1.2. Géologie

Le massif Blidiéen est presque entièrement constitué de schistes du crétaé inférieur sans fossiles, d'éboulis de pente de même origine, sans cohésion qui se désagrègent en éléments plus ou moins grossiers, pauvres en éléments nutritifs. Là, les roches cristallines disparaissent définitivement et les dépôts qui remontent aux ères primaires n'apparaissent que sur quelques

endroits de contact entre la plaine et la montagne (**HALIMI, 1980**). Ce contact se fait à l'Est de l'oued El Harrach par un escarpement de faille qui ne ménage plus la transition de cônes d'accumulation entre la plaine et le versant montagneux (**MUTIN, 1977 ,in ZOUAKH, 1995**) . Le reste du bassin est constitué de flysch indifférencié (crétacé marneux) imperméable, avec une altération assez poussée montrant en surface des écoulements, des griffes et des glissements en nappe. La plaine est essentiellement une zone d'épandage où le matériel est surtout argilo limoneux. La basse plaine se caractérise par les formations du villafranchien plus connues sous le nom de marnes jaunes d'El Harrach qui s'entassent sur plusieurs centaines de mètres de centre à l'Ouest (**ZOUAKH, 1995**).

Le bassin versant de l'oued El Harrach est constitué essentiellement de trois unités géologiques :

- Vers le sud on retrouve l'Atlas Blidéen, un vaste massif montagneux qui se constitue essentiellement d'épaisses séries d'âge crétacé.
- La plaine de la Mitidja qui constitue une véritable gouttière, où reposent des formations néogènes et quaternaires.
- Au Nord : le Sahel d'Alger est constitué par les marnes d'âge Plais ancien et la mollasse d'âge Astien. Le piémont sud du Sahel caractérisé par des pentes douces est formé de dépôts argilo caillouteux (**BERRAHAL et MEROUANE, 2004**).

### **I.1.3.Données climatiques générales**

**CHAUMONT et PAQUIN (1971)** précisent que la pluviométrie en Algérie est sous l'influence de facteurs géographiques : l'altitude, la latitude, la longitude et l'exposition. En effet, la pluviosité augmente avec l'altitude, mais elle est plus élevée sur le versant exposé aux vents humides. Elle augmente d'Ouest en Est, et diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral vers le sud (**LOUNACI, 2005**).

Le climat reste le principal facteur de contrôle de la répartition de la dynamique des écosystèmes, il se manifeste par les échanges d'énergie et les échanges d'eau avec le milieu lacustre (**LEVEQUE, 1996**).

Le taux de précipitations, la variation de température, l'ensoleillement, l'humidité et la vitesse du vent sont les facteurs qui déterminent le climat.

#### **I.1.3.1.Température et précipitations :**

Les données climatologiques telles que la température et la pluviosité s'avèrent être les variables les plus importants dans leurs actions sur les écosystèmes. Pendant les périodes sèches, le potentiel d'évapotranspiration est plus élevé que le taux de précipitations et par conséquent, il y a diminution du niveau d'eau, alors que pendant les périodes humides, l'effet inverse se produit (**BALL et al., 2000**).

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels (RODIER, 2005).

**Tableau I :** Moyennes mensuelles et annuelles de la température et des précipitations de la région d'Alger durant la période 2004-2015 (O.N.M/2016).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>min (°c)</b>	5.5	5.7	7.6	9.9	12.7	16.2	19.6	20.1	18.0	14.7	10.2	6.7
<b>Max (°c)</b>	17.0	17.0	19.4	22.1	25.1	29.1	32.3	32.8	29.8	27.4	21.4	18.1
<b>T= (M+m) /2</b>	11.2	11.4	13.4	16.0	18.7	22.7	26.0	26.5	23.9	21.0	15.8	12.4
<b>P (mm)</b>	73.5	84.4	68.5	50.2	50.4	9.1	1.4	11.7	24.5	58.2	104.8	102.2

**P (mm) :** Précipitation moyennes annuelles.

**M (°C) :** Température maximales annuelles moyennes.

**m (°C) :** Température minimales annuelles moyennes.

### I.1.3.2. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953)

Le diagramme ombrothermique de **BAGNOULS et GAUSSEN** est une représentation qui consiste à déterminer les périodes humides d'une région donnée.

Un mois est biologiquement sec lorsque les précipitations mensuelles (P), exprimées en millimètres sont inférieurs au double de la température moyenne :  $T = (M+m) / 2$  (°C).

$$P \leq 2T$$

Avec :

**P :** Précipitation moyenne annuelle (mm)

**T :** Température moyenne (°C).

**M :** Température maximale de chaque mois (°C).

**m :** Température minimale de chaque mois (°C).

Nous avons observé que la période sèche correspond à toute la partie pour laquelle la courbe thermique se trouve au-dessus de la pluviométrique, et les zones extrêmes du graphe sont les périodes humides.

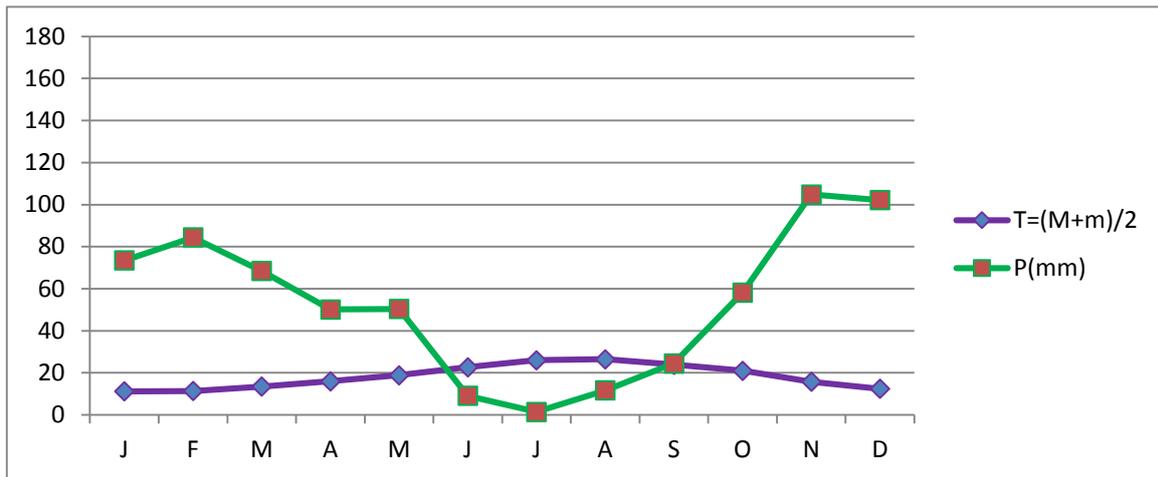


Figure 2 : Diagramme Ombrothermique de la région d'Alger.

### I.1.3.3. Climagramme d'EMBERGER

Le climagramme d'EMBERGER permet la classification des différentes régions étudiées dans un étage bioclimatique distinct, il a été établi pour les régions méditerranéennes (DAJOZ, 2000).

Le quotient pluviométrique d'EMBERGER (Q2) tient compte de la variation annuelle de la température en fonction de l'évaporation.

$$Q_2 = 2000 P / (M^2 - m^2).$$

P = pluviométrie moyenne en mm.

M = moyenne des maxima du mois le plus chaud en °C.

m = moyenne des minima du mois le plus froid en °C.

Mais le Q2 n'est pas suffisant, pour cela on le complète par la température des minima (m) qui joue un rôle important que les autres facteurs.

Le Q2 de la région d'Alger est de 101,83 pour m = 5,5, il montre l'appartenance de la région à l'étage bioclimatique subhumide à hiver tempéré (figure 5).

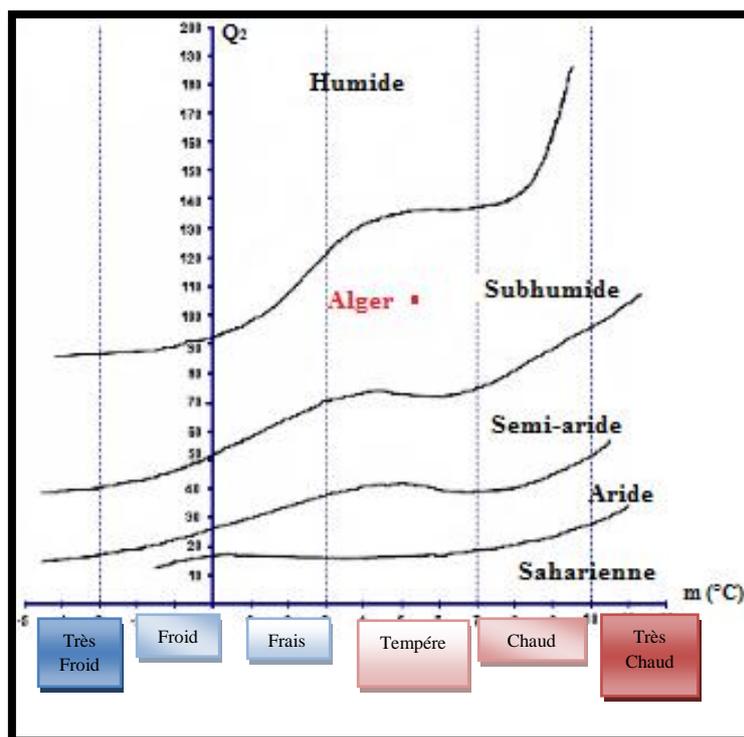


Figure 3 : Localisation de la région d'Alger sur le Climagramme d'Emberger.

**I.1.3.4. Vent** (moyenne mensuelles et annuelles du vent (m/s) de région d'Alger, Annexel).

Le vent est une grandeur vectorielle tridimensionnelle qui peut être caractérisée en coordonnées polaires, elle est généralement exprimée en m /s (GUYOT, 1999).

C'est un mouvement de l'air définit par rapport à la surface terrestre, il est mesuré grâce à 4 critères : la vitesse, la direction, la force et la fréquence. Il a une action directe en modifiant la température et l'humidité (DAJOZ, 2000).

Le vent est dû à l'inégalité des pressions qu'on observe en différents lieux à un même instant, et il a une influence directe sur la vitesse du courant, la distribution de la faune et de la flore d'un cours d'eau (BERRAHAL et MEROUANE, 2004) (Figure 4).

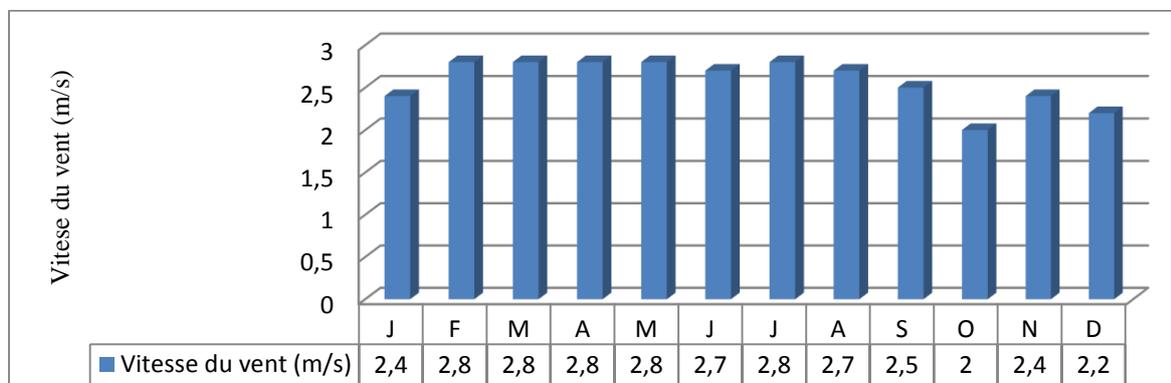


Figure 4 : Variation mensuelles des moyennes de la vitesse du vent de la région d'Alger (2004-2015) O.N.M 2016

### I.14. hydrologique

De point de vue hydrologique, les cours d'eau algériens sont de type méditerranéen, très irrégulier : alternance des crues dévastatrices et d'étiages sévères.

#### I.1.4.1. Débit (Débits mensuels ( $m^3/s$ ) de la station Baraki, Annexe 1).

Les débits moyens mensuels les plus élevés de l'oued El Harrach sont observés en période hivernale, sur la période (2004-2015) A.N.R.H 2016. (Figure5).

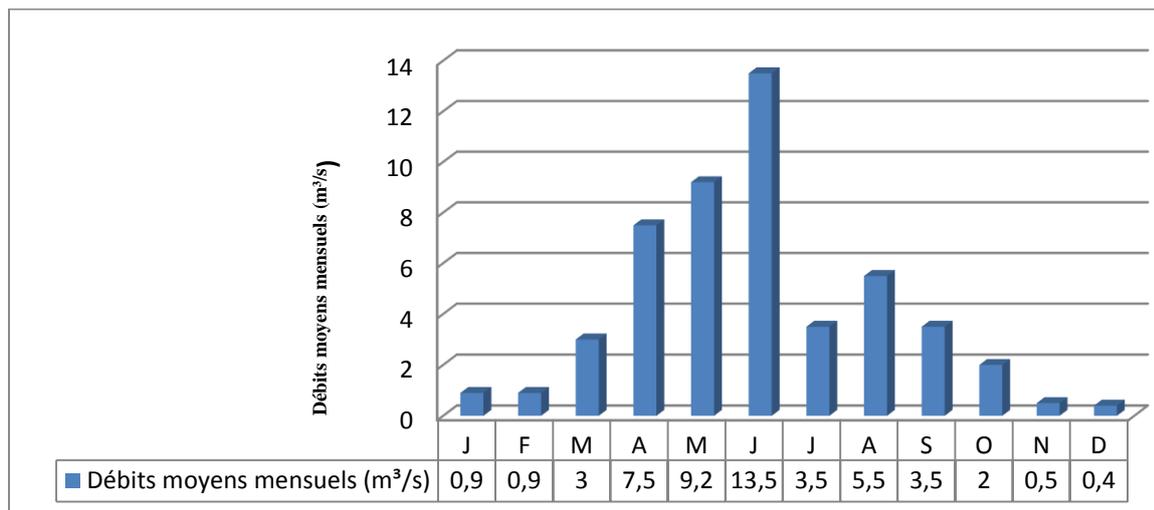


Figure 5 : Débits moyens mensuels de la région d'Alger (1997-2004) A.N.R.H 2016.

#### I.1.4.2. Crue

RENARD (2006), signale que le phénomène des crues correspond à une période d'écoulement anormalement élevée. Lorsque la quantité d'eau dépasse la capacité d'écoulement du lit mineur, l'eau s'écoule dans le lit majeur, provoquant ainsi des phénomènes d'inondation.

Des crues agressives ont été notées durant les périodes suivantes :

- 1988-1989 au mois de Décembre.
- 1989-1990 au mois de Mai
- 1990-1991 au mois de Décembre, Février et Mars.
- 1991-1992 au mois de d'Octobre, Janvier, Mars, Avril et Mai.
- 1992-1993 au mois de Novembre, Décembre et Mai.
- 1993-1994 au mois de Décembre, Janvier et Février.
- 1995-1996 au mois de Janvier, Février et Avril.

#### I.1.4.3. Etiage

L'étiage est le niveau moyen le plus bas d'un cours d'eau.

Nous avons constaté que l'étiage est très important pendant la saison estivale de 1987 à 1990 et durant toute la période 1995 à 1996.

### I.1.5.Végétation

Le couvert végétal influe beaucoup sur le comportement hydrologique des bassins versants. Par ailleurs, la végétation joue un rôle atténuateur important en période de crue. En effet, lorsque la végétation est développée, le ruissellement est retardé et le pointe de crue est atténuée. Le haut bassin versant est caractérisé par un recouvrement végétal de 40 à 50%, avec des arbustes sur les sommets qui sont composés de Cyprès, de pin d'Alep, de Caroubier et de lentisque. Sur les bas versants, la principale végétation rencontrée est composée de Roseau (*Phragmites communis*), de Laurier rose (*Nerium oleander*), et d'Olivier (*Olea europea*) (ANRH 2015).

# Chapitre II

## Matériel et méthodes

Notre étude expérimentale a porté sur l'évaluation de la qualité physico-chimique et Bactériologiques des échantillons d'eau prélevés dans quatre stations situées au niveau de l'Oued El Harrach, ainsi que l'identification et le dénombrement des macro-invertébrés indicateurs biologiques de la qualité des eaux.

Cette étude a été réalisée durant une période s'étalant du mois de Février 2017 jusqu'au mois de Mai 2017 à raison d'un prélèvement par mois. Les analyses physico-chimiques et biologiques ont été réalisées dans les laboratoires suivants :

- Laboratoire de L'ADE unité de Chiffa.
- Laboratoire de SEAAL unité de Chénoua.
- Laboratoire de Microbiologie du département de Vétérinaire de l'Université Blida1.

### II-1- Description des stations d'étude

Nous avons prospecté 4 stations entre 180 et 96 m d'altitude (figure 8), de l'amont vers l'aval en fonction de : l'altitude, la pente, la localisation par rapport aux agglomérations (rejets urbains, industriels...etc.), les champs agricoles et l'accessibilité.

Ces stations sont caractérisées par un substrat généralement constitué de : blocs, cailloux, sable, galets et la vase (figure 6).

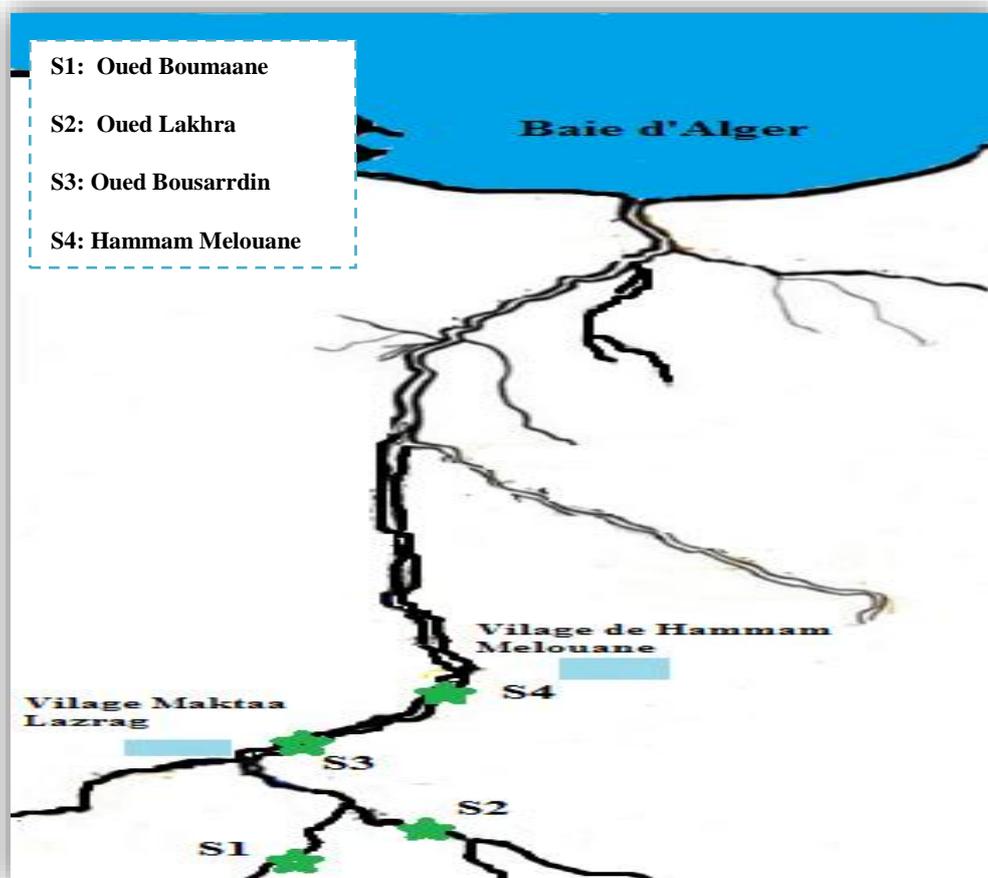


Figure 6 : Localisation des Stations d'étude le long de l'oued El-Harrach.

<b><u>Station n° 1</u></b>	<b><u>Oued Boumaane</u></b>
Altitude	180m
Largeur du lit	4,5m
Section mouillé	1,5m
Profondeur moyenne	20cm
Vitesse du courant	Rapide
Végétation	L'olivier



Figure 7 : Station d'Oued Boumaane

<b><u>Station n°2</u></b>	<b><u>Oued Lakhra</u></b>
Altitude	170m
Largeur du lit	95m
Section mouillé	25m
Profondeur moyenne	20cm
Vitesse du courant	Rapide
Végétation	Le Roseau, l'olivier



Figure 8 : Station d'Oued Lakhra

<b><u>Station n°3</u></b>	<b><u>Oued Boussardina</u></b>
Altitude	138m
Largeur du lit	100m
Section mouillé	45m
Profondeur moyenne	25cm
Vitesse du courant	Rapide
Végétation	Nulle



Figure 9 : Station d'Oued Boussardina

<b><u>Stations n°4</u></b>	<b><u>Hamman Melouane</u></b>
Altitude	96m
Largeur du lit	100m
Section mouillé	20m
Profondeur moyenne	25cm
Vitesse du courant	Rapide
Végétation	Le Roseau, les herbes, l'olivier



Figure 10 : Station de Hamman Melouane

L'étude d'un écosystème limnique, nécessite plusieurs prélèvements concernant les facteurs abiotiques et biotiques.

Pour les facteurs abiotiques ; certaines mesures ont été effectuées in situ à l'aide d'un analyseur multiparamètre, d'autres sont dosées au laboratoire

### a. Prélèvement d'eau

Les prélèvements d'eau ont été conservés dans un flacon stérile d'un litre en polyéthylène. Après avoir été identifiés (date, heure et station de prélèvement) les échantillons ont été placés dans des glacières pour éviter leur échauffement et bloquer les processus bactériens.

- **Calendrier des prélèvements**

Prélèvement	Date
Premier	13.02.2017
Dexieme	19.03.2017
Troisième	17.04.2017
Quatrième	16.05.2017

## II-2- Etude physicochimique

Dans l'écosystème aquatique, l'eau possède des propriétés physiques et chimiques favorables à la vie des espèces. La qualité physicochimique de l'eau est déterminée par de nombreux paramètres ; certains sont liés à la géologie de l'aquifère : pH, chlorures, sulfates...etc., et d'autres liés aux activités humaines : nitrites, nitrates, pourcentage de saturation...etc.

### II.2.1.Paramètres physiques

#### 2.1.1. Température, pH, Conductivité et Turbidité

##### a. Température

La mesure de température a été effectuée sur place avec un thermomètre numérique les résultats sont données directement en degré Celsius (°C).

### b. Potentiel hydrogène (pH)

La détermination électrométrique du pH s'effectue par mesure de la différence de potentiel entre une électrode en verre et une électrode de référence (calomel-KCL saturé) plongeant dans une même solution (NA 751).

Cette différence de potentiel est une fonction linéaire du pH de la solution. Selon la loi de Nernst, le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions  $H^+$  présents par la relation:

$$E = E^0 + 2,3 (RT/nF) \log aH$$

Avec:

E = Potentiel mesuré.

$E^0$  = Constante dépendant du choix de l'électrode de référence est des solutions internes.

R = Constante des gaz ( $J/^\circ K/ mol$ ).

T = Température absolue ( $^\circ K$ ).

n = Charge de l'ion.

F = Constante de Faraday (96 500 C).

aH = Activité de l'ion dans l'échantillon ( $H^+$ ).

### c. Conductivité

La conductivité électrique d'une eau est une mesure du courant électrique conduit par les ions présents dans l'eau. Elle dépend de la concentration, nature des ions, de la température et la viscosité de la solution.

La conductivité d'une solution est définie comme la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de  $1 \text{ cm}^2$  de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. Elle est l'inverse de la résistivité électrique. L'unité de la conductivité électrique est le siemens par mètre (S/m) mais est généralement exprimée en micro-siemens par centimètre ( $\mu S/cm$ ) (NA 749).

### d. Turbidité

La turbidité d'une eau est causée par des matières non dissoutes (limon, argile, algue, grain de silice, micro-flocs ...). Celles-ci atténuent la radiation incidente et les particules insolubles diffusent la radiation de façon inégale. L'appareil employé fonctionne sur le principe de la mesure diffusée. La longueur d'onde de la radiation incidente est de 860 nm comme recommandé dans la méthode ISO 7027 et ce, afin d'éviter l'influence des matières dissoutes absorbant la lumière. La turbidité est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoute (ISO 7027, 1999).

#### 2.1.2. Vitesse du courant

La vitesse du courant est une composante du milieu, bien connue pour son action sélective sur les peuplements. En raison des difficultés de sa mesure, la vitesse du courant est estimée par sa valeur moyenne dans chaque station. Les mesures sont effectuées à l'aide d'un flotteur

lâché en surface du cours d'eau sur une distance de 10m, le temps est mesuré par un chronomètre. Elle a été évaluée par l'échelle de berg :

**Tableau II** : Classification de la vitesse du courant selon l'échelle de Berg

Vitesse (cm/s)	Classe
10	Très lente
10-25	Lente
25-50	Moyenne
50-100	Rapide
100	Très rapide

(DECAMPS, 1971).

### 2.1.3. Matières en suspension : par méthode de filtration

La détermination de la quantité des MES est faite au laboratoire par méthode de filtration ; exprimée en mg/l (ISO 11923).

## II.2.2. Paramètres chimiques

### 2.2.1. Dosage des chlorures : (par méthode de mohr) titrage au nitrate d'argent avec du chromate de potassium

Réaction des ions chlorures avec des ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui est précipité quantitativement. Addition d'un petit excès d'ions argent et formation du chromate d'argent brun-rouge avec des ions chromates qui ont été ajoutés comme indicateur. Cette réaction est utilisée pour l'indication du virage. Durant le titrage, le pH est maintenu entre 5 et 9.5 afin de permettre la précipitation (ISO 9297 – NA 6917).

### 2.2.2. Dosage des nitrites : par spectrométrie d'absorption moléculaire

Réaction des ions nitrites présents dans une prise d'essai, à pH 1,9 avec le réactif amino-4 benzène sulfonamide en présence d'acide ortho phosphorique pour former un sel diazoïque qui forme un complexe de coloration rose avec le dichlor-hydrate de N-(naphtyl-1)diamino-1,2 éthane (ajouter avec le réactif amino-4 benzène sulfonamide) mesurage de l'absorbance à 540 nm.

La minéralisation de la matière organique présente dans le sol est réalisée par des micro-organismes. L'azote minéral ainsi produit est ensuite transformée par des bactéries aérobies en nitrates. Cette transformation, appelée nitrification, comporte deux étapes: la nitrification qui produit des nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) et la nitrification qui transforme les nitrites en nitrates. Si les conditions de milieu le permettent, les nitrates seront utilisés par des bactéries anaérobies comme source d'énergie et transformés en azote gazeux. Notons que les nitrates peuvent

également s'adsorber et se fixer sur les argiles et humus. Les nitrites sont les sels de l'acide nitreux (ISO 6777 NA 1657).

### 2.2.3. Dosage des nitrates : par spectrométrie d'absorption moléculaire

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

### 2.2.4. Dosage de la somme du calcium et magnésium : par méthode titrimétrique à l'EDTA

Titration par complexométrie des ions calcium et magnésium avec une solution aqueuse de sel disodique d'acide éthylène-diamine tétraacétique (EDTA) à un pH de 10. L'indicateur utilisé est le noir ériochrome T, qui donne une couleur rose en présence des ions calcium et magnésium.

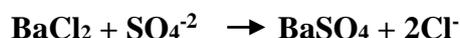
Lors du titrage avec l'EDTA la solution vire au bleu (ISO 6059).

### 2.2.5. Détermination du phosphore: par spectrométrie

C'est une réaction des ions orthophosphates avec une solution acide contenant des ions molybdates et d'antimoine pour former un complexe d'antimonyl-phosphomolybdate (ISO 6878/1, 1998).

### 2.2.6. Détermination des sulfates : par spectrométrie

Les ions sulfates sont précipités et dosés à l'état de sulfate de baryum suivant la réaction :



### 2.2.7. Dosage de l'ammonium : par spectrométrie

Mesure du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium.

Les ions hypochlorite sont générés in situ par hydrolyse alcaline du sel de sodium du dichloroisocyanurate de sodium (ISO 7150/1).

### 2.2.8. Dosage du Fer : par spectrométrie

Addition d'une solution de phénantroline-1.10 à une prise d'essai et mesurage photométrique du complexe rouge- orange à une longueur d'onde de 510 nm.

Le complexe fer (II- phénantroline-1.10 est stable dans l'intervalle de pH de 2.5 à 9 et l'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité du fer (ISO 6332).

### 2.2.9. Détermination des résidus secs

Evaporation au bain d'eau bouillante d'un volume d'eau choisie en fonction des quantités de matières fixes présentes, dessiccation à l'étuve à température donnée et pesée du résidu.

- **Le résidu sec à 100-105 °C**

Résulte de l'évaporation simple de l'eau mais aussi de l'évaporation, en totalité ou en partie, de l'eau occluse et de l'eau de cristallisation des sels ; des pertes en dioxyde de carbone peuvent résulter de la transformation des bicarbonates en carbonates. Il peut y avoir, en outre, une perte plus au moins négligeable de matières organiques.

- **Le résidu sec à 175-185 °C**

Peut encore résulter de la perte d'eau de cristallisation, en particulier si des sulfates sont présents ; la presque totalité de l'eau occluse est éliminée, les bicarbonates sont transformés en carbonates, certains chlorures et certains nitrates sont décomposés où même volatilisés. Les matières organiques, d'origine naturelles sont peu atteintes bien que certaines d'entre elles puissent être volatilisées (NA 6945).

### 2.2.10. Titre Alcalimétrique (TA et TAC)

Détermination des volumes successifs d'acide fort en solution diluée nécessaires pour neutraliser, aux niveaux de pH 8.3 et 4.3, le volume d'eau à analyser. La première détermination sert à calculer le titre alcalimétrique (TA), La seconde à calculer le titre alcalimétrique complet (TAC) (NF T90-036).

### 2.2.11. Matière organique

**-Détermination de l'oxydabilité au permanganate de potassium : Méthode a chaud en milieu acide.**

L'indice de permanganate d'une eau est la concentration en masse d'oxygène équivalente à la quantité d'ions permanganates consommée quand un échantillon d'eau est traité par le permanganate dans les conditions définies.

L'échantillon d'eau est en présence d'une quantité connue de permanganate de potassium et d'acide sulfurique pendant une période donnée (10min). Une partie du permanganate est réduite par les matières oxydables de l'échantillon. L'excès de permanganate est déterminé par addition d'un excès d'oxalate, suivie par un titrage de l'oxalate en excès par de permanganate (principe du titrage en retour) (ISO8467 NA2064).

### 2.2.12. Demande chimique en oxygène (DCO)

Ebullition à reflux, d'une prise d'essais

- ❖ En présence de sulfate de mercure II
- ❖ En présence d'une quantité connue de dichromate de potassium et d'un catalyseur à l'argent.
- ❖ En milieu fortement acidifié par de l'acide sulfurique,
- ❖ Pendant une période de temps donnée durant laquelle une partie du dichromate est réduite par les matières organiques présentes.

Titrage de l'excès de dichromate avec une solution de sulfate de fer II et d'ammonium.

On en déduit La valeur de la DCO (ISO 6060, 1989).

### 2.2.13. Demande biologique en oxygène

- ❖ Un échantillon mesuré d'eau est placé dans chacun des six flacons bruns du DBOmètre, connectés par leurs bouchons aux capteurs de pression de l'appareil. L'échantillon est continuellement agité par un barreau d'agitation magnétique pour le transfert de l'oxygène de l'air à l'échantillon.
- ❖ Cet oxygène est consommé par les bactéries pendant le période de mesure, pour oxyder les matières organiques.
- ❖ Les capteurs de pressions contrôlent la pression d'air dans les flacons d'échantillons. La variation de pression est convertie en mg/l de DBO lorsque la pression diminue dans les flacons.
- ❖ Le gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) qui est produit par les micro-organismes est absorbé par l'Hydroxyde de Lithium placé dans la cupule (une cupule par flacon).

## II.3. Etude biologique

### II.3.1. Etude bactériologique

Le but de cette analyse bactériologique est de contribuer à cerner les problèmes de la contamination bactériologique. Les principaux points sont la recherche et le dénombrement des germes indicateurs de la pollution fécale et des germes pathogènes. L'analyse a été réalisée par méthode du nombre le plus probable (NPP).

#### ❖ Principe

On entend par coliformes des bacilles à Gram négatifs, aérobies ou anaérobies facultatif, non sporulés, ne possédant pas d'oxydase, capable de se multiplier en présence de sels bilinéaires et capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 à 48 heures à une température comprises entre 36 et 37°C.

Les coliformes thermo tolérants ont les même propriétés que les coliformes mais à  $42 \pm 2^\circ\text{C}$ . Les *Escherichia Coli* sont des coliformes thermo tolérants ayant la particularité de produire de l'indole à partir du tryptophane présent dans le milieu à  $42 \pm 2^\circ\text{C}$ .

#### ❖ Essai

La recherche et le dénombrement des bactéries coliformes, coliformes thermo tolérants et des *Escherichia Coli* dans les eaux, en milieu liquide par la technique du NPP, se fait en deux étapes consécutives :

- Test de présomption
- Test de confirmation

### 1-Recherche et dénombrement des coliformes et d'*Escherichia coli*

#### 1-1-Milieus de culture

- Bouillon lactose au pourpre de bromocresol (BCPL) à double concentration (D/C) ;
- Bouillon lactose au pourpre de bromocresol (BCPL) à simple concentration (S/C);
- milieu de confirmation : bouillon de schubert ;
- réactif de kovacs pour la recherche d'indole.

## 1-2- Mode opératoire

### 1-2-1- Test présomptif de la présence ou l'absence des coliformes

On ensemence

- 3 tubes de 10 ml de BCPL à double concentration munis d'une cloche de Durham avec 10 ml d'eau à analyser ;
- 3 tubes de 10 ml de BCPL à simple concentration munis d'une cloche de Durham avec 1 ml d'eau à analyser ;
- 3 tubes de 10 ml de BCPL à simple concentration munis d'une cloche de Durham avec 0,1 ml d'eau à analyser ;
- On agite pour homogénéiser tout en vidant l'air dans la cloche et placer les tubes dans une étuve à 37 °C pendant 48 heures ;
- Après incubation, les tubes considérés comme positifs présentent un trouble dans toute la masse liquide, avec virage du violet au jaune et un dégagement de gaz dans la cloche.

#### 1-2-1-1- Expression des résultats des *Coliformes totaux*

Le nombre des coliformes totaux par 100 ml est obtenu en comptant le nombre des tubes positifs en se référant à la table de Mac Credy qui nous donne le nombre le plus probable (NPP).

### 1-2-2- Test confirmatif de la présence ou l'absence d'*E. Coli*.

- On repique chaque tube de BPCL positif 2 à 3 gouttes par une anse bouclée ou une pipette pasteur dans un tube de bouillon Schubert muni d'une cloche de Durham ;
- On incube à 44 °C pendant 24 heures ;
- On considère comme positifs tous les tubes présentant à la fois ;
  - ✓ Un trouble avec un dégagement gazeux ;
  - ✓ Anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *E. Coli* Après adjonction de 2 à 3 gouttes de réactif de Kovacs.

#### 1-2-2-1- Expression des résultats des *Coliformes fécaux*

Le dénombrement d'*E. Coli* s'effectue de la même façon que celui des coliformes totaux sur la table de Mac Credy.

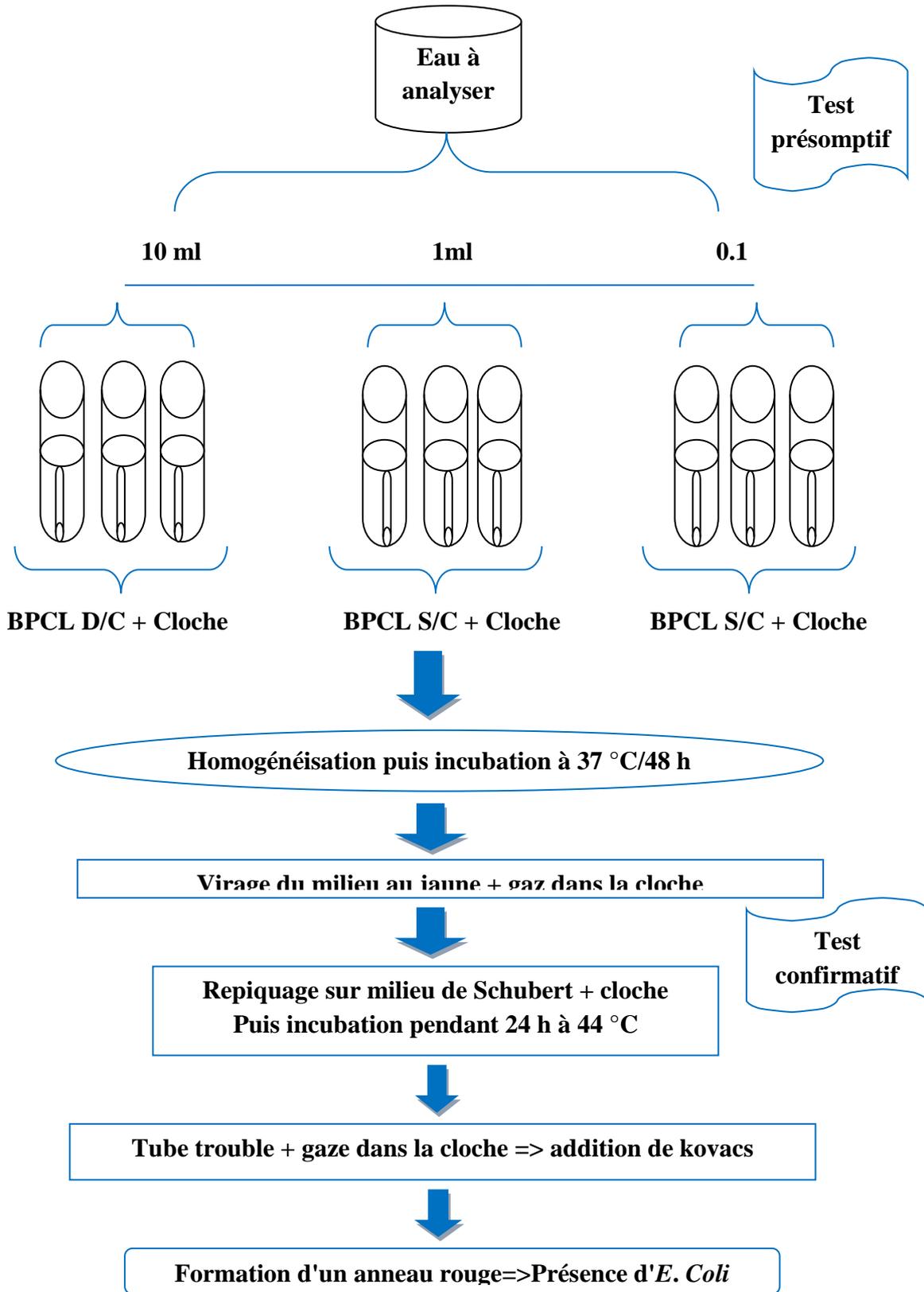


Figure 11 : Recherche et dénombrement des coliformes et d'*E. Coli*.

## 2- Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux

### 2-1- Milieu de culture

- Milieu de Rothe à double concentration (D/C) ;
- Milieu de Rothe à simple concentration (S/C) ;
- Milieu de confirmation Eva Litsky.

### 2-2- Mode opératoire

#### 2-2-1- Test présomptif

On ensemence

- 3 tubes de 10 ml bouillon de Rothe (D/C) avec 10 ml d'eau à analyser ;
- 3 tubes de 10 ml bouillon de Rothe (S/C) avec 1 ml d'eau à analyser ;
- 3 tubes de 10 ml de bouillon de Rothe (S/C) avec 0,1 ml d'eau à analyser ;
- On incube à 37 °C à 48 heures ;
- Les tubes présentant un trouble microbien sont considérés comme positifs et sont soumis au test confirmatif.

#### 2-2-2- Test confirmatif

- On agite les tubes puis on prélève de chacun d'eux successivement quelques gouttes avec pipette pasteur pour les reporter dans des tubes de milieu Eva Litsky à l'éthyle violet d'acide de sodium ;
- On incube à 37 °C pendant 24 heures ;
- L'apparition d'un trouble microbien confirme la présence d'un *STREPTOCOQUE FECALÉ*, parfois la culture s'agglomère au fond du tube en fixant le colorant et en formant une pastille violette de signification identique à celle du trouble.

### 2-3- Expression des résultats

Les résultats de dénombrement sont exprimés comme ceux *d'E. Coli* en nombre de germes par 100 ml d'échantillon. En se référant à la table Mac Credy.

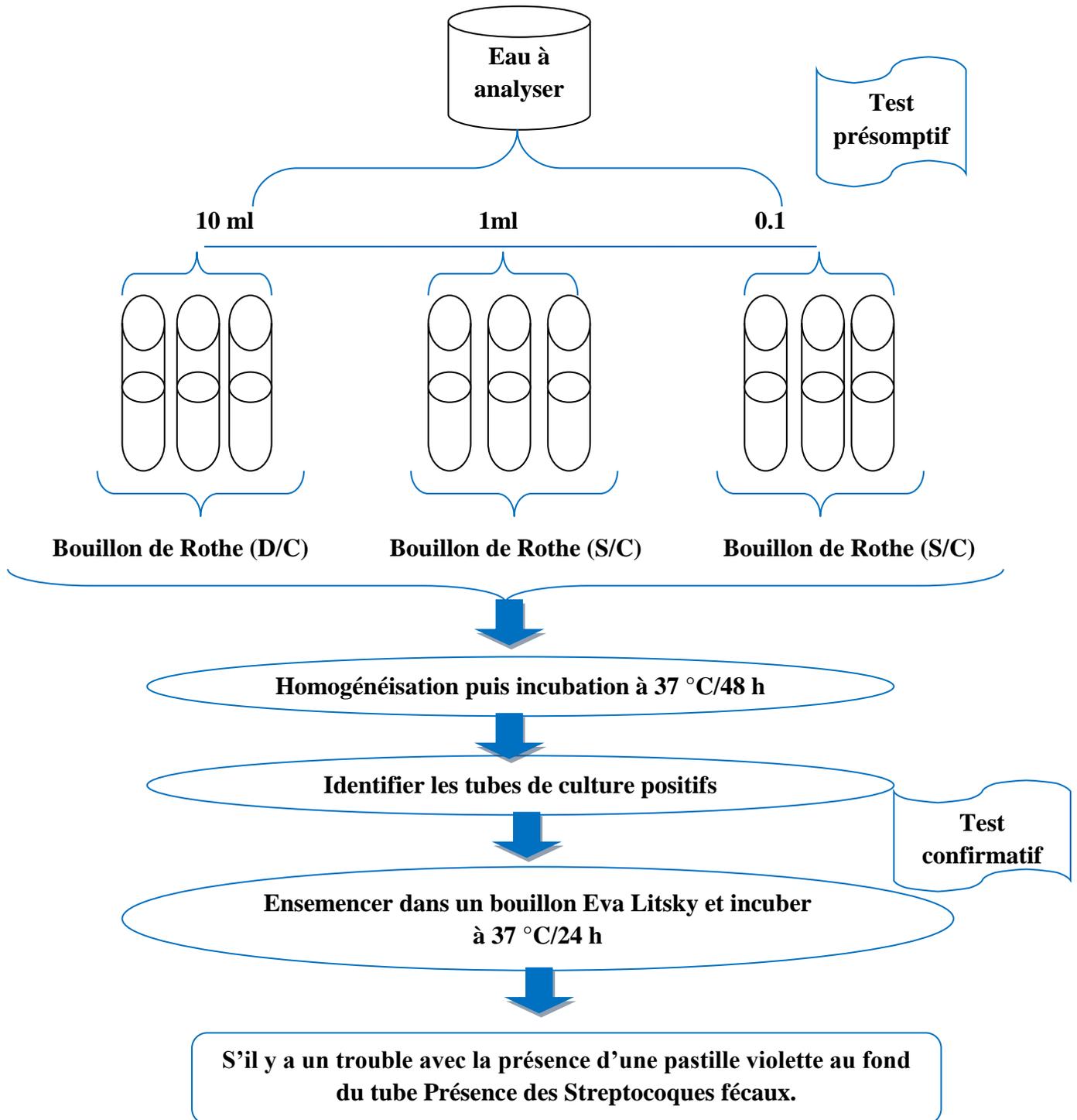


Figure 12: Recherche et dénombrement des *Streptocoques Fécaux*

### II.3.2. Etude macrobenthique

#### a. Méthodologie

Cette méthode se fait en 3 étapes :

- ✓ **Prélèvement**
- ✓ **Conservation des échantillons**
- ✓ **Tri et Détermination**

#### -Prélèvement

Nous avons utilisé pour la récolte des macro-invertébrés le filet suber, ce dernier est monté sur une armature métallique avec un vide de maille de 250µm.

Consiste à échantillonner huit micro-biotopes différents. Les huit micros biotopes (habitats) doivent être repérés dans la station avant l'échantillonnage.

Pour effectuer le prélèvement, l'opérateur se place en aval du filet qu'il maintient sur le fond du cours d'eau. Les pierres, retournées à la main ou avec les pieds, en fonction de la qualité et de la profondeur de l'eau, sont nettoyées à l'ouverture du filet.

Le but d'échantillonnage consiste à rassembler la plus grande diversité faunistique représentative du milieu à étudier. Ainsi on cherche à obtenir un bilan le plus complet possible de taxon (ou groupe d'organismes) présents dans le cours d'eau à l'aide d'une technique d'échantillonnage. Pour arriver à ce résultat, la méthodologie du prélèvement



**Figure 13 : Filtre suber**

#### -Conservation des échantillons

Une fois l'échantillonnage complété, le filet est lavé et vidé dans un récipient en plastique fermé hermétiquement étiqueté en précisant le lieu du prélèvement, la date et les caractéristiques du site. L'échantillonnage est conservé au formol à 10%.

#### -Tri et Détermination

Le contenu du filet est versé dans un bac contenant de l'eau. Le bac est agité légèrement et on recueille, dans des tubes contenant du éthanol à 70%. Le tri et la détermination se font à l'aide d'une loupe binoculaire. La détermination a été faite à partir de la clé de **TACHET et al., 1987**.

### II.3.3. Evaluation de la qualité biologique de l'eau : par la méthode indicielle

Pour évaluer la qualité de l'eau de l'oued El Harrach et ses effluents, nous avons retenu la méthode I.B.G.N. qui présente plusieurs avantages :

- ❖ Sensibilité des organismes à la modification de l'eau
- ❖ Commodité de récolte
- ❖ Intégration du facteur des temps
- ❖ Représentation synthétique de l'écosystème étudiées
- ❖ Prise en considération de tous les groupes faunistiques insectes crustacées et mollusques. Etc.
- ❖ Limite de détermination : l'unité taxonomique et la famille à l'exception de quelques groupes pour lesquels c'est l'embranchement ou la base qui est retenu.
- ❖ Facilité d'emploi et d'exploitation des résultats etc.

#### 3.3.1. Indice Biologique Global Normalisé

##### -Principe général

L'indice Biologique Global Normalisé fournit une estimation qualitative du milieu dans son ensemble, en utilisant la faune macroinvertébré en tant que compartiment intégrateur du milieu. Cette méthode est normalisée, ce qui signifie qu'elle est appliquée de manière uniforme (A.F.N.O.R., 2004), pour les eaux douces des cours d'eau de France. Ce qui suppose que l'IBGN. Conduit à la formation d'indice à titre expérimental.

#### 3.3.2. Calcul de l'indice biologique I.B.G.N

Les invertébrés vivants dans les cours d'eau, intègrent en continu la qualité de l'eau. Ils apportent en cela, une meilleure indication quant à la qualité des habitats aquatiques qu'un simple prélèvement d'eau ponctuel.

La méthode permet d'attribuer une note indicielle à la qualité du peuplement, note qui doit être interprétée en fonction des caractéristiques du milieu. Elle est calculée, selon une grille à double entrée, en croisant la variété taxonomique de l'échantillon (nombre total de taxons récoltés) et le groupe faunistique indicateur (groupe le plus sensible présent dans la station).

L'unité taxonomique est la famille à l'exception de quelque groupe pour les quels c'est l'embranchement ou la classe qui est retenue. Parmi les 138taxons, 38 d'entre eux formant 9 groupes faunistiques indicateurs.

Nous déterminons successivement pour la totalité des 8 échantillons d'une station :

- ❖ **La variété taxonomique de l'échantillon (St)**, C'est le somme de nombre total de taxons récoltés même s'ils ne sont représentés que par un seul individu. Ce nombre est confronté aux classes figurant en abscisse du tableau.
- ❖ **Le groupe faunistique indicateur (GI)**, c'est le groupe le plus sensible présent sur la station, en prenant en compte que les taxons indicateurs représentés dans les échantillons par au moins 3 individus ou 10 individus selon les taxons. La

détermination du GI s'effectue en prospectant l'ordonnée du tableau de haut en bas (GI 9 à GI 1, ordre décroissant de polluosensibilité) et en arrêtant l'examen à la première présence significative (n=3 individus ou n=10 individus) d'un taxon du répertoire en ordonnée du tableau.

- ❖ L'I.B.G.N. est déduit du tableau à partir de son ordonnée (GI) et de son abscisse (St).

L'I.B.G.N. est alors calculé sur 20 à partir d'un tableau de référence à double entrée en fonction de la famille d'invertébré possédant la plus forte valeur de GI d'une part et du nombre total de familles identifiées d'autre part. La note optimale de 20 est donnée aux cours d'eau ne présentant pas ou peu d'altération.

- ❖ Pour une représentation cartographique des résultats, chaque tronçon de cours d'eau est affecté d'une couleur suivant la valeur de l'I.B.G.N. (**KHETTAR, 2009**).

# Chapitre III

## Résultats et discussion

### III-1-Interprétation des analyses physico-chimiques

Les valeurs des variables physico-chimiques sont recueillies dans l'annexe 4.

#### III-1-1- Variation spatiotemporelle de la température de l'eau (C°)

La température de l'eau joue un rôle important dans la solubilité des sels et des gaz. Elle détermine la présence ou l'absence de certaines espèces par ses variations quotidiennes ou saisonnières. Par ailleurs, elle accroît les vitesses de réactions chimiques et biochimiques. L'activité métabolique des organismes aquatiques est donc également accélérée lorsque la température de l'eau s'accroît (**BLIFFERT et PERRAUD, 2001**).

En chaque point d'un profil longitudinal, la température dépend de l'altitude, de la distance, de la source du régime hydrologique et de la saison (**ANGELIER, 2000**). Elle dépend également du climat et de l'ombrage des rives (**ARAB, 2004**).

Les températures relevées du mois Février à Mai, le long du cours d'eau sont relativement basses. La température minimale est observée au mois d'Mars et Avril avec une valeur de 10,3°C dans la station 2 et la température maximale correspond à une valeur de 19,3°C durant le mois de Février pour la station 3 (Figure 14).

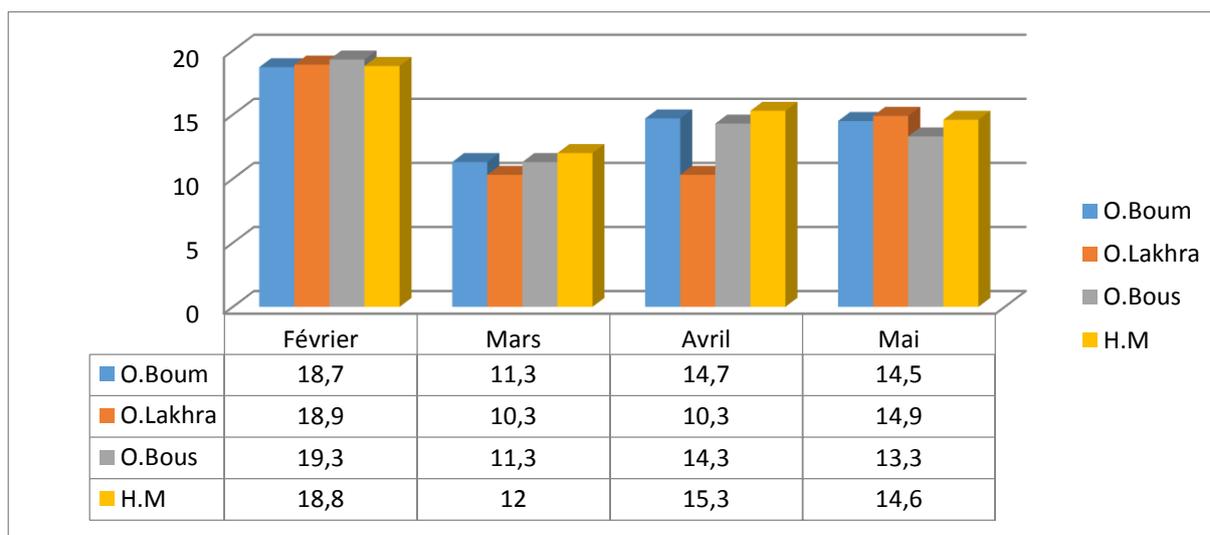


Figure 14 : Variation mensuelle de la température

#### III-1-2-Variation spatiotemporelle du Potentiel Hydrogène (pH)

L'eau naturelle pure est neutre. Le pH d'une eau représente son acidité ou alcalinité. C'est le paramètre le plus important de la qualité de l'eau, il doit être surveillé au cours de toute opération de traitement. Un pH inférieur à 7 peut conduire à la corrosion du ciment ou des métaux des canalisations, avec entrainement des éléments indésirables comme le plomb et le cuivre (**RODIER, 2005**).

Un pH élevé conduit à des dépôts de tartre dans les circuits de distributions. Au-dessus de pH 8, il y a une diminution progressive de l'efficacité de la décontamination bactérienne par le chlore. Par ailleurs la chloration diminue le pH (**RODIER, 1996**).

Durant la période d'étude, le pH des eaux de l'oued El Harrach varie entre 7,97 et 8,41, respectivement aux mois de Février (station 1) et Mai (station 3) (Figure15). Ces eaux appartiennent aux classes 5, 6 selon (NISBET et VERNEAUX 1970) donc c'est une eau qui varie entre faible à moyenne alcalinité (Annexe 3).

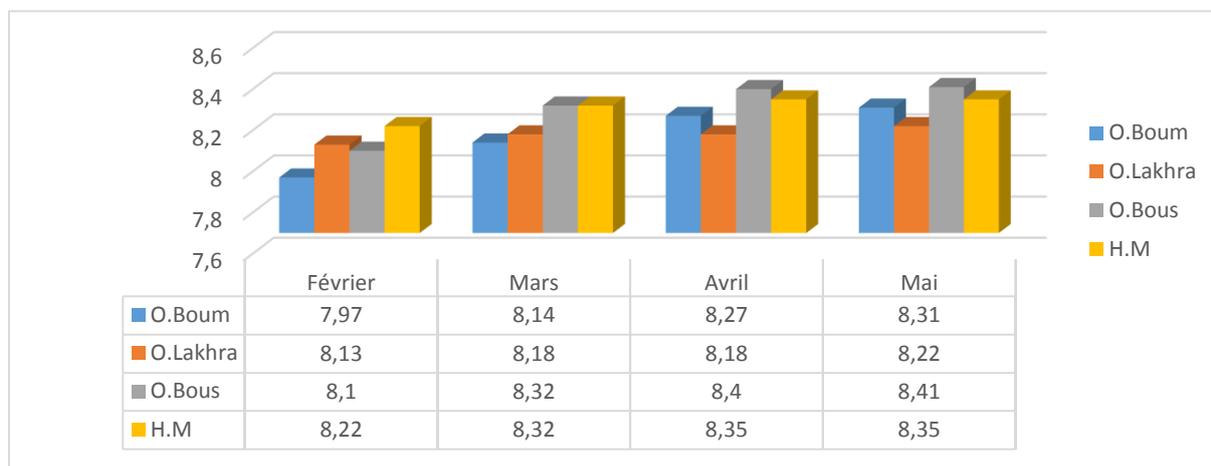


Figure 15 : Variation mensuelle de pH

### III-1-3-Variation spatiotemporelle de la conductivité électrique de l'eau (µS/Cm)

L'eau peut être comme une solution électrolytique, car tous ses constituants dissous, majeurs et mineurs, sont présents sous forme ionique. La conductivité nous renseigne sur la minéralisation des eaux (RODIER et al., 2005), et elle permet également d'étudier la dynamique des masses d'eau (POURRIOT et MAYBECK, 1995)

Les valeurs mensuelles de la conductivité mesurées fluctuent entre 676 (S4) et 1565 µS/cm. (S1) Le maximum a été enregistré en période hivernale (Figure 16). Selon la classification de NISBET et VERNEAUX (1970) (Annexe 3), ces eaux appartiennent aux classes 5 et 6 ceci témoigne d'une minéralisation important à élevée.

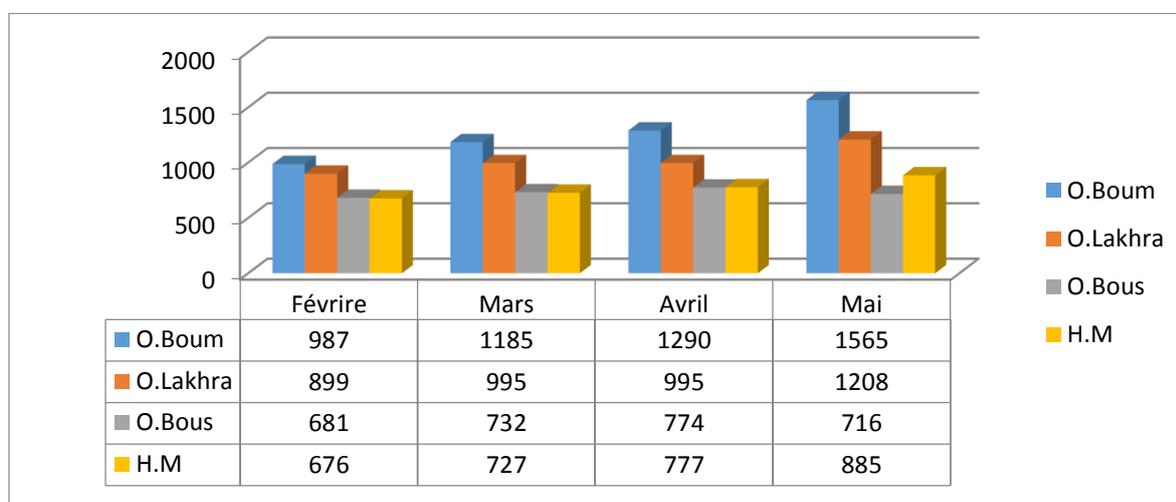


Figure 16 : Variation mensuelle de la conductivité

### III-1-4-Variation spatiotemporelle de la Turbidité

C'est la réduction de la transparence de l'eau due à la présence de matière non dissoute (LANTEIGNE, 2003).

La turbidité élevée de l'eau révèle la précipitation de fer, aluminium ou manganèse due à une oxydation dans le réseau (JEAN, 2002). Les mesures de turbidité ont donc un grand intérêt dans le contrôle de l'épuration des eaux brutes (RODIER, 2005). La turbidité se mesure en unité néphelométrique (NTU) (LANTEIGNE, 2003).

Les valeurs mensuelles de la Turbidité mesurées varient entre 0,61 et 427  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , La valeur maximale a été enregistré au Mois de Mai au niveau Station 3 et la valeur minimale à été enregistré au Mois de Mars au niveau Station 2 (Figure 17).

Les valeurs élevées observées au mois de Février (S2) et d' Mai (S3) parce que on à trouvées des travaux avant le village de Megtaa lazerg qui causée la réduction de la transparence de l'eau de Hammam Melouane et d'oued Bousardina

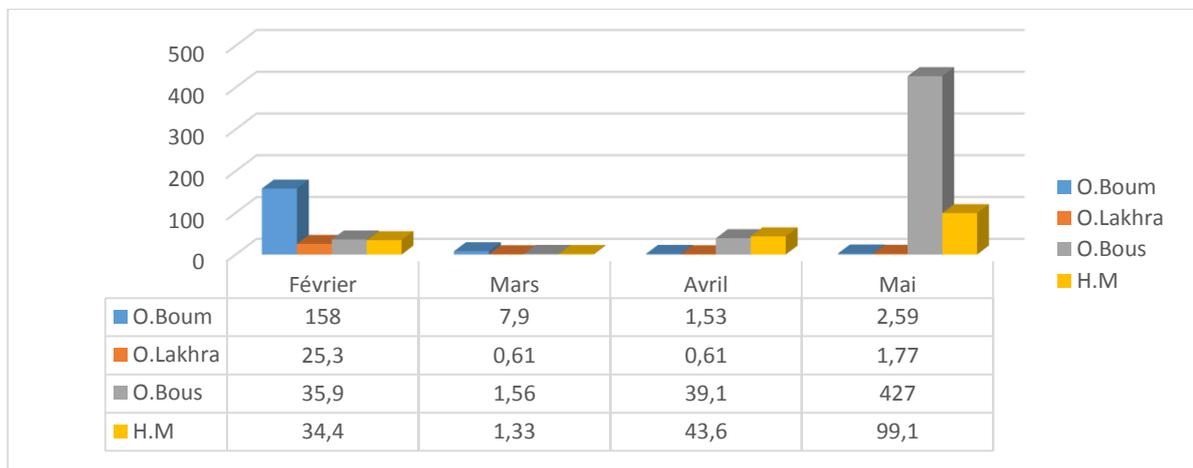


Figure 17 : Variation mensuelle de la Turbidité

### III-1-5-Variation spatiotemporelle de la vitesse du courant (cm/s)

Le courant est un facteur écologique important dans la répartition de la faune. La vitesse d'écoulement de l'eau dépend essentiellement du débit, et de la pente. A une échelle plus fine, elle dépend localement de la configuration du fond, de la largeur et la profondeur du lit (GENIN et al., 2003).

La valeur maximale de 92,17 cm/s (st 3) au mois de Février qui correspond à la période de crue. La valeur minimale est de 43,88 cm/s (st 2) au mois de Mai (Figure 18). La turbidité élevée de l'eau révèle la précipitation de fer, aluminium ou manganèse due à une oxydation dans le réseau

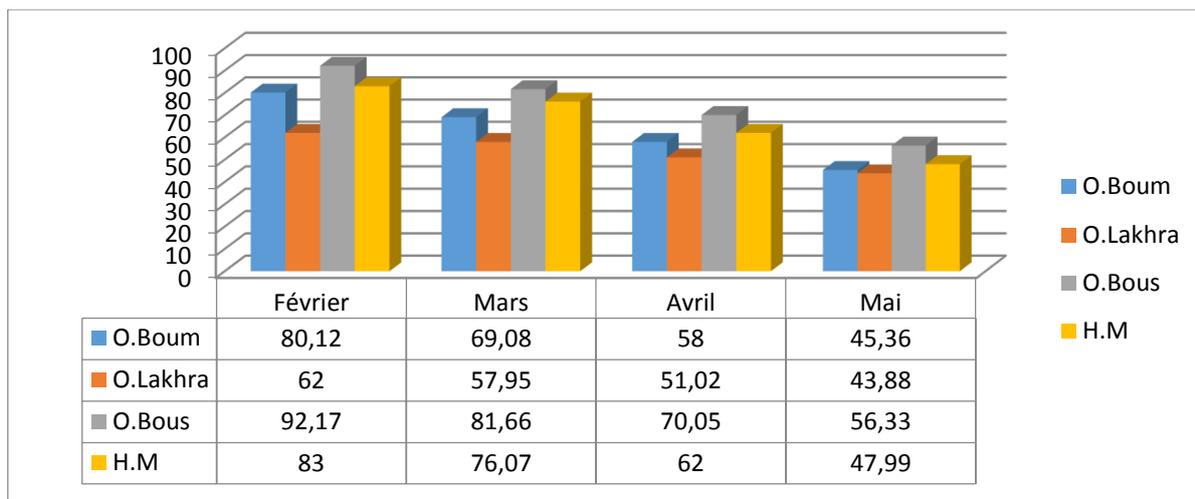


Figure 18 : variation mensuelle de la vitesse du courant

III-1-6-Variation spatiotemporelle de la Matière en suspension (mg/l)

Les matières en suspension comprennent toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l’eau. Elles sont en fonction de la nature des terrains traversés, de la saison et de la pluviométrie (SAVARY, 2003).

Les fluctuations mensuelles des M.E.S indiquent des concentrations varient entre 7 à 180 mg/l. La valeur maximale est enregistrée au mois de Mai au niveau de la station 4 (Figure 19). Ces eaux correspondent à classes 1, 2, 3, 4 et 5 Selon Classification de NISBET et VERNEAUX (1970) (Annexe 3), les stations sont de très bonne à moyenne situation.

Dans notre étude la station de Hammam Melouane c’est la dernière station en fonction de l’amont vers l’aval, donc logiquement on observe la réduction de la qualité de l’eau et la récolte des rejets. Nous avons observés une augmentation des valeurs de la MES dans la dernière station. Cette augmentation a été revue à l’accumulation des matières non dissoutes (limon, argile, algue...) dans cette station

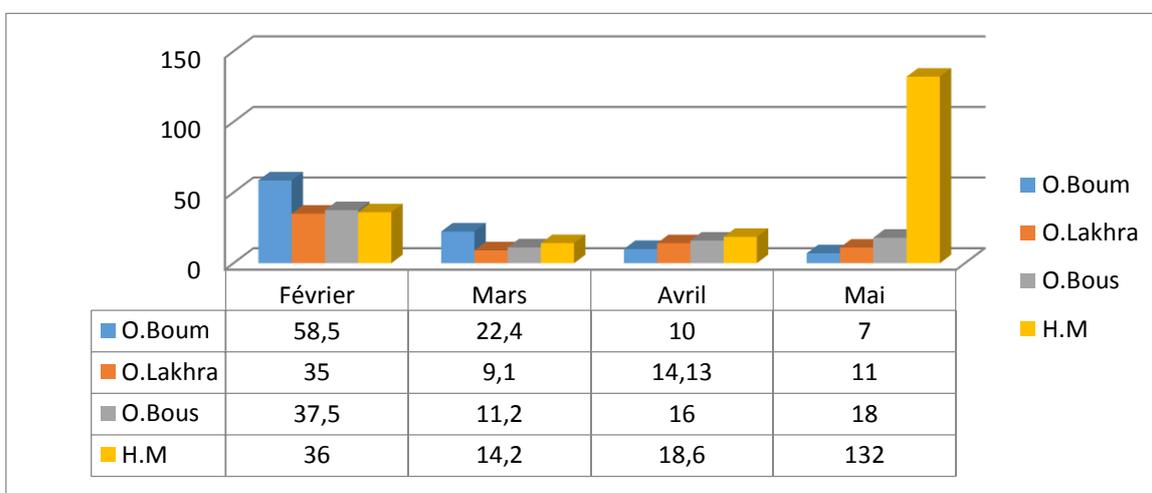


Figure 19 : Variation mensuelle de la matière en suspension

### III-1-7-Variation spatiotemporelle des chlorures (Cl<sup>-</sup>) (mg/l)

Les teneurs en chlorures des eaux extrêmement variées sont liées principalement à la nature des terrains traversés. Le gros inconvénient des chlorures est la saveur désagréable qu'ils confèrent à l'eau à partir de 250 mg/l surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium (RODIER, 2005).

Les teneurs en chlorures des eaux de l'oued El Harrach sont extrêmement variées. Elles fluctuent entre 3,45 et 8,86. La plus faible valeur marquée à la station 2 au mois Février (Figure 20). Selon la classification de NISBET et VERNEAUX, 1970 (Annexe 3). Ces eaux appartiennent aux classes 1, 2 et 3 ce sont des eaux exemple de pollution dans l'ordre du degré croissant de minéralisation.

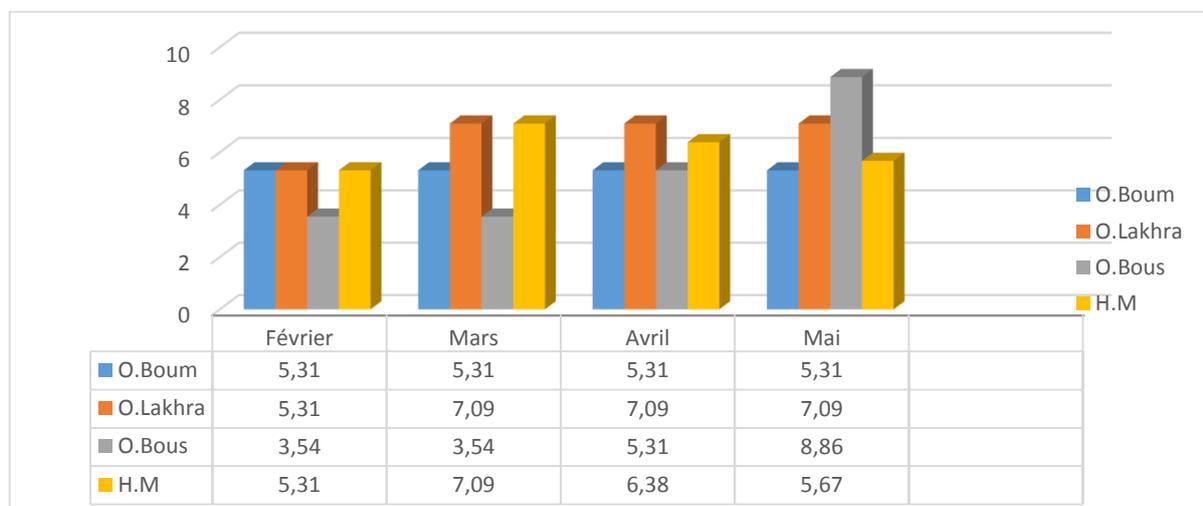


Figure 20 : Variation mensuelle des chlorures

### III-1-8-Variation spatiotemporelle des Nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)

Les nitrites représentent la forme la moins oxygénée et la moins stable de l'azote (GAUJOUS, 1995), ce qui leur confère des teneurs faibles par rapport aux nitrates. Ils existent à l'état naturel sous forme soluble mais ils sont aussi apportés de manière synthétique par les engrais (IVAN et al, 2005).

Les concentrations mensuelles des nitrites varient entre 0 et 0,01 mg/l (les 4 stations) au mois de Février et d'Mai, qui signifient une eau pure ou auto-épuration active, classe 1 (NISBET et VERNEAUX, 1970) (Annexe3).

Tableau III : Variation mensuelle des Nitrites (mg/l).

	O.Boum	O.Lakhra	O.Bous	H.M
Février	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Mars	-	-	-	-
Avril	-	-	-	-
Mai	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

### III-1-9-Variation spatiotemporelle des Nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

L'ion nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) est la principale forme d'azote inorganique trouvée dans les eaux naturelles. Il constitue le stade final de l'oxydation de l'azote.

Les principales sources de nitrates sont les effluents industriels et municipaux et le lessivage des terres agricoles. Selon **RODIER (1996)**, une migration très rapide des nitrates sur les surfaces cultivables laissées nues est entraînée pendant l'hiver vers les eaux de surface.

Les valeurs enregistrées durant les Quatre campagnes de prélèvements varient entre 0 (St 2) au mois de Mai et 0,83 mg/l (St 1) au mois de Février (Figure 21).

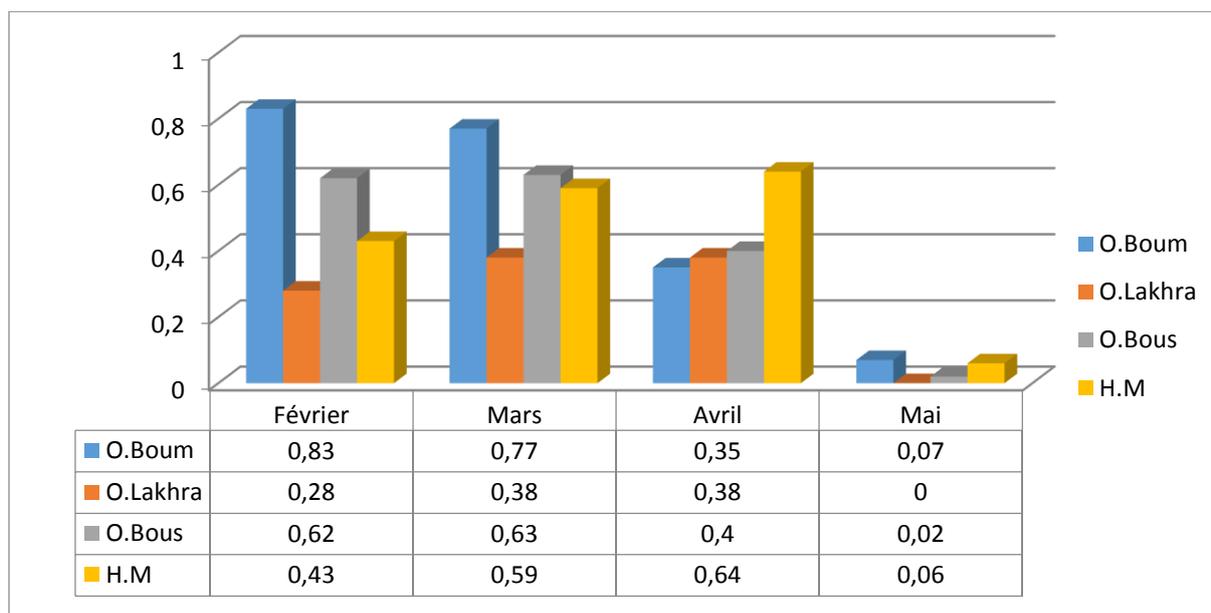


Figure 21 : Variation mensuelle des Nitrates

### III-1-10-Variation spatiotemporelle de la dureté de l'eau (TH)

La dureté exprime la concentration en ions incrustants Ca<sup>++</sup> et Mg<sup>++</sup>

#### III-1-10-1-Variation spatiotemporelle du calcium (mg/l) (TH<sub>Ca</sub>)

Le calcium est un élément indispensable à la vie, il joue un rôle dans la respiration et la photosynthèse. Il peut être d'origine naturelle (dissolution des roches) ou industrielles (**GAUJOUS, 1995**).

Selon l'analyse mensuelle du calcium les valeurs fluctuent entre 0,064 et 207,77. Le maximum a été enregistré au mois d'Mai (station 3) et le minimum a été enregistré au mois d'Février (toutes les stations) (Figure 22).

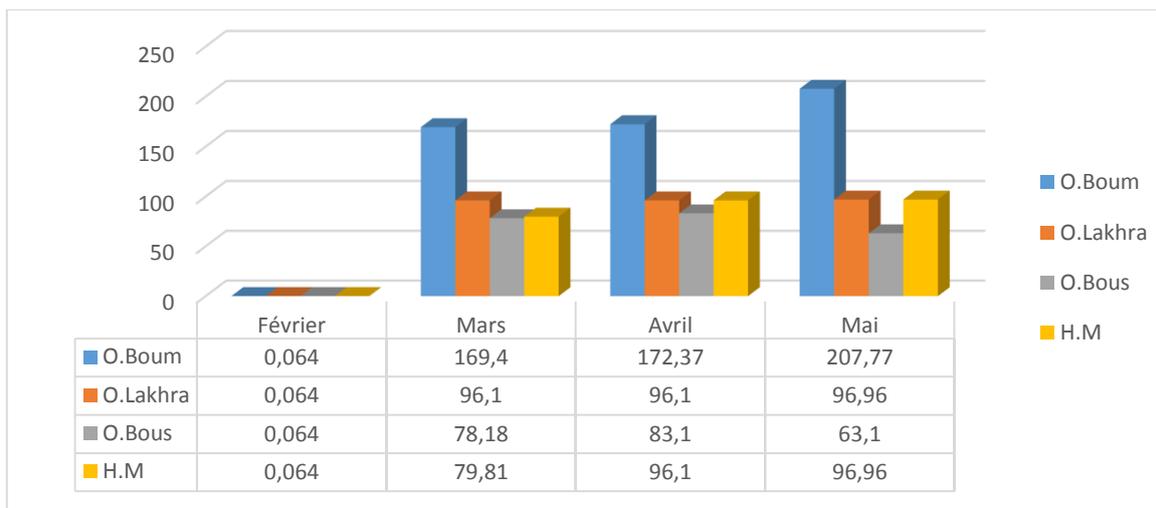


Figure 22 : Variation mensuelle de calcium

III-1-10-2-Variation spatiotemporelle du magnésium (mg/l) (TH<sub>Mg</sub>)

Le magnésium après le calcium est l'élément le plus abondant chez les végétaux (RODIER et al., 2005). Les concentrations de magnésium ne sont pas tellement dépendantes des activités humaines, donc il n'est pas utilisé comme indicateur de stress liés à la pollution.

Les valeurs mensuelles du magnésium mesuré durant les Quatre campagnes de prélèvements varient entre 12,65mg/l (S1) au mois de Mai et 64,25 mg/l (S2) au mois de Mars et Avril (Figure 23). L'origine naturelle des concentrations du magnésium est la dissolution des roches, et l'argile.

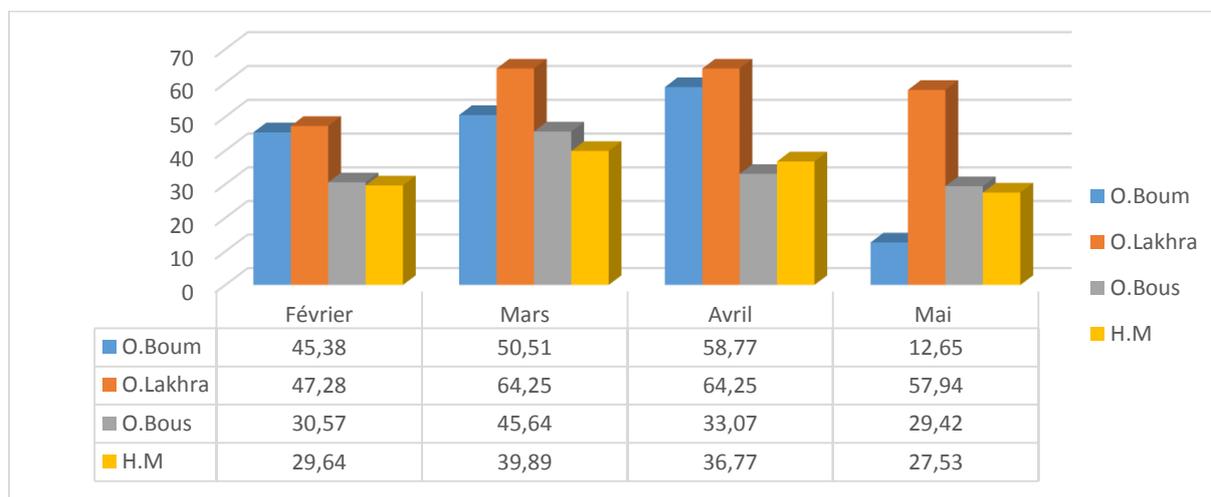


Figure 23 : Variation mensuelle du magnésium

### III-1-11-Variation spatiotemporelle des phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

Dans un écosystème aquatique continental, on considère généralement le phosphore comme facteur limitant la production de la biomasse végétal (LEVEQUE, 1996). Il est naturellement présent dans les eaux superficielles à faible concentration, compte tenu de son importance dans la concentration des êtres vivants (PESSON, 1980).

Montrent un taux de phosphate avec un maximum de l'ordre de 0.01mg/l au mois d'Avril, et un taux bas de 0 mg/l (Figure 24). Selon la classification de NISBET et VERNEAUX 19770 (Annexe 3), ces eaux appartiennent au classe 1, très peu productives.

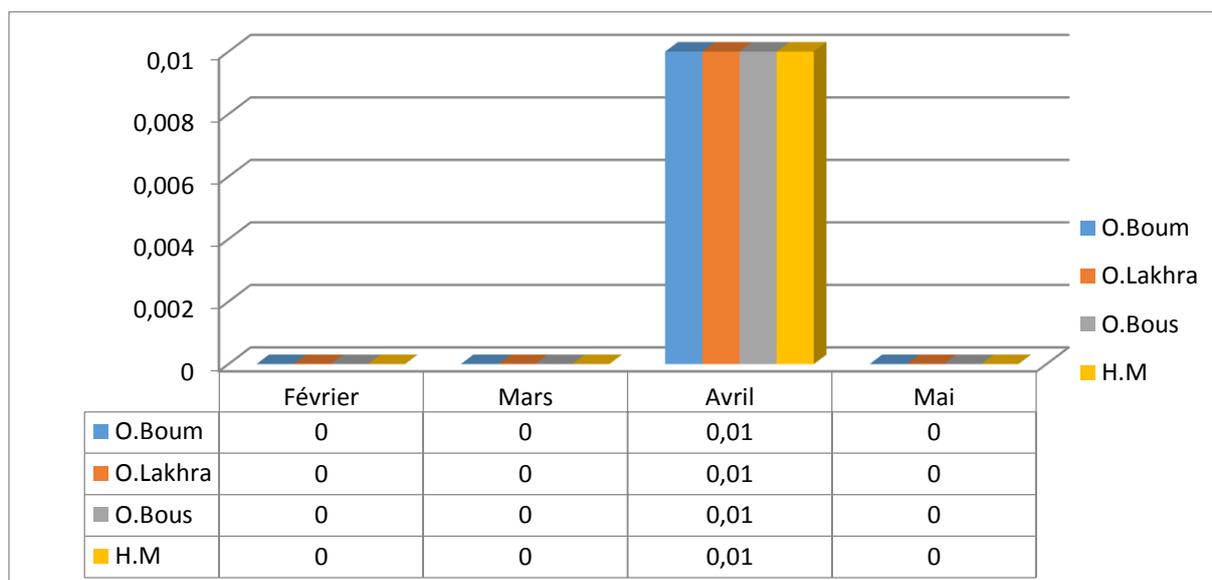


Figure 24 : Variation mensuelles des phosphates

### III-1-12-Variation spatiotemporelle des sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ )

La forme la plus importante et la plus stable du soufre est le sulfate. (CHAPIAT et LARPENT, 1988). Les sulfates proviennent d'une oxydation plus complète de l'hydrogène sulfuré (GAUJOUS, 1995). Ils sont des éléments indispensables à la croissance de végétaux aquatiques, mais un excès peut limiter la production biologique (RODIER *et al.*, 2005).

Les faibles valeurs résultant de sa précipitation sous forme de sel soluble ou encore de son incorporation dans les organismes vivants (DELIS et SCHIMDT, 1977), et les valeurs élevées sont liées à la nature des terrains traversés et aux rejets industriels.

Les valeurs obtenues durant les Quatre campagnes de prélèvements varient entre 92,62mg/l (S2) et 528,32mg/l (S3) (Figure 25).

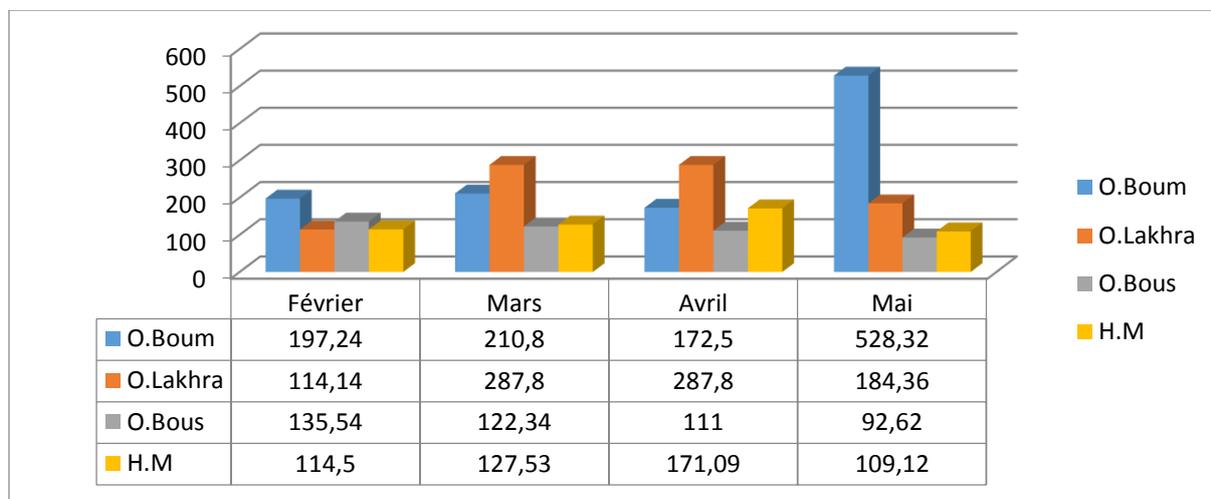


Figure 25 : Variation mensuelle de sulfate

### III-1-13-Variation spatiotemporelle d'Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)

Dans l'eau, L'azote réduit soluble se retrouve sous deux formes; l'ion ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) et la seconde non dissociée communément appelée ammoniac (NH<sub>3</sub>) (GAUJOUR, 1995). En ce qui concerne la toxicité de l'ammoniaque, il est reconnu que ce n'est pas la forme ammoniacale ionisée qui est toxique, mais celle non ionisée dont la proportion dépend du pH et de la température (RODIER, 1996).

Les concentrations mensuelles d'Ammonium variant entre 0,01 mg/l et 0,09 mg/l (St 3) au mois de Mars (Figure 26). La valeur maximale à été enregistrée au mois de Mars.

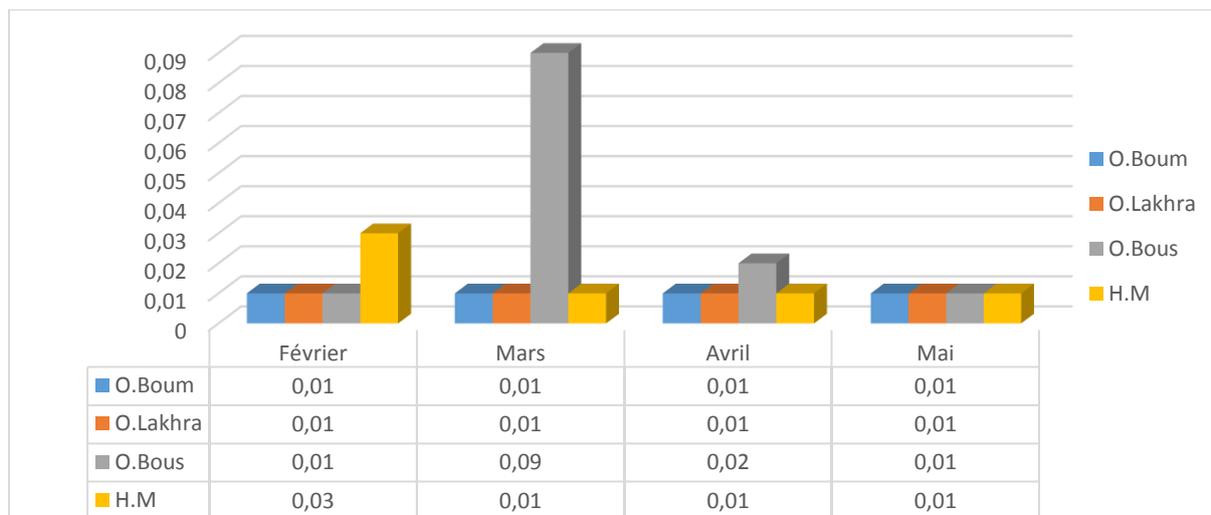


Figure 26 : Variation mensuelle d'Ammonium

### III-1-14-Variation spatiotemporelle de Fer (Fe<sup>2+</sup>)

Le fer se classe en 4eme rang des éléments de la croûte terrestre. Ce métal à l'état ferreux est assez soluble dans l'eau. Les besoins pour l'organisme humain se situent entre 2 et 3 mg/j mais 60 À 70% seulement de la quantité intégrées ont métabolisés (RODIER, 2005).

Les valeurs de la concentration en Fer fluctuent entre 0,01mg/l au mois d’Mai (au niveau les 4 stations) et 0,34mg/l. On note que la station 3 présente une concentration maximale de 0,34mg/l au mois de Février (Figure 27).

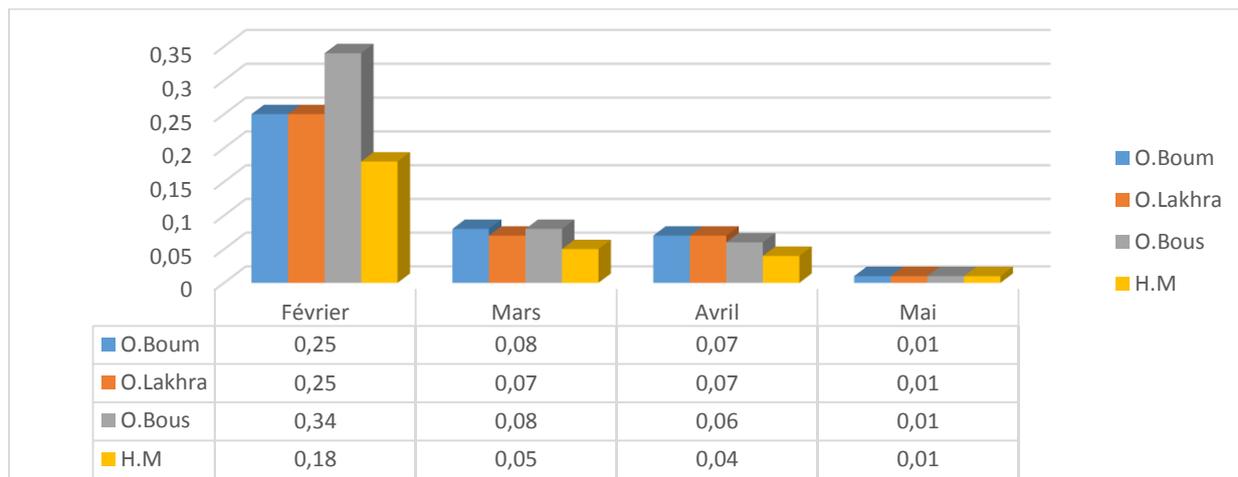


Figure 27 : Variation mensuelle de Fer

### III-1-15-Variation spatiotemporelle Résidu sec

La détermination du résidu sec sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension, non volatiles, obtenues après une évaporation d'eau (RODIER, 2005). Une eau dont la teneur en résidu sec est extrêmement faible peut être inacceptable à la consommation en raison de son goût plat et insipide (WHO, 1994).

Les valeurs mensuelles de résidu sec mesuré durant les Quatre campagnes de prélèvements varient entre 290 (St3) au mois d’Mai et 1020 mg /l (St 1) au mois d’Mai (Figure 28).

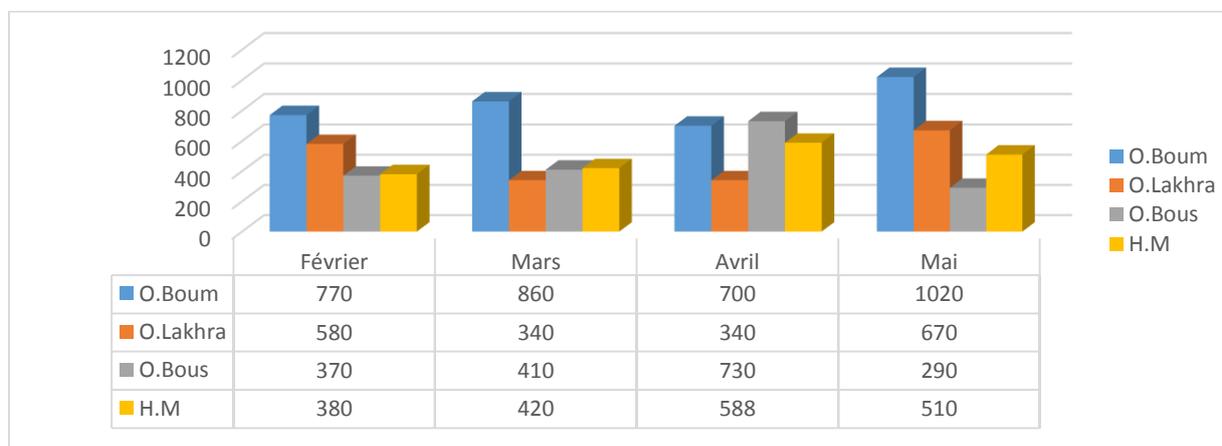
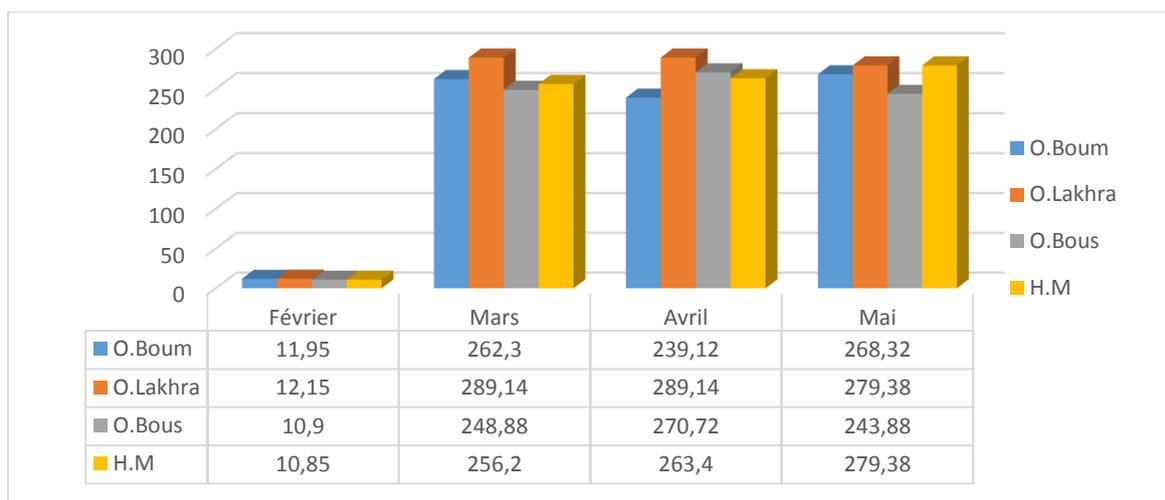


Figure 28 : Variation mensuelle de Résidu sec

**III-1-16-Variation spatiotemporelle de Titre Alcalimétrique (TA- TAC)**

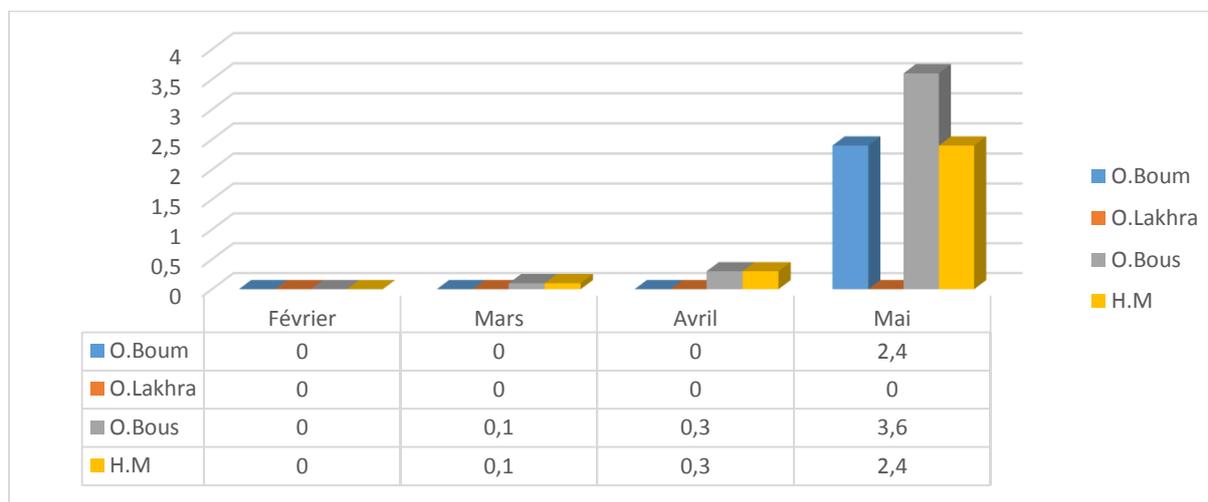
Le titre alcalimétrique ou TA mesure la teneur de l’eau en ions hydroxydes « OH<sup>-</sup> » et une valence de carbonates. Le titre alcalimétrique complet ou TAC correspond à la teneur de l’eau en alcalins libres, carbonates et hydrogencarbonates (BERNE et CORDONNIER, 1991).

Selon l’analyse mensuelle TAC les valeurs fluctuent entre 10,85 (St4) au mois de Février et 289,14 (St2) au mois de Mars et d’Avril (Figure 29).



**Figure 29 : Variation mensuelle de titre alcalimétrique complet**

Les valeurs obtenues durant les Quatre campagnes de prélèvements varient entre 0 et 3,6 (St3) au mois d’Mai (Figure 30).



**Figure 30 : Variation mensuelle de titre alcalimétrique**

### III-1-17-Variation spatiotemporelle de Matière organique

Dans les eaux naturelles, elles représentent plusieurs familles de composés parmi lesquelles on peut citer les acides humiques, les acides carboxyliques et les acides hydrates de carbone. Elles sont caractérisables globalement par l'oxydabilité au permanganate ou le carbone organique total (CODEX et COIN, 1981).

On distingue deux origines de ces matières: les matières organiques acides d'origines animales et les matières organiques basiques d'origines végétales (CODEX et COIN, 1981). Elles constituent une source nutritive essentielle pour la prolifération bactérienne. Ces matières réagissent avec le chlore et affectent le goût et l'odeur (JEAN, 2002).

Les valeurs enregistrées Durant les Quatre campagnes de prélèvements varient entre 0,48mg/l (St 2) au mois d'Mai, d'Avril et 5,12mg/l (St3) au mois de Février (Figure 31).

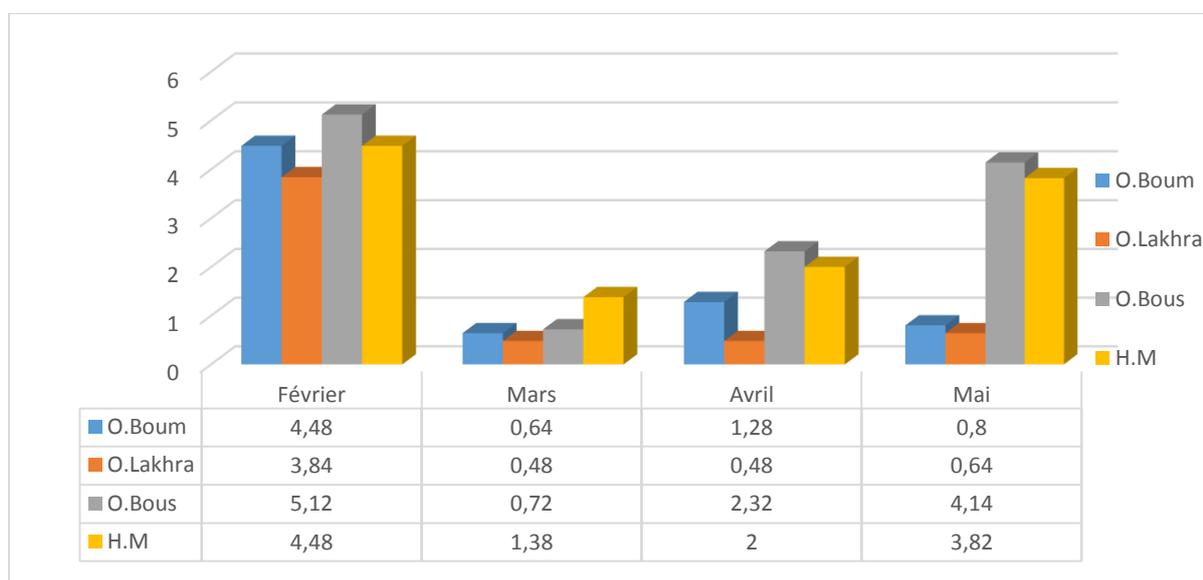


Figure 31 : Variation mensuelle de Matière organique.

### III-1-18-Demande Biologique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)

La matière organique constitue dans l'eau un rapport alimentaire pour les microorganismes qui en la dégradant consomment l'oxygène du milieu qui devient de plus en plus déficitaire. Plus la DBO<sub>5</sub> est grande, plus l'eau est polluée.

La signification hygiénique de ces substances n'est pas bien définie, mais une eau riche en matières organiques doit toujours être suspectée de contamination bactériologique ou chimique (produit réducteurs) (DEGREMONT, 1978).

La concentration maximale est obtenue à la station 4 au mois de Mai (8,95mg/l), et la concentration la plus faible est obtenue à la station 1 au mois d'Avril (2,1mg/l) (Figure 32).

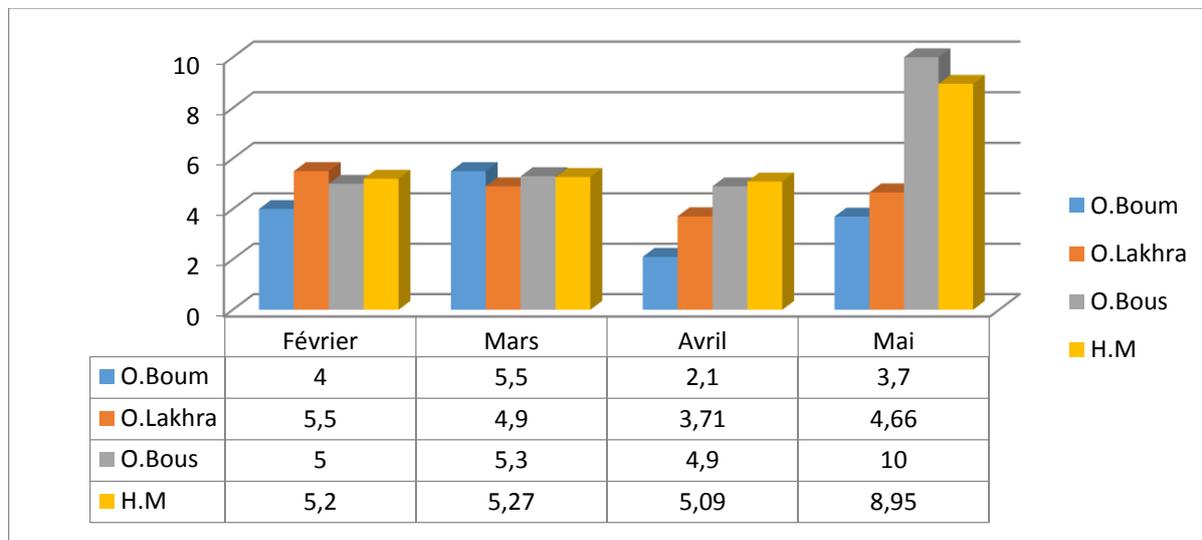


Figure 32 : Variation mensuelle de Demande Biologique en oxygène

### III-1-19-Demande Chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène est la quantité en mg/l qui est nécessaire pour oxyder principalement les composés organiques présents dans l'eau (BLIFERT et PERRAUD, 2001).

Les résultats obtenus nous indiquent que la concentration en DCO fluctue entre 4,84 et 70,8 mg/l. La concentration la plus élevée (70,80mg/l) est enregistrée au mois de Mai à la station 3 et la minimale 4,84 mg/l au mois de Avril (St1) (Figure 33).

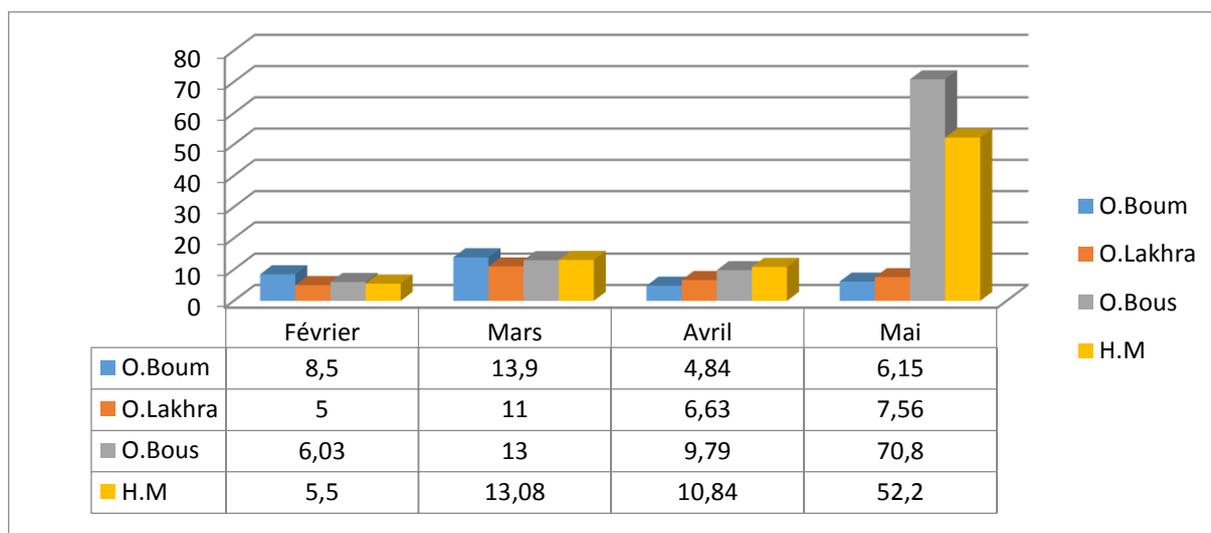


Figure 33 : Variation mensuelle de Demande Chimique en oxygène

## III-2-Interprétation des analyses biologiques

### III-2-1-Analyses faunistique

Le benthos est constitué d'invertébrés vivants dans le fond des cours d'eau. Ils se répartissent de façon hétérogène en fonction de la nature du substrat. Certains sont fixés, d'autre rampent, ou encore sont fousseurs.

Les macroinvertébrés récoltés dans les quatre stations étudiées appartiennent à l'embranchement des Arthropodes, classe des Insectes avec 5 ordres et 17 familles.

#### Emb : Arthropodes

#### Cl : Insectes

##### ⇒ O : Ephéméroptères

F : Heptageniidae

F : Leptophlebiidae

F : Baetidae

F : Caenidae

##### ⇒ O : Plécoptères

F : Perlidae

F: Capniidae

F: Nemouridae

F: Chloroperlidae

F: Taeniopterygidae

##### ⇒ O : Diptères

F : Empididae

##### ⇒ O : Trichoptères

F : Hydropsychidae

F : Hydroptilidae

F : Limnphilidae

F : Ecnomidae

F : Philopotamidae

##### ⇒ O : Coleoptères

F : Hydraenidae

G : Ochthebius

F : Elmidae

## III-2-2 – Qualité de l'eau par l'IBGN

**Tableau IV** : Classe de qualité, signification des valeurs de l'IBGN et couleur à utiliser en représentation cartographique

		<b>O.Boum</b>	<b>O.Lakhra</b>	<b>O.Bous</b>	<b>H.M</b>
<b>Février</b>	<b>ΣT</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
	<b>GI</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>8</b>
	<b>IBGN</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>9</b>
	<b>Couleur</b>	<b>Orange</b>	<b>Jaune</b>	<b>Jaune</b>	<b>Jaune</b>
	<b>Qualité de l'eau</b>	<b>Médiocre</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Moyenne</b>
<b>Mars</b>	<b>ΣT</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>5</b>
	<b>GI</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>
	<b>IBGN</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
	<b>Couleur</b>	<b>Jaune</b>	<b>Jaune</b>	<b>Jaune</b>	<b>Jaune</b>
	<b>Qualité de l'eau</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Moyenne</b>
<b>Avril</b>	<b>ΣT</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
	<b>GI</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>9</b>
	<b>IBGN</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>10</b>
	<b>Couleur</b>	<b>Jaune</b>	<b>Jaune</b>	<b>Orange</b>	<b>Jaune</b>
	<b>Qualité de l'eau</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Médiocre</b>	<b>Moyenne</b>
<b>Mai</b>	<b>ΣT</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
	<b>GI</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>
	<b>IBGN</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
	<b>Couleur</b>	<b>Jaune</b>	<b>Jaune</b>	<b>Jaune</b>	<b>Jaune</b>
	<b>Qualité de l'eau</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Moyenne</b>

### Mois de Février

Les résultats obtenus montrent que l'indice Biologique global normalisé varie de 5 (St1) à 10 (St3) où la qualité décrit de moyenne à médiocre avec une nette pollution (Annexe 6), le groupe faunistique indicateur de la station 1 est représenté par la famille des Hydropsychidae avec une richesse taxonomique de 3 et le groupe faunistique indicateur de la station 3 est représenté par la famille des Leptophlebiidae avec une richesse taxonomique de 4 (Figure 34 A).

### Mois de Mars

Les résultats obtenus montrent que l'indice Biologique global normalisé varie de 9 (St1,3) à 10 (St2,4) où la qualité décrit de moyenne (Annexe 6), le groupe faunistique indicateur de la station 1 et 3 est représenté par la famille des Heptageniidae avec une richesse taxonomique de 2 et le groupe faunistique indicateur de la station 2,4 est représenté par la famille des Leptophlebiidae avec une richesse taxonomique de 5 (Figure 34.B).

### Mois d'Avril

Les résultats obtenus montrent que l'indice Biologique global normalisé varie de 8 (St3) à 10 (St2,4) où la qualité décrit de moyenne à médiocre avec une nette pollution (Annexe 6), le groupe faunistique indicateur de la station 3 est représenté par la famille des Heptageniidae avec une richesse taxonomique de 4 et le groupe faunistique indicateur de la station 2 et 4 est représenté par la famille des Leptophlebiidae avec une richesse taxonomique de 5 (Figure 34 C).

### Mois de Mai

Les résultats obtenus montrent que l'indice Biologique global normalisé varie de 9 (St2) à 11 (St1) où la qualité décrit de moyenne (Annexe 6), le groupe faunistique indicateur de la station 1 est représenté par la famille des Heptageniidae avec une richesse taxonomique de 3 et le groupe faunistique indicateur de la station 3 est représenté par la famille des Leptophlebiidae avec une richesse taxonomique de 7 (Figure 34.D).

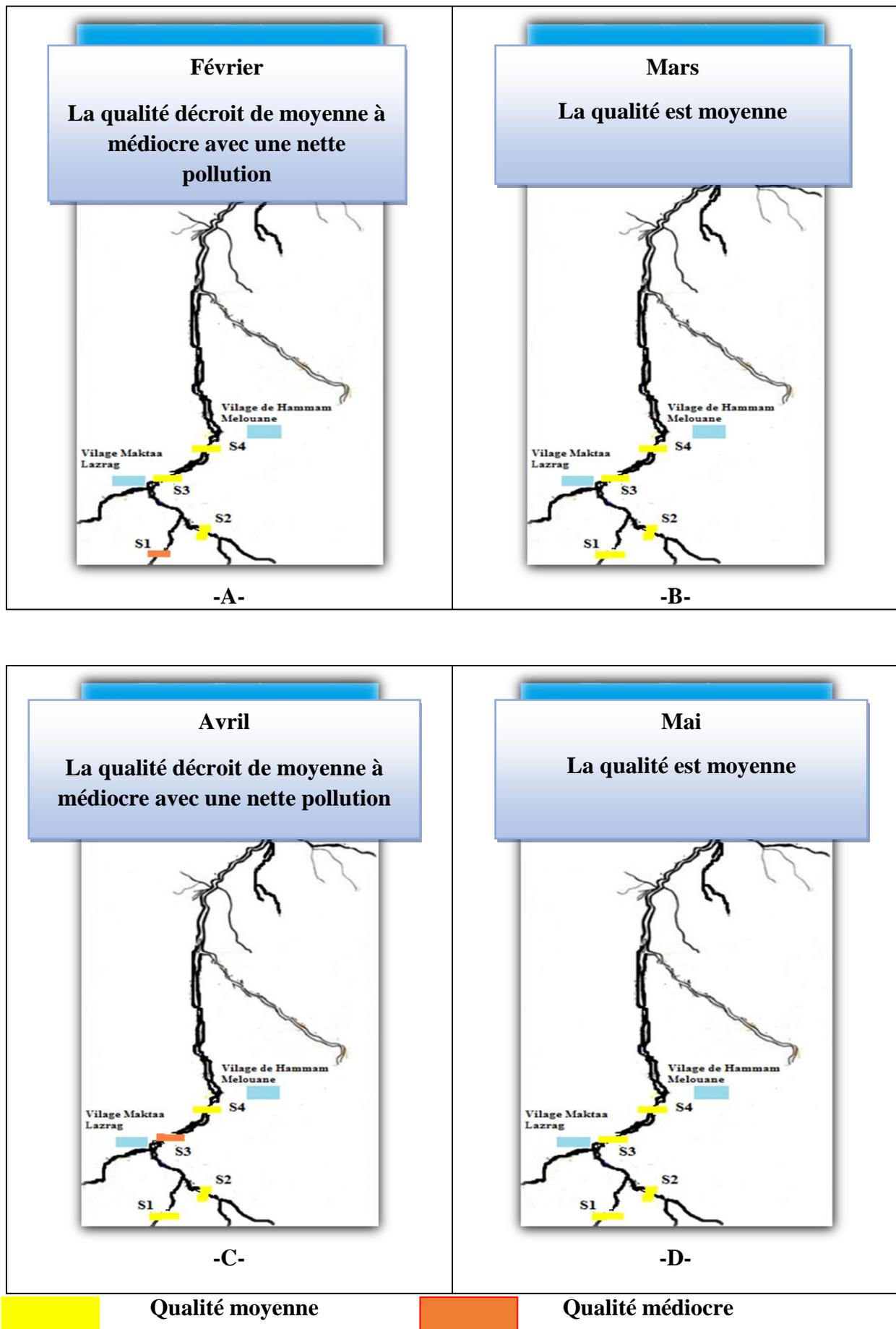


Figure 34 : Qualité de l'eau de l'oued El Harrach durant 4 prélèvements.

III-2-3- Analyse Bactériologique

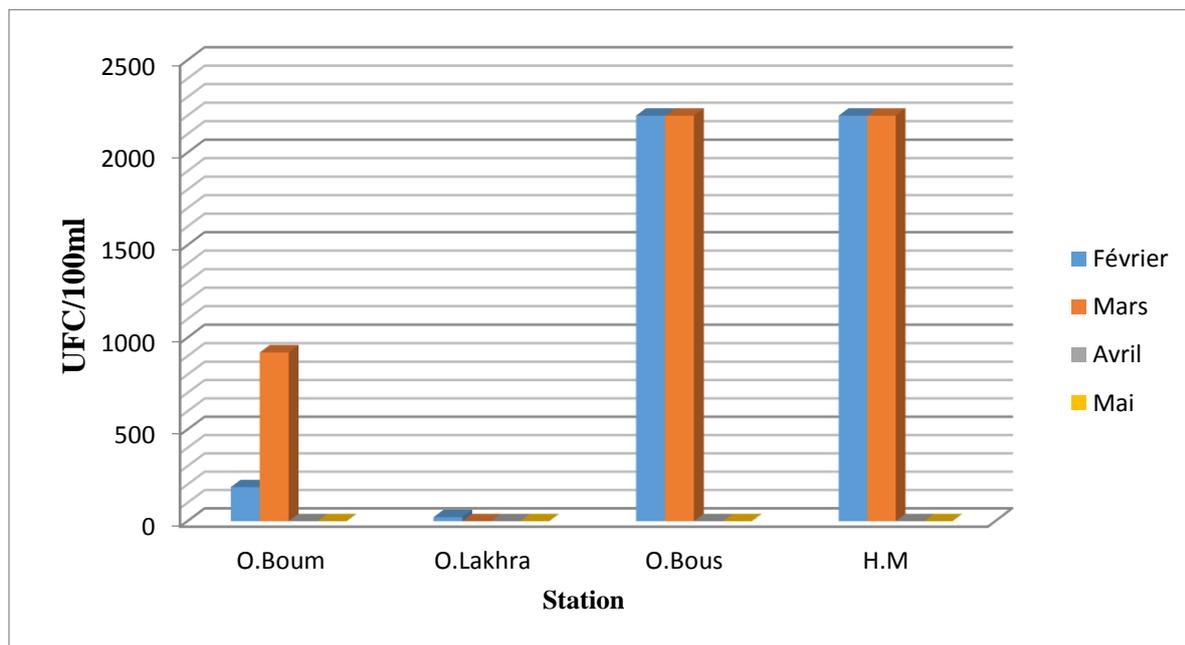


Figure 35 : coliformes totaux recensés dans les stations

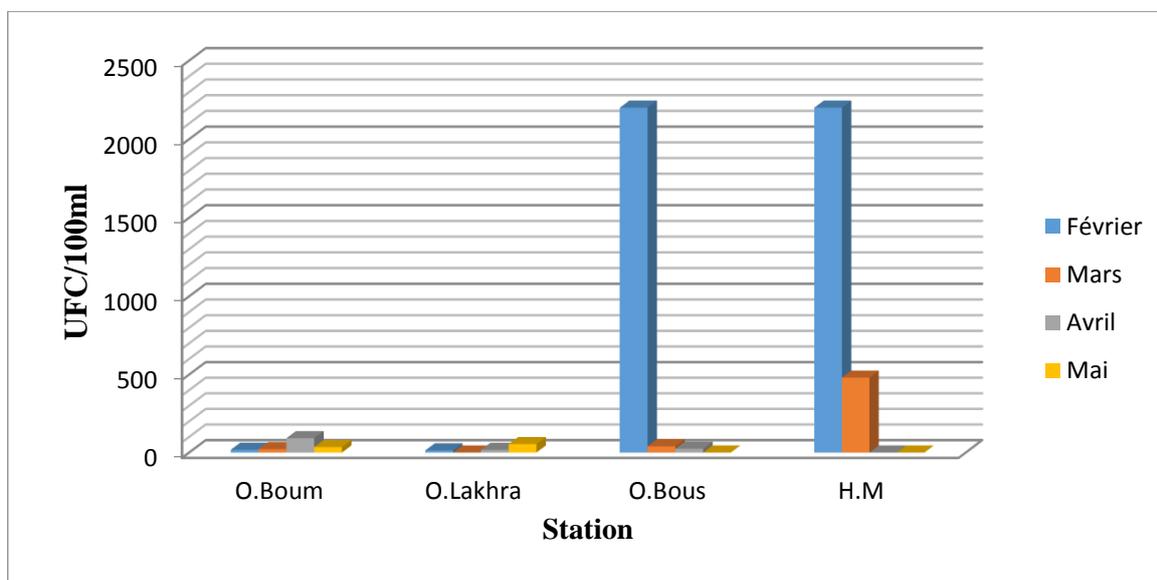
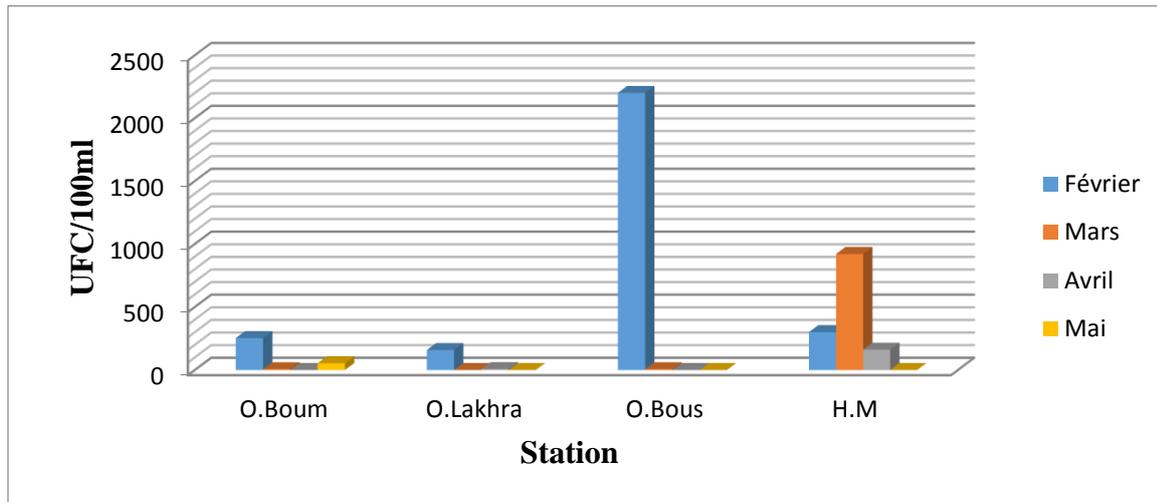


Figure 36 : coliformes fécaux recensés dans les stations

Selon les résultats obtenus ; toutes les stations présentent une contamination par les coliformes de l’amont à l’aval. Leur existence indique une contamination fécale récente.

Les valeurs les plus élevées ont été retenues au mois de Février et Mars avec un maximum de 2200 UFC/100ml au niveau Station 3 et 4 (Figure 33, 34). Les stations 1 et 2 sont caractérisées par une faible présence des Coliformes durant les 4 mois, les autres stations sont relativement polluées.



**Figure 37: streptocoques fécaux recensés dans les stations**

Selon les résultats obtenus; toutes les stations présentent une contamination par les streptocoques de l'amont à l'aval. Leur existence indique une contamination fécale récente.

Les valeurs les plus élevées ont été retenues au mois de Février avec un maximum de 2200 UFC/100ml (Figure35) au niveau station 3. Les stations 1 et 2 sont caractérisées par une faible présence des streptocoques avec valeur de <10 UFC/100ml AU mois de Mars et Avril.

# Conclusion

L'approche physicochimique révèle l'existence d'une part d'une évolution spatiale (gradient amont aval) de certains paramètres tels que : la conductivité, Nitrite, Nitrate et phosphore, et d'autre part d'une évolution temporelle en relation avec les hautes et les basses eaux.

Les eaux du bassin versant de l'oued El Harrach sont caractérisées par des valeurs moyennes de températures 14,53 °C, celles du pH étant de 8,24 et celles de la conductivité électrique de 943,26µS/cm.

L'utilisation de variable biologique s'est ainsi progressivement imposée comme moyen d'apprécier la qualité des eaux et des systèmes aquatiques, car elles présentent un certain nombre d'avantages et de complémentarités par rapport au variable physico-chimique qui nécessite des analyses continues instantanées de la qualité de l'eau.

Les résultats obtenus dans le cadre d'étude de l'évaluation de la qualité d'eau de l'oued El Harrach durant les 4 mois et selon les paramètres physico-chimiques et biologiques permettent de qualifier les eaux de l'oued El Harrach sont des eaux de qualité moyennes avec une nette pollution. Afin d'évaluer la qualité des eaux de l'oued nous prévenons :

- Une étude complète de 12 mois avec plusieurs prélèvements dans différents station.
- Contrôle des rejets.
- La mise en place des programmes d'éducation environnementale.
- Mettre en application des normes sectorielles de rejets avec un suivie régulier des rejets.

# Référence bibliographique

- A.F.N.O.R., 2004** : Association Française de Normalisation, Détermination de l'indice biologique globale normalisé (IBGN). NFT90-350 : 16p.
- A.N.R.H., 2017** : Agence National des Ressources Hydrologique. Données hydrologiques du bassin versant de l'oued Harrach.
- ADJERID A. S., 1990** : Evaluation de la qualité d'eaux du lac de Réghaia. Mémoire d'ingénieur, INA, El Harrach. 77p.
- ALHOU B., 2007** : Impact des rejets de la ville de Niamey (Niger) sur la qualité du fleuve Niger. Grade de docteur en sciences. Faculté universitaire notre dame de la paix mamur. 223p.
- ANDRIAMIRADIS L., 2005** : Mémento technique de l'eau. 2<sup>eme</sup> édition : Degremont. 8p.
- ANGELIER E., 2000** : Ecologie des eaux courantes. Edition Technique et documents : 199p.
- ARAB A., 1989** : Etude des peuplement d'invertébrés et de poisson appliquée à l'évaluation de la qualité des eaux et des ressources piscicoles des Oued Mouzaia et Chiffa . Thèse de Magistère USTHB. 145p.
- ARAB A., 2004** : Recherche faunistique et écologique sur les réseaux hydrographique du Chélif et du bassin du Mazafran. Thèse de Doctoral, USTHB. 174p.
- ARAB A et ZEBDI A., 1983** : Contribution à l'évaluation à la qualité de l'eau des oueds de la Mitidja. Mémoire de D.E.S.I.S.N. USTHB. 106p.
- ASPE C et POINT P., 1999** : l'eau en représentation, gestion de la qualité des milieux aquatiques et représentation sociale. Edition Masson. 101p.
- BAGNOULST F et GAUSSEN H., 1953** : période sèche et indice xérothermique. Travaux. Labo. Bot. Zoo. Fac ; Sci ; Serv ; Bot ; Montpellier : 7 : 3 : 8
- BALL A., MACHENZIE A. et VIDIDIE S.R., 2000** : l'essentiel en écologie. Berti édition : 368p.
- BERNE F. et CORDONNIER J., 1991** : Traitement des eaux. Edition : Tec. 6-14p.
- BERRAHAL M et MEROUANE A., 2004** : l'étude du risque d'inondation de l'Oued El Harrach. Mémoire d'Ingéniorat. USTHB. 123p.
- BLANCHARD R., 1891** : Résultats d'une excursion zoologique en Algérie : mém. Soc. Zool. Cr. Paris IV.
- BLIEFFRT C et PERRAUD R., 2001** : Chimie de l'environnement, air-eau, sols, déchets. Edition de Boeck Université : 392p.

**BLIFERT C et PERRAUD R., 2001 :** Chimie de l'environnement, air-eau, déchets. Edition de Boeck Université : 392p.

**BOUDJEMA N, 2007 :** Variation spatio-temporelle de la communauté microbienne des eaux du barrage Boukourdane en relation avec les paramètres environnementaux. Thèse de Magister. USTHB. 87p.

**BOUZIANI., 2006 :** L'eau dans tous ses états. Ed Dar Elgharb, Alger, 200p.

**CANTIN Ph, 2003 :** Fiche synthèses sur l'eau potable et la santé humaine. Institut national de santé publique du Québec. 12p.

**CEREGUINO R., 1992 :** Influence des variations artificielles du débit sur la faune macro-invertébré d'une rivière aménagée de moyenne montagne : L'Ariège. Mémoire DEA Université Paul Sabatier ; Toulouse : 61p.

**CHAPIAT et LARPENT J P, 1988 :** Biologie des eaux : Méthodes et Technique. Edition Masson. 374p.

**CODEX S et COIN., 1981 :** La pratique de l'eau : usages domestiques .Collectif et industriel .Édition : Moniteur. Paris : 3-29-326-327.

**DAJOZ R., 2000 :** Précis d'écologie. 7<sup>ème</sup> édition Dunod : 615p.

**DECAMPS H., 1971 :** La vie dans les cours d'eau, Université de France, Paris 128p.

**DEGREMONT., 1978 :** Mémento technique de l'eau, Edition Dunod. Paris.

**DELIS et SCHIMDT, 1977 :**the effectts of sulfur on water and aquatique life in canada, in ; sulfur and its inorganique derivatives in the canada- environnement NRCCNO. 15015. comité concernant l'état de l'environnement national et recherche de canada.

**DJERIDANE Y et SALHI S., 1983 :** Contribution a l'étude de la qualité de l'eau des oudes de la qualité de la Mitidja par application de l'écologie des macro-invertébrés. Mémoire de D.E.S. USTHB. 128p.

**GAUJOUS D., 1995 :** La pollution des milieux aquatiques-aide mémoire 2ème Edition Paris : 217p.

**GAUTHIER H., 1928 :** Recherche sur la faune des eaux continentales de l'Algérie et de la Tunisie. Thèse de Doctorat.

**GENIN B., CHAUVIN C. et MENARD F., 2003 :** Cours d'eau et indice biologique, pollution-méthode-IBGN : 222p.

**GEORGE L et SERVAIS, 2000:** Use of enzymatic methods for rapid enumaretion of coliformes in freshwaters. Jornal of applied microbiology, 88 (3) : 404-413p.

**GURNEY R., 1903:** On the fresh-water crustacea of Algeria and Tunisia ;ourn. R. Micr. Soc.

**GUYOT G., 1999 :** Climatologie de l'environnement. 2ème édition Dunod. Paris : 525p.

**HALIMI A., 1980 :** L'Atlas Blidéen. Climat et étages végétaux. Offices des publications universitaires. Alger. 523p.

**HELMER R, HESPANHOL I et SALIBA L.J, 1991 :**Public health criteria for the aquatic environment : recent who guidelines and their application. Water science and technology 24 (2): 35-42p.

**ISO 7027., 1999 (F)** Qualité de l'eau — Détermination de la turbidité (3eme édition).

**ISO 7150/1** – Qualité de l'eau – Dosage de l'ammonium – Méthode spectrométrique manuelle.

**ISO 6777 NA 1657.** Dosage des nitrites- Méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire.

**ISO 6878/1., 1998 (F)** Qualité de l'eau — dosage spectrométrique du phosphore en utilisant le molybdate d'ammonium.

**ISO 9297 – NA 6917 :** Qualité de l'eau – Dosage de chlorures – Titrage au nitrate d'argent avec du chromate comme indicateur (Méthode de Mohr).

**ISO 6058 ., 1984 (F)** Qualité de l'eau – Dosage du calcium – Méthode titrimétrique à l'EDTA.

**ISO 6332 .,** Qualité de l'eau – Dosage du fer – Méthode spectrométrique à la phénantroline-1,10.

**ISO 6059.,** Qualité de l'eau – Dosage de la somme du calcium et magnésium par la méthode titrimétrique à l'EDTA.

**ISO 6060 ., 1989 :** Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO).

**ISO 11923 :** Dosage des Matières en suspension (méthode par filtration).

**IVAN B, ANTHONY P et DISIER L C., 2005 :** Entretien des berges de petits cours d'eau dans le bocage sud-manche : réponse de la végétation herbacée aux processus écologique et agricoles. 90p.

**JEAN P, 2000.** Un point sur... environnement et aquaculture. Tome II Aspects juridiques et réglementaires. 72p.

**JEAN L C, 2002.** La dégradation de la qualité de l'eau dans le réseau. Edition. Ministère de l'agriculture et de la pêche. Direction de l'espace rural et de la forêt. Paris.

**KHETTAR S., 2009 :** Etude des peuplements de macro-invertébrés et des conditions de milieux de l'Oued El Hammam. Thèse de Magistère. USTHB, 89p.

**LANTEIGNE J., 2003 :** Encyclopédie de l'agora.

**LEVEQUE C., 1996 :** Écosystème aquatique, les fondamentaux : édition hachette, paris : 159p.

**LOUNACI A, BROUSSE S, AIT MOULOUD S, LOUNACI DAOUDI D et MEBRAKI M., 2000 :** Current Knowledge of benthic invertebrate diversity in Algeria stream : a species check-list of the Sabaou river bassin (tiziouzou) Bull. Soc. Nat. Toulouse, 136p.

**LOUNACI A., 2005 :** Recherche sur la faunistique, l'écologie et biogéographique des macroinvertébrés des cours d'eau de kabylie. Thèse doctoral d'état. U.M.M.T.O : 209p.

Macro-invertébrés des eaux douces. 3ème édition. 151p.

**MARCEL F.R., 1986 :** Dictionnaire français d'hydrologie de surface. Edition: Masson.94p.

**MEBARAKI M., 2001 :** Etude hydrobiologique de trois réseaux hydrographique de Kabylie (Parc Nationale du Djurdjura, oued Sébaou et oued boghni) : faunistique, écologie et biogéographie des macro-invertébrés benthique. Thèse de Magister. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou. 178p.

**MUTIN L., 1977 :** Le songe d'Atthalie. SOPADIF. 47p.

**NA 751 :** eaux potables, eaux minérales - Détermination du pH.

**NA 749 :** Qualité de l'eau – détermination de la conductivité électrique.

**NA 2364/1994 –** Qualité de l'eau— dosage spectrométrique du phosphore en utilisant le molybdate d'ammonium.

**NA 6945 .,** Détermination des résidus secs, du résidu calciné et du résidu sulfaté.

**NAVAS S.L., 1929 :** Insectnevroptères et voisins de Barbarie (7ème serie). Bull. Soc. Hist. Nat. Afr.

**NISBET M et VERVEAUX J., 1970 :** Composantes chimique des eaux courantes, discussion et proposition des classes en tant que base d'interprétation des analyses chimiques. An. limnol : 161-190p.

**O.N.M., 2016 :** Office National de Météorologie. Données climatiques de la wilaya d'Alger.

**PELMONT J, 1993 :** Bactéries et environnement. Adaptations physiologiques. 899p.

**PESSON P., 1980 :** La pollution des eaux continentales, incidences sur la biocénose aquatique. Edition Gauthier et Villars : 345p.

**POURRIOT et MAYBECK., 1995 :** Limnologie générale. Masson, Paris. 848p.

**RODIER J., 1996 :** L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 6eme édition: Dunod, Paris.

**RODIER J., 1999 :** L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 7eme édition: Dunod, Paris.

**RODIER J, BAZIN C, BROUTIM J-P, CHAMBOU P, CHAMPSON H et RODI L., 2005 :** L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer. 8ème Edition. Dunod. 1365p.

**RODIER J., 2005 :** L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer. 8ème Edition. Dunod. 214p.

**SAVARY P., 2003 :** Guide des analyses de la qualité de l'eau. Edition Technicités. 283p.

**TACHET H., RICHOUX PH, BOURNAUD M., 1987 :** Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces. 3eme édition. 151p.

**WHO (World Health Organization), 1994 :** Directive de qualité de l'eau de boisson. Critères d'hygiène. 2eme édition. Vol 2. Genève.

**ZOUAKH Dj., 1995 :** L'étude des macro-invertébrés et des poissons de oued El Harrach et de ses affluents appliquée a l'évaluation de la qualité des eaux. Thèse Magistère. U.S.T.H.B. 65p.

# Annexe

**Tableau V :** moyenne mensuelles et annuelles du vent (m/s) de région d'Alger durant la période 2004-2014 (O.N.M) 2016.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyennes annuelles
Vitesse mensuelles du vent (m/s)	2,4	2,8	2,8	2,8	2,8	2,7	2,8	2,7	2,5	2,0	2,4	2,2	2,6

**Tableau VI :** Débits moyens mensuels (m<sup>3</sup>/s) de la station Baraki, oued El Harrach. (A.N.R.H, 2016).

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1997-1998	2,085	2,208	4,957	9,478	2,493	2,638	3,277	4,363	9,200	1,984	0,674	0,370
1998-1999	0,630	0,553	3,433	3,241	14,39	32,49	13,91	3,021	1,070	0,545	0,455	0,350
1999-2000	0,519	0,810	1,988	17,49	3,052	1,208	0,793	0,667	0,575	6,739	0,569	0,574
2000-2001	0,842	0,760	2,107	0,702	10,59	5,516	2,340	1,278	1,168	0,218	0,227	0,209
2001-2002	0,557	0,362	2,297	1,025	1,927	1,150	2,099	1,056	0,358	0,410	0,489	0,357
2002-2003	0,418	0,529	4,800	23,18	31,72	43,10	21,19	32,09	4,025	1,547	0,681	0,525
2003-2004	0,798	0,769	2,488	4,404	8,297	3,336	6,994	3,697	6,968	2,493	0,503	0,392
2004-2005	0,382	0,537	2,047	5,870	5,102	13,39	13,35	3,477	1,1	0,657	0,544	0,504
2005-2006	0,557	0,896	1,060	2,599	4,114	16,74	13,51	2,105	7,718	0,630	0,553	0,503

**Tableau VII :** Débits maximaux mensuels (m<sup>3</sup>/s) de la station Baraki, oued El Harrach. (A.N.R.H, 2016).

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1997-1998	52,00	29,20	56,00	52,00	7,860	34,00	8,100	48,40	65,00	3,580	1,300	0,580
1998-1999	6,633	3,060	55,00	35,320	297,5	149,5	118,0	8,616	1,830	0,615	0,58	0,405
1999-2000	1,740	2,340	25,48	274,4	9,750	1,560	2,340	2,460	2,340	187,2	0,615	0,925
2000-2001	4,400	2,580	97,00	10,03	177,0	13,13	9,016	12,05	3,745	0,520	0,280	0,240
2001-2002	2,725	1,640	78,10	7,240	12,91	3,415	20,56	8,150	0,720	0,640	0,760	0,480
2002-2003	2,620	4,405	107,5	247,1	226,3	362,25	228,0	364,7	13,13	2,515	0,860	0,560
2003-2004	4,900	2,830	57,10	18,92	46,80	9,450	27,12	12,91	49,26	5,940	0,800	0,400
2004-2005	1,100	4,240	19,74	76,00	20,56	24,66	48,44	7,716	1,720	0,800	0,640	0,600
2005-2006	0,680	6,460	3,415	17,28	61,30	99,10	33,85	4,124	106,8	0,944	0,576	0,576

**Tableau VIII : Débits minimaux mensuels (m<sup>3</sup>/s) de la station Baraki, oued El Harrach. (A.N.R.H, 2016).**

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1997-1998	0,460	0,850	0,850	0,850	0,850	0,910	2,105	0,880	3,300	1,200	0,270	0,260
1998-1999	0,370	0,335	0,300	0,300	0,00	0,00	0,00	1,650	0,615	0,475	0,405	0,300
1999-2000	0,240	0,545	0,080	0,870	1,650	1,035	0,335	0,335	0,440	0,475	0,510	0,475
2000-2001	0,705	0,440	0,335	0,335	0,510	2,620	1,160	0,800	0,560	0,120	0,160	0,160
2001-2002	0,280	0,280	0,240	0,360	0,680	0,720	0,720	0,520	0,120	0,240	0,240	0,240
2002-2003	0,240	0,280	0,640	0,640	2,935	1,248	5,160	4,900	2,620	0,860	0,440	0,480
2003-2004	0,520	0,520	0,720	1,280	1,280	1,960	0,400	2,200	1,480	0,800	0,280	0,360
2004-2005	0,240	0,360	0,680	0,640	0,640	9,233	4,735	2,040	0,640	0,560	0,480	0,48
2005-2006	0,440	0,560	0,640	0,980	1,400	1,400	1,400	0,944	0,840	0,504	0,504	0,480

Tableau IX : les modes opératoires des certaines paramètres physicochimiques.

Paramètres	Méthodes	Réactif utilisés	Mode opératoire	Expression des résultats
1. M.E.S	Méthode de filtration sur fibre de verre	Papier Whatman (47 mm de diamètre)	<p>1- Laver le papier de filtration à l'eau distillée.</p> <p>2- Sécher ce papier (105°C) puis le peser M0.</p> <p>3- Placer le filtre dans le dispositif de filtration.</p> <p>4- Homogénéiser l'échantillon (V &gt; 100ml).</p> <p>5- Sécher les filtres dans l'étuve à 105°C puis le peser M1 (mg).</p>	$(M1 - M2) * 1000 / V$ <p>[MES] en mg/l</p> <p>V: volume d'échantillon</p>
2. Chlorure	Méthode De Mohr	<p>- Solution de Nitrate d'argent (AgNO<sub>3</sub>) 0,02mol/l.</p> <p>- Chromate de potassium (K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>) : inducteur à 10% .</p> <p>- Solution référence de chlorure de sodium (Na Cl) à 100mg/l.</p>	<p>1- Introduire 10 ml de l'échantillon et compléter jusqu'à 100 ml avec l'eau distillée (volume Va), dans un bécher conique.</p> <p>2- Placer sur un fond blanc.</p> <p>3- Ajouter 1 ml d'indicateur de chromate de potassium et tirer la solution par addition goutte à goutte de solution de nitrate d'argent jusqu'à ce que la solution prenne une couleur brun rougeâtre.</p> <p>4- Noter le volume Vs de nitrate d'argent versé</p>	$C_{Cl} = (V_s - V_B) C_x \cdot f / V_a$ <p>-Vs: le volume utilisé pour le dosage de l'échantillon (ml).</p> <p>-VB: volume utilisé pour le dosage du blanc (ml).</p> <p>-Va: le volume de l'échantillon pour essai.</p> <p>-C: la concentration réelle de la solution de nitrate d'argent (mol/l).</p> <p>-f: exprimé en mg/mol.</p> <p>-Fc: facteur de correction de la solution d'AgNO<sub>3</sub>.</p>

Paramètres	Méthodes	Réactif utilisés	Mode opératoire	Expression des résultats
<b>3- Nitrate</b>	Méthode par spectrophotométrie d'absorption moléculaire	1- Solution de Salicylate de Sodium à 0.5% - Dissoudre 0.5 g de salicylate de sodium dans de l'eau et compléter à 100 ml avec de l'eau distillée. 2- Solution d'hydroxyde de Sodium à 30%. - Dissoudre 30 g d'hydroxyde de sodium dans de l'eau et compléter à 100 ml avec de l'eau distillée. 3- Solution de tartrate double de sodium et de potassium. - Dissoudre 400 g d'hydroxyde de sodium dans une fiole de 1000 ml, ajouter 60 g de tartrate double de sodium et potassium, laisser refroidir et compléter avec de l'eau distillée. 4- Acide sulfurique (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) concentré. 5- Solution mère de nitrate à 1000 mg/l - Dissoudre 1.37 g de nitrate de sodium dans de l'eau et compléter à 1000 ml avec de l'eau distillée. 5- Solution fille étalon de nitrate 10 mg/l - Diluer 10 ml de la solution mère à 1000 mg/l et compléter à 1000 ml avec de l'eau distillée.	1- Prélever 40ml de l'échantillon, ajouter 1ml de réactif coloré. 2- homogénéiser immédiatement. 3- Laisser reposer en moins 20mn. 4- Déterminer la concentration en nitrite par spectrophotometer.	La concentration en nitrate est exprimée en mg/l.

Paramètres	Méthodes	Réactif utilisés	Mode opératoire	Expression des résultats
4- Nitrite	Méthode par spectrophotométrie d'absorption moléculaire	<p>-Réactif coloré: 1-dissoudre 40g de (NH<sub>2</sub>C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>SO<sub>2</sub>NH<sub>2</sub>) dans un mélange formé de 100ml de d'acide orthophosphorique et 500ml d'eau . 2-Ajouter 2g de (C<sub>10</sub>H<sub>7</sub>-NH-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-NH<sub>2</sub>-2HCL) compléter à 1000ml avec l'eau distillée. -Solution états mère de nitrite: 1-Dissoudre 0,15g de nitrite de sodium dans 1000ml d'eau distillée. -Solution états fille de nitrite: 2-1ml de la solution mère dans un fiole de 100ml et compléter le volume avec de l'eau distillée.</p>	<p>1-Prélever 40ml de l'échantillon, ajouter 1ml de réactif coloré. 2-homogénéiser immédiatement. 3-Laisser reposer en moins 20mn. 4-Déterminer la concentration en nitrite par spectrophotometer.</p>	La concentration en nitrite est exprimée en mg/l.

Paramètres	Méthodes	Réactif utilisés	Mode opératoire	Expression des résultats
<b>5-Phosphate</b>	Méthode au molybdate d'ammonium	<p>Acide ascorbique  <b>3</b>-10 g (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub>).  4-100 ml d'eau distillée.  5- conservée dans une bouteille en verre brun au réfrigérateur (4°C).  heptamolybdate d'ammonium :  1-13 g de [(NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>.4H<sub>2</sub>O] dans 100 ml d'eau distillée.  2-0.35 g de [K(SbO)C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub>.½H<sub>2</sub>O] dans 100 ml d'eau distillée.  3-Ajouter à ce mélange, tout en agitant, 300ml d'acide sulfurique à 4,5 mol/l.  4- Ce réactif doit être conservé à 4 °C dans une bouteille en verre brun.  Solution mere de PO43- de concentration 100mg/l :  5-Sécher quelques grammes de (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) jusqu'à masse constante à 105°C (étuve).  Solution fille de PO43- à 2mg/l.</p>	<p>1-Prélèver 40ml de l'échantillon à analyser.  2-Ajouter 1ml d'acide ascorbique à 100g/l  3-Ajouter 2ml d' heptamolybdate d'ammonium  4-Agiter quelques seconds, attendre entre 10 et 30 mn (temps nécessaire au développement de la couleur).</p>	<p>-La concentration en orthophosphate est exprimé en mg/l</p>

Paramètres	Méthodes	Réactif utilisés	Mode opératoire	Expression des résultats
<b>6- Calcium</b>	Méthode Tritrimétrique à l'EDTA	1-Solution de Na OH2N. -100ml d'H2O Distillée. -8g d'hydroxide de sodium . 2-Murexide. 3-Solution d'EDTA; -1000ml d'H2O Distillée. -3,725g d'EDTA.	1-Introduire 10ml de l'échantillon et compléter avec l'eau distillée jusqu'à 50ml. 2-Ajouter 2ml de solution de Na OH 2ml. 3-Ajouter Murexide. 4-Titer par la solution d'EDTA jusqu'à virage violet.  $F_c = \frac{\text{Volume versé}}{\text{Volume théorique (12,475ml)}}$	-La concentration totale en ions calcium Ca+2, exprimée au mg/l le plus proche, est donnée par la formule : -[Ca+2] = [(Cl*V1*A)/(V0)*Fc*100 0*F..... <b>(mg/L)</b>
<b>7- Magnésium</b>	Méthode Tritrimétrique à l'EDTA	1-Solution Tompon (pH=10). -1000ml d'H2ODistillée. -67,5g de chlorure d'ammonium (NH4Cl). 2-Noir ériochrome. 3-Solution d'EDTA -1000ml d'H2O Distillée. -3,725g d'EDTA	1-Introduire 10ml de l'échantillon et compléter avec l'eau distillée jusqu'à 50ml. 2-Ajouter 4ml de solution Tompon. 3-Ajouter Noir ériochrome. 4-Titer par la solution d'EDTA jusqu'à virage Bleu.  $F_c = \frac{\text{Volume versé}}{\text{Volume théorique (10,288ml)}}$	- La concentration totale en ions magnésium Mg+2, exprimée au mg/l le plus proche, est donnée par la formule : -[Mg+2] = [(Cl*V1*A)/(V0)*Fc*100 0*F..... <b>(mg/L)</b>

## **8-Détermination de la demande biochimique en oxygène après n jours (méthode par dilution manuelle) :**

Demande biochimique en oxygène (DBOn) :

Est la concentration en masse d'oxygène dissous consommé dans des conditions spécifiées par l'oxydation biochimique de matières organique et/ou inorganiques dans l'eau. La durée d'incubation, égale à 5.

Ce protocole opératoire a pour objet de décrire la mesure de la demande biochimique en oxygène après 5 jours (DBO5), par dilution et ensemencement avec apport d'ATU selon la norme ISO 5815-1/2012.

### **Réactifs, verrerie, appareillage :**

Pour l'analyse n'utiliser que des réactifs de qualité analytique reconnue.

**-Eau distillée :** ne doit pas contenir plus de 0,01mg/l de cuivre et doit être exempte de chlore et de chloramine.

**-Eau d'ensemencement :** elle est obtenue de l'une des matières suivantes :

- Eau résiduaire urbaine avec une DCO ne dépassant pas 300mg/l .
- Eau de rivière ou de lac contenant des eaux résiduaires urbaines .
- Effluent décanté provenant d'une station d'épuration.
- Matériau d'ensemencement disponible dans le commerce.
- Solutions salines, conservés dans des flacons en verre à 4°C dans l'obscurité.
- Eau de dilution.
- Eau de dilutionensemencée.
- Acide glutamique-glucose, solution de contrôle.
- Solution d'allythio-urée (ATU).

La verrerie utilisée doit être complètement propre et exempte de composés adsorbés toxiques ou de composés biodégradables et elle doit être protégée contre toute contamination.

Calcul et expression des résultats :

Examen de la consommation en oxygène valable durant l'essai :

La DBOn est calculée pour les solutions d'essai lorsque la condition suivante est satisfaite.

$$P1/3 \leq P1-P2 \leq 2P1 /3$$

-P1 est la concentration de l'O<sub>2</sub> dissous dans une des solutions d'essai au temps zéro, en milligrammes par litre.

-P2 est la concentration de l'O<sub>2</sub> dissous de cette même solution d'essai après 5 jours.

## 9- Détermination de la Demande Chimique en oxygène :

Ce mode opératoire décrit une méthode de détermination de la DCO selon la norme ISO6060/2013.

La méthode est applicable des effluents dont la DCO est comprise entre 30mg/l et 700mg/l. Cette méthode est applicable aux eaux usées urbaines et industrielles, aux eaux brutes (eau de surface, eau souterraine). Elle n'est pas applicable aux eaux de mer (la concentration en chlorure ne doit pas dépasser 1000mg/l). Les échantillons doivent être analysés dès que possible et au plus tard dans les 5 jours qui suivent les prélèvements. Au cas où l'échantillon est conservé, il faut ajouter 10ml d'acide sulfurique par litre d'échantillon, et le conserver entre 0°C et 5°C.

Les réactifs à préparer sont les suivants :

- Acide sulfurique H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> de concentration 4 mol/l.
- Acide sulfurique—Sulfate d'argent.
- Dichromate de potassium, solution étalon de référence K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> de concentration 0,04 mol/l contenant un sel de mercure (II).
- Sulfate de Fer (II) et d'ammonium : solution titrée (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub> Fe(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> 6H<sub>2</sub>O de concentration 0,12 mol/l.
- Hydrogénophthalate de potassium : solution étalon de référence KC<sub>8</sub>H<sub>5</sub>O<sub>4</sub> de concentration 2,0824 millimoles/l.
- Ferroïne (indicateur coloré).

Transférer 10ml de l'échantillon dans le tube de l'appareil à reflux. Ajouter 5 ml de la solution de Dichromate de potassium, puis lentement et avec précaution 15 ml Acide sulfurique—Sulfate d'argent en agitant soigneusement le contenu. Relier le réfrigérant aux tubes de l'appareil à reflux pendant 2h00, tout en vérifiant que l'ébullition du mélange réactionnel se fasse doucement, sous soubresauts.

Puis Rincer réfrigérant avec un petit volume d'eau purifiée. L'enlever puis transvaser le contenu dans des Erlen de capacité de 100 ml, et compléter avec de l'eau purifiée à environ 75 ml. Titrer l'excès de dichromate de ce contenu avec le sulfate de fer II et d'ammonium (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub> Fe(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> 6H<sub>2</sub>O.

### Expression des résultats :

La DCO se calcule (en mg/L) de la manière suivante :

$$DCO = \frac{8000 * C * (V2 - V1)}{V0}$$

-C : Concentration de sulfate de fer II et d'ammonium exprimé en mol/l. (Environ 0,12mol/l).

-V<sub>0</sub> : Volume en millilitre de la prise d'essai, avant dilution éventuelle.

-V2 : Volume en millilitre de la solution de sulfate de fer II et d'ammonium utilisé pour l'essai à blanc.

-V1 : Volume en millilitre de la solution de sulfate de fer II et d'ammonium utilisé pour détermination de l'échantillon.

-8000 :  $\frac{1}{2}$  masse molaire de l'oxygène par litre.

Les résultats sont donnés au milligramme d'oxygène le plus proche.

**Tableau X** : des Classes proposées pour le pH (NISBET et VERNEAUX, 1970)

<b>Composant</b>	<b>Classe</b>	<b>Situation</b>
<b>pH&lt;5</b>	<b>1</b>	<b>Acidité forte, cours d'eau à substrat acide.</b>
<b>5&lt;pH&lt;6</b>	<b>2</b>	<b>Acidité moyenne, cours d'eau à substrat acide</b>
<b>6&lt;pH&lt;7</b>	<b>3</b>	<b>Acidité faible, cours d'eau à substrat</b>
<b>7&lt;pH&lt;7,5</b>	<b>4</b>	<b>Neutralité approchée, majorité des eaux piscicoles régions calcaires.</b>
<b>7,5&lt;pH&lt;8</b>	<b>5</b>	<b>Alcalinité faible.</b>
<b>8&lt;pH&lt;9</b>	<b>6</b>	<b>Alcalinité moyenne, eau douce.</b>
<b>pH&gt;9</b>	<b>7</b>	<b>Alcalinité forte, eaux peu piscicoles ou valeurs passagères.</b>

**Tableau XI** : des Classes proposées pour la Conductivité électrique (NISBET et VERNEAUX, 1970)

<b>Conductivité électrique (s/cm)</b>	<b>Classe</b>	<b>Minéralisation</b>
<b>C&lt;100</b>	<b>1</b>	<b>Très faible</b>
<b>100&lt;C&lt;200</b>	<b>2</b>	<b>Faible</b>
<b>200&lt;C&lt;333</b>	<b>3</b>	<b>Moyenne</b>
<b>333&lt;C&lt;666</b>	<b>4</b>	<b>Moyenne accentuée</b>
<b>666&lt;C&lt;1000</b>	<b>5</b>	<b>Importante</b>
<b>C&gt;1000</b>	<b>6</b>	<b>Elevée</b>

**Tableau XII** : des Classes proposées pour les matières en suspension (NISBET et VERNEAUX, 1970)

<b>Composant (mg/l)</b>	<b>Classe</b>	<b>Situation</b>
<b>MES&lt;10</b>	<b>1</b>	<b>Très bonne situation</b>
<b>10&lt; MES &lt;25</b>	<b>2</b>	<b>Situation normale</b>
<b>25&lt; MES &lt;50</b>	<b>3</b>	<b>Bonne situation</b>
<b>50&lt; MES &lt;75</b>	<b>4</b>	<b>Bonne situation</b>
<b>75&lt; MES &lt;150</b>	<b>5</b>	<b>Situation moyenne</b>
<b>150&lt; MES &lt;300</b>	<b>6</b>	<b>Situation médiocre, eaux polluées</b>
<b>300&lt;MES &lt;500</b>	<b>7</b>	<b>Rare à l'état naturel. Cour d'eau particulière et zone très polluée. Situation anormale. Productivité piscicole très faible.</b>
<b>MES &lt;500</b>		

**Tableau XIII** : des Classes proposées pour les Chlorures (NISBET et VERNEAUX, 1970)

Composant (mg/l)	Classe	Situation
Cl<2	1	<b>Eaux exemple de pollution dans l'ordre du degré croissant de minéralisation</b>
2<Cl<5	2	
5<Cl<10	3	
10<Cl<20	4	<b>Région calcaire</b>
20<Cl<50	5	<b>Cours d'eau particulière, teneurs locales et eaux plus ou moins polluées.</b>
50<Cl<100	6	

**Tableau XIV** : des Classes proposées pour les Nitrites (NISBET et VERNEAUX, 1970)

Composant (mg/l)	Classe	Situation
NO <sub>2</sub> - < 1/100	1	<b>Eaux pures ou auto-épuration active</b>
NO <sub>2</sub> - < 1/10	2	<b>Pollution insidieuse, perturbation du cycle de nitrite</b>
qq. NO <sub>2</sub> ->1/10	3	<b>Pollution sensible</b>
NO <sub>2</sub> ->1	4	<b>Etat de pollution critique</b>

**Tableau XV** : des Classes proposées pour les phosphates (NISBET et VERNEAUX, 1970)

Composant (ug/l)	Classe	Appréciation
PO <sub>4</sub> -<10	1	<b>Eaux très peu productives, lacs oligotrophes.</b>
10<PO <sub>4</sub> -<50	2	<b>Eaux peu productivité</b>
50<PO <sub>4</sub> -<150	3	<b>Productivité moyenne.</b>
150<PO <sub>4</sub> -<300	4	<b>Forte productivité.</b>
300<PO <sub>4</sub> -<500	5	<b>Cours d'eau polluées.</b>
PO <sub>4</sub> ->500	6	<b>Eaux notamment polluées ou très eutrophes.</b>

Tableau XVI : Résultats de l'analyse physico-chimique

Mois	Station	T°c	pH	Cond	Turb	ES	TA	TAc	Mg++	Ca++	MO	Cl-	SO2-4	No-3	No-2	NH+4	Po3-4	Fe
Février	H.M	18,8	8,2 2	676	34,4	380	0	10,85	29,64	0,064	4,48	5,31	114,5	0,43	<0,01	0,03	<0,01	0,18
	O.Bous	19,3	8,1	681	35,9	370	0	10,9	30,57	0,064	5,12	3,54	135,54	0,62	<0,01	<0,01	<0,01	0,34
	O.Boum	18,7	7,9 7	987	158	770	0	11,95	45,38	0,064	4,48	5,31	197,24	0,83	<0,01	<0,01	<0,01	0,25
	O.Lkh	18,9	8,1 3	899	25,3	580	0	12,15	47,28	0,064	3,84	5,31	114,14	0,28	<0,01	<0,01	<0,01	0,25

Mois	Station	T°c	pH	Cond	Turb	ES	TA	TAc	Mg++	Ca==	MO	Cl-	So2-4	No-3	No-2	NH+4	Po3-4	Fe
Mars	H.M	12	8,3 2	727	1,33	420	0,1	256,2	39,89	79,81	1,36	7,09	127,53	0,59	-	<0,01	<0,01	0,05
	O.Bous	11,3	8,3 2	732	1,56	410	0,1	248,8 8	45,64	78,18	0,72	3,54	122,34	0,63	-	0,09	<0,01	0,08
	O.Boum	11,3	8,1 4	1185	7,9	860	0	262,3	50,51	169,4	0,64	5,31	210,8	0,77	-	<0,01	<0,01	0,08
	O.Lkh	10,3	8,1 8	995	0,61	340	0	289,1 4	64,25	96,1	0,48	7,09	287,8	0,38	-	<0,01	<0,01	0,07

Mois	Station	T°c	PH	Cond	Turb	ES	TA	TAc	Mg++	Ca++	MO	Cl-	So2-4	NO-3	NO-2	NH+4	Po3-4	Fe
Avril	H.M	15.3	8.35	777	43.6	588	0.3	263.4	36.77	67.86	2	6.38	171.09	0.64	_	0.01	0.01	0.04
	O.Bous	14.3	8.40	774	39.1	730	0.3	270.72	33.07	83.1	2.32	5.31	111.00	0.40	_	0.02	0.01	0.06
	O.Boum	14.7	8.27	1290	1.53	700	0	239.12	58.77	172.37	1.28	5.31	172.5	0.35	_	0.01	0.01	0.07
	O.Lakh	10.3	8.18	995	0.61	340	0	289.14	64.25	96.1	0.48	7.09	287.8	0.38	_	0.01	0.01	0.07

Mois	Station	T°c	PH	Cond	Turb	ES	TA	TAC	Mg++	Ca++	MO	Cl-	So2-4	NO-3	NO-2	NH+4	Po3-4	Fe
Mai	H.M	14.6	8.35	885	99.1	510	2.4	241.48	27,53	96.96	3.82	5.67	109.12	0.06	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
	O.Bous	13.3	8.41	716	427	290	3.6	243.88	29.42	63.1	4.14	8.86	92.62	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
	O.Boum	14.5	8.31	1565	2.59	1020	2.4	268.32	12,65	207.77	0.8	5.31	528.32	0.07	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
	O.Lkh	14.9	8.22	1208	1.77	670	0	279.38	57,94	96.96	0.64	7.09	184.36	0	<0.01	<0.01	<0.01	0.01

			Paramètres		
Mois	Station	Unité	MES	DCO	DBO5
<b>Février</b>	<b>O.Boum</b>	<b>mg/l</b>	58,5	8,5	4
	<b>O.Lakhra</b>		35	5	5,5
	<b>O.Bous</b>		37,5	6,03	5
	<b>H.M</b>		36	5,5	5,2

			Paramètres		
Mois	Station	Unité	MES	DCO	DBO5
<b>Mars</b>	<b>O.Boum</b>	<b>mg/l</b>	22,4	13,9	5,5
	<b>O.Lakhra</b>		9,1	11	4,9
	<b>O.Bous</b>		11,2	13	5,3
	<b>H.M</b>		14,2	13,08	5,27

			Paramètres		
Mois	Station	Unité	MES	DCO	DBO5
<b>Avril</b>	<b>O.Boum</b>	<b>mg/l</b>	10	4,84	2,1
	<b>O.Lakhra</b>		14,13	6,63	3,71
	<b>O.Bous</b>		16	9,79	4,5
	<b>H.M</b>		18,6	10,84	5,09

			Paramètres		
Mois	Station	Unité	MES	DCO	DBO5
<b>Mai</b>	<b>H.M</b>	<b>mg/l</b>	132	52,2	8,95
	<b>O.Bous</b>		180	70,8	10
	<b>O.Boum</b>		7	6,15	3,7
	<b>O.Lakhra</b>		11	7,56	4,66

**Tableau XVII : Résultats d'analyse bactériologique**

Mois	Station	GT	GF	SF
Février	<b>O.Boum</b>	<b>186</b>	<b>18</b>	<b>253</b>
	<b>O.Lakhra</b>	<b>22</b>	<b>14</b>	<b>158</b>
	<b>O.Bous</b>	<b>2200</b>	<b>2200</b>	<b>2200</b>
	<b>H.M</b>	<b>2200</b>	<b>2200</b>	<b>300</b>

Mois	Station	GT	GF	SF
Mars	<b>O.Boum</b>	<b>920</b>	<b>22</b>	<b>06</b>
	<b>O.Lakhra</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
	<b>O.Bous</b>	<b>2200</b>	<b>40</b>	<b>06</b>
	<b>H.M</b>	<b>2200</b>	<b>480</b>	<b>920</b>

Mois	Station	GT	GF	SF
Avril	<b>O.Boum</b>	<b>≥240</b>	<b>92</b>	<b>≥240</b>
	<b>O.Lakhra</b>	<b>≥240</b>	<b>17</b>	<b>07</b>
	<b>O.Bous</b>	<b>≥240</b>	<b>24</b>	<b>≥240</b>
	<b>H.M</b>	<b>≥240</b>	<b>≥240</b>	<b>161</b>

Mois	Station	GT	GF	SF
Mars	<b>O.Boum</b>	<b>≥240</b>	<b>35</b>	<b>54</b>
	<b>O.Lakhra</b>	<b>≥240</b>	<b>54</b>	<b>≥240</b>
	<b>O.Bous</b>	<b>≥240</b>	<b>≥240</b>	<b>≥240</b>
	<b>H.M</b>	<b>≥240</b>	<b>≥240</b>	<b>≥240</b>

**Tableau XVIII : Répertoire faunistique liste des 138 taxons utilisés (les 38 taxons indicateurs sont soulignés). (A.N.R.H., 2004)**

<p><b>INSECTES</b></p> <p><b>PLÉCOPTÈRES</b>  <u>Capniidae</u>  <u>Chloroperlidae</u>  <u>Leuctridae</u>  <u>Nemouridae</u>  <u>Perlidae</u>  <u>Perlodidae</u>  <u>Taeniopterygidae</u></p> <p><b>TRICHOPTÈRES</b>  <u>Beraeidae</u>  <u>Brachycentridae</u>  Ecnomidae  <u>Glossosomatidae</u>  <u>Goeridae</u>  Helicopsychidae  <u>Hydropsychidae</u>  <u>Hydroptilidae</u>  <u>Lepidostomatidae</u>  <u>Leptoceridae</u>  <u>Limnophilidae</u>  Molannidae  <u>Odontoceridae</u>  <u>Philopotamidae</u>  Phyganeidae  Phryganeidae  <u>Polycentropodidae</u>  <u>Psychomyiidae</u>  <u>Rhyacophilidae</u>  Sericostomatidae  <u>Thremmatidae</u></p> <p><b>ÉPHÉMÉROPTÈRES</b>  <u>Baetidae</u>  <u>Caenidae</u>  <u>Ephemerellidae</u>  <u>Ephemeridae</u>  <u>Heptageniidae</u>  <u>Leptophlebiidae</u>  <u>Oligoneuriidae</u>  <u>Polymitarcidae</u>  <u>Potamanthidae</u>  Prosopistomatidae  Siphonuridae</p>	<p><b>HÉTÉROPTÈRES</b>  <u>Aphelocheiridae</u>  Corixidae  Gerridae  Hebridae  Hydrometridae  Naucoridae  Nepidae  Notonectidae  Mesoveliidae  Pleidae  Veliidae</p> <p><b>COLÉOPTÈRES</b>  Curculionidae  Donaciidae  Dryopidae  Dytiscidae  Eubriidae  <u>Elmidae</u>  Gyrinidae  Haliplidae  Helodidae  Helophoridae  Hydraenidae  Hydrochidae  Hydrophilidae  Hydroscaphidae  Hygrobidae  Limnebiidae  Spercheidae</p> <p><b>DIPTÈRES</b>  Anthomyidae  Athericidae  Blephariceridae  Ceratopogonidae  Chaoboridae  <u>Chironomidae</u>  Culicidae  Dixidae  Dolichopodidae  Empididae  Ephydriidae  Limoniidae  Psychodidae  Ptychopteridae  Rhagionida</p>	<p>Scatophagidae  Sciomyzidae  Simuliidae  Stratiomyidae  Syrphidae  Tabanidae  Thaumaleidae  Tipulidae</p> <p><b>ODONATES</b>  Aeschnidae  Calopterygidae  Coenagrionidae  Cordulegasteridae  Corduliidae  Gomphidae  Lestidae  Libellulidae  Platycnemididae</p> <p><b>MÉGALOPTÈRES</b>  <u>Sialidae</u></p> <p><b>PLANIPENNES</b>  <u>Osmylidae</u>  <u>Sysyridae</u></p> <p><b>HYMÉNOPTÈRES</b></p> <p><b>LÉPIDOPTÈRES</b>  <u>Pyridae</u></p> <p><b>CRUSTACÉS</b>  <b>BRANCHIOPODES</b></p> <p><b>AMPHIPODES</b>  <u>Gammaridae</u></p> <p><b>ISOPODES</b>  <u>Asellidae</u></p> <p><b>DÉCAPODES</b>  Astacidae  Atyidae  Grapsidae  Cambaridae</p>	<p><b>MOLLUSQUES</b></p> <p><b>BIVALVES</b>  Corbiculidae  Dreissenidae  Sphaeriidae  Unionidae</p> <p><b>GASTÉROPODES</b>  Ancylidae  Bithynidae  Bythinellidae  Hydrobiidae  Limnaeidae  Neritidae  Physidae  Planorbidae  Valvatidae  Viviparidae</p> <p><b>VERS</b>  <b>PLATHELMINTHES</b></p> <p><b>TRICLADES</b>  Dendrocoelidae  Dugesidae  Planariidae</p> <p><b>NÉMATHELMINTHES</b></p> <p><b>ANNÉLIDES</b>  <u>ACHÈTES</u>  Erpobdellidae  Glossiphoniidae  Hirudidae  Piscicolidae</p> <p><b>OLIGOCHÈTES</b></p> <p><b>HYDRACARIENS</b></p> <p><b>HYDROZOAIRE</b></p> <p><b>SPONGIAIRES</b></p> <p><b>BRYOZOAIRE</b></p> <p><b>NÉMERTIEN</b></p>
--	--	--	---

**Tableau XIX** : Tableau de détermination de l'IBGN (A.F.N.O.R., 2004)

Classe de variété		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Taxons	£ G I	>5 0	49 - 45	44 - 41	40 - 37	36 - 33	32 - 29	28 - 25	24 - 21	20 - 17	16 - 13	12 - 10	9 - 7	6 - 4	3 - 1
Chloroperlidae Perlidae, Perlodidae Taeniopterygidae	9	20	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	1 1	1 0	9
Capniidae Brachycentridae, Odontoceridae Philopotamida	8	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	1 0	9	8
Leuctridae Glossosomatidae Beraeidae Goeridae Leptophlebidae	7	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
Nemouridae Lepidostomatidae Sericostomatidae Ephemeridae	6	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
Hydroptilidae Heptageniidae Potamitarcidae Potamanthidae	5	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
Leptoceridae Polycentropodidae Psychomyidae Rhyacophilidae	4	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
Limnephilidae (1) Hydropsychidae (1) Ephemerellidae Aphelocheiridae	3	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
Baetidae(1) Caenidae(1) Elmidae (1) Gammaridae(1) Mollusques	2	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
Chironomidae (1) Asellidae (1) Achètes,Oligochètes (1)	1	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(1) Taxons représentés par au moins 10 individus - Les autres par au moins 3 individus.

**Tableau XX :** Classe de qualité, signification des valeurs de l'IBGN et couleur à utiliser en représentation cartographique.

<b>IBGN</b>	<b>&gt;ou = à 17</b>	<b>16-13</b>	<b>12-9</b>	<b>8-5</b>	<b>&lt;ou = à 4</b>
<b>Couleur</b>	<b>Bleu</b>	<b>Vert</b>	<b>Jaune</b>	<b>Orange</b>	<b>Rouge</b>
<b>Qualité de l'eau</b>	<b>Eau de qualité excellente</b>	<b>Eau de bonne qualité</b>	<b>Eau de qualité moyenne avec une nette pollution</b>	<b>Eau de qualité médiocre avec une pollution importante</b>	<b>Mauvaise qualité avec pollution excessive.</b>

**Tableau :** La classification taxonomique de BOURNAUD (1980) (in ARA., 1989).

BOURNAUD (1980)

1-Espèces dominantes :

$A \geq 5\%$ . avec A : Abondance relative (%)

2-Espèces subdominantes :

$2\% \leq A < 5\%$ .

3-Espèces résidentes :

$1\% < A < 2\%$ .

4-Espèces subrésidentes :

$A < 1\%$ .